

Ministry of Education of the Republic of Belarus
Belarusian National Technical University
Tula State University
Donetsk National Technical University

**Socio-economic and Environmental Problems
of the Mining Industry, Building and Energetics**

COLLECTED SCIENTIFIC PAPERS
The 9th International Conference on the Mining Industry,
Building and Power Engineering Problems

Minsk – Tula – Donetsk
29–31 October 2013

In 2 volumes

Volume 2

*Under the editorship
of Doctor of science, Professor A. Kopilov,
Candidate of technical science, Associate professor I. Basalay*

Minsk
BNTU
2013

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический университет
Тульский государственный университет
Донецкий национальный технический университет

**Социально-экономические и экологические
проблемы горной промышленности,
строительства и энергетики**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
9-й Международной конференции по проблемам
горной промышленности, строительства и энергетики

Минск – Тула – Донецк
29–31 октября 2013 г.

В 2 томах

Том 2

*Под общей редакцией
д-ра техн. наук, проф. А.Б. Копылова
и канд. техн. наук, доц. И.А. Басалай*

Минск
БНТУ
2013

УДК 622:001.12/18:504.062(1/9);620.9+502.7+614.87

ББК 65.304.11я43

С69

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *Ф.А. Романюк*,

д-р техн. наук *Б.И. Петровский*,

д-р техн. наук *В.Я. Щерба*

Reviewers:

doctor of science, prof. *F.A. Romanyuk*,

doctor of science *B.I. Petrovsky*,

doctor of science *V.Ya. Shcherba*

В сборнике представлены материалы научных исследований по эффективным технологиям в области геоэкологии, геотехнологиям, мониторингу природно-техногенной среды, технологиям переработки и хранения отходов производства, экономике природопользования, механике материалов и строительных конструкций; технологиям и экологическим проблемам строительных материалов; эксплуатации, обследованию и усилению строительных конструкций; архитектуре и архитектурному проектированию; технологии, организации, управлению и экономике строительного производства; энергетике, энергосбережению, электрооборудованию и электрообеспечению; теплогаснабжению. Предложены способы оценки, прогнозирования и контроля техно-генного загрязнения окружающей среды.

Обсуждаются вопросы безопасности подземных горных работ, а также проблема управления риском потенциально опасной деятельности.

Сборник предназначен для научных, инженерно-технических работников и студентов, изучающих проблемы создания системы научных знаний и их эффективного практического применения при решении социально-экономических и экологических задач в горной промышленности, строительстве и энергетике.

The collected scientific papers contain the information about scientific research by effective technologies at the environmental protection area, geotechnologies, monitoring natural and mancaused environment, reprocessing and storage industrial wastes technologies, nature management economics, mechanics of materials and building construction; technological and environmental problems of building materials; exploitation, inspection and strengthening the building constructions; architecture and architectural designing; technology, organizing, management, and economics of building industrial; power engineering, energy-saving, electrical equipment and electric power supply; heat and gas supply. Methods of estimating, forecasting and man-caused controlling of environmental polluting were proposed.

Underground mining safety and the problem of management by potential dangerous activity risk are discussed.

The collected scientific papers are intended for scientists, engineers and students, who study problems of creating scientific knowledge system and their effective practical use for solving socio-economic and environmental problems in the mining industry, building and power engineering.

ISBN 978-985-550-427-7 (Т. 2)

ISBN 978-985-550-428-4

© Белорусский национальный
технический университет, 2013

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТОРФЯНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 622.331

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССОВАНИЯ ТОРФОКОКСОВЫХ БРИКЕТОВ

Кислов Н.В., Цыбуленко П.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

Приведены результаты определения технологических параметров прессования торфокосовых брикетов в лабораторных условиях и установлены пределы соотношений компонентов для получения качественных брикетов.

В работе [1] обосновано перспективное направление утилизации коксовой мелочи, являющейся отходами литейного производства, путем получения брикета в смеси с торфом и использованием его для плавки чугуна в вагранке или в качестве коммунально-бытового топлива.

Для получения качественного торфо-коксового брикета, отвечающего необходимым требованиям по прочности и соотношению компонентов, необходимо установить основные параметры прессования торфо-коксовой смеси.

В качестве объекта исследований использованы коксовая мелочь, отобранная из отходов Минского завода отопительного оборудования и торфяная сушенка торфобрикетного завода «Усяж». Определение основных физико-механических характеристик этих материалов показало, что содержание влаги в коксе не превышает 0,5 %, размеры частиц достигают 30 мм, насыпная плотность кокса составляет 900 кг/м^3 , влажность торфяной сушенки – 14 %, максимальный размер ее частиц – 5 мм и насыпная плотность – $310\text{-}320 \text{ кг/м}^3$.

Отчеты по прессованию проводились на гидравлическом прессе ПСУ-125 двухколонного типа с максимально развиваемым усилием 1250 кН. Пресс оборудован лимбовым силоизмерительным механизмом с погрешностью $\pm 2 \%$. Рабочим инструментом являлась специальная пресс-форма, состоящая из цилиндрической матрицы и штемпеля диаметром 75 мм.

Для получения качественного брикета на основе торфа и коксовой мелочи наиболее важным является установление предельного содержания отходов кокса при котором брикет будет соответствовать установленной для торфяных брикетов прочности на изгиб, не ниже 2,4 МПа. Поэтому были проведены исследования по установлению зависимости предела прочности на изгиб σ от содержания кокса в смеси. Опыты проводились при давлении прессования $p=100 \text{ МПа}$, соответствующим значениям, близким к производственным условиям при получении торфяных брикетов.

Результаты опытов представлены в табл. 1 и на рис. 1 (кривая 1). Как видно из рисунка максимальную прочность имеют брикеты, полученные из чистой торфяной сушенки ($\sigma=2,5$ МПа). С увеличением содержания кокса до 10 % прочность брикета снизилась на 14 %, а при содержании кокса в брикете 40 % - в 2,3 раза. Прессования брикета с содержанием кокса 80 % показало, что брикет после его извлечения из матрицы рассыпается. Это позволяет сделать заключение, что частицы кокса в торфяной сушилке являются нейтральными, не участвующими в молекулярных связях с торфом и ослабляют структуру спрессованного брикета.

Важным фактором является предельное содержание кокса в смеси, при котором брикет можно использовать как топливо для бытовых и других целей.

Техническими требованиями на торфяной брикет установлен предел прочности брикета на изгиб, который составляет 2,4-4,0 МПа [2].

Известно, что прочность брикетов из торфяной сушенки, полученных в лабораторных условиях ниже в 1,8-2 раза по сравнению с брикетами, полученными в производственных условиях [3].

Таблица 1. Зависимость прочности торфококсовых брикетов от содержания компонентов $p=100$ МПа; ω торфа=14 %; ω кокса=0,5 %; масса брикета=100 г

Содержание компонентов, %		Толщина брикета, мм			Предел прочности на изгиб δ , МПа			Среднее значение $\bar{\sigma}$, МПа	Примечание
Торф	Кокс	h1	h2	h3	σ_1	σ_2	σ_3		
100	0	19,1	19,2	19	2,43	2,41	2,65	2,49	
90	10	18,8	18,9	19	2,2	2,1	2,2	2,16	
80	20	18,8	18,7	19	1,97	2,06	2,06	2,03	
70	30	18,7	18,6	19	1,51	1,52	1,57	1,53	
60	40	18,3	18,2	18	0,99	1,17	1,09	1,08	
40	60	17,4	17,5	18	0,18	0,18	0,18	0,18	
20	80	-	-	-					Брикет рассыпался

Это вызвано тем, что в штемпельных прессах с открытой матрицей, которые в настоящее время широко используются на торфобрикетных заводах, брикет в прессе и кулярине подвергается многочисленным циклам обжатия, что оказывает положительное влияние на его прочность. Также существенно влияет на прочность и температура прессуемого материала. С ее увеличением возрастает пластичность прессуемого материала и за счет этого происходит рост прочности. В штемпельном прессе температура материала находится в пределах 60-80 °С.

Поэтому на основании этих данных и по результатам, представленным в табл. 1 и на рис. 1 (кривая 1) можно установить предельное значение содержания кокса в смеси, при котором $\sigma > 2,8$ МПа, что будет соответствовать техническим требованиям на топливный торфяной брикет.

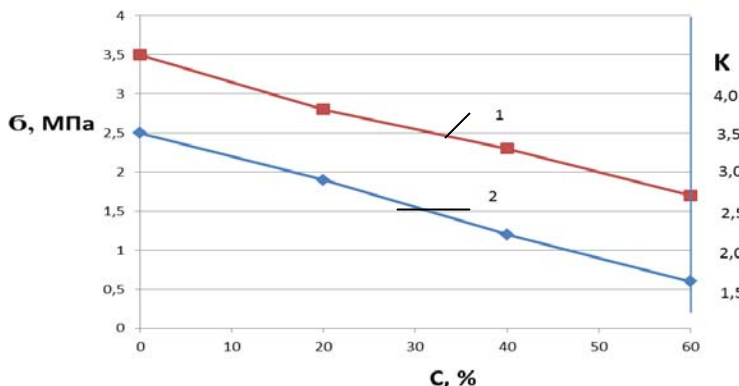


Рис. 1. - Зависимость прочности на изгиб σ и коэффициента уплотнения k от содержания кокса C

Такая прочность будет обеспечена при содержании кокса 30 % и менее. Увеличение содержания кокса выше этого значения приводит к резкому снижению прочности. Так, при содержании кокса 40 % прочность брикета в производственных условиях будет составлять 1,90-2,16 МПа, что ниже значений технических требований.

Изменение коэффициента уплотнения k при прессовании от содержания кокса в смеси представлено на рис. 1 (прямая 2).

Можно отметить линейный характер снижения коэффициента k с увеличением содержания кокса. Максимальное значение $k=3,5$ наблюдается для чистого торфа и минимальное $k=1,58$ для содержания кокса 60 %. Это объясняется различием в насыпной плотности торфа и кокса, последний почти в три раза тяжелее торфа, что и приводит к уменьшению высоты заправки смеси в матрице, а с этим и значений коэффициента k . Для содержания кокса в смеси 30 % коэффициент $k=2,55$, что на 29 % меньше чем для торфа. Поэтому при использовании торфяных прессов для получения торфококсовых топливных брикетов необходимо в них вносить изменения с целью уменьшения длины камеры прессования и хода штемпеля на 29-30 %.

Таким образом, предварительные экспериментальные исследования по изготовлению торфококсовых брикетов и оценке качества показали возможность их получения в производственных условиях с высокими качественными характеристиками по прочности, отвечающими техническим

требованиям. При этом содержание кокса в смеси не должно превышать 30 %. На основании результатов изменения коэффициента уплотнения смеси от содержания кокса установлено, что при использовании прессового оборудования для получения торфяного брикета необходимо в конструкцию прессов внести изменения с целью уменьшения длины камеры прессования и хода штемпеля.

Литература

1. Кислов Н.В., Цыбуленко П.В. Перспективы использования отходов литейного производства коксовой мелочи. / В кн. Процессы и средства добычи и переработки полезных ископаемых.- Мн. БНТУ, 2012, с.17-20.
2. Справочник по торфу. Под ред. Лазарева А.В. и Корчунова С.С. М., Недра, 1982, 753с.
3. Мокршанский Б.В. Халуга А.К. Процесс брикетирования торфяной сушенки в штемпельном прессе с открытой матрицей (опытные данные). М., Гипротопиром, 1957, 203с.

УДК 622.83.023.4:624.121

ИНВАРИАНТЫ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ГРУНТОВ

Зюзин Б.Ф., Миронов В.А.

Тверской государственной технической университет, Россия

Авторы предлагают свой оригинальный метод выбора обобщенных инвариантов предельных состояний [2, 3]. Формирование положений общей теории предельных состояний являются этапом развития синтетической теории прочности, предложенной академиком РАН Е.И. Шемякинм [4].

В последнее время в научные исследования все шире внедряются соображения и методы, использующие свойства инвариантности математических и физических закономерностей относительно выбора для употребляемых характеристик явлений, единиц измерения и физических масштабов явлений. По утверждению академика Л.И. Седова, «можно говорить о некоторой аналогии между теорией размерности и подобия и геометрической теорией инвариантов относительно преобразований координат - фундаментальной теории для современной математики и физики» [3].

Методы теории размерности и подобия играют особенно большую роль при моделировании различных явлений. Всякое изучение явлений природы начинается с установления простейших опытных фактов, на основе которых можно формулировать законы, управляющие исследуемым явлением, и записать их в виде некоторых математических соотношений.

Различные природные объекты объединяет единство их предельных состояний, как некий физический принцип гармонии развития. Простые геометрические образы могут служить универсальными моделями отражен-

ния структурных преобразований, происходящих в природных объектах под действием внешних факторов.

Положения теории предельных состояний являются этапом развития синтетической теории прочности, предложенной академиком Е.И. Шемякиным [4].

Свое обобщение синтетическая теория прочности начинает с выдающихся экспериментов Треска, который в 1863 году провел свои знаменитые опыты при больших необратимых деформациях. Полученные данные легли в основу первой теории прочности, разработанной Сен-Венаном. Образование линий скольжения наблюдалось на различных материалах, которые, однако, имели две особенности: наличие площадки текучести (сталь, сплавы), или, по Надаи, «слабую внутреннюю структуру» (песчаник, парафин и т.п.).

Основные этапы развития синтетической теории прочности приведены в табл. 1.

Таблица 1. Этапы развития синтетической теории прочности (по Тутурину С.В. [4])

Год	Исследователь	Материал исследований
1854	Людерс	мягкая сталь
1863	Треска	платина
1900	Гест	сталь, железо, медь
1911	Карман	горные породы,
1914	Бекер	мрамор, песчаник
1924	Надаи	парафин
1925/26	Надаи, Лоде	железо, медь, никель
1931	Тейлор, Квини	алюминий, медь, свинец, кадмий, мягкая сталь
1970	Шемякин	эквивалентные материалы
1998	Лотов	торф, мерзлый грунт
2005	Тутурин	древесина

В 70-е годы прошлого века, при проведении работ в Сибирском отделении Академии наук при использовании жесткого режима нагружения, подтвердилась справедливость критерия прочности Треска для эквивалентных материалов, и высказано осторожное предположение: критерий Треска применим для большинства твердых тел, а разрушение материалов с различной внутренней структурой происходит по линиям скольжения. Примененный жесткий режим нагружения является более информативным с точки зрения изучения прочностных свойств и особенностей разрушения

материалов и может быть рекомендован в качестве основного при проведении испытаний не только древесины, но и других природных материалов.

Были предложены основные определяющие инварианты, описывающие напряженное состояние и имеющие четкий физический смысл.

Согласно синтетической теории прочности введено три основных инварианта предельных состояний:

$$I_1 = (\sigma_1 - \sigma_3)/2; I_2 = (\sigma_1 + \sigma_3)/2; I_3 = (\sigma_2 - I_2)/I_1.$$

Первый инвариант описывает действие максимального касательного напряжения на наклонной площадке и, соответственно, скольжения по ней. Второй инвариант – действие нормального напряжения на наклонной площадке, которое оказывает сопротивление проскальзыванию. Третий инвариант – параметр Лоде-Надаи, описывающий не только вид напряженного состояния и влияние второго главного напряжения, но и положение наклонных площадок, по которым происходит скольжение. Достоинством такого подхода является возможность представления напряженно-деформированного состояния для различных материалов на основании обобщенной диаграммы Мора (рис. 1), где $I_1 = r$, $I_2 = R$, $I_3 = (\sigma_2 - R)/r$.

Синтетическая теория прочности объединяет результаты целого ряда исследований прочности твердых материалов, выполненных в широком диапазоне изменения их физико-механических свойств на протяжении более 150 лет (табл. 1).

Введение трех инвариантов позволяет описать возникающую при необратимых деформациях и разрушении анизотропию сопротивления сдвигам по Е.И. Шемякину [4] и тем самым построить математическую модель деформирования твердых тел, адекватную физическим процессам.

В рамках предложенной Е.И. Шемякиным модели можно уверенно проследить важное явление - поведение материала в запредельном состоянии: после достижения касательным напряжением максимального для материала значения фактически образуется новый материал, поведение которого требует иного описания.

Тем не менее, законы механики (сохранение масс, количества движения, энергии) имеют силу. Это и определяет поведение материала в запредельном, послепиковом состоянии. При достижении главным сдвигом предельной для данного тела величины это значение сдвига в элементе среды сохраняется, а рост области необратимых деформаций (и разрушения) происходит только за счет увеличения количества таких элементов. Вступление в работу других экстремальных площадок определяет остаточную прочность материала. По мнению Е.И. Шемякина, этот вопрос нуждается в уточнении [4].

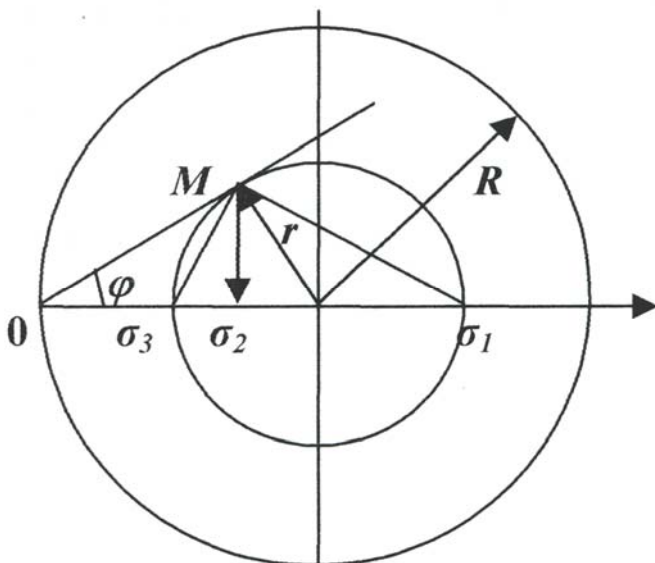


Рис. 1. Геометрическое отображение инвариантов по схеме кругов Мора

На наш взгляд, для качественного анализа структурной прочности материала на различном уровне напряженно-деформированного состояния необходимо учитывать масштабный фактор, т.е. соотношение двух экстремальных напряжений (структурный показатель Π_K).

В работе [2] авторами предлагается ввести четвертый инвариант или критерий предельного состояния, качественно дополняющий основные инварианты в синтетической теории прочности, равный

$$I_4 = K_p = (I_1 / I_2) / [(I_2 - I_1)].$$

При нормировке $\sigma_1 = 1$ получаем следующее выражение для критерия предельного состояния

$$K_p = \sigma_3(1 - \sigma_3) / (1 + \sigma_3),$$

где: $(1 - \sigma_3) / (1 + \sigma_3) = \sin \varphi$ - синус угла наклона касательной к окружности в т. М.

Предложенный критерий предельного состояния материала качественно дополняет основные инварианты в синтетической теории прочности.

На примере различных видов торфа проведем их анализ прочностных характеристик по результатам исследований Л.С. Амаряна [1].

Таблица 1 - Основные статистические показатели различных видов торфа [1]

Виды торфа	Сопротивление сдвигу τ , кПа			P_K	K_P
	мин	мак	сред		
Сосново-верховой	5,2	20,0	11,0	0,51	0,153
Сосново-пушицевый	5,0	16,4	10,9	0,55	0,162
Сосново-сфагновый верховой	3,0	28,0	9,7	0,33	0,086
Пушицевый верховой	3,5	22,0	10,8	0,40	0,115
Шейхцеровый верховой	3,0	23,0	11,5	0,36	0,100
Пушицево-сфагновый верховой	3,0	18,0	9,4	0,41	0,119
Шейхцеригово-сфагновый верховой	6,2	18,5	11,6	0,58	0,167
Фускум торф верховой	4,6	25,0	13,5	0,43	0,127
Магелланикум торф	3,7	22,0	10,2	0,41	0,120
Комплексный верховой	6,0	15,0	9,0	0,63	0,171
Сфагновый мочажинный верховой	6,0	26,0	16,8	0,48	0,144
Древесно-переходный	5,0	28,0	15,0	0,42	0,125
Древесно-осоковый переходный	7,7	26,0	14,3	0,54	0,156
Древесно-травяной переходный	5,1	24,6	12,1	0,45	0,136
Древесно-сфагновый переходный	3,0	27,0	12,7	0,33	0,089
Шейхцеровый переходный	4,2	24,0	13,5	0,42	0,123
Осоковый переходный	6,8	24,6	13,0	0,53	0,157
Осоковый сфагновый переходный	4,7	27,0	12,1	0,42	0,123
Травяно-сфагновый переходный	5,0	15,0	10,0	0,58	0,167
Шейхцеригово-сфагновый переходный	7,0	17,0	10,1	0,64	0,172
Осоково-гипновый переходный	6,8	14,3	10,8	0,69	0,169
Гипновый переходный	8,9	22,2	13,7	0,63	0,171
Сфагновый переходный	6,8	17,0	11,0	0,63	0,171
Древесный низинный	9,0	33,0	19,3	0,52	0,156
Древесно-осоковый низинный	7,0	36,0	17,4	0,44	0,131
Древесно-сфагновый низинный	8,0	28,0	18,4	0,53	0,159
Осоковый низинный	6,0	36,0	17,0	0,41	0,119
Осоково-гипновый низинный	5,9	24,0	13,4	0,50	0,149
Гипновый низинный	6,0	28,0	15,0	0,46	0,139

Примечание: мин. – минимальное значение, макс. – максимальное значение, сред. – среднее значение, P_K – структурный показатель, K_P – показатель потенциала прочности торфяной структуры

Экстремальное значение критерия K_{Pmax} разделяет условия создаваемого напряженно-деформированного состояния в локальной области различных материалов на две качественные зоны (рис. 2):

- *A* – до предельного состояния (зона устойчивости),
- *B* – за предельного состояния (зона риска).

Показатель потенциала прочности торфяной структуры

$$K_p = (\tau_{\min} / \tau_{\max}) [(\tau_{\max} - \tau_{\min}) / (\tau_{\max} + \tau_{\min})].$$

Структурный показатель (параметр состояния материала)

$$P_k = \sqrt{\tau_{\min} / \tau_{\max}}.$$

Пластические деформации грунта (в области между пределом упругости и пределом прочности) образуются в основном в результате нарушения существующих и возникновения новых связей в структуре грунта.

Пока этот процесс способен повышать сопротивляемость структуры, грунт может найти новые формы равновесия между внешними и внутренними силами.

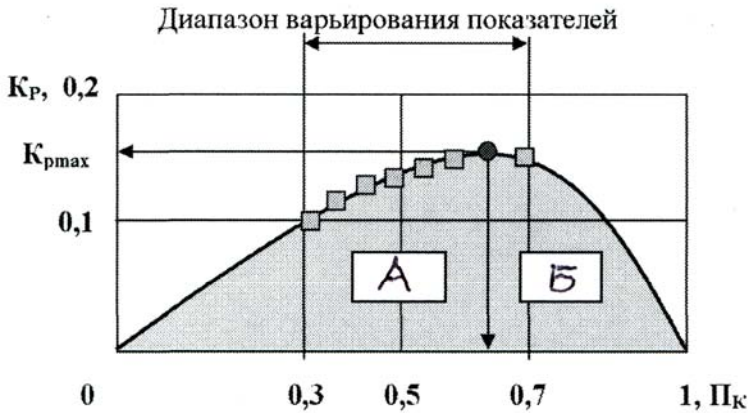


Рис. 2. Предельный потенциал прочности для торфяных структур

При этом напряженно-деформированное состояние изучается и определяется для области упрочнения грунта, находящегося в условно равновесном состоянии для каждого нагружения. Здесь мы можем говорить об устойчивости сопротивлению грунта, находящимся за пределом его прочности.

Исчерпав резервы прочности структурного сложения в заданных условиях своего сопротивления возрастающим силам, грунт разрушается под их действием. Для рассматриваемой разновидности грунтов с преоб-

ладающей пластической деформацией наступает предел прочного сопротивления, характеризуемый течением грунта с прогрессирующими скоростями. Этот предел является заключительным состоянием процесса деформации в области упрочнения.

Данное представление устанавливает прямую функциональную связь между пластической деформацией структуры и прочностью отдельных элементов структурной решетки.

Многие исследователи предполагают, что разрушение структуры, определяющее пластическую деформацию во всей области упрочнения (включая и предельное по прочности состояние), подчиняется единому закону прочности.

Для грунтовой среды большое распространение получила теория прочности Мора, удовлетворительно решающая ряд задач механики грунтов. По теории прочности Мора разрушение грунта наступит при некотором соотношении между главными напряжениями σ_1 и σ_3 , определяемом выражением $(\sigma_1 - \sigma_3) / 2 = F[(\sigma_1 + \sigma_3) / 2]$.

В общем случае огибающая кругов Мора для предельного состояния по прочности представляет собой кривую линию, графически представляющую зависимость касательных напряжений τ от нормальных σ_n в предельном по прочности состоянии для некоторой плоскости, нормальной к плоскости главных напряжений $\tau_{пред} = \psi(\sigma_n)$.

Данная зависимость во многих случаях в некотором диапазоне изменения напряжений является линейной или может быть принята линейной с достаточной степенью точности $\tau_{пред} = m\sigma_n + c$. Для пространственного напряженного состояния условно и произвольно принимается, что при достижении предела прочности наступает состояние предельного напряженного состояния по некоторым площадкам, наклоненным под углом $\pi/4 - \theta_{\max}/2$ к направлению главного максимального нормального напряжения, причем в этом предельном случае θ_{\max} равняется некоторому углу φ , тангенс которого равен угловому коэффициенту m .

Формальное сопоставление условия предельной прочности по Мору с законом Кулона приводит к физическому толкованию коэффициентов m и c , как тангенс угла внутреннего трения φ и удельного сцепления c . Однако такое толкование, как известно, в общем случае следует рассматривать лишь как математическое отображение, что, и принято в механике грунтов.

В основе рассмотрения широкого класса физических явлений в переходных процессах лежит научная гипотеза, которая исходя из особенностей причинно-следственных связей, определяет наличие вне пространст-

венно-временной закономерности функционирования различных структурных систем в критических ситуациях.

Литература

1. Амарян Л.С. Свойства слабых грунтов и методы их изучения. М.: Недра, 1990.- 220 с.
2. Миронов В.А., Зюзин Б.Ф., Епишев А.И. Инварианты предельных состояний в задачах геомеханики. Тенденции и современные подходы // Горный информационно-аналитический бюллетень.- 2006.- №12.- 39 с.
3. Прогнозирование предельных состояний в нелинейной геомеханике / Б.А. Богатов, В.А. Миронов, Б.Ф. Зюзин, В.Н. Лотов. Мн.: Изд-во ОО БГА, 2000. 340 с.
4. Шемякин Е.Н., Тутурин С.В., Короткина М.Р. Разрушение древесины при сжатию // Вестник Московского государственного университета леса.– М.: 2005.- №3 (39).- С. 56-71.

УДК 662.641.033

КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ РАЗРАБОТКИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Иванов В.А., Королев И.О., Пухова О.В.

Тверской государственный технический университет

Дана характеристика критериев качества формованного топлива из торфяного сырья. Проведены исследования и описан механизм влияния механической переработки торфяного сырья на прочностные свойства готовой продукции, построены графики зависимости и выведено уравнение зависимости прочности формованного топлива от степени переработки при различных значениях влагосодержания.

При производстве [1] формованного топлива из торфяного сырья необходимо получение прочного продукта, так как прочность куска косвенно определяет его крошимость, которая влияет на потери при сушке, уборке и транспортировке. Малопрочные куски при одинаковых механических воздействиях дают большее количество мелочи, чем более прочные куски. Поэтому зная только прочностные показатели конечного продукта, можно воспользоваться ими для контроля крошимости [2]. Причем, за крошимость ответственна не столько прочность куска, сколько неоднородность в распределении пор, влаги, плотности.

Наиболее важным критерием качества формованного топлива из торфяного сырья является влажность. Он считается качественным, если имеет влажность менее 45 % [3].

К технологическим факторам, влияющим на прочность, относятся дисперсность и начальное влагосодержание при формировании торфяного сырья. Дисперсность – степень измельченности вещества на частицы, выраженная в процентах, которую порой отождествляют с условной удельной поверхностью частиц S (m^2/kg). Определение степени дисперсности необходимо для характеристики торфа как сырья для промышленности,

исследования его физико-химических и механических свойств, а также для изучения различных производственных процессов.

В процессе механической переработки изменяются физические свойства торфа и его макроструктура, частично разрушаются растительные остатки. В работе С.Г. Солопова [4] рекомендуется для получения кускового торфа повышенного качества перерабатывать его до $S = 600 \dots 700 \text{ м}^2/\text{кг}$. Помимо измельчения торфа в результате переработки, происходит равномерное распределение фракций во всем объеме формуемой массы. При исследовании дисперсность оценивалась показателем условной удельной поверхности $S, \text{ м}^2/\text{кг}$, которая вычисляется по эмпирической формуле: $S = \Delta m_c (1 + k) \cdot 10^4$, где Δm_c – содержание фракций размером менее 4 мкм; k – коэффициент: $k = 0,2$, если $\Delta m_c = 0,2 \dots 0,3$; $k = 0,15$, если $\Delta m_c = 0,3 \dots 0,5$; $k = 0,1$, если $\Delta m_c > 0,5$.

При формовочном влагосодержании торфяные куски представляют собой структурированные системы преимущественно с коагуляционным типом контактов и широким спектром энергии связи между частицами. Процесс сушки является одним из способов повышения концентрации твердой фазы, происходящих в торфяной системе. Обратимся к зависимости прочности от влагосодержания в виде $\ln R = f(W)$ (рис. 1).

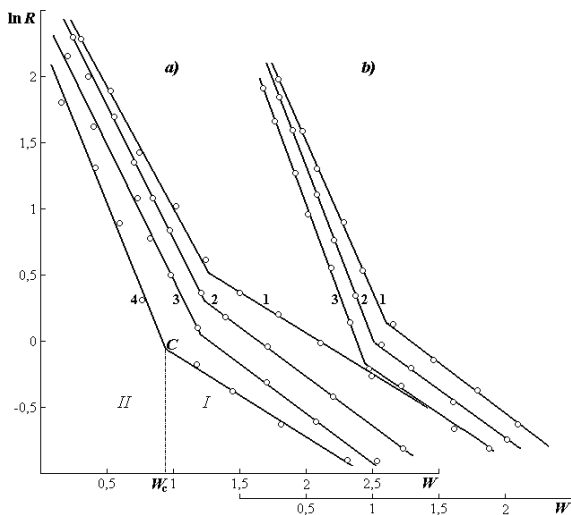


Рис. 1. Изменение прочности R (МПа) в зависимости от влагосодержания W (кг/кг):
 а) – верхового магелланикум $R = 25\%$ $S = 580$ (1), 450 (2), 390 (3), 309 (4) $\text{м}^2/\text{кг}$; б)
 — пушицевого торфа $R = 35\%$ $S = 570$ (1), 445 (2) и 370 (3) $\text{м}^2/\text{кг}$

Она представляет собой для торфа ломаную линию, состоящую из двух прямолинейных участков с точкой перегиба в области $W = W_c$. Каждый из отрезков характеризует свой период структурообразования, обусловленный изменением энергии межмолекулярных взаимодействий дисперсных частиц между собой и, следовательно, с дисперсионной средой.

При этом характер изменения энергетического уровня приводит к четкой фиксации отдельных периодов структурообразования. Каждому из периодов соответствует определенное взаиморасположение твердой и жидкой фаз, а также органического и минерального вещества между собой. Приращение прочности торфа обусловлено изменением природы, числа связей между элементами структуры при переходе от большего влагосодержания к меньшему и дефектности структуры [5].

Первый период определяет структурообразование торфяной системы, которая переходит из жидкообразной в твердообразную условнопластичную, преобладают молекулярные связи. Второй участок характеризует временную стабилизацию коагуляционной структуры, когда система переходит из вязкопластичного в твердое состояние, преобладают водородные межмолекулярные связи. Для каждого из периодов структурообразования зависимость прочности от влагосодержания торфа при постоянной температуре представляется в виде экспоненциальной формулы

$$R = R_{0W} \exp(-\lambda W),$$

где $\lambda = (\rho \cdot k_V) / (c \cdot \gamma_0)$ – коэффициент упрочнения структуры, определяемый ρ – плотностью твердой фазы, γ_0 – плотностью сухого вещества торфа, коэффициентом усадки k_V и уплотнения c , определяемого по компрессионной кривой. Как следует из рис. нарастание прочности во втором периоде выше, чем в первом.

Переход структуры торфа различной степени разложения на новый энергетический уровень при обезвоживании подчиняется одним и тем же физическим закономерностям. Это позволяет при определенных влажностных состояниях рассматривать универсальные зависимости для систем с различными типами контактов использовать свои физические константы при различных периодах структурообразования.

Для верхового магелланикум торфа $R = 25$ % с начальной дисперсностью $S = 309$ м²/кг торфяного сырья точка перегиба S приходится на влагосодержание $W_c = 0,9$ кг/кг. Относительно невысокое значение прочности кусков торфа при $W = 0,49$ кг/кг определяется характером распределения усадочных давлений, которые в центре куска выше, чем на поверхности [4]. Это вызывает изменение прочности формованного торфа. С увеличением дисперсности до $S = 450$ м²/кг распределение усадочных давле-

ний равномернее, это приводит к более равномерной упаковке частиц по всему объему куска и росту прочности. Значение влагосодержания, соответствующего точке перегиба, составило уже 1,3 кг/кг. При дальнейшем увеличении степени дисперсности до $S = 580 \text{ м}^2/\text{кг}$ растет плотность упаковки частиц и поэтому прочность возрастает и достигает $R = 9,3 \text{ МПа}$ ($W = 0,49 \text{ кг/кг}$), $W_c = 1,4 \text{ кг/кг}$. Второй период структурообразования начинается не одновременно для всей исследованной дисперсности торфяного сырья.

В процессе сушке от формовочной влаги до влаги точки перегиба коагуляционная структура торфяных кусков упрочняется в результате сближения и уплотнения надмолекулярных образований, что объясняет их интенсивную усадку. В этом интервале влагосодержаний удаляется влага физико-химической связи. Обезвоживание происходит вследствие потока влаги из крупных пространств. При этом растет число элементарных актов взаимодействия, что обеспечивает развитие внутренних давлений неодинаковых в верхних и центральных слоях куска. Во втором периоде удаляется преимущественно физико-химическая форма связи влаги с материалом.

В процессах структурообразования необходимо учитывать склеивание растений-торфообразователей гуминовыми и легкогидролизуемыми веществами в единую систему, то есть от относительной доли грубодисперсных и высокодисперсных фракций зависит целостность куска формованного торфа.

Анализ рис. показывает, что повышение степени дисперсности торфа приводит к увеличению прочности формованного торфа, так как помимо измельчения торфа при переработке происходит равномерное распределение грубодисперсных и высокодисперсных фракций в объеме формируемой массы. Причем высокодисперсная фракция склеивает крупные отдельные частицы в одно целое.

В процессе структурообразования торфа число водородных связей невелико, хотя наряду с силами Ван-дер-Ваальса они обеспечивают рост прочности в первом периоде, соединяя элементы структуры материала через молекулы воды. Во втором периоде в системе начинают преобладать непосредственные точечные контакты [5]. Эти контакты соответствуют площадкам в один или несколько атомов, или в одну ячейку кристаллической решетки. Кроме того, между частицами остаются открытые пространства, которые не способствуют повышению прочности формованного торфа.

В результате обработки зависимостей (рис.1) выведено уравнение зависимости прочности формованного топлива от степени переработки $R = f(S)$ при различных значениях влагосодержания:

$$R_i = R_{0S} \exp(\lambda_s S),$$

где λ_s – коэффициент, характеризующий изменение прочности при колебании дисперсности на $1 \text{ м}^2/\text{кг}$. В табл. представлены значения коэффициентов уравнения.

Таблица. Значения коэффициентов уравнения (1)
для верхового магелланикум торфа $R = 25 \%$

W, кг/кг	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0
λ_s	0,0039	0,0049	0,0056	0,0058	0,004	0,003

Итак, в связи с особой значимостью величины условной удельной поверхности при производстве формованного топлива из торфяного сырья необходимо определять дисперсные характеристики торфа в залежи, ибо, зная ее и оптимальную условную удельную поверхность, соответствующую критериям качества формованного топлива, можно управлять процессом механической переработки путем регулирования работы перерабатывающих машин и механизмов.

Литература

1. Яблонев А.Л., Пухова О.В. Современные направления использования торфа. – Вестник ТГТУ, 2010. – Вып. 17. – с. 104 – 107.
2. Костюк Н.С., Яцевич Ф.С. Производство мелкокускового торфа. – Минск: Наука и техника, 1975. – 135 с.
3. Технический анализ торфа / Е.Т. Базин, В.Д. Копенкин, В.И. Косов и др. – М.: Недра, 1992. – 431 с.
4. Солопов С.Г. Влияние дисперсности на структуру и физико-механические свойства торфа в связи с задачей получения качественного кускового топлива из залежей с пониженной влажностью // Труды МТИ. М., 1958, Вып. 8. С. 40-168.
5. Пухова, О.В. Закономерности изменения физических свойств торфа при его переработке и сушке: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.15.05 / О.В. Пухова; Тверской государственный технический университет. – Тверь, 1998. – 20 с.

УДК 666.96.15

МЕТОД НАНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ГИДРОФОБНО-МОДИФИЦИРУЮЩИХ ПЛЕНОК НА МИНЕРАЛЬНЫЕ ДИСПЕРСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Мисников О.С.

ФГБОУ ВПО «Тверской государственной технический университет», г. Тверь

Приведен метод гидрофобной модификации гидрофильных дисперсных материалов на примере портландцемента. Он основан на образовании на поверхности минеральных частиц битумной нанопленки, извлекаемой из торфа. Взаимодействие между дисперсной фазой цемента и органической добавкой осуществляется

за счет водородных связей. Ковалентных связей при адсорбции молекул добавки на поверхности дисперсной фазы цемента не образуется.

Органические и минеральные дисперсные материалы, применяемые в различных отраслях промышленности, обладают отрицательным свойством – потерей сыпучести (слеживаемостью) при хранении или длительной транспортировке. Слеживаемость обусловлена физическими и химическими процессами, приводящими к контактным взаимодействиям между частицами [1]. Присутствие водяных паров в окружающей материал среде ускоряет процесс его слеживания. Это особенно актуально при хранении минеральных вяжущих строительных материалов, удобрений, огнетушащих порошков, каучуков и композиционных составов на их основе. Известными способами защиты от вредного воздействия жидкой и парообразной влаги, а также нежелательных контактных взаимодействий является разработка методов нанесения сплошных пленочных покрытий на частицы дисперсных материалов или их опудривание порошкообразными антислеживающими составами. Применение таких методов позволяет не допускать или максимально затруднять доступ молекул воды к защищаемой частице. В этом случае изолирующая защитная пленка, антислеживающий жидкий или твердый материал должны обладать высокой водоотталкивающей способностью – гидрофобностью. Одним из природных органических материалов, являющимся потенциальным сырьем для получения гидрофобных покрытий является торф, разведенные мировые запасы которого в РФ составляют около 170 млрд. тонн (в пересчета на условную 40 % влажность) [2].

Торф является уникальным природным ресурсом, органическое вещество которого отличается чрезвычайно широким спектром групп химических соединений [3, 4]. В состав органического вещества торфа входят гидрофобные и гидрофильные компоненты: битумы; вещества, извлекаемые холодной и горячей водой, а также соединения, растворяющиеся в воде после гидролиза в присутствии минеральных кислот (водорастворимые и легкогидролизуемые вещества торфа, целлюлоза); негидролизуемый остаток (лигнин) и гуминовые вещества, извлекаемые из торфа раствором щелочи. К гидрофобным компонентам относятся вещества, экстрагируемые органическими растворителями – битумы торфа [5]. Они состоят в основном из жиров, восков, парафинов и смол. Содержание в торфяном сырье экстрагированных соединений и их элементный химический состав колеблется в пределах 1,4...15,9 % от органической массы в зависимости от типа и вида торфа, его степени разложения и минерализации.

Природная гидрофобность торфа может снижаться или повышаться при его глубокой химической переработке. Одним из направлений переработки является термическое воздействие, которое приводит к изменению

химического состава компонентов органического вещества торфа, а именно, к увеличению содержания битумов. Причем, здесь возможно применение двух вариантов: кратковременное воздействие при температуре $T = 473 \dots 553$ К или длительное (от 2 до 4 месяцев) воздействие при $T \approx 313 \dots 343$ К [3]. При термическом разложении битумов выделяется небольшое количество твердых и более 60 % от общей массы жидких продуктов. Гуминовые кислоты при температурах близких к 373 К начинают разлагаться с выделением воды и углекислого газа. В целом при их распаде наблюдается высокий выход твердого остатка и газообразных продуктов. Образование дегтя при распаде гуминовых кислот будет зависеть от степени их окисления кислородом воздуха и присутствием в молекулах ионов железа и кальция. Это особенно актуально для торфа низинного типа, как содержащего большее количество минеральных компонентов [3-5].

Термическое разложение других соединений, относящихся к гидрофильным компонентам органического вещества торфа, также приводит к появлению дополнительных гидрофобных веществ, которые отсутствовали в исходном сырье. Но основной задачей является не только получение этих соединений, но и нанесение их на поверхность минеральных частиц с минимальными потерями. Наиболее технологичным является осуществление этого процесса без перехода к анаэробным условиям в диапазоне температур от 453 до 493 К [6]. При этом не потребуются герметизации реакторной установки, так как процесс нанесения пленочных покрытий осуществляется в обедненной кислородом среде с высоким содержанием продуктов разложения и большим количеством инертного отошающего агента – минерального дисперсного материала.

Для теоретической оценки толщины гидрофобного покрытия на минеральных частицах был изготовлен модельный образец гидрофобно-модифицированного цемента по следующей методике.

1. Методом механической классификации на вибросите были отделены частицы торфа с размером 100 мкм, который позволил в конце эксперимента удалить их из модифицируемого цемента, размер частиц которого был не более 40 мкм.

2. По методике Инсторфа предварительно было определено содержание в торфяных частицах битумных (включая термобитумы) компонентов, которое составило 6,4 %.

3. Из частиц цемента и размолотого торфа была изготовлена смесь, в которой концентрация органического вещества составила 3 % по массе.

4. Полученная смесь подверглась процессу активации по запатентованной методике.

5. После активации, фракция торфа была удалена из смеси методом виброгрохочения.

б. Таким образом, был получен цемент, модификацию частиц которого обеспечивали только жидкие продукты разложения (жидкие битумные компоненты).

Исходя из вышеуказанных условий, рассчитаем толщину битумной пленки на частицах цемента (расчет производится на 1 кг цемента, принимаем шаровидную форму частиц цемента и торфяной добавки).

Удельная поверхность цемента составляет $S_{\text{уд.цемент}} = 350 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Площадь поверхности одной частицы цемента (при диаметре частицы 40 мкм)

$$S_{\text{част}} = 4\pi r^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-5})^2 = 5,02 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2.$$

Количество частиц в одном килограмме

$$n_{\text{час}} = \frac{S_{\text{уд.цемент}}}{S_{\text{част}}} = \frac{350}{5,02 \cdot 10^{-9}} \approx 70 \text{ млрд.}$$

Примерное количество частиц гидрофобной добавки при ее 3 % содержании составляет 0,13 млрд. (определено по соотношению объемов частиц и концентрации).

Объем одной частицы добавки

$$V_{\text{част.доб.}} = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-5})^3 = 5,23 \cdot 10^{-13} \text{ м}^3.$$

Суммарный объем частиц добавки составляет

$$\sum V_{\text{част. доб.}} = 5,23 \cdot 10^{-13} \cdot 0,13 \cdot 10^9 = 6,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

Выход битумов составляет 6,4 %, т. е.

$$\sum V_{\text{част. бит.}} = 0,064 \cdot 6,8 \cdot 10^{-5} = 4,35 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Таким образом, толщина битумной пленки при условии формирования сплошного покрытия на всей поверхности цементных частиц составит

$$h_{\text{пл}} = \frac{4,35 \cdot 10^{-6}}{350} = 0,012 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 12 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 12 \text{ нм}.$$

Известно, что битумы являются олеофильной дисперсной системой с элементарной структурной единицей – мицеллой, состоящей из конденсированного асфальтенового ядра со стабилизирующей пленкой смол. Смолы придают битуму вязкость и пластичность [3]. Полученное расчетное значение толщины пленки очень близко к размеру агрегатов асфальтеновых комплексов – 2,2...10 нм. При условии внесения меньшего количества торфяной добавки толщина пленки будет уменьшаться, однако наименьшая экспериментально подтвержденная концентрация, при которой начинает проявляться эффект гидрофобизации, составляет 0,5 % (ожидаемая толщина пленки – около 2 нм).

Для создания целостной картины образования сплошных пленочных покрытий на минеральном материале был проведен ряд экспериментов с использованием растрового электронного микроскопа JSM-7001F с катодом Шоттки (термополевая эмиссия) [7]. Применение такого оборудования позволяет проводить исследование структурно-химических особенностей твердых образцов, пригодных для изучения в высоком вакууме в режимах SEI, COMPO, TOPO, Shadow. Разрешение на эталонном образце Au в режиме SEI составляет 1,2 нм. Кроме того проводился анализ образцов в точке (3 мкм) с распределением химических элементов по линии или площади с использованием EDS-спектрометра в диапазоне элементов от C до U. Для изготовления аншлифов использовался прецизионный отрезной станок ISOMET 4000. Затем образцы заливались эпоксидной смолой в вакууме, после чего аншлифы полировались на автоматической шлифовально-полировальной машине Phoenix BETA фирмы Buehler с использованием специальных тканей и алмазных суспензий.

Анализ снимков контрольных частиц портландцемента до и после процесса термического нанесения на них битумных пленок, извлекаемых из торфа, позволил обнаружить качественные изменения в распределении химических элементов на их поверхности после обработки. О наличии органической пленки на поверхности цементных зерен свидетельствует чрезвычайно высокое содержание углерода, который изначально не входит в состав цементного клинкера и гипса [7]. Причем допускается попадание углерода на поверхность минеральных частиц с органической пылью (например, из окружающего воздуха), а также в процессе поглощения цементным зерном углекислого газа. Но в таком случае его содержание должно быть минимальным – ниже содержания основных химических элементов цементного клинкера (Ca, Si, O, Fe, Mg, Al). Анализ относительного изменения содержания элементов по линии сканирования (3 мкм) позволил установить, что количество углерода в приповерхностном слое при переходе от одного минерального зерна к другому увеличивается от 3 до 9 раз. Причем интенсивность распределения углерода сопоставима по величине с основными элементами цементного клинкера – кальцием, кремнием и алюминием. Характерной особенностью является прямо противоположный (по отношению к C) характер изменения содержания кальция и кремния. Их содержание уменьшается от 1,5 до 2,5 раз. Содержание алюминия при обработке практически не изменяется.

Таким образом, реализация разработанного метода термического нанесения сплошных пленочных покрытий позволяет получить гидрофобно-модифицированный модельный цемент. В результате формирования на цементных частицах гидрофобных оболочек из сорбированных жидких смолистых продуктов пиролиза и твердых компонентов органического веществ-

ва, материал приобретает высокие водоотталкивающие свойства по отношению к жидкой, а также парообразной влаге.

Для оценки слеживаемости контрольный и гидрофобно-модифицированные образцы цементов в чашках Петри помещались в эксикатор над поверхностью воды и хранились при относительной влажности воздуха $\varphi = 100\%$ и температуре $T = 293\text{--}298\text{ К}$. Приращение массы при хранении определялось на аналитических весах с точностью измерения до $0,0001\text{ г}$. Результаты экспериментов по кинетике сорбции пара свидетельствуют о том, что в течение первых суток общие закономерности процесса в контрольном и гидрофобно-модифицированных образцах примерно одинаковы. Со вторых суток, контрольный образец цемента начинает интенсивно набирать влагу, и на седьмые сутки значение его паропоглощения достигает $3,32\%$. В модифицированных цементах эта величина колеблется в районе 1% . Если проанализировать кинетическую зависимость на протяжении более длительного промежутка времени, то у контрольного образца прослеживается увеличение поглощения пара до 26% (50 суток) и сравнительно незначительный рост этого показателя в течение следующих 80 суток с тенденцией к стабилизации процесса. Такой характер поглощения свидетельствует о том, что около 25% пара (воды) из общих $34,4\%$ химически связывается с минеральным вяжущим с осуществлением процесса гидратации. В гидрофобно-модифицированных образцах количество сорбированной влаги уменьшается в $1,75\text{--}22$ раза в зависимости от концентрации гидрофобного модификатора. Но она относится к категории физико-химически связанной влаги, удалить которую можно высушиванием образцов при температуре $T = 378\text{ К}$. Контрольный образец при сушке уменьшил массу только с $34,4$ до $25,5\%$; а гидрофобно-модифицированные – (1%) с 19 до $14,5\%$; (2%) с $2,66$ до $0,012\%$; (3%) с $2,54$ до $0,009\%$ и (4%) с $2,25$ до $0,006\%$. После этого модифицированные цементы практически полностью восстанавливают свои свойства. Причем, они и без дополнительной сушки могут применяться для получения строительных растворов. Однако этот эксперимент позволяет установить, что пленочное покрытие не допускает парообразную влагу к зернам минерального вяжущего. Она, вероятнее всего, находится в пористом пространстве, не используется в гидратационных процессах и при последующей сушке полностью удаляется.

Необходимо отметить, что наличие битумных пленок нанометрового размера на цементных частицах не приводит к их слипанию (что проявляется у нефтяных битумов), а, наоборот, повышает сыпучесть порошка. Это связано с тем, что у нефтяных битумов сильно развита коагуляционная структура и мало кристаллических включений [4]. Их структура представлена глобулярными ассоциированными мицеллами. В битумах же,

извлеченных из торфа сильно развита кристаллическая структура, состоящая из восков и парафинов, которые образуют структурный каркас из сростков кристаллов. Подобное структурообразование определяет специфические свойства торфяных битумов – жесткость, небольшую эластичность и хрупкость.

Для оценки природы взаимодействий пленочных покрытий с минеральной составляющей была проведена серия экспериментов с использованием инфракрасной спектromетрии [7]. Исследования проводились при комнатной температуре в диапазоне от 400 до 5000 см^{-1} с использованием ИК Фурье-спектрометра Bruker IFS 113v со спектральным разрешением 2 см^{-1} . В экспериментах измерялись спектры пропускания и диффузного отражения ИК-излучения. Для измерения спектров пропускания тонкий слой цемента наносился на подложку KBr, а для измерения спектров диффузного отражения массивный объем порошка цемента насыпался в специальную чашку, которая помещалась в приставку диффузного отражения. Измерялся свет, рассеянный порошком в широком диапазоне углов распространения световых пучков. В обеих методиках измерения выполнялись в вакуумированном спектрометре для устранения влияния паров воды и углекислого газа окружающей атмосферы.

Анализ результатов экспериментов позволил установить, что в процессе обработки цемента гидрофобно-модифицирующими битумами торфа наблюдаются изменения спектров в области С-Н (около 2900 см^{-1}) и О-Н (около 3500 см^{-1}) колебаний. При этом не было обнаружено линии 1034 см^{-1} , которая является следствием С-ОН колебаний, отчетливо проявляющихся в компонентах торфяного модификатора. Важным результатом является также и то, что структура линий О-Н колебаний цемента (около 3500 см^{-1}) радикально отличается от таковой в воде и в торфяных частицах. По-видимому, в этом случае ОН-комплексы встроены в кристаллические решетки исследуемых материалов (контрольный и экспериментальные образцы). Взаимодействие между дисперсной фазой минеральных частиц цемента и молекулами органической пленки осуществляется путем образования водородных связей поверхностных силанольных групп (Si-OH) частиц цемента с кислородсодержащими группами. Например, SiOH \cdots O(H)C, COH \cdots O(H)Si, SiOH \cdots O=C. Дисперсионное неспецифическое (ванн-дер-ваальсовое) взаимодействие, также вносит определенный (но незначительный) вклад в энергию адгезии системы «цемент – пленка». Ковалентных связей при адсорбции пленок на поверхности дисперсной фазы цемента не образуется (такими связями, например, могли бы быть Si – O – C связи или координационные связи с атомами алюминия Al←O(H)C).

Это подтверждает отсутствие каких-либо новых линий в ИК- и КР-спектрах модифицированных цементов по сравнению со спектрами входящих в их состав компонентов [7].

Таким образом, при использовании модифицированных цементов по прямому назначению (приготовление вяжущих строительных растворов) при механическом воздействии на них (перемешивание) частицы и дискретные пленочные покрытия добавки достаточно легко удаляются с поверхности частиц минеральных вяжущих компонентов, обеспечивая тем самым их нормальную гидратацию и твердение раствора.

Литература

1. Тейлор Х.Ф.У. Химия цемента. М: Мир, 1996. 560 с.
2. Марков В.Д., Оленин А.С., Оспенникова Л.А. Торфяные ресурсы мира. М.: Недра, 1988. 383 с.
3. Смольянинов С.И., Маслов С.Г. Термобрикетиrowание торфа. Томск, 1975. 108 с.
4. Физико-химические основы технологии торфяного производства / И.И. Лиштван, А.А. Терентьев, Е.Т. Базин, А.А. Головач. - Мн.: Наука и техника, 1983. 232 с.
5. Раковский В.Е., Каганович Ф.Л., Новичкова Е.А. Химия пирогенных процессов. Мн.: АН БССР, 1959. 208 с.
6. Мисников О.С. Физико-химические основы гидрофобизации минеральных вяжущих материалов добавками из торфяного сырья // Теоретические основы химической технологии, 2006. Т. 40. № 4. С. 455-464.
7. Мисников О.С. Исследование свойств портландцемента, модифицированного гидрофобными добавками на основе торфа // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2013. № 8. С. 35-43.

УДК 622.331

ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ДОБЫЧИ ТОРФА

Федотова С.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Рассмотрена возможность и целесообразность применения универсальной техники для добычи торфа. Приведен рекомендуемый комплект машин и представлены расчеты основных технологических параметров.

В настоящее время использование торфа в Республике Беларусь осуществляется по пяти основным направлениям: топливно-энергетическое, сельскохозяйственное, химико-технологическое, бальнеологическое и медицинское, природоохранное. Государственная программа «Торф» предусматривает увеличение его добычи в 2 - 2,5 раза с доведением ее до 6,5-7,5 млн. т в год для обеспечения потребностей народного хозяйства в торфяной продукции [1]. Основным способом использования торфа в сельском хозяйстве является его компостирование с целью получения высокопитательных органических удобрений. Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах в Республике Беларусь

среднегодовая минимальная потребность в органических удобрениях составляет 9,4 т/га, или 43 млн. тонн при существующей структуре посевных площадей. Добыча торфа для нужд сельского хозяйства ведется силами торфопредприятий концерна «Белтопгаз», а также РО «Белагросервис» Министерства сельского хозяйства и продовольствия. При этом добыча районными подразделениями РО "Белагросервис" предполагается на небольших участках: так в Витебской области планируется разработка 10 участков крупных и средних торфяных месторождений общей площадью 705 га.

При выборе технологии добычи торфа при мелкомасштабном производстве необходимо стремиться к обеспечению высокого качества работы при минимальных затратах средств и труда на единицу работы. Это возможно путем замены технологий с использованием однооперационных агрегатов на универсально-комбинированные, что позволит сократить количество машин и снизить капиталовложения в 1,5-2 раза [2]. Чем универсальнее машина, то есть чем меньше доля ее применения на данном процессе по сравнению с общей продолжительностью ее использования в году, тем короче экономически оптимальный срок агрегата на процессе.

При мелком масштабе производства на небольших (менее 500 га) торфяных месторождениях для приготовления удобрений рекомендуется применять простые технологии, основанные на сборе высушенной торфяной крошки в штабели бульдозерами и скрепер-бульдозерами. Так для уборки торфа на небольших торфяных месторождениях Тверским филиалом ВНИИТП создан специальный скрепер-бульдозер СБТ-3, представляющий навесное оборудование на трактор ДТ-75Б. В комплект оборудования, обеспечивающего добычу 25-30 тыс. т торфа в год, рекомендовано включать два скрепер-бульдозера СБТ-3, одну машину глубокого фрезерования МТП-42, один профилировщик МТП-53, один дисковый лушитель ЛДГ-5 [3]. Схема работы скрепер-бульдозера СБТ-3 представлена на рисунке.

На сегодняшний день рынок торфяного оборудования представлен продукцией ОАО «Амкодор» в виде высокопроизводительных специализированных машин для выполнения операций добычи фрезерного торфа. Их применение оправдано только в крупных торфодобывающих предприятиях. Между тем, колесный фронтальный погрузчик Амкодор 342Р-01, который является единственной машиной для погрузки торфа при отсутствии погрузочных кранов, может быть использован для штабелирования торфа. Колесные погрузчики обладают высокой скоростью передвижения, небольшими габаритами и большой маневренностью, универсальностью применения. Расчеты показали - на этой операции погрузчик будет иметь часовую производительность до 400 м³/ч, что сравнимо с производительностью бульдозера-штабелера БШР-1 разработки ОАО «ВНИИТП».

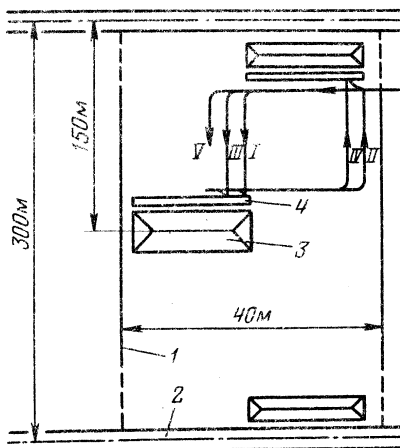


Рис. Схема работы скрепер-бульдозера СБТ-3

Взяв за основу технологию добычи торфа для сельского хозяйства, разработанную Тверским филиалом ВНИИТП с применением скрепер-бульдозера СБТ-3, и заменив на операции уборки и штабелирования СБТ-3 фронтальным погрузчиком Амкодор 342Р-01, мы поставили целью оценить возможность организации добычи торфа новой машинно-технологической системой.

Расчеты выполнены для условий добычи торфа на залежи верхового типа $R=30\%$ с естественной влажностью $w_e=88\%$ и пнистостью $n=0,8\%$, расположенной в Витебской области, глубины фрезерования изменялась от 20 до 50 мм. Результаты расчетов представлены в таблице.

Таблица - Основные технологические показатели добычи торфа

Глубина фрезерования h , мм	Цикловой сбор q , т/га	Сезонный сбор Q , т/га	Длина рабочего прохода l_p , м	Ширина штабеля по основанию B , м
20	41,1	1175,5	126,9	16,4
30	61,7	1561,0	84,5	14,8
40	82,2	1808,4	63,4	13,3
50	102,8	1922,4	50,7	11,8

Анализ полученных результатов показал, что при глубине фрезерования 30 мм возможна организация уборки торфа в три штабеля, расположенных так же, как и на технологической площадке при работе СБТ-3. При этом необходимо уменьшение расстояния между валовыми каналами до 250 м.

Глубину фрезерования 30 мм может обеспечить дисковый луцильник. Рабочие органы – диски луцильника с вогнутой поверхностью – в процессе поступательного движения тракторного агрегата подрезают тонкий торфяной пласт, поднимают его в вертикальной плоскости диска до верхней кромки, немного перемещают вперед и отбрасывают в сторону. Степень измельчения торфа зависит от скорости передвижения агрегата и угла атаки, регулирующего скорость вращения дисков луцильника. Заглубление дисков регулируется изменением угла атаки. При этом, чем больше угол атаки, тем глубже будет обработка.

Оптимальная скорость передвижения трактора должна находиться в пределах 2,22-2,78 м/с. Угол атаки, т.е. угол между направлением движения и осью дисков, устанавливается от 25 до 35°. В этих условиях глубина рыхления торфяной залежи находится в пределах 3-4 см при коэффициенте разрыхления 1,57-1,65.

Ворошение торфяной крошки несложная, но очень ответственная технологическая операция. Она существенно влияет на продолжительность сушки, цикловой сбор торфа и конечную влажность убираемой торфяной крошки. Число ворошений зависит от метеорологических условий, степени осушенности технологической площадки, толщины разрыхленного слоя. Выполнять эту операцию можно также дисковыми луцильниками.

Таким образом, проведенные предварительные расчеты показывают возможность организации добычи торфа на небольших по площади участках на основании машинно-технологической схемы с применением фронтального погрузчика Амкорд 342Р-01. В технологическом цикле будут выполняться операции рыхления торфяной залежи дисковым луцильником, ворошение этим же агрегатом и уборка совместно со штабелированием погрузчиком. Технологическая площадка состоит из одной карты, на которой уборка торфа будет возможна в три штабеля располагающиеся в центре карты и вдоль валовых каналов. Коэффициент использования площади карты составит 0,712 с учетом потерь на подштабельные полосы и полосы вдоль картовых каналов.

Литература

1. Государственная программа «Торф» на 2008-2010 годы и на период до 2020 года: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 23 янв. 2008 г., № 94 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 83. – 5/26698.
2. Михайлов, А.В. Масштаб торфяного производства и комплектование оборудованием/А.В. Михайлов // Процессы и средства добычи и переработки полезных ископаемых : материалы Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 80-летию проф. Кислова Н.В., Минск, 17-20 апр. 2012 г./ БНТУ; редкол.: Ф.А. Романюк [и др.]. – Минск, 2012.- С. 63-67.

3. Крупнов Р.А. Использование торфа и торфяных месторождений в народном хозяйстве/Р.А. Крупнов, Е.Т. Базин, М.В. Попов; под ред. Е.Т. Базина.- М: Недра, 1992. – 233 с.

УДК 662.331+622.331

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА

Хрипович А.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Рассмотрены основные современные технологии химической переработки торфа. Показана принципиальная возможность решения экологических и социально-экономических проблем путем совмещения и включения в единый цикл существующих технологий получения различной продукции на основе торфа, базирующихся на используемых в настоящее время способах добычи торфа.

Принцип эффективного использования природных ресурсов, особенно востребованных в настоящее время во всех областях хозяйствования. Выдвигает требование комплексных подходов в освоении торфяных ресурсов. Решением Совета Министров Республики Беларусь от 26 декабря 2006 г. №1726 «Об утверждении плана мероприятий по использованию в республике местных топливно-энергетических ресурсов» торфяная отрасль ориентирована на развитие новых (альтернативных) производств по глубокой переработке торфа с получением целого ряда продукции многоцелевого назначения, в том числе импортозамещающей.

Торф является уникальным природным ресурсом Республики Беларусь. По запасам торфа Беларусь занимает одно из лидирующих мест в Европе, уступая лишь России и Финляндии. Торфяной фонд республики обладает высоким видовым разнообразием: все три типа торфа представлены более чем 40 его видами. Это обусловило развитие в Беларуси, как торфодобывающей отрасли, так и науки о торфе. Беларусь одна из немногих стран в мире долгое время имела в составе Академии наук Институт торфа.

Традиционно торф использовали и используют как топливо и органическое удобрение в сельском хозяйстве. В 1950-е и последующие годы на основе широко развернувшихся исследований структуры и свойств торфа начали развиваться технологии его глубокой химической переработки с получением широкого набора продуктов и материалов, нашедших применение в различных областях народного хозяйства. Это органоминеральные удобрительные составы, кормовые добавки, регуляторы роста растений, сорбенты, ингибиторы коррозии, литейные и антиадгезионные составы на основе воска, активные угли, лекарственные и косметические препараты и многое другое.

Считается, что в настоящее время в Республике Беларусь имеется порядка 4 млрд. т торфа (при условной влажности 40 %). По данным [1] ежегодная добыча торфа колеблется в пределах 2,2 – 2,8 млн. т, причем исключительно в виде топливных брикетов. В республике имеется 41 крупное торфяное месторождение (более 8 млн. т) с запасом 631,3 млн. т, из них 368,9 млн. т относится к земельному фонду, 218,4 млн. т к природоохранному и 44,0 млн. т к неиспользуемому.

Органические и органо-минеральные материалы на основе торфа, сапропеля и отходов животноводства подразделяют на три большие группы: мелиоранты почв, удобрительные смеси и питательные грунты. Мелиоранты предназначены для быстрого и радикального улучшения свойств почв с целью восстановления и повышения плодородия на длительный период. Удобрительные смеси предназначены для оптимизации пищевого режима почвы для возделываемых растений в течение одного или двух вегетационных периодов, после чего их заметное положительное воздействие на растения и почву затухает. Растительные среды (грунты и субстраты) применяются для выращивания рассады, полного цикла выращивания растений и высадки растений в открытый грунт. Все эти материалы различаются по степени модификации органического вещества. В качестве способов активации используют компостирование, аммонизацию, вермипереработку и кавитирование [2].

Одним из новых направлений сельскохозяйственного использования торфа является получение комплексных жидких гуминовых удобрений, содержащих микроэлементы. До недавнего времени считалось невозможным объединить в одном жидком препарате гуминовые кислоты и микроэлементы, необходимые растениям, такие как бор, цинк, медь, марганец и некоторые другие. На свойстве гуматов связывать катионы металлов при выпадении в осадок гуминовых кислот было основано применение препаратов из торфа для очистки водных сред от тяжелых металлов [3].

В настоящее время коллективом ученых под руководством академика Н.Н. Бамбалова разработана целая серия жидких гуминовых удобрений с микроэлементами. Производство препарата «Элегум» налажено на торфопредприятии ОАО «Зеленоборское» Минской области. Все разработки защищены патентами Республики Беларусь [4].

Технология получения воска из торфа была серьезным достижением белорусской науки в 1970–1980 годы. Под руководством членкорреспондента П.И. Белькевича были проведены всесторонние исследования торфяных восков и битумов, построен завод горного воска в п. Свислочь Минской области. К сожалению, в наши дни на территории Беларуси воск из торфа не производится, хотя восстановление такого производства могло бы дать конкурентоспособную продукцию.

Производство гуминовых препаратов различного сельскохозяйственного назначения – еще одно направление глубокой химической переработки торфа, активно развивающееся в последние годы. В Институте природопользования коллективом ученых под руководством д.т.н. Г.В. Наумовой разработан ряд подобных препаратов. Это стимуляторы роста растений Оксидат торфа, Оксигумат, Гидрогумат, кормовые добавки Гумосил и Гумоплюс [4]. Все эти производства являются малотоннажными, однако получаемые препараты – это продукты с высокой добавленной стоимостью.

Одним из перспективнейших направлений комплексной переработки торфа является его модификация с получением материалов с заданными свойствами. Направленная модификация полимерной матрицы торфа позволяет получать сорбенты нефти и нефтепродуктов для очистки воды и почвы, материалы с фунгитоксичными свойствами для хранения плодово-овощной продукции, стабилизаторы воздушно-влажностного режима для защиты от плесневого поражения и многое другое [5–7].

При выборе сырья для производства подобного рода материалов существуют научно обоснованные требования к виду торфа, степени его разложения, гранулометрическому и химическому составу. Получение воска требует высокобитуминозных видов торфа, гуминовых препаратов – высокого содержания гуминовых веществ, сорбционных материалов – верховых видов торфа с отсевом мелких фракций и т.д.

В настоящее время не существует ни одного предприятия, производящего продукцию разного профиля из торфа. Однако некоторые технологии переработки торфа могут быть успешно реализованы в рамках одного производства и даже взаимно дополнять друг друга. Включение отходов одной технологии в производственный цикл другой может не только снизить себестоимость получаемой продукции. Но и решить важную экологическую проблему утилизации отходов производства.

Современная технология добычи фрезерного торфа с точки зрения его химической модификации является ухудшающей качество сырья. При переходе от лабораторных исследований на нативных вручную добытых образцах к стадии опытно-промышленных испытаний на фрезерном торфе – единственном виде торфяного сырья, которым располагает добывающая промышленность, все разработчики отмечают ухудшение качества получаемой продукции и необходимость внесения корректив в разрабатываемые технологии. Так при получении нефтесорбентов 40 – 50 % сырья составляет мелкая фракция фрезерного торфа непригодная для производства качественной продукции. Технологическим прорывом могло бы стать внедрение технологии добычи торфа, не нарушающей структуру залежи. Однако до настоящего времени техника с рабочим органом, позволяющим

сохранять структуру торфа при его добыче, не получила широкого распространения.

Альтернативой щадящим методам добычи может быть совмещение технологий получения из торфа некоторых продуктов. Так обезбитуминированный торф после выделения воска может служить сырьем для получения нефтесорбентов или композиционных материалов с фунгицидными свойствами. В то же время образующийся при производстве этих материалов отсев мелкой фракции фрезерного торфа, содержащий значительное количество гуминовых веществ, может выступать сырьем для получения гуминовых препаратов сельскохозяйственного назначения. Остаток, образующийся после выделения гуминовых веществ при производстве жидких гуминовых удобрений и гуминовых регуляторов роста растений можно использовать при производстве мелиорантов и органических удобрений методом компостирования. Таким же образом возможна и утилизация нефтенасыщенных сорбентов на основе торфа. Крупная фракция фрезерного торфа, отбрасываемая при всех вышеперечисленных технологиях глубокой химической переработки торфа, может быть использована для производства активных углей и пиролизе торфа.

Богатая сырьевая база торфяных ресурсов Беларуси и накопленный опыт в области фундаментальных исследований химии торфа и разработки технологий глубокой химической переработки торфа создает предпосылки для успешной реализации на практике комплексного производства наукоемких экологобезопасных продуктов на основе торфа.

Осуществление идей такого совмещения технологий позволит не только решить экологические проблемы утилизации отходов и освоения полного цикла переработки сырья, но и без серьезных дополнительных инвестиций выйти торфяной отрасли республики на качественно новый уровень производства конкурентноспособной продукции, пользующейся стабильным спросом на внутреннем и мировом рынках.

Литература

1. Гаврильчик А.П., О новых направлениях использования торфяного фонда Республики Беларусь / А.П. Гаврильчик, Л.С. Лис, В.Б. Кунцевич, Т.И. Макаренко, А.В. Осипов // Проблемы природопользования: итоги и перспективы. Материалы междунар. научн. конф., Минск, 21–23 нояб. 2012. – Минск: Минсктипроект, 2012. – С.21–25.
2. Соколов Г.А., Прогресс и новые подходы в технологиях приготовления и использования органических удобрительно-мелиорирующих материалов и питательных сред / Г.А. Соколов, О.Г. Красноберская, И.В. Симакина, Л.Ю. Цвирко // Проблемы природопользования: итоги и перспективы. Материалы междунар. научн. конф., Минск, 21–23 нояб. 2012. – Минск: Минсктипроект, 2012. – С.87–91.

3. Коврик С.И. Формирование металл-гуминовых комплексов в процессе очистки сточных вод препаратами на основе торфа: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.36. Минск, 2005.
4. <http://ecology.basnet.by>
5. Хрипович А.А., Влияние модификации торфа поверхностно-активными веществами и биоцидами на фунгитоксичные свойства композиционных материалов / А.А. Хрипович, Н.Е. Сосновская, И.А. Гончарова, А.Э. Томсон, Т.В. Соколова, В.С. Пехтерева, О.О. Серова, А.Г. Мицкевич // Природопользование. 2011. Вып. 19. С.170–175.
6. Хрипович А.А., Композиционный материал на основе торфа и пероксида кальция как регулятор влажности воздуха / А.А. Хрипович, Н.Е. Сосновская, А.Э. Томсон, Т.В. Соколова, В.С. Пехтерева, С.В. Пармон, В.П. Стригуцкий // Проблемы природопользования: итоги и перспективы. Материалы междунар. научн. конф., Минск, 21–23 нояб. 2012. – Минск: Минсктипроект, 2012. – С.100–104.
7. Цыганов А.Р., Новый композиционный материал на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов и эффективность его применения для рекультивации нефтезагрязненных земель / А.Р. Цыганов, А.С. Самсонова, А.Э. Томсон, Т.В. Соколова, А.А. Хрипович, Н.Е. Сосновская, В.С. Пехтерева // Природопользование, 2012. Вып. 21. С. 288–293.

УДК 622.331:631.895:621.704

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДОБЫЧИ ТОРФА НА УЧАСТКАХ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Гамаюнова А.Н., Беляков В.А., Гамаюнов С.Н.

Тверской государственный технический университет, г. Тверь

Предложено модернизировать широко распространенную промышленную технологическую схему с отдельной уборкой из нарациваемых валков, в которой предполагается разработать и использовать машины и агрегаты многоцелевого назначения. Усовершенствованная технологическая схема позволяет добывать одним комплексом оборудования торф различного условного качества и в малых объемах на участках малой мощности.

При разработке оптимальных технологических режимов добычи торфа для производства различной продукции на его основе [1] необходимо обоснование технологических и технико-производственных показателей добычи торфа с различной уборочной влажностью. Однако, на рынке торфяного оборудования нет комплексов оборудования по малотоннажной добыче торфа, и которые можно было бы эксплуатировать на небольших по площади месторождениях.

Верхние пределы влаги торфа ограничивают технологические возможности производства продукции на его основе. Поэтому, исключаются карьерные способы разработки торфяных залежей с использованием экскаваторов. Схемы с применением бульдозеров также не гарантируют по-

лучения торфа с необходимой влагой. Кроме того, эти схемы предусматривают образование штабелей сравнительно малых размеров и на больших расстояниях друг от друга, что приводит к увеличению потерь торфа при хранении и создает дополнительные трудности при вывозке торфа к месту потребления. В связи с этим следует рассматривать технологические схемы добычи торфа с использованием операции сушки торфяной крошки в расстиле на предварительно осушенных залежах [2].

За последние десятилетия разработаны новые технологические схемы добычи торфа с отдельной уборкой его из наращиваемых валков и несколько различных комплектов оборудования, которые позволяют разнообразить эти схемы применительно к конкретным условиям, к различной программе производства [3]. Ее концепция была предложена в 1968 г. сотрудниками ВНИИТП, а в 1980-х годах эта технологическая схема была ими испытана и усовершенствована. В качестве погрузчика торфа из валка предлагалось использовать разработанную самоходную машину МТТ-17, выполненную на базе МТП-29А производительностью до 1000 м³/ч. В этой технологической схеме используются: фрезер-валкователь МТФ-96 с трактором ДТ-75Б, ворошилка ВФС-1, тракторный погрузчик ПТВ-1А, прицепы ПТК-2 и бульдозер-штабелер, которая не отличается от обычной схемы с отдельной уборкой торфа из наращиваемых валков. Традиционно в этих схемах добыча осуществляется на стандартных картах длиной 500 м и шириной 20 или 40 м в зависимости от типа залежи.

В Финляндии разработали высокопроизводительный комплекс средств его механизации [4]. Ключевой машиной этого комплекса является погрузчик для непрерывного подбора валка фрезерного торфа и погрузки его в прицеп рядом едущего трактора. Этот ленточный погрузчик агрегируется с колесным полноприводным трактором и состоит из приемного аппарата, выгрузного конвейера с направляющей воронкой, трансмиссии с пневматическими колесами, главной рамы, подъемного устройства выгрузного конвейера. С агрегатами такого типа производительностью 2500–3200 м³/ч технологическая схема с отдельной уборкой из наращиваемых валков известна во всем мире, как метод Хаку (НАКУ).

Суть технологии по методу Хаку стоит в следующем [5]. Валкование торфа осуществляют с помощью скребкового валкователя, навешенного впереди трактора. Одновременно с валкованием проводится операция по разрыхлению слоя залежи, прицепленным сзади к тому же трактору фрезерным барабаном. Таким образом, фрезерование нового слоя и валкование осуществляется одновременно, то есть за один проход трактора выполняется сразу две технологические операции. При работе по этой схеме, посередине каждой карты образуется валок, наращиваемый в последующие 3–5 циклов, уборка торфа из укрупненного валка производится вне

цикла, продолжительность которого два дня. На операции интенсификации сушки используют известные технические решения по ворошению торфа. Как отмечалось, погрузка торфа из укрупненного валка осуществляется ленточным погрузчиком в специально сконструированные бункерные прицепы большой вместимости. Обычно с одним погрузчиком работают 4–6 прицепов, которые транспортируют торф к штабелям, формируемым на окраине торфяного месторождения, где к ним возможен подъезд автотранспорта под погрузку и для дальнейшей транспортировки торфа потребителям. Штабель формируется при помощи бульдозера. Следует отметить, что все современное оборудование по производству фрезерного торфа изготавливается на колесном ходу и агрегируются с колесными тракторами.

Операции уборки, вывозки и штабелирования выведены за пределы технологического цикла сушки и не связаны с фрезерованием, ворошением и валкованием. Такой подход позволяет более полно использовать благоприятные условия сушки, по сравнению с существующими схемами. Исключение взаимосвязи между двумя наиболее трудоемкими и менее надежными операциями уборки и фрезерования приводит к повышению надежности данного технологического процесса. Кроме того, этой схемой предусматривается формирование укрупненных складочных единиц вблизи постоянных автодорог, что позволяет резко сократить затраты на транспорт и повысить надежность круглогодичной поставки торфа потребителю.

Раздельный способ производства торфа – метод Хаку подходит для широкомасштабного производства на больших площадях – не менее 150–200 га. Выпускаемое для его реализации оборудование предназначено только для промышленного производства торфяной продукции и его использование на небольших месторождениях со сравнительно малой программой естественно будет нерентабельно.

Технологическая схема с раздельной уборкой хорошо себя зарекомендовала на многих торфодобывающих предприятиях ряда стран, где ведется производство торфа в промышленных масштабах. Например, в Финляндии по этому способу добывается около 80 % фрезерного торфа [4]. Практиками по достоинству оценены все преимущества технологии с раздельной уборки торфа из наращиваемых валков и в нашей стране [6].

Считаем, что данная технологическая схема добычи торфа с раздельной уборкой при определенном совершенствовании весьма перспективна и для использования ее основных элементов на предприятиях малой мощности, то есть технологической схемы производства одним комплексом крошкообразного торфа различного условного качества в зависимости от дифференцируемых потребностей на участках малой мощности.

Одним из направлений снижения себестоимости производства торфа при малых масштабах производства является применение наиболее простой технологии и дешевого доступного оборудования [7]. Поэтому в перспективных машинно-технологических схемах однооперационные агрегаты должны быть по возможности заменены универсально-комбинированными. Кроме того, необходимо стремиться к выбору минимального числа марок, максимально используя универсальные машины. Таким образом, при совершенствовании технологии добычи торфа с раздельной уборкой на участках малой мощности следует предусмотреть:

- 1) возможность максимального использования оборудования в течение года;
- 2) снижение количества разнотипной техники;
- 3) расширение функций комбинированных агрегатов;
- 4) применение универсальных транспортных средств.

Как и в базовой схеме в разрабатываемом технологическом процессе производства торфа предполагается использовать машины, агрегируемые с энергонасыщенными колесными тракторами. Естественно и оборудование будет иметь сравнительно высокую производительность. Тогда, чтобы оно не простаивало при малых объемах производства, нужно стараться, чтобы эти машины комплекса выполняли как можно больше технологических операций, что предполагает создание и использование оборудования многоцелевого назначения.

Это можно осуществить, если погрузчик будет выполнять не только уборку торфа из валков в прицепы, но и задействован как штабелирующая машина, а также круглогодично использоваться для погрузки торфа из штабелей в транспортные средства для поставки к месту потребления. Для этого нужно разработать новую прицепную погрузочную машину – многоцелевой погрузчик (МЦП) непрерывного действия производительностью до 700 м³/ч, агрегируемый с полноприводным колесным трактором «Беларус» 1221.

Погрузчики непрерывного действия – это самоходные конвейеры с самозагрузкой, предназначенные для погрузки и транспортирования сыпучих и мелкокусовых грузов из штабелей, и отвалов, имеют по сравнению с одноковшовыми погрузчиками большую производительность, меньшую энерго- и металлоемкость. Их рабочее оборудование: питатель нагребавшего или зачерпывающего типа, транспортирующий орган, то есть основной конвейер (ковшового, ленточного, скребкового и др. типов), и отвальный орган, состоящий обычно из вспомогательного ленточного конвейера или поворотного лотка.

Другой резерв по совмещению операций – использовать такие тракторные прицепы, которые позволили бы транспортировать торф не только

с полей добычи, а также в межсезонье – доставлять продукцию к месту потребления. Поэтому нужно продумать возможность применения специальных тракторных поездов при вывозке торфа с полей добычи, с возможностью выхода этих поездов на дороги общего пользования. На рынке сельскохозяйственной техники есть много предложений по прицепам с широкопрофильными шинами низкого давления. Заслуживает внимание тракторный прицеп «ISON-8515» грузоподъемностью 15 т и вместимостью до 25 м³, что позволяет транспортировать торф даже повышенной влажности. Эти прицепы, агрегируемые с колесными тракторами «Беларусь» 1221, могут передвигаться как по полям торфодобычи, так и по дорогам общего пользования.

Еще одной возможностью по снижению количества технологического оборудования является расширение функций, выполняемых трактором, используемым на совмещенной операции фрезерования–валкования. Его нужно также задействовать на операции сушки (ворошения) торфа. Для этого необходимо предусмотреть возможность быстрой замены всего навесного оборудования на этот трактор. Кроме того, этот трактор должен сравнительно легко оснащаться отвалом, чтобы оказывать помощь МЦП при погрузке торфа из штабелей, при расчистке дорог, уборке территорий и других хозяйственных работах, а также, что не менее важно, в качестве пожарной техники.

Исходя из этих положений, в разрабатываемой технологии вследствие применения наиболее простой технологии и универсально-комбинированных машин количество разнотипного оборудования будет сведено до минимума. Количество единиц техники будет зависеть от программы производства, дальности вывозки и перевозки торфа, а также технических характеристик используемого оборудования [8].

Эта схема предназначена для малых участков и применяемое оборудование сравнительно недорогое, поэтому работа предполагается в одну смену, удлинённую до 10 ч. В ряде случаев представляется возможным в благоприятные для сушки дни валковать торф, а в дни, когда сушки нет, вывозить его и штабелировать.

Одним из чрезвычайно перспективных рынков для реализации оборудования по совершенствованию технологии производства торфа могут быть предприятия агропромышленного комплекса. Комплексы машин можно предлагать крупным владельцам агробизнеса, которые займутся о повышении плодородия своих почв и энергетической независимости предприятий.

Помимо торфодобычи предлагаемый к разработке многоцелевой погрузчик можно будет использовать при приготовлении органических

удобрений и компостов (ранее для этих целей использовали ПНД-250), а также расчистки и уборки дорог от снега.

Таким образом, разработка небольших торфяных месторождений должна предусматривать машины и оборудование, значительно отличающееся от техники, которая применяется для добычи торфа промышленными предприятиями. Предлагается разработать многофункциональный погрузчик торфа, который в известной технологической схеме по добыче торфа с раздельной уборкой из наращиваемых валков будет выполнять несколько технологических операций: погрузку торфа в стандартные прицепы, формирование штабелей и отгрузку потребителю. Единичный комплекс оборудования усовершенствованной технологии даст возможность добывать до 20 тыс. т/год крошкообразного торфа условной влажностью от 40 до 65 %. Кроме предприятий по добыче и переработке торфа оборудование усовершенствованной технологии может найти применения и в других отраслях народного хозяйства.

Литература

1. Гамаюнов, С.Н. Латеральный маркетинг как альтернативная инновационная стратегия развития предприятий торфяной отрасли / С.Н. Гамаюнов // Труды Института: научный журнал. 2012. №3 (56). С. 53–59.
2. Перспективное использование выработанных торфяных болот: монография / Под общ. ред. д.г.н. В.В. Панова. Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2013. 280 с.
3. Практическое руководство по организации добычи фрезерного торфа: учебное пособие / В.И. Смирнов [и др.]; под ред. В.И. Смирнова. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2007. 392 с.
4. Мисников, О.С. Анализ технологий разработки торфяных месторождений в странах дальнего и ближнего зарубежья / О.С. Мисников, А.Е. Тимофеев, А.А. Михайлов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал): Изд-во МГГУ, 2011. № 9. С. 84–92.
5. Торф. Ресурсы, технологии, геоэкология / В.И. Косов [и др.]; под ред. В.И. Косова. СПб.: Наука, 2007. 452 с.
6. Кузнецов, Н.В. Научные основы создания средств комплексной механизации производства фрезерного торфа с раздельной уборкой из наращиваемых валков: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.06 / Н.В. Кузнецов. СПб, 2003. 482 с.
7. Гамаюнов, С.Н. Пути эффективного управления бизнесом на предприятиях торфяной отрасли: монография / С.Н. Гамаюнов, Б.Ф. Зюзин. Тверь: ТГТУ, 2011. 128 с.
8. Беляков, В.А. Организация технологического процесса добычи фрезерного торфа: учебное пособие / В.А. Беляков, В.И. Смирнов. Тверь: ТГТУ, 2006. 100с.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ
«ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЩАДЯЩИХ» ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА**

Гнеушев В.А., Стадник А.С., Филипчук В.Л.

*Национальный университет водного хозяйства и природопользования,
г. Ровно, Украина*

В статье приведены методологические и научные основы создания технологий и оборудования для добычи и переработки торфа, которые способствуют сохранению торфяного фонда и обеспечению экологической безопасности региона за счет сохранения биосферных функций торфяно-болотных комплексов.

Многогранные биосферные функции торфяных месторождений играют значительную роль в поддержании экологического равновесия на объектном, местном, региональном и даже планетарном уровнях [1]. Некоторые из этих функций (биологическая, аккумулятивная, межкруговоротная, ландшафтная) являются незаменимыми, они присущи только торфяно-болотным комплексам, и никакие другие местообитания на суше – леса, луга, степи, сельскохозяйственные угодья не способны их выполнять [2]. Вполне понятна озабоченность экологов и их желание сохранить торфяно-болотный фонд в естественном состоянии, поскольку для прекращения выполнения им большинства биосферных функций достаточно даже одного техногенного фактора – осушения торфяника. Но с развитием человеческого общества торфяно-болотные комплексы приобрели новые, природно-хозяйственные функции, способствующие экономическому и культурному развитию человечества. Поэтому более реальный путь – это поиск компромисса, разработка «экологически щадящих» технологий и машин для добычи торфа, причем добычи в масштабах, являющихся биосферно совместимыми, и по таким схемам, которые обеспечивают возобновляемость запасов торфа на подконтрольной территории.

Почему не ставится вопрос о создании «экологически безопасных» технологий и машин? Потому, что добыча торфа обязательно предполагает его извлечение, экскавацию, т.е. нарушение целостности торфяного тела. Поскольку физические свойства стратиграфических горизонтов торфа в залежи в каждый момент времени зависят от механического состояния всего торфяного тела [3], то и биосферные функции разрабатываемого торфяника изменяются, и не в лучшую сторону. Поэтому для каждого отдельно взятого торфяного месторождения реально актуальным является создание именно «экологически щадящих» технологий и оборудования для добычи торфа.

Известно, что осушение торфяников является не только главной причиной потери ими многочисленных биосферных функций, но и факто-

ром реальной угрозы самого их дальнейшего существования [1]. Поэтому наиболее радикальным вектором усовершенствования технологий добычи торфа являются разработка торфяных месторождений без их осушения. На первый взгляд, предложение абсурдное: осушение торфяника – это первый этап освобождения торфа от главного балласта – воды, а также создание условий для передвижения техники по торфяной залежи, которая даже в осушенном состоянии является легкодеформируемым основанием. Но обе проблемы могут быть смягчены при экскавации торфа в зимний период: влага удаляется из блоков добытого торфа путем вымораживания (сублимации), а промерзшая торфяная залежь имеет несущую способность, достаточную для перемещения машины, оснащенной специальным резаком (например, конструкции Steba или Tulgus AB). Однако таким способом можно добыть волокнистый торф верхового типа, предназначенный для приготовления растительных субстратов, посадочных смесей, используемый в ландшафтном дизайне. Учитывая то, что 96 % украинского торфа относится к низинному типу, а добыча ведется преимущественно фрезерным способом на топливо, следует признать, что опыт зимней добычи в данном случае малоперспективен.

Как уменьшить негативное влияние осушения торфяного месторождения на экологию самого торфяника и прилегающей территории? Реальный путь – уменьшение осушаемой площади при одновременном и соответствующем увеличении сезонного сбора торфа с единицы площади. Плановый сезонный сбор рассчитывается по формуле [4]

$$q_c = q \cdot n,$$

где q – цикловой сбор фрезерного торфа условной (40 %) влажности, т/га; n – плановое количество технологических циклов за сезон. Как следует из формулы, сезонный сбор может быть увеличен при возрастании циклового сбора и (или) количества циклов.

Плановый цикловой сбор зависит от глубины фрезерования торфяной залежи h , ее плотности γ , начальной w_n и условной w_y влажности торфа, а также от коэффициента сбора фрезерного торфа α , который учитывает потери фрезерной крошки при сушке и уборке [4]:

$$q = \frac{h \cdot \gamma \cdot (100 - w_n)}{100 - w_y} \alpha.$$

Глубина фрезерования является нормативным показателем и ее близость к оптимуму подтверждена многолетним опытом: именно при $h = 12$ мм в климатических условиях Украины удается получить наиболь-

ший сезонный сбор торфа. На величину циклового сбора также влияет степень осушения торфяной залежи: чем меньше начальная влажность w_n , тем больше q . Но наибольший потенциал повышения циклового сбора имеет коэффициент α , нормативные значения которого для низинного торфа приведены в таблице [4]:

Таблица. Нормативные значения коэффициента сбора фрезерного торфа

Средняя степень разложения торфа в слое залежи, снимаемом за сезон, %	Пнистость слоя торфяной залежи глубиной до 0,5 м, %	Значения коэффициента сбора α в годы эксплуатации площадей:		
		первый	второй	последующие
До 30	До 1	0,55	0,60	0,65
	Свыше 1	0,50	0,55	0,60
Свыше 30	До 1	0,60	0,65	0,70
	Свыше 1	0,55	0,60	0,65

Как следует из приведенных в таблице чисел, современные добывающие комплексы «имеют право» терять от 30 до 45 % торфяной крошки! Анализ потерь показал, что в наибольшей мере торф теряется при выполнении операции валкования, т.е. при перемещении торфа из расстила в компактный валок для дальнейшей его уборки. Мелкие частицы торфа, проскакивая в зазор между нижней кромкой валкующей плоскости и поверхностью поля, не попадают в валок. Более плотное прижатие отвала валкователя к поверхности залежи ведет к подфрезеровыванию последней, что имеет следствием повышение средней влажности материала в валке. Двух-трехчасовой технологический разрыв между операциями валкования и уборки лишь частично улучшает положение: влажные частицы торфа, хаотически размещенные по всему сечению валка, не имеют надлежащих условий для достижения нормативной влажности.

Одним из авторов (в соавторстве) был предложен способ формирования валка и устройство для его осуществления [6], позволяющие значительно сократить потери и снизить влажность убираемого торфа (рис. 1).

Расстил фрезерной крошки толщиной h_p условно разделяется на два слоя: сухой верхний и более влажный нижний.

Принципиально, валкование происходит следующим образом: валкующие кромки первых отвалов 1 снимают лишь верхний слой расстила толщиной h_1 и образуют первичный валок 2 сухого торфа. Вторые отвалы 3 перемещают весь оставшийся слой расстила h_2 в валок 4, размещая эти более влажные частицы поверх первичного валка 2. Этим создаются хорошие условия для быстрого испарения из них влаги: контакт частиц с залежью отсутствует, а сухие частицы не затрудняют аэрации сушеного слоя и не препятствуют солнечным лучам прогревать валок.

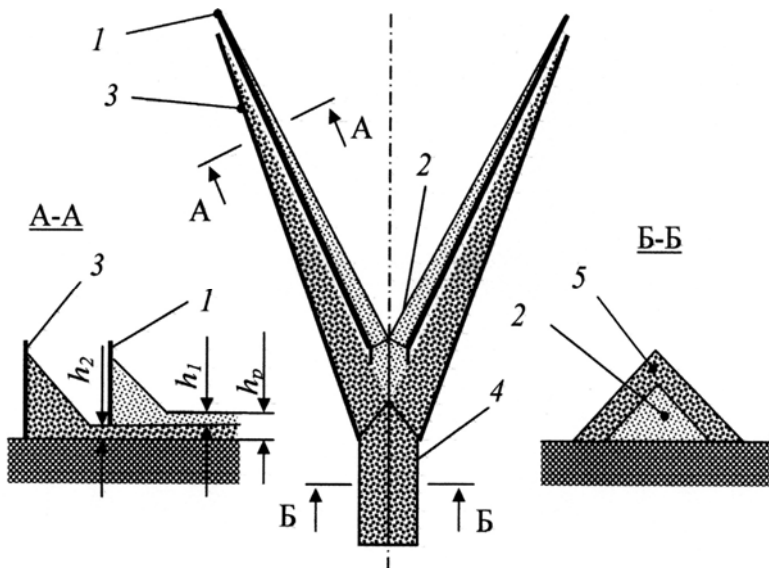


Рис. 1. Схема формирования двухслойного валка

Эксперименты и эксплуатация опытного образца валкователя на протяжении сезона добычи в условиях действующего производства показали, что потери при валковании не превышают 10 %, а влажность убираемого торфа снижается на 4-7 %. Из этого следует, что только за счет снижения потерь торфа величина его сезонного сбора возрастает в 1,3-1,6 раза. Соответственно, сокращается необходимая площадь участка добычи. Если же учесть, что снижение влажности торфяного сырья на 1 % повышает производительность торфобрикетного завода на 2-3 %, то достигнутое уменьшение влажности фрезерного торфа обеспечивает прибавку производительности завода по брикету от 8 до 21 %. В общем итоге, благодаря внедрению предложенной технологии валкования, может быть достигнуто уменьшение необходимой площади полей добычи в 1,4-1,9 раза без снижения объема производства торфобрикета. Вполне понятно, что такое сокращение осушаемых и разрабатываемых площадей уменьшает техногенную нагрузку на торфяник и способствует сохранению его природных биосферных функций. С сожалением следует отметить, что изложенный принцип валкования до сих пор не получил надлежащего конструкторского воплощения и широко не применяется.

Вопрос полноты выработки месторождений также имеет непосредственную связь с размерами эксплуатационных площадей: чем больше запасов торфа освоенных месторождений остаются невыработанными, тем больше новых площадей осушаются и вовлекаются в сферу производства, утрачивая свои полезные биосферные функции и эмитируя диоксид углерода в атмосферу. Одной из весомых причин неполноты срабатывания пласта торфа является повышенная зольность придонных слоев залежи. Не всегда востребованным оказывается и верхний слой торфяной залежи, разрабатываемый в первый год эксплуатации торфяного месторождения. Особенно это касается тех торфяников, которые до начала промышленной разработки использовались в качестве сельхозугодий: осушение и много-разовая вспашка, боронование, культивация поверхностного слоя приводят к окислению органической составляющей торфа, его минерализации, т.е. повышению зольности пласта. Улучшить ситуацию позволяет обогащение фрезерного торфа путем его обеззоливания. Проведенные нами исследования показали, что зольность большинства некондиционных торфов может быть понижена до 10-14 % [7]. Разработаны способ обогащения высокозольного фрезерного торфа путем его пневматической сепарации [8], устройство для вибросепарации измельченного торфа [9], способ изготовления торфосодержащего топлива из низкокондиционного сырья [10]. Некоторые элементы заявленных технологий прошли успешную апробацию и внедрены в производство.

Показанная на рис. 2 принципиальная схема снижения зольности фрезерного торфа методом пневматической сепарации в процессе его искусственной сушки внедрена в 2011 году на Маневичском торфозаводе государственного предприятия «Вольньторф» и позволила снизить зольность торфобрикета на 4-6 %. Из бункера сырья 1 фрезерный торф 2 подается в подсушивающий рукав, где встречается с дымовыми газами 4, генерируемыми технологической топкой 3. Образовавшаяся торфо-газовая смесь 5 движется через шахтномельничную сушилку в газоход 6, на котором установлена пневмосепарационная камера 7. Частицы зольного торфа имеют большую плотность и высокую скорость витания, поэтому осаждаются в камере интенсивнее, чем малозольные частицы с малой плотностью и низкой скоростью витания. Осевший в бункере торф повышенной зольности 8 питателем 10 направляется в технологическую топку 3 для сжигания, а сухой торф пониженной влажности 9 подается на прессование.

Все вышеизложенное несет не только техническую информацию, но также иллюстрирует многогранность влияний технологий добычи и переработки торфа на экологию торфяно-болотных комплексов, на их сохранность и выполнение ими незаменимых биосферных функций. Можно и нужно говорить о «щадящих» технологиях, но правдой является то, что

для каждого отдельно взятого торфяного месторождения понятия «добыча торфа» и «экологическая безопасность торфяника» пребывают в непримиримом противоречии или просто несовместимы.

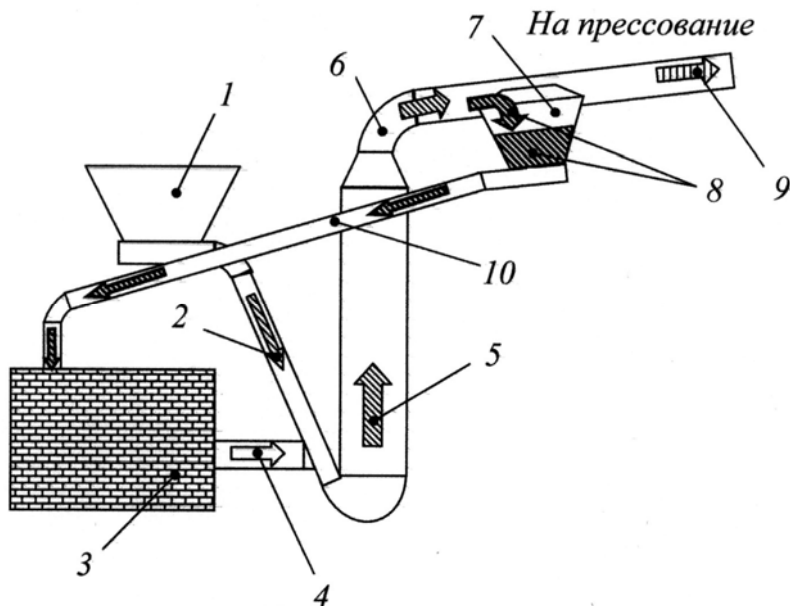


Рис. 2. Схема снижения зольности фрезерного торфа в процессе его искусственной сушки

Вопрос экологической безопасности целесообразно ставить на уровне региона, в масштабе торфяного фонда страны, имея в виду создание системы комплексного использования торфяных ресурсов, управления ими с учетом создания условий для их возобновления. Именно возобновляемость является основой и главным признаком экологической безопасности (сохранности) собственно торфяных ресурсов и выполнения свойственных им биосферных функций – неотъемлемой составляющей экологического равновесия различных уровней.

Возобновляемость торфяных ресурсов может быть достигнута при организации управления в торфяном регионе по аналогии с управлением лесным хозяйством, когда вырубка и восстановление леса сбалансированы таким образом, что средний размер деревьев и запасы древесины на подконтрольной территории остаются неизменными. Эксплуатация торфяно-

го фонда региона должна быть организована также в виде цикла и таким образом, что работы по подготовке месторождений к разработке, добыче торфа, повторному заболачиванию (реабилитации и ренатурализации торфяников) осуществляются в таких последовательностях и объемах, что суммарные запасы торфа в регионе остаются неизменными.

Понятно, что предлагаемая схема эксплуатации торфяных ресурсов региона требует изменения соответствующей идеологии, более высокого уровня управления, чем это имеет место сегодня.

Выводы. Целесообразны два направления деятельности по сохранению торфяного фонда и обеспечению экологической безопасности в регионе:

1) разработка «экологически щадящих» технологий и оборудования для добычи и переработки торфа;

2) разработка системы биосферно совместимого использования торфяного фонда с учетом обеспечения его возобновляемости и сохранения полезных экологических функций.

Первое направление способствует снижению уровня техногенных воздействий на торфяно-болотные комплексы региона, а реализация второго позволяет радикально решить вопрос сохранности торфяных ресурсов и их роли в обеспечении экологической безопасности на различных уровнях.

Литература

1. Гнеушев В.А. Торф как местное топливо и фактор экологической безопасности / В.А. Гнеушев // Уголь Украины. – 2013. – № 4. – С.47-50.
2. Бамбалов Н.Н. Роль болот в биосфере / Н.Н. Бамбалов, В.А. Ракович. – Минск: Бел. наука, 2005. – 285 с.
3. Панов В. В. Геоэкологические основы регенерации торфяных болот : дис. ... д-ра геогр. наук : Д 25.00.36 / Панов Владимир Владимирович. – Тверь, 2003. – 339 с.
4. Справочник по торфу / Под. ред. А.В.Лазарева и С.С.Корчунова. – М: Недра, 1982. – 760 с.
5. Гнеушев В.А. Удельные энергозатраты как критерий прогрессивности технических решений / В.А. Гнеушев, В.А. Стриха // Уголь Украины. – 2007. - № 2. – С. 21-23.
6. А.с. 1687788 СССР, МКИ³ Е 21 С 49/00. Способ валкования фрезерного торфа и устройство для его осуществления [Текст] / В.А. Гнеушев, А.К. Бавуто, В.А. Стриха (СССР). – № 4719928/ 03; заявл. 18.07.89; опубл. 30.10.91, Бюл. № 40. – 2 с.
7. Гнеушев В.А. Украинский торф: некоторые проблемы и перспективы / В.А. Гнеушев, А.С. Стадник // Уголь Украины. – 2011. - № 11. – С. 50-52.
8. Пат. 58369 Україна, МПК С10F 7/00, В07В 4/00, В07В 7/00. Спосіб збагачення високозольного фрезерного торфу шляхом пневматичної сепарації [Текст] / Гнеушев В.О., Стадник О.С. (Україна); заявник і патентовласник Нац. ун-т водного госп-ва та природокористування; № u201011326; заявл. 23.09. 2010; опубл. 11.04. 2011, Бюл. № 7. – 2 с.

9. Пат. 64397 Україна, МПК , B03B 4/00, B07B 13/00, C10F 7/00. Пристрій для вібросепарації подрібненого торфу [Текст] / Гнеушев В.О., Стадник О.С. (Україна); заявник і патентовласник Нац. ун-т водного госп-ва та природокористування; № u201103648; заявл. 28.03. 2011; опубл. 10.11. 2011, Бюл. № 21. – 2 с.

10. Пат. 78824 Україна, МПК, C10F 7/00, C10L 5/02. Спосіб виготовлення торфовмісного палива з низькокондиційної сировини [Текст] / Гнеушев В.О., Стадник О.С., Пахалюк Л.В. (Україна); заявник і патентовласник Нац. ун-т водного госп-ва та природокористування; № u201201103; заявл. 03.02.2012; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 7. – 2 с.

УДК 622.331

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВЫСОКОЗОЛЬНОГО ТОРФА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ

Стадник А.С., Гнеушев В.А., Рыбак И.И.

*Национальный университет водного хозяйства и природопользования,
г. Ровно, Украина*

Исследована зависимость эффективности пневматической сепарации высокозольного торфа от влажности. Показано, что эффективность сепарации снижается при достижении некоторой критической влажности торфа, которая зависит от показателей его качества, параметров частиц и динамического режима сепарации.

Геологические запасы торфа в Украине составляют 2,17 млрд. т условной влажности. Годовая добыча торфа достигает 0,7-0,8 млн. т. Использование торфа в качестве альтернативного топлива стимулируется рядом государственных документов и программ Украины. В то же время, более половины запасов этого полезного ископаемого в нашей стране имеют зольность, превышающую допустимое значение для топливного торфа. Одним из радикальных способов расширения ресурсной базы топливного торфа является обогащение высокозольных торфов, в частности – путем пневматической сепарации в технологической схеме производства торфяной продукции, главным образом – брикетов и пеллет посредством обогащения и кондиционирования торфа по зольности.

Исследования по пневматической сепарации выполнены и опубликованы в трудах советских ученых А.М. Зальцмана, Н.В. Кислова, Ф.С. Яцевича [1–3] и др. Большинство работ касается эффективности пневматической сепарации измельченного торфа и других показателей этого процесса. Влияние влажности на процессы сухой сепарации полезных ископаемых объяснены с помощью контактно-стыковой модели Верхотурова М.В. [4].

Качество пневматической сепарации торфа некоторого класса крупности начинает снижаться при достижении определенной влажности торфа, которая называется критической w_0 . Значение критической влажности зависит от количества влаги связанной материалом и от динамического

режима сепарации. В указанных исследованиях не учтено влияние динамического режима на процесс пневматической сепарации.

Исходя из изложенного, основным заданием работы является исследование зависимости эффективности пневматической сепарации от влажности с учетом динамического режима. В частности, в работе рассмотрена зависимость критической влажности от скорости воздушного потока при пневматической сепарации.

Торф является дисперсно-пористым коллоидным материалом в котором имеется химически, физико-химически и физико-механически связана влага в соответствии с классификация П.А. Ребиндера. Поэтому поверхностная влага на частицах торфа появляется при достижении значения критической влажности w_0 , при которой в торфе имеется химически и физико-химически связана влага и часть механически связанной влаги. В результате исследований, выполненных методом дифференциальной сканирующей калориметрии [5], обнаружено, что в торфе остается лишь химически и физико-химически связанная влага (в основном адсорбционно связанная) при его влажности 27,5 %. По исследованиям [6] содержание химически и физико-химически связанной влаги торфа низинного типа составляет 28–35 %. Следовательно, при влажности ниже этого значения ее влияние на эффективность сепарации должно отсутствовать. Также не влияет на эффективность пневматической сепарации часть малоподвижной капиллярной влаги, которая содержится во внутренних порах частиц торфа.

Минеральная часть торфа не способна удерживать влагу подобно органической. Поэтому, критическая влажность высокозольного торфа снижается в соответствии с содержанием минеральной части. Следовательно, значение критической влажности высокозольного торфа w_{0B} рассчитывается по формуле:

$$w_{0B} = \frac{w_0(100 - A)}{100}, \%, \quad (1)$$

где w_0 – критическая влажность органической части торфа, %; A – зольность торфа, %.

Зависимость критической влажности высокозольного торфа от зольности показана на графике рис. 1.

При влажности высокозольного торфа больше критической, частицы образуют агрегаты, которые могут разрушаться при воздействии внешних сил (например, удар о стенку сепаратора при пневматической сепарации, падение с высоты подачи продукта на сепаратор и др.). Образованные агрегаты разрушаются, если внешняя сила превышает силу связи этих агрегатов.

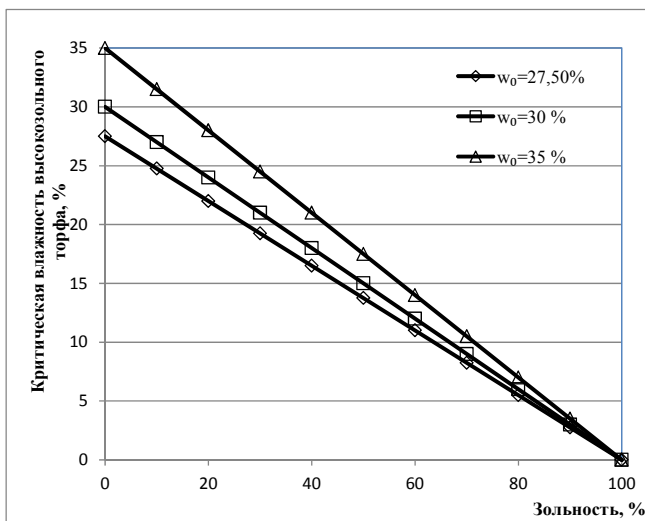


Рис. 1. Зависимость критической влажности высокосолевого торфа от зольности

Сила связи F_0 между двумя частицами агрегата, образованного из влажного материала, в соответствии с капиллярно контактной моделью Н.В. Верхотурова [4], определяется по формуле:

$$F_0 = \pi \sigma d^3 \sqrt{\frac{10^{-3} \rho}{m} \cdot \frac{w}{1-w} \cdot \gamma_m}, \text{ Н}, \quad (2)$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости, Н/м; d – размер частицы, м; ρ – плотность частицы, кг/м³; m – количество контактов, которые относятся к одной частице; w – влажность материала, д.ед.; γ_m – часть влаги, которая принимает участие в контактных взаимодействиях, д.ед.

С учетом формулы (1), часть влаги, которая принимает участие в контактных взаимодействиях γ_m для высокосолевого торфа определяется по формуле

$$\gamma_m = 1 - \frac{w_0(100 - A)}{100w}, \text{ д.ед.}, \quad (3)$$

где w_0 – критическая влажность торфа, д.ед.

Формула (3) используется только при влажности высокосолевого торфа w больше критической w_{0B} . В других случаях часть влаги, которая принимает участие в контактных взаимодействиях γ_m равна нулю.

Допустим, что сила удара агрегата, образованного из частиц влажного материала (высокозольного торфа) $F_{y\partial}$ при пневматической сепарации, равна силе динамического давления потока воздуха. В этом случае силу удара можно определить по формуле

$$F_{y\partial} = \rho_n v^2 \pi d^2, \text{ Н}, \quad (4)$$

где ρ_n – плотность воздуха, кг/м^3 ; v – скорость потока воздуха, м/с .

Приравняв формулы (2) и (4) с учетом (3), найдем критическую влажность высокозольного торфа в динамическом режиме (при пневматической сепарации).

$$w_{0ВЛ} = \frac{\rho w_0(100 - A) \cdot \left(\frac{\sigma}{\rho_n v^2 d} \right)^3 + 1}{\frac{\rho}{m} \cdot \left(\frac{\sigma}{\rho_n v^2 d} \right)^3 + 1}, \text{ д.ед.} \quad (5)$$

Зависимость критической влажности от крупности частиц торфа разных зольностей и рабочих скоростей воздушного потока отображена на графике (рис. 2).

С увеличением рабочей скорости критическая влажность высокозольного торфа $w_{0ВЛ}$ увеличивается более стремительно. Но, также следует учитывать тот факт, что при повышении влажности прочность частиц торфа заметно снижается. Проведенные нами эксперименты показали, что проводить пневматическую сепарацию торфа с влажностью выше 55 % нецелесообразно.

Для оценки адекватности теоретически полученной зависимости была получена экспериментальная зависимость эффективности пневматической сепарации от влажности с использованием методики Тромпа. Исследования были выполнены на образцах высокозольного торфа месторождения «Старники» Ровенской области. Опыты проводились на пневматическом сепараторе типа «Зиг-заг» Исследование выполнялись в следующей очередности:

1. Выполнены опыты по пневматической сепарации высокозольного торфа четырех влажностей от 5 до 47 % при трех рабочих скоростях воздушного потока 3,76 м/с, 5,01 м/с и 6,26 м/с.

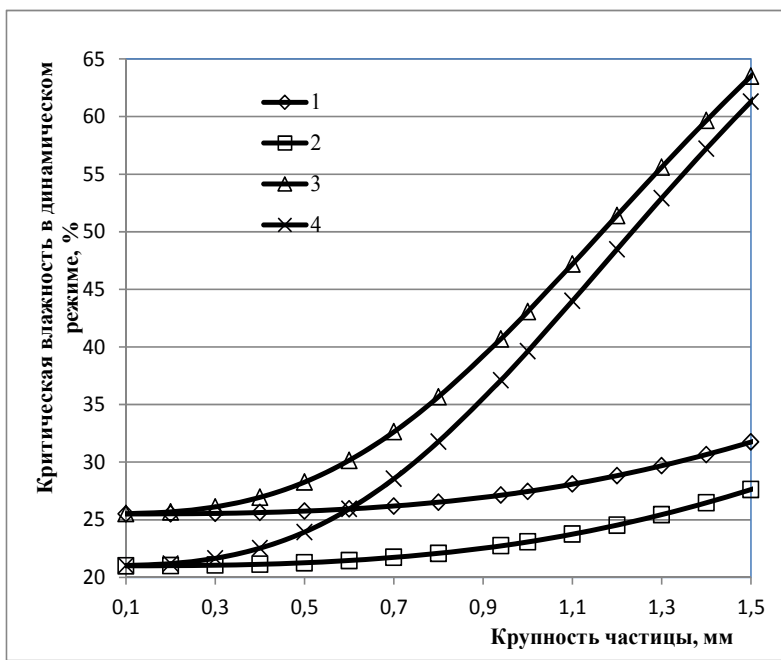


Рис. 2. Зависимость критической влажности в динамическом режиме от крупности частиц при $w_0=30\%$:

- 1 – зольность $A = 15\%$, рабочая скорость сепарации $v = 4$ м/с;
 2 – $A = 30\%$, $v = 4$ м/с; 3 – $A = 15\%$, $v = 6$ м/с; 4 – $A = 30\%$, $v = 6$ м/с

2. Для полученных легких и тяжелых фракций определялся гранулометрический состав и вычислялись разделительные числа E по формуле:

$$E(d) = \gamma_l \frac{\gamma_{il}}{\gamma_{ie}}, \quad (6)$$

где γ_l – массовый выход легкой фракции, д.ед.; γ_{il} – содержание i -го класса крупности в легкой фракции после сепарации, %; γ_{ie} – содержание i -го класса крупности в исходном продукте, %.

Среднее вероятностное отклонение от крупности разделения E_{pm} было рассчитано по формуле:

$$E_{pm} = \frac{d_{25} - d_{75}}{2}, \quad (7)$$

где d_{25} и d_{75} – крупности, при которых разделительные числа равны 0,25 и 0,75 д.ед. В методике Тромпа этот показатель является основным, отображающим качество сепарации.

Зависимость среднего вероятностного отклонения E_{pm} от влажности показано на графике рис. 3.

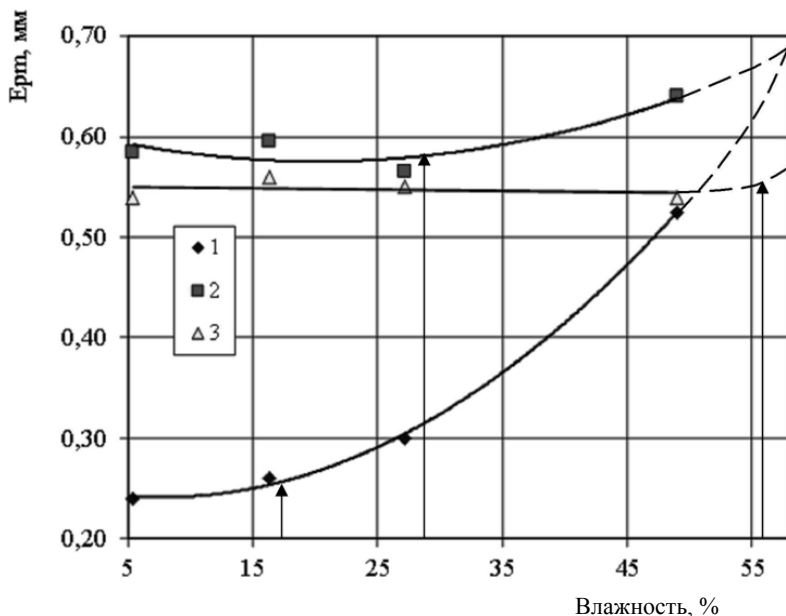


Рис. 3. Зависимость среднего вероятностного отклонения E_{pm} от влажности торфа: 1 – $v = 3,76$ м/с, $d_{p. cp.} = 0,59$ мм; 2 – $v = 5,01$ м/с, $d_{p. cp.} = 0,94$ мм; 3 – $v = 6,26$ м/с, $d_{p. cp.} = 1,21$ мм (расчетные значения критических влажностей в динамическом режиме для частиц, соответствующих крупности разделения, показаны стрелкой)

С учетом крупности разделения, по формуле (5) выполнен расчет критической влажности торфа в динамическом режиме пневматической сепарации. Рассчитанные значения отображены стрелками на графике зависимости среднего вероятностного отклонения E_{pm} от влажности (рис. 3). Как видно из графика, значение среднего вероятностного отклонения E_{pm} увеличивается после достижения критической влажности, что соответствует ухудшению эффективности сепарации.

В работе исследована зависимость эффективности пневматической сепарации высокозольного торфа от влажности. Показано, что эффективность сепарации снижается при достижении некоторой критической влаж-

ности торфа, которая зависит от показателей его качества (зольности и содержания связанной влаги органического вещества), параметров частиц (плотности и крупности) и динамического режима сепарации (скорости потока газа при пневматической сепарации). Критическая влажность элементарного класса крупности высокзольного торфа при пневматической сепарации пропорциональна содержанию связанной влаги, зольности и обратно пропорциональна плотности частицы, кубу ее диаметра и скорости потока газа в шестом степени.

Литература:

1. Зальцман А.М. Пневматическая сепарация торфа. Характер разделения торфяных частиц при пневматической сепарации / А.М. Зальцман // Комплексное использование торфа. – Вып. 2. – АН БССР. – М.: Энергия, 1968. – С. 181-194.
2. Кислов Н.В. Аэродинамика измельченного торфа / Н.В. Кислов; под ред. И.И. Лиштвана. - Минск: Наука и техника, 1987. – 175 с.
3. Яцевич Ф.С. Торф сырье для химической переработки / Ф.С. Яцевич. – Минск: АН БССР, 1981. – 136 с.
4. Верхотуров М.В. Сепарация влажных материалов / М.В. Верхотуров. – Красноярск: Издательство Красноярского университета, 1987. – 136 с.
5. Корінчук Д.М. Розробка композиційного палива на основі торфу і рослинної біомаси для використання в теплоенергетичних установках. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – К.: Інститут технічної теплофізики НАН України. – 2010. – 20 с.
6. Лиштван, И.И. Физика и химия торфа: Учеб. пособие для вузов / И.И. Лиштван, Е.Т. Базин, Н.И. Гамаюнов, А.А.Терентьев. – М.: Недра, 1989.– 304с.

УДК 624.131

РАСЧЕТ НДС ОСНОВАНИЙ С УЧЕТОМ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

Миронов В.А., Софьин О.Е.

Тверской государственный технический университет

Напряженно-деформированное состояние грунта описывается модифицированной моделью Кем-клей, объединенной с моделями фильтрационной консолидации и вязкопластичности. Составлены алгоритм и программа метода конечных элементов для расчета процессов вязкопластического деформирования оснований в трехмерной постановке. Выполнено численное моделирование поведения системы «основание-фундамент».

В настоящее время известны многочисленные примеры эффективного проектирования оснований на основе методов нелинейной механики. Разработок для грунтов, обладающих реологическими свойствами, значительно меньше, что обуславливает актуальность выбранной темы исследования.

Грунт является многокомпонентной средой, состоящий из минеральных частиц (скелета), жидкости и газа, поэтому реологические процессы протекают в нем по-разному в зависимости от степени насыщения пор водой. В неполностью водонасыщенном грунте реологический процесс обусловлен ползучестью скелета и при его описании грунт рассматривается как однокомпонентная среда. В водонасыщенном грунте реологический процесс определяется сжимаемостью и вязким сопротивлением поровой жидкости при отжатии (фильтрационной консолидацией), при этом необходимо учитывать взаимодействие фаз грунта [1].

В предлагаемой работе задачи фильтрационной консолидации и ползучести решаются методом конечных элементов с учетом нелинейного характера деформирования грунта.

Изменение напряженно-деформированного состояния в процессе фильтрационной консолидации определяется на основе совместного решения уравнений равновесия системы элементов и сплошности потоков в ней [2]. Для момента времени t_{n+1} эти уравнения имеют вид [3, 4]

$$\begin{bmatrix} K & C \\ C^T & -\Delta t K_f - E \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta \delta \\ p_{n+1}^w \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \Delta F + Cp_n^w \\ -Ep_n^w \end{Bmatrix}, \quad (1)$$

$\Delta \delta$ – приращения перемещений; p^w – поровое давление; ΔF – приращение внешней нагрузки;

$$\left. \begin{aligned} K &= \sum_l \int_V B^T D B dV; \\ C &= \sum_l \int_V B^T m N dV; \\ K_f &= \sum_l \int_V \frac{k_f}{\gamma_w} \left(\frac{\partial N}{\partial x_i} \right)^T \frac{\partial N}{\partial x_i} dV; \\ E &= \sum_l \int_V \frac{n}{K_{wg}} N^T N dV \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

матрица жесткости системы элементов, «стыковочная» матрица между деформационной и фильтрационной задачами, фильтрационная матрица, матрица сжимаемости поровой жидкости, соответственно; B – матрица, характеризующая геометрическую форму конечного элемента; D – матрица упругих свойств элемента; N – функции формы; k_f – коэффициент фильтрации; γ_w – удельный вес воды; n – пористость; K_{wg} – модуль объем-

ной сжимаемости газосодержащей жидкости; $m = \{1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0\}^T$; V – объем элемента; l – число элементов расчетной области; $\Delta t = t_{n+1} - t_n$ – шаг по времени.

Упругопластическое решение строится на основе метода начальных напряжений.

На каждой итерации определяются полные деформации

$$\varepsilon_{n+1} = \varepsilon_n + \Delta\varepsilon. \quad (3)$$

Вычисляются напряжения в предположении упругой работы грунта

$$\sigma_{n+1}^{tr} = D(\varepsilon_{n+1} - \varepsilon_n^p). \quad (4)$$

Далее производится оценка достигнутого уровня напряжений по значению функции нагружения $f(\sigma_{n+1}^{tr})$. Если $f(\sigma_{n+1}^{tr}) \leq 0$, то

$$\sigma_{n+1} = \sigma_{n+1}^{tr}, \quad (5)$$

иначе производится пластическая коррекция.

Скорректированные напряжения σ_{n+1} находятся неявным методом Эйлера путем решения методом Ньютона-Рафсона системы нелинейных уравнений

$$\begin{bmatrix} D^{-1} + \Delta\lambda \frac{\partial^2 g}{\partial \sigma^2} & \frac{\partial g}{\partial \sigma} \\ \frac{\partial f^T}{\partial \sigma} & 0 \end{bmatrix}_{n+1}^k \begin{Bmatrix} d\sigma \\ d\lambda \end{Bmatrix} = - \begin{Bmatrix} r_\sigma \\ r \end{Bmatrix}_{n+1}^k, \quad (6)$$

где g – функция пластического потенциала.

Запаздывание вязкопластической деформации во времени учитывается по схеме

$$\sigma_{n+1} = \frac{\sigma_{n+1}^{tr} + \Delta t / \eta \sigma_{n+1}}{1 + \Delta t / \eta}, \quad (7)$$

где η – коэффициент вязкости; σ_{n+1} – напряжения, полученные на данном шаге без учета вязкости грунта.

Механическое поведение грунта описывается модифицированной моделью Кем-клей (рис. 1) с функцией нагружения [4]

$$f \equiv g = p - pp_0 + \frac{q^2}{M^2} = 0 \quad (10)$$

где q и p – касательная и нормальная компоненты напряжений на октаэдрической площадке; p_0 – давление предварительного уплотнения.

Предельное напряженное состояние грунта определяется уравнением

$$q = Mp, \quad (11)$$

где M – коэффициент трения.

Функция упрочнения принимается в виде

$$\varepsilon^p = A \ln\left(\frac{p}{p_0}\right), \quad (12)$$

где A – константа грунта.

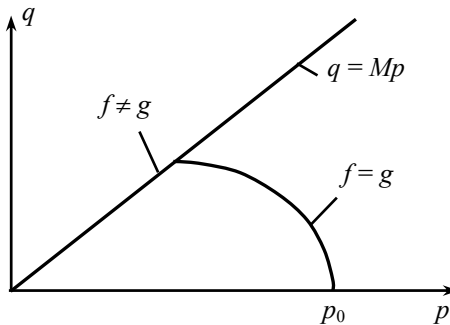


Рис. 1. Модифицированная модель Кем-клей

На основе соотношений теории пластического течения с упрочнением составлены алгоритм и вычислительная программа для ЭВМ для расчета оснований и грунтовых массивов.

В качестве примера рассматривается задача взаимодействия жесткого штампа с грунтовым основанием.

Длина стороны штампа равна 1 м, заглубление подошвы – 0,5 м. Размеры расчетной области составляют $8 \times 8 \times 4$ м. Вследствие осевой симметрии задачи рассматривается только ее одна четвертая часть, разбитая на 2640 тетраэдров (рис. 2).

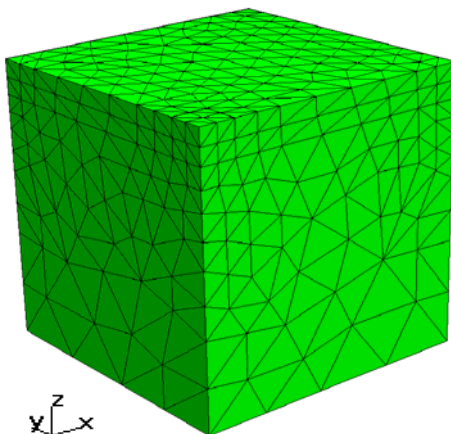


Рис. 2. Расчетная область «штамп-основание»

Грунт основания имеет характеристики: удельный вес $\gamma = 20,0$ кН/м³; модуль деформации $E = 6,0$ МПа; коэффициент Пуассона $\nu = 0,4$; пористость $n = 0,5$; модуль объемной сжимаемости поровой жидкости $K = 2 \cdot 10^3$ МПа; коэффициент фильтрации $k_f = 1,0 \cdot 10^{-4}$ м/сут; коэффициент пластической вязкости $\eta = 0,116$ МПа·сут; коэффициент трения $M = 0,364$; константа $A = 0,045$.

На первом шаге численного решения рассчитывалось напряженное состояние от собственного веса грунта, по которому определялся размер начальной поверхности нагружения. Далее осуществлялось нагружение штампа вертикальной нагрузкой ступенями по 0,04 МПа.

Результаты расчета в виде графиков зависимости осадки фундамента S от нагрузки P представлены на рис. 3. Кривые 1 и 2 получены, соответственно, для упругого и упругопластического оснований без учета фактора времени. Кривая 3 отвечает нагружению водонасыщенного основания, при котором поровое давление не успевает рассеиваться, кривая 4 – упруговязкопластического основания при выдержке нагрузки на каждой ступени 0,8 сут. В последних двух случаях с увеличением времени нагружения кривые приближаются к упругопластическому решению.

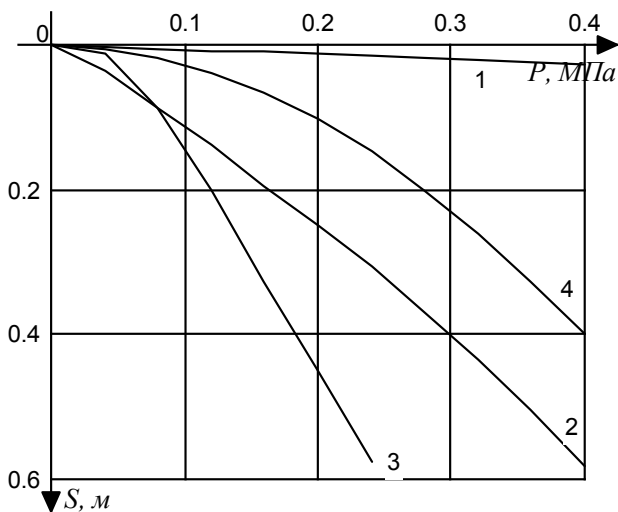


Рис. 3. Зависимость осадки штампа от нагрузки:
 1 – упругое решение; 2 – упругопластическое решение;
 3 – упругопластическое решение с учетом фильтрационной консолидации
 (скорость нагружения 0,05 МПа/сут); 4 – упруговязкопластическое решение

Разработанная программа расчета является универсальной и позволяет решать широкий круг задач механики грунтов.

Литература

1. Тер-Мартirosян З.Г. Реологические параметры грунтов и расчеты оснований сооружений. –М.: Стройиздат, 1990. -200 с.
2. Зарецкий Ю.К. Вязкопластичность грунтов и расчеты сооружений. М.: Стройиздат, 1988. -352 с.
3. Миронов В.А., Софьин О.Е. Моделирование процесса упругопластического деформирования водонасыщенного основания при нагружении жестким штампом // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2010. № 1. С. 83-88.
4. Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Упруговязкопластическая модель структурно-неустойчивого глинистого грунта // Реконструкция городов и геотехническое строительство. -2005. -№ 9. -С. 221-228.

УДК 622.331

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОКУСКОВАННОГО ТОПЛИВА ИЗ ТОРФЯНОГО СЫРЬЯ

Бондарев Ю.Ю., Иванов С.Л.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Рассмотрен вопрос получения окускованного топлива из торфяного сырья при экскаваторном способе добычи. Представлен аналитический обзор современного состояния отрасли и оборудования для переработки торфа. На основании обобщения производственного опыта предложен способ рациональной переработки торфа с возможностью его дальнейшего эффективного использования в качестве топлива. Представлен комплекс лабораторных исследований по формированию торфяного сырья на универсальной испытательной машине Zwick/Roell Z100 с помощью поршневого реометра и обоснованы основные параметры фильер.

К понятию «биотопливо» относится все, что так или иначе связано с получением в промышленных масштабах энергии из различного возобновляемого сырья биологического происхождения. Такое сырье и его производные обычно называют биотопливом. Оно бывает твердым, жидким или газообразным, и может производиться из различного сырья. Сырьем для биотоплива являются:

- древесные отходы, различного происхождения;
- отходы сельскохозяйственного производства (лузга, шелуха, солома, тростник);
- бытовые отходы, канализационные стоки;
- специально выращиваемая топливная древесина;
- торф [1].

В России находится 38 % мировых запасов торфа. Из всех полезных горючих ископаемых только торф является возобновляемым, и процесс его накопления продолжается и сейчас. Традиционно торф используется в качестве топлива, которое применяют, как и в большой энергетике, так и в распределенной энергетике в качестве местного топлива для котельных муниципальных образований. В котельных ЖКХ стоимость тепла, выработанного на торфяном топливе, ниже выработанного на каменном угле. Для обеспечения небольшого удаленного населенного пункта теплом и электроэнергией, местные виды топлива, такие как торф, являются реальной альтернативой дальнепривозным видам топлива. Однако, переход на местное торфяное топливо требует проведения подготовительных работ по добыче сырья и повышению его энергоплотности.

Существует два основных способа добычи торфа: фрезерный способ (сравнительно тонкими слоями с поверхности) и экскаваторный способ (залежь разрабатывают на максимально возможную глубину).

В настоящее время технология добычи торфа послойным способом из-за высокой зависимости от метеоусловий малопривлекательна. Для обеспечения сушки и уборки торфа по этой технологии требуется осушить большие площади торфяных месторождений, и на длительное время изменить их естественные функции. Кроме того, данная технология требует большого парка узкоспециализированной техники для добычи, используемой сезонно.

По сравнению с фрезерным, карьерный (экскаваторный) способ добычи имеет ряд преимуществ. К ним относятся: расширение сезона производства; уменьшение воздействий на окружающую среду; оптимальное использование погодных условий; быстрое восстановление площадей, поглощающих CO_2 ; увеличение экономической эффективности производства в 20 раз по сравнению с текущим производством.

Технологии добычи торфа должны развиваться по следующим направлениям:

1. максимальное использование потенциала природной энергии;
2. экскавация торфа из залежи на всю глубину;
3. применение современных технологий переработки добытого сырья.

Инфраструктуру добычи торфяного сырья и производства окускованного топлива можно представить следующим образом:

1. Экскавация торфяного сырья из залежи ($w=86-89\%$);
4. Вывозка экскавированного торфяного сырья на суходол ($w=86-89\%$);
2. Подсушка торфяного сырья до $w=70\%$;
3. Сепарация и дробление торфяного сырья ($w=70\%$);
4. Формование окускованного топлива диаметром 20-40 мм ($w<70\%$);
5. Кондиционирование окускованного топлива до нормативной влажности $w=40-45\%$.

Как показывают предварительные расчеты, для организации производства окускованного торфяного топлива с годовой программой 5000 т, требуется гидравлический гусеничный экскаватор в сочетании с транспортно-тракторными агрегатами, фронтальный погрузчик с комплектом навесного оборудования, формующая машина с кузовом, формователем и выдающим транспортером, и оснащенные навесами склады размером 15х100 м.

Одним из важных элементов модуля для производства окускованного топлива является шнековый формователь формующей машины с быстросменной матрицей и фильерами диаметром 20-40 мм. Он предназначен для холодного окускования торфа. Показателем работы формователя является его эффективность - отношение производительности к мощности [2, 3].

Как показали лабораторные испытания, основное внимание следует уделить параметрам фильер матрицы формователя. В связи с этим были проведены исследования по формованию на универсальной испытательной машине Zwick/Roell Z100 с помощью поршневого реометра.

Основной характеристикой фильер матрицы является коэффициент гидравлического сопротивления течению материала K_f (безразмерный коэффициент).

В экспериментах на поршневом реометре получено, что давление формования P (МПа) торфяной массы влажностью 65 % через фильеру зависит от длины калибрующей части фильеры l_k и формы входной части фильеры, определяемой коэффициентом гидравлического сопротивления K_f (от 41 до 63).

Экспериментально установлено, что твердофазное формование торфяной массы в шнековой машине через фильеры матрицы с коэффициентом живого сечения $K_f=0,25$, состоящие из входной конической формирующей части и цилиндрической калибрующей части с коническим расширением на выходе, при отношениях длин калибрующей и формирующей частей $l_k/l_e=2$ и длины калибрующей части к ее диаметру $l_k/d_k=3$, снижает внутренние напряжения в уплотненном торфяном материале при выходе из фильеры без дефектов формы и поверхности окускованного торфяного топлива [4].

Кондиционирование (подсушка) окускованного торфяного топлива происходит в мягком режиме под превентором, что обеспечивает его равномерную объемную усадку и, в конечном итоге, требуемую прочность для погрузки и транспортировки до котельной.

Литература

1. Диденко В.Н., Плотников Д.А. Патент №55774 «Установка переработки биотоплива» от 28.03.2006, (патентообладатель ГОУ ВПО «Ижевский Государственный Технический Университет», авторы В.Н.Диденко, Д.А. Плотников.)
2. Михайлов А.В., Кремчев Э.А., Большунов А.В., Нагорнов Д.О. Перспективы развития новых технологий добычи торфа / Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2010. - № 9. – С. 189-194.
3. Михайлов А.В. Масштаб торфяного производства и комплектование оборудованием. Процессы и средства добычи и переработки полезных ископаемых. Сб. тр. Междунар. научн.- техн. конфер. Минск, 17-20 апреля 2012. С. 63-67.
4. Епифанцев К.В. Обоснование геометрических параметров фильер матрицы торфяной формирующей машины / Горное оборудование и электромеханика. М., 2012, №8. С. 40-44.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭНЕРГЕТИКИ

УДК 504.53.054

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Бельская Г.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Условия для развития биогазовых технологий на крупных животноводческих комплексах Республики Беларусь экономически обоснованы и технически возможны. Их применение обеспечит выполнение экономического, экологического и социального императивов в рамках устойчивого развития.

В соответствии с Национальной Программой по рациональному использованию энергетических ресурсов Республики Беларусь на период 2011-2015 г.г., общее потребление топливно-энергетических ресурсов к 2015 г. составит 41 млн. тонн условного топлива, а к 2020 г. - 44 млн. т. условного топлива. Структура общего объема потребления в 2020 г. должна быть следующей: природный газ – 37 %, уголь – 10 %, ядерная энергия – 11 %, нефть (мазут) – 23 %, возобновляемые источники - 19 %. На фоне мирового экономического кризиса и постоянного повышения цен на энергоносители Республика Беларусь продолжает долгосрочный курс на производство энергии из возобновляемых источников. Планируется увеличить использование местных и возобновляемых источников энергии в 1,9 раза и довести их потребление до 5,7 млн. т.г., что позволит на четверть заместить долю импортируемого природного газа к 2020 г.

Условия для развития биоэнергетики в Беларуси являются экономически обоснованными и технически возможными [1]. Известными и используемыми в настоящее время технологиями получения энергии из биомассы является сжигание: 1) древесины (в т.ч. выращенной на энергетических посадках, щепы, пиллет, горючих брикетов); 2) биодизеля, полученного из семян рапса; 3) осадков очистных сооружений; 4) биогаза, производимого из первичной и вторичной биомассы методом анаэробного разложения в специальных реакторах [2].

Первые три источника получения возобновляемой энергии имеют принципиальные недостатки, в сравнении с биогазовыми технологиями. Так, теплотворная способность древесины в несколько раз ниже, чем у природного газа, в то время как у метана (конечного продукта анаэробного сбраживания биомассы в реакторах) этот показатель близок к таковому

для природного газа. Кроме того, в результате сжигания древесины образуются большое количество золы, загрязненной тяжелыми металлами. Что касается биодизеля, то использование его в качестве добавки (до 10 % по объему) к традиционному дизельному топливу, достоверно снижает ресурс эксплуатации двигателей из-за неполного сгорания топлива и образования сажи. Добавление к биодизелю консервантов или хранение его при пониженных температурах в специальных помещениях делает технологический процесс дорогим и экономически невыгодным. Технологии получения энергии из осадков очистных сооружений достаточно затратны вследствие высокой дискретности и низкой теплотворной способности субстрата [3]. Хотя данные технологии позволяют получать конкретную экологическую прибыль.

Биогазовые технологии анаэробного сбраживания первичной и (или) вторичной биомассы в специальных реакторах имеют определенные преимущества. В нашей республике сложились оптимальные условия для их развития. Во-первых, животноводство республики характеризуется высокой степенью концентрации и специализации. Производство животноводческой продукции сконцентрировано на крупных предприятиях (фермах и комплексах) – в настоящее время в республике функционируют около 100 крупных (содержащих более 5000 голов) ферм по откорму крупного рогатого скота (КРС), 97 крупных (содержащих более 50000 голов) свиноводческих комплексов и 60 крупных и средних птицеводческих хозяйств. Около половины предприятий расположены в бассейне Балтийского моря. За период 2004–2012 г.г. количество крупных предприятий увеличилось на 8,2 %. За это же время поголовье свиней увеличилось на 21,3 % и достигло 3,9 млн. голов, а поголовье птиц увеличилось на 63, 2 % и достигло 40 млн. голов. Поголовье КРС снизилось на 11 %, и в 2012 г. составило 1,5 млн. голов.

Во-вторых, такое количество с.-х. животных производит ежегодно около 107 млн. тонн органических отходов (навоза и помета), которые, в зависимости от способа содержания животных и технологий удаления навоза из стойловых помещений, могут содержать воду – до 30-50 % по объему и более. Эти полужидкие органические отходы, в основном, складировать около производственных помещений в специально оборудованных накопителях (отстойниках). Небольшое количество органических отходов (около 10-15 %) вносят на близлежащие поля и с.-х. угодья в качестве удобрений. Остальные объемы загрязненных сточных вод периодически сбрасывают в природные поверхностные воды без предварительной очистки [2].

В-третьих, дополнительным продуктом анаэробного брожения вторичной биомассы является биогумус (перегной), который после определенной доработки может служить ценным органическим удобрением. Такое органическое удобрение при внесении его на поля и с.-х. угодья не будет загрязнять почву биогенными элементами, в первую очередь, азотом

и фосфором. Кроме того, при термофильном процессе анаэробного сбраживания в реакторах (температура процесса составляет 50-60 °С) происходит обеззараживание первичного субстрата от патогенных микроорганизмов и гельминтов.

В-четвертых, применение биогазовых технологий на животноводческих комплексах и птицефабриках предполагает существенное улучшение качества окружающей среды, в первую очередь вокруг самих предприятий, а также улучшение экологической обстановки в целом по республике, поскольку навозохранилища представляют серьезную угрозу окружающей среде. Навозные стоки периодически (один раз в месяц или в две недели) сбрасывают, чаще всего в близлежащие водоемы. Бывают случаи переливов содержимого навозохранилищ, особенно в период весеннего половодья. Это приводит к загрязнению почв, а также поверхностных и подземных вод нитратами, органическими веществами, ионами тяжелых металлов, различными патогенными микроорганизмами. Круглогодичное внесение навоза на близлежащие поля и с.-х. угодья также усиливает общее загрязнение окружающей среды, приводит к автрофикации водоемов и усыханию лесных экосистем. Известно, что сбросы органических отходов от с.-х. предприятий вносят существенный вклад в автрофикацию вод Балтийского моря [1].

В странах Евросоюза разработаны и функционируют технологии по получению биогаза из органических субстратов, в т.ч. из отходов животноводческих хозяйств (навоза и куриного помета). В Европе лидером по производству биогаза из органических отходов является Германия. В настоящее время в этой стране работает около 8800 биогазовых установок, на которых к 2020г. планируется получить 6 млрд. метров кубических метана [1]. Достаточно высокими темпами развиваются биогазовые технологии в Швеции, Дании, Норвегии, Китае и др. странах.

В настоящее время в Республике Беларусь функционируют 6 биогазовых установок, работающих на отходах с.-х. производства, общей электрической мощностью 3,2 МВт. В ближайшее время планируется ввести еще 5 установок общей мощностью 3 МВт. По нашему мнению, наиболее подходящим субстратом для развития биогазовых технологий в республике являются органические отходы крупных животноводческих ферм. Их использование обеспечит выполнение экономического, экологического и социального императивов в рамках устойчивого развития Республики Беларусь [4].

Литература

1. Производство биогаза в Республике Беларусь и Швеции: Обмен опытом – Отчет о выполнении международного проекта, Упсала, Швеция, 2012, 39с.
2. Промышленная экология: учеб. пособие / М.Г. Ясоев и др. - Мн.: Новое знание, 2013, - 292с.

3. Бельская Г.В. Перспективы развития биогазовых технологий в Республике Беларусь – Белорусско-германский семинар «Энергоэффективность и ресурсосбережение», 3-5 июня 2013, Мн.: БНТУ, с.1-3

4. Бельская Г.В. Высшее техническое образование для целей устойчивого развития. - Европейская конференция по устойчивому развитию – Мн.: МЭСИ, 2013, 2 с.

УДК 62-1/-9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ

Берлинтейгер Е.С.

Кузбасский государственный технический университет

Изучены процессы обезвоживания угольных шламов с помощью полиэлектролитов-флокулянтов. Данные процессы изучены на высокоэффективном современном оборудовании. Исключен возврат тонкодисперсных частиц отходов флотации в оборотный цикл фабрики. Повышена интенсивность процессов сгущения и обезвоживания в фильтр – прессовом отделении и улучшены результаты фильтрования флотоконцентрата на вакуум – фильтрах. В результате качественного подбора флокулянтов удалось замкнуть водно-шламовый цикл на центральной обогатительной фабрике «Березовская» и значительно снизить выбросы жидких отходов флотации и сточных вод в шламоотстойники и водоемы.

Процессам обезвоживания шламов, в последнее время на углеобогачительных предприятиях уделяется повышенное внимание. Именно на эти процессы уходит, как правило, значительная часть материальных затрат фабрики.

Это объясняется рядом причин:

- изменением экологических требований к работе горно-обогатительных предприятий;
- изменением технологий углеобогащения, в частности обогащения шламов.

Все эти процессы невозможны без применения высокомолекулярных полимеров (флокулянтов).

На ОАО «ЦОФ «Березовская» длительное время применялась водно-шламовая схема с осветлением вод отходов флотации в гидроотвале. Уровень заполнения гидроотвала последние годы превышал критическую отметку, поэтому было необходимо менять технологию обезвоживания шламов.

С августа 2005 г. ОАО «ЦОФ «Березовская» работает по измененной водно – шламовой схеме в замкнутом цикле. На фабрике установлено современное высокопроизводительное оборудование: ленточный фильтр – прессы «Андритц», радиальный сгуститель «Вэмко». Новая схема включает в себя: сгущение отходов флотации в радиальном сгустителе, до плотности 250 - 300 г/л и обезвоживание на ленточном фильтр-прессе, слив сгустителя поступает в оборот фабрики,

обезвоженные отходы легко транспортируются автомобильным транспортом и складываются в породный отвал.

Для эффективного функционирования новой водно – шламовой схемы фабрики, было необходимо подобрать и внедрить полимерные флокулянты. Внедрению предшествовали длительные лабораторные испытания, проводившиеся в ФГБОУ ВПО «КузГТУ», на кафедре «Обогащение полезных ископаемых».

Требовалось исключить возврат тонкодисперсных частиц отходов флотации в оборотный цикл фабрики, увеличить интенсивность процессов сгущения и обезвоживания в фильтр – прессовом отделении и улучшить результаты фильтрования флотоконцентрата на вакуум – фильтрах.

Нами учитывались не только технологические показатели работы флокулянтов, но и их стоимость, так как на сегодняшний день, экономическая составляющая любого технологического процесса для фабрики исключительно важна.

На обезвоживании флотоконцентрата основным критерием выбора флокулянта была скорость и количество отделения фильтрата при вводе флокулянта в пульпу, а при определении оптимального расхода и 1 – 2 лучших полимеров определялась влажность кека (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние флокулянтов Магнафлок 24 и Магнафлок 525 на интенсификацию фильтрования флотоконцентрата

№ опыта	Флокулянт, г/л	Вес мокрого осадка, г	Вес сухого осадка, г	Влажность, %
1	М-24	21,0	13,9	33,8
2	М-24	23,9	17,3	28,6
3	М-24	19,9	14,2	28,6
4	М-525	29,6	22,1	25,3
5	М-525	29,8	23,4	21,5
6	М-525	27,9	21,6	22,6
7	б/флокулянта	12,6	7,45	40,9
8	б/флокулянта	12,6	7,50	40,5

Наиболее эффективные результаты показали флокулянты Магнафлок, производства концерна «Сибиа», из них наиболее предпочтительными были Магнафлок 24 и Магнафлок 525. Оба продукта специально производятся для процессов обезвоживания флотоконцентрата. «Бисерная» форма, а продукты выпускаются в виде микрошариков, способствует практически 100 % растворению флокулянтов. Таким образом, исключается возможность попадания нерастворенных гелеобразных сгустков в дальнейший технологический процесс и влияния флокулянта на флотацию. Кроме того,

эти полимеры имеют небольшую молекулярную Массу 5 – 8 миллионов, в результате чего, получаются достаточно хорошие показатели по влажности кека, а также после срабатывания на вакуум – фильтрах флокулянты разрушают, не влияя на процесс флотации.

Оба флокулянта позволяют в лабораторных опытах получить практически чистый фильтрат, что также очень важно в условиях замкнутого цикла.

Для работы на ОАО «ЦОФ «Березовская» был выбран Магнафлок 525, который эффективно применяется для интенсификации обезвоживания флотоконцентрата. Расход флокулянта составил 15 – 20 г/т флотоконцентрата.

В настоящее время полимер используется на фабрике длительное время, позволяя получать высокие технико-экономические показатели процесса обезвоживания.

Для сгущения и обезвоживания отходов флотации от полимерных флокулянтов требуется:

- на сгущении: высокая скорость осаждения, чистый слив, достаточно высокая плотность осадка;

- на обезвоживании: хорошая водоотдача, чистый фильтрат, устойчивость образованных флокул к внешним воздействиям.

Не всегда один флокулянт может отвечать этим требованиям. Иногда приходится использовать на сгущении и обезвоживании различные полимеры. Речь идет об анионных продуктах. Но при наличии значительного количества тонкодисперсных глинистых частиц в процессах сгущения и обезвоживания необходимо применять и катионный продукт. На обогатительных фабриках Кузбасса наиболее распространен коагулянт на основе полиамина Магнафлок 1597.

Нами исследовались полимеры Магнафлок 5250, 345, 10, 1017, 155, 919, 1011, 6260, 356, 611, 338, 336, 340.

При моделировании процесса сгущения работа флокулянта оценивалась по чистоте осветленного слоя и скорости осаждения. Для определения чистоты осветленного слоя использовался специальный конус мутности, показывающий в условных единицах прозрачность. Для того чтобы иметь показатели в г/л, была построена тарифовочная кривая.

Наиболее эффективные результаты показали Магнафлок 345, 6260 и 919 в сочетании с коагулянтом Магнафлок 1597.

Данные приведены в таблицу 2.

Лабораторные исследования показали, что на процессах сгущения и обезвоживания отходов флотации наиболее эффективны анионный Магнафлок 919, 6260 и 345 в сочетании с катионным Магнафлок 1597.

Таблица 2 - Результаты сгущения шламов ЦОФ «Березовская»

№ опыта	Флокулянт	Расход, г/т	Скорость осаждения, см/с	Содержание твердого в сливе, г/л
1	Магнафлок 345	100	0,3	2,0
2	Магнафлок 345 + Магнафлок 1597	80 40	0,6	0,5
3	Магнафлок 919	80	0,6	1,0
4	Магнафлок 919 + Магнафлок 1597	80 40	0,8	0,2
5	Магнафлок 6260	80	0,5	1,3
6	Магнафлок 6260 + Магнафлок 1597	80 40	0,7	0,3

Литература

1. Шевченко Т.В., Ульрих Е.В. Влияние шитых катионных флокулянтов на процессы седиментации и уплотнения осадков гидрофильных суспензий. // Химическая промышленность. – 2004. – Т.81. - № 11. – С. 563 – 565.
2. Шевченко Т.В., Ульрих Е.В., Яковченко М.А. Применение сверхвысокомолекулярных флокулянтов в процессах обогащения угля. // Химическая промышленность сегодня. – 2004. - № 11. – С. 38 – 41

УДК 67.08

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО МЕТОДА МИКРОВОЛНОВОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

Голубев В.П., Благовещенская Т.С., *Карпович В.А.

Белорусский национальный технический университет

**Научно-исследовательское учреждение «Институт ядерных проблем» БГУ.*

В статье излагаются основные характеристики процесса пиролитического обезвреживания медицинских отходов с использованием СВЧ энергии; основные характеристики отходящих газов от процесса пиролиза жидкой фракции; приводятся результаты сравнения выбросов с норматива; основные требования и методы анализа образующейся при пиролитическом обезвреживании медицинских отходов золы с целью определения ее степени опасности и класса опасности.

В настоящее время широко используется обезвреживание фармацевтических отходов и цитостатических фармацевтических препаратов термическими методами, однако в процессе сжигания образуются диоксины. Кроме того, высокой токсичностью обладает зола из инсинераторов. Поэтому большое внимание уделяется разработке и внедрению альтерна-

тивных технологий обезвреживания, которые должны обеспечивать экологическую безопасность метода; эффективность обезвреживания отходов; экономические преимущества по сравнению с другими методами, включая этапы создания, монтажа и эксплуатации.

Предлагаемый инновационный метод обезвреживания медицинских отходов с использованием комплекса оборудования на основе современных микроволновых технологий высокотемпературного нагрева и стерилизации разрабатывался для обезвреживания фармацевтических отходов (подгруппа Б3) и цитостатических фармацевтических препаратов (подгруппа Б6). Экспериментальный комплекс оборудования включает в себя блок микроволнового нагрева и стерилизации (нагрев и стерилизация отходов при заданной температуре до 600 °С), блок высокотемпературного микроволнового нагрева (обезвреживание отходов при температуре не менее 1200 °С), блок измерительно-аналитический (автоматическое измерение и контроль параметров обезвреживания), блок управления режимами работы оборудования. Обезвреживание осуществляется в две стадии: на первой стадии осуществляется термический пиролиз медицинских отходов, содержащих цитостатические фармацевтические препараты, при температурах порядка 600 °С с образованием пиролитических газов, которые обезвреживаются на второй стадии при температуре не менее 1200 °С.

В настоящей работе представлены результаты разработки экологически безопасной технологии пиролитического обезвреживания медицинских отходов (1 стадия) – основной стадии в процессе обезвреживания отходов методом микроволнового пиролиза, при котором протекают химические реакции расщепления молекул опасных для окружающей среды и человека веществ. Отработка безопасной технологии обезвреживания отходов на этой стадии является основой обеспечения экологической безопасности комплекса оборудования в целом. Учитывая многообразие факторов экологической безопасности, работа выполнялась в несколько этапов. На первом этапе исследовали безопасность эксплуатации экспериментального образца комплекса оборудования для обслуживающего персонала. Результаты измерения интенсивности СВЧ-излучения в окружающей среде во время работы экспериментального образца комплекса оборудования представлены в табл. 1.

В соответствии с требованиями СанПИН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)» предельно допустимые уровни плотности потока электроэнергии при продолжительности воздействия в течение 8,0 часов составляют 25 мкВт/см². Учитывая, что процесс микроволнового пиролиза продолжается около 4 часов, подобные уровни СВЧ-излучения не представляют опасности для обслуживающего персонала.

Таблица 1. Интенсивность СВЧ-излучения в окружающей среде во время работы экспериментального образца комплекса оборудования

Стадия эксперимента	Место измерения интенсивности СВЧ-излучения в окружающей среде, мкВт/см ²			
	Верхняя крышка	Боковой периметр корпуса	Нижняя крышка	Стык нижней крышки с боковым периметром корпуса
До включения комплекса оборудования	0	0	0	0
В момент включения комплекса оборудования	9	12	16	24
0,5 часа после начала эксперимента	8	14	19	26
1 час после начала эксперимента	9	16	18	26
2 часа после начала эксперимента	8	15	19	25
3 часа после начала эксперимента	8	15	17	26
4 часа после начала эксперимента	9	16	17	27
После выключения комплекса оборудования	0	0	0	0

С целью повышения безопасности работ экспериментальный образец комплекса оборудования изначально разрабатывался с выносным пультом управления. Интенсивность электромагнитного излучения в месте установки пульта управления не превышала 1-8 мкВт/см², что меньше интенсивности электромагнитного излучения ряда моделей мобильных телефонов. В период работы экспериментального образца комплекса оборудования обслуживающий персонал находится только у пульта управления.

На следующем этапе проводили исследование качественного и количественного состава газообразных выбросов в атмосферный воздух. В экспериментальный образец комплекса оборудования загружали от 10 до 13 килограмм отходов. Обезвреживание проводили при температурах около 600 °С. Время обработки варьировалось от 2 до 5 часов. Анализ выбросов в атмосферный воздух и воздух рабочей зоны проводили по Методике выполнения измерений содержания оксида углерода, диоксида азота, диоксида серы с помощью электронных газоанализаторов типа «Testo»

(МВИ. МН 1936-3003). Результаты измерений выбросов газообразных продуктов в атмосферный воздух представлены в табл. 2.

Таблица 2. Анализ газообразных выбросов в атмосферный воздух при проведении микроволнового пиролиза отходов

Время измерения	Наименование определяемого вредного вещества	Концентрация максимальная, мг/м ³	Максимальный фактический выброс, г/с
0,5 часа после начала эксперимента	Азота диоксид	2,4	0,0017
	Сера диоксид	3,3	0,0023
	Углерода оксид	11,8	0,0082
1,5 часа после начала эксперимента	Азота диоксид	0	0
	Сера диоксид	6,7	0,0047
	Углерода оксид	22,0	0,016
2 часа после начала эксперимента	Азота диоксид	2,4	0,0017
	Сера диоксид	6,7	0,0048
	Углерода оксид	17,6	0,013

Анализ газообразных выбросов показывает, что количество выбрасываемых веществ не превышает нескольких миллиграмм в секунду, что в десятки раз меньше выбросов в атмосферу при использовании традиционных способов сжигания отходов. Полученные данные убедительно доказывают перспективность разработки технологии обезвреживания медицинских отходов с использованием микроволнового пиролиз, позволяющей обеспечить уровень экологической безопасности, не достижимый для метода обезвреживания путем сжигания.

Для подтверждения экологической безопасности использования экспериментального комплекса оборудования и микроволновой технологии обезвреживания медицинских отходов было проведено сравнение фактических концентраций загрязняющих веществ с нормативно допустимыми концентрациями. Результаты анализа представлены в табл. 3.

Как следует из результатов, представленных в табл. 3, при эксплуатации экспериментального образца комплекса оборудования для микроволнового обезвреживания медицинских отходов обеспечивается соблюдение норм выбросов загрязняющих веществ согласно приложению к Инструкции о правилах и методах обезвреживания отходов лекарственных средств, изделий медицинского назначения и медицинской техники.

Таблица 3 - Сравнение норм выбросов загрязняющих веществ при обезвреживании медицинских отходов с концентрациями, полученными в ходе инструментальных измерений

Наименование загрязняющего вещества	Нормативная концентрация, мг/м ³	Фактическая концентрация, мг/м ³
Азота диоксид	Не более 200	2,4
Сера диоксид	Не более 300	6,7
Углерода оксид	Не более 100	22,0

Снижение газообразных выбросов в процессе микроволнового пиролиза приводит к увеличению объема жидкой пиролизной фракции, анализ которой проводили на следующем этапе работ.

Обычно жидкую фракцию пиролиза используют в качестве печного топлива. С целью определения пригодности жидкой фракции микроволнового пиролиза медицинских отходов для использования в качестве печного топлива проводили соответствующий анализ. Результаты этого анализа представлены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты анализа жидкой фракции продуктов микроволнового пиролиза медицинских отходов

Наименование показателя	Единица измерения	Результат испытаний
Теплота сгорания	кДж/кг	40780
	ккал/кг	9740
Вода	%	отсутствует
Плотность	г/см ³	0,8390
Сера	%	0,02

Из представленных в таблице 4 результатов следует, что в результате микроволнового пиролиза медицинских отходов, проведенного на экспериментальном образце комплекса оборудования, получено ценное жидкое топливо, по своим свойствам соответствующее печному топливу. По теплоте сгорания данное топливо не уступает широко используемым видам мазута марок 40 и 100. Однако, полученное в результате микроволнового пиролиза, топливо имеет меньшую плотность (для мазута – 0,96 г/см³), что упрощает его хозяйственное использование.

Отсутствие воды в полученном топливе положительно скажется на увеличении срока службы котельного оборудования. Очень низкое содержание серы (в мазуте допускается 0,5 %) существенно повышает экологическую безопасность его использования.

Таким образом, разрабатываемые комплекс оборудования и микроволновая технология обезвреживания медицинских отходов позволяют значительно повысить экологическую безопасность за счет значительного снижения выбросов в атмосферный воздух.

На следующем этапе проводился анализ экологической токсичности образующейся при микроволновом пиролизе золы.

В качестве опытных образцов использовали золу, образующуюся в результате термического микроволнового пиролиза медицинских отходов при температуре около 600 °С. В качестве медицинских отходов использовали образцы отходов, полученные из онкологических больниц. Отходы включали стеклянные и пластмассовые флаконы, использованные системы переливания, шприцы, перевязочный материал и т. д.

Исследования проводили в соответствии со следующими техническими нормативными правовыми актами:

- Инструкция № 2.1.7.11-12-42-2004 «Определение токсичности отходов, содержащих органические вещества», утв. МЗ РБ 31.12.2004 г.

- Инструкция 2.1.7.11-12-3-2004 «Определение токсичности металлосодержащих отходов». Утверждена МЗ РБ 25.02.2004 г.

- Инструкция № 20-0102 «Инструкция по гигиенической оценке химических веществ, многокомпонентных смесей и полимерных материалов на *Tetrahymena pyriformis*». Утверждена МЗ РБ 11.07.2002 г.

Результаты исследования экологической токсичности на инфузориях *Tetrahymena pyriformis*W представлены в табл. 5.

На основании полученных результатов, представленных в табл. 5, можно сделать вывод, что в стационарной культуре инфузорий по результатам изучения в остром эксперименте (по величине ЛД₅₀) и подостром эксперименте (по величине Ккум_{ac}) изученные пробы пиролизной золы относятся к 4 классу токсичности (малотоксичное вещество); а по результатам изучения в хроническом эксперименте (развитие одного поколения популяции тест-объекта) максимальная недействующая доза (МНД) пиролизной золы для тест-объекта составила 10⁻¹ мг/мл. Следовательно, учитывая принцип комплексной оценки отходов на тест-объекте *Tetrahymena pyriformis*W изученные образцы пиролитической золы относятся к 3 классу токсичности (умеренно токсичное вещество).

Для изучения фитотоксичности образцов пиролитической золы в качестве тест-объектов использовали семена и проростки огурцов сорта Янус, редиса сорта Сакса, овса. Количество проросших семян в каждой чашке Петри (тест на прорастание семян), среднее количество проросших семян на 1 чашку в опыте определяли на 3-и и 7-е сутки эксперимента. Фитотоксическое действие отмечается, если семена не прорастают или их всхожесть составляет менее 80 % от контроля.

Таблица 5. Исследование экологической токсичности на тест-объекте *Tetrahymena pyriformis*W пиролизной золы, полученной при обезвреживании медицинских отходов

Показатель токсичности	Величина токсичности	Класс токсичности
Острый эксперимент		
ЛД ₁₆ , мг/мл	40,9	-
ЛД ₅₀ , мг/мл	64,9±0,08	4 класс
ЛД ₈₄ , мг/мл	89,0	-
Подострый эксперимент		
ЛД ₁₆ , мг/мл	15,0	-
ЛД ₅₀ , мг/мл	39,3±0,08	-
ЛД ₈₄ , мг/мл	63,6	-
Ккум ас	0,61	4 класс
Хронический эксперимент		
ЕД50, мг/мл, лог. фаза	18,9±0,14	-
ЕД50, мг/мл, стац. фаза	17,4±1,00	-
Ккумchronica	0,92	4 класс
МНД, мг/мл	10 ⁻¹	3 класс
ЛД50/МНД	6,49x10 ²	4 класс

При изучении мутагенной активности в микроядерном тесте за время проведения эксперимента гибели животных в опытных сериях не отмечено; уровень клеток с микроядрами в опытной серии не превышал контрольные значения.

На основании полученных результатов, изученные образцы пиролизной золы, полученной при обезвреживании медицинских отходов, по результатам цитогенетического теста на объекте *L. Stagnalis* не вызвал игенотоксического эффекта в клетках в мантийной жидкости моллюсков и гибели клеток гемолимфы. Следовательно, опытные образцы не оказывали генотоксического эффекта на клетки мантийной жидкости моллюсков, образцы не токсичны для гидробионтов.

Таким образом, пиролитическая зола, полученная при микроволновом пиролитическом обезвреживании медицинских отходов, учитывая принцип интегральной оценки, относится к 3 классу опасности, что позволяет проводить ее захоронение на полигоне промышленных отходов.

Учитывая, что по показателям острой и подострой токсичности на тест-объекте *Tetrahyme napyriformis*W и по результатам цитогенетического теста на объекте *L. Stagnalis* изученные образцы отходов относятся к 4 классу опасности, можно сделать предположение, что при совершенствовании технологии микроволнового обезвреживания медицинских отходов, имеется возможность снизить токсичность отходов до 4 класса опасности.

Литература:

1. СанПИН 2.2.4/2.1.8.9-36-2002 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)».
2. "Охрана природы. Атмосфера. Газоанализаторы автоматические для контроля загрязнения атмосферы. Общие технические требования" ГОСТ 17.2.6.02-86 18.12.1985 г., изменение 01.04.1987 ИУС №8-1986.
3. Какарека С. В. Источники и уровни выбросов твердых взвешенных частиц на территории Беларуси // Природные ресурсы. 2007. № 2. С. 20–32.
4. СТБ ИСО 12141-2005 Наименование Стационарные источники выбросов. Определение массовой концентрации взвешенных частиц (пыли) при низких концентрациях. Гравиметрический метод
5. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 42 от 23 июня 2009 г. «Об утверждении Инструкции о порядке инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух»
6. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 60 от 14.05.2007 «Об утверждении правил эксплуатации газоочистных установок».
7. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь №81 от 22.11.2002 «Об утверждении Инструкции о правилах и методах обезвреживания отходов лекарственных средств, изделий медицинского назначения и медицинской техники».
8. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Министерства здравоохранения Республики Беларусь и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь №51/125/67 от 20 декабря 2011 г. «Об утверждении Инструкции о порядке установления степени опасности отходов производства и класса опасности опасных отходов производства».
9. СанПиН 2.1.7.14-20-2005 «Правила обращения с медицинскими отходами». Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 20 октября 2005 г. № 147 с изменениями 2008 г.

УДК 621.313

**ПРИРОДООХРАННЫЙ АСПЕКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭНЕРГИИ**

Зеленухо Е.В., Басалай И.А., Зенович-Лешкевич-Ольпинская А.Ю.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

В работе проведен анализ эффективности использования детандер-генераторных установок для улучшения экологических показателей при производстве энергии.

Цель работы – оценка эффективности использования детандер-генераторных установок для улучшения экологических показателей при производстве энергии. Для достижения поставленной цели проведен анализ технологического процесса производства энергии на Гомельской ТЭЦ-2.

Она введена в эксплуатацию в 1977 г., расположена на северо-западной окраине г. Гомеля за пределами городской черты. Станция входит в состав РУП «Гомельэнерго» и предназначена для обеспечения тепловой и электрической энергией промышленных и коммунально-бытовых потребителей города. На станции установлены: три теплофикационных энергоблока с турбинами Т-180/210-130, котлоагрегатами Еп-670-140ГМН, турбогенераторами ТГВ-200-2МУЗ; три водогрейных котла КВГМ-180-150. Теплоснабжение потребителей г. Гомеля производится по трем тепломагистралям.

С экологической точки зрения Гомельская ТЭЦ-2, как и любой энергетический объект, является источником воздействия на окружающую среду. Так, в 2012 г. Гомельской ТЭЦ-2 было выброшено 1964,027 тонн загрязняющих веществ от сжигания топлива, в частности, оксида углерода – 387,488 т, диоксида азота – 602,390 т, оксида азота – 97,890 т, диоксида серы – 867,660 т, твердых частиц – 7,591 т.

Наибольший удельный вес в структуре затрат на производство и отпуск энергии ТЭЦ-2 имеют расходы на топливо – 77,1 %. Динамика выработки электроэнергии и отпуска тепла за период с 2007 по 2012 представлена на рис. 1. Изменение выработки электроэнергии и отпуска тепла определяется режимом работы станции в отопительный период (в зависимости от температуры наружного воздуха) и межотопительный период – при работе одним или двумя энергоблоками. Улучшение удельных расходов топлива на отпуск электрической и тепловой энергии достигнуто также за счет мероприятий по энергосбережению.

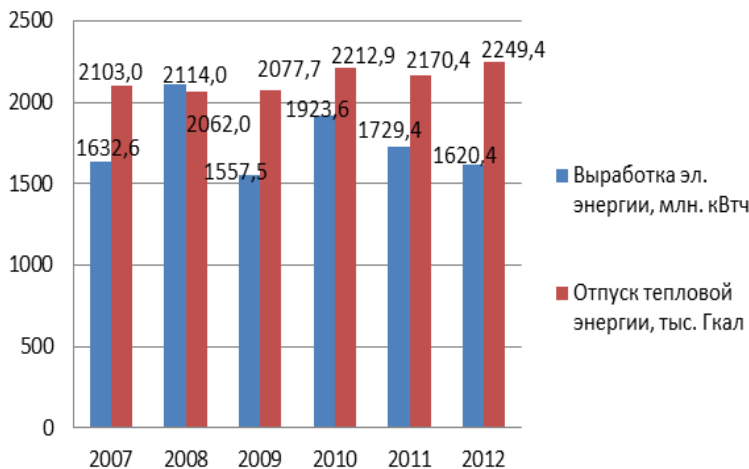


Рис. 1. Динамика выработки электроэнергии и отпуска тепла

К наиболее значимым мероприятиям, позволяющим снизить потребление топлива и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух относится внедрение детандер-генераторной установки.

Основными частями ДГУ (установки) являются детандер и электрический генератор. Детандер представляет собой тепловую машину, рабочим телом в которой является транспортируемый природный газ (рис.2). Энергия природного газа при его расширении в детандере преобразуется в механическую энергию, которая затем в соединенном с детандером генераторе преобразуется в электрическую энергию. Отсутствие процесса сжигания газа обеспечивает полную экологическую чистоту технологического процесса. После расширения в турбодетандере газ через отключающую задвижку направляется к котлоагрегатам ТЭЦ.

Стабильную работу ДГУ в составе Гомельской ТЭЦ-2 обуславливает несколько первоочередных факторов, которые были учтены еще на этапе ее разработки: - значительные сезонные и суточные колебания расхода газа через ГРП ТЭЦ (от 30000 до 150000 $\text{м}^3/\text{ч}$); - повышенные требования к надежности работы детандер-генераторной установки, через которую должно проходить 80 % от всего расхода газа, поступающего на ТЭЦ.



Рис. 2. Помещение детандерного отделения на Гомельской ТЭЦ

Таким образом, УТДУ-4000 на Гомельской ТЭЦ является головным образцом в Беларуси, прошедшим опытно-промышленную эксплуатацию. За период с 2008 года его наработка составила 15700 ч, выработано экологически чистой электрической энергии более 27 млн. кВт.ч, сэкономлено топлива – 9690 т.у.т. В соответствии с актом технической эффективности установки УТДУ-4000-1,2-2,6-УХЛ-4У на Гомельской ТЭЦ-2 при расходе газа 102,3 тыс. нм³/ч получена электрическая мощность 4,56 МВт, что приближается к уровню европейских образцов. При этих условиях удельный расход топлива на отпуск электроэнергии составил 130 г у. т./кВт.ч.

Дальнейшими путями повышения эффективности ДГУ Гомельской ТЭЦ-2 являются: внедрение автоматического регулирования направляющих аппаратов в зависимости от расхода газа на ДГУ для увеличения используемой электрической мощности; реконструкция ГРП с заменой регуляторов давления для снижения минимального расхода газа через ГРП, что позволит увеличить долю газа, пропускаемого через ДГУ.

Основные технические характеристики УТДУ-4000 приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные характеристики УТДУ-4000-1,2-2,6-УХЛ-4

Наименование параметра, единица измерения	Технические условия	Данные испытаний
Давление газа на входе в УТДУ, МПа (абс.)	1,2	1,06
Давление газа на выходе в УТДУ, МПа (абс.)	0,09	0,072
Расход газа через УТДУ, нм ³ /ч	110 000	102 300
Температура газа на входе в агрегат, °С	90-120	115
Температура газа на выходе из агрегат, °С	5	5
Мощность УТДУ на клеммах генератора, кВт	4000	4560

Опыт эксплуатации УТДУ-4000 в составе Гомельской ТЭЦ-2 показывает, что использование установки дает возможность ввести в хозяйственный оборот вторичные энергоресурсы и получить до 1 % дополнительной мощности (а именно 4, 56 МВт для Гомельской ТЭЦ-2), снизить расход топлива, а также улучшить экологические показатели.

При работе ДГУ за 2012 год сэкономлено 2986 т.у.т. и одновременно уменьшено количество выбросов загрязняющих веществ на 5178 тонн, в том числе СО₂ – 5171,8 тонн; СО, NO₂, NO, бенз(а)пирена – 6,6 тонн.

Кроме того, детандер-генераторы относятся к оборудованию, созданному по «бестопливным» технологиям, поддерживаемым Киотским протоколом к конвенции ООН по изменению климата. Поэтому реализация этих проектов может проводиться с использованием механизма привлечения средств за счёт продажи квот на эмиссию парниковых газов.

Эти факторы могут служить основанием для дальнейшего развития и совершенствования технологических схем ДГУ и внедрения их на электростанциях Республики Беларусь.

УДК 504.064.37

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ЦЕЛЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Пашкевич М.А., Данилов А.С., Смирнов Ю.Д.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

В статье рассмотрены новые высокоэффективные методы дистанционно-контактного мониторинга компонентов природной среды на базе беспилотных летательных аппаратов, оснащённых навесным оборудованием. Разработаны системы мониторинга для площадных, точечных и линейных источников загрязнения природной среды, позволяющие оперативно и с высокой точностью определять уровни загрязнения атмосферы на различных высотах, строить 3-хмерные модели загрязнения атмосферного воздуха, выделять техногенные ореолы загрязнения в различных средах.

Согласно указу президента №889 от 07.07.2011, технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды отнесены к критическим технологиям Российской Федерации.

Горнодобывающие и горноперерабатывающие предприятия являются одними из основных источников загрязнения окружающей среды. Но несмотря на высокую их экологическую опасность, существующие системы экологического мониторинга не позволяют оперативно и с высокой достоверностью контролировать состояние компонентов окружающей природной среды, что приводит к повышению затрат на ликвидацию экологически неблагоприятных последствий техногенного воздействия объектов минерально-сырьевого комплекса.

В этой связи целью работы является разработка научно-методических основ оценки и прогнозирования состояния качества окружающей среды горнопромышленных промагломераций, эмиссии и выпадения загрязняющих веществ на основе геоинформационного картографирования окружающей среды с учетом полученных данных оперативного дистанционного мониторинга окружающей среды.

В области экологического мониторинга с использованием БЛА решается следующий спектр проблем:

- Оценка состояния воздуха в приземном слое атмосферы (на территории городов и промагglomerаций, производственный мониторинг промышленных объектов, фоновый мониторинг);
- Оценка загрязнения водных объектов нефтепродуктами и взвешенными веществами;
- Оценка состояния растительного покрова (в зонах техногенеза и на фоновых участках);
- Оценка радиационного загрязнения окружающей среды (также и в чрезвычайных ситуациях – при авариях на атомных электростанциях);
- Обнаружение и наблюдение при спасательных операциях;
- Ведение разведки лесопожарной обстановки;
- Наблюдение при проведении культурно-массовых мероприятий, мониторинг транспортных потоков и дорожной ситуации.

В настоящее время мониторинг состояния природной среды в зоне воздействия производственных объектов минерально-сырьевого комплекса проводится контактными и бесконтактными методами. К контактным методам относится мониторинг, который проводится на стационарных постах наблюдения и маршрутными исследованиями. Дистанционные методы представлены аэро- и космомониторингом, лидарным зондированием и др.

Дистанционные методы широко применяются для контроля состояния окружающей среды. Тем не менее, рассмотренные методы не позволяют проводить трехмерной оценки состояния атмосферного воздуха и оперативно проводить контроль миграции загрязняющих компонентов в зонах техногенеза.

Для производства малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (БЛА), используемых для контроля состояния окружающей среды, применяют коррозионностойкие, легкие и прочные материалы в сочетании с покрытиями, обеспечивающими надежную и длительную эксплуатацию изделия. Двигательная установка, бортовая электронная система, система взлета-посадки, система ориентации и навигации являются продуктом передовых инженерно-технических производств.

Технические средства и комплект сменной исследовательской аппаратуры, размещаемые на беспилотных летательных аппаратах, определяют полезную нагрузку, которая напрямую связана с техническими характеристиками используемых беспилотных летательных аппаратов.

Беспилотные летательные аппараты по принципу создания подъемной силы подразделяются на:

- самолеты (с жестким и мягким крылом);
- самолеты вертикального взлета;

- автожиры;
- вертолеты;
- аэростатические управляемые аппараты и др.

Для решения задач экологического мониторинга на основе приведенной классификации беспилотных летательных аппаратов наиболее перспективными оказываются аппараты вертолетного типа, однако конструктивная сложность таких аппаратов, сложность систем управления при высокой сложности пилотирования определяют необходимость совместного использования беспилотных летательных аппаратов вертолетного и самолетного типов.

Разработанные беспилотные летательные аппараты «Горный» предназначены для использования в качестве носителя для выполнения аэрофото- и видеосъемки местности, как панорамной так и плановой, для проведения мониторинга теплового загрязнения среды, определения концентрации загрязняющих веществ (таких как диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, сероводород, метан) в атмосферном воздухе, определения уровня радиационного загрязнения окружающей природной среды, мониторинга пыления. Конструктивное исполнение позволяет проводить вышеперечисленные мониторинговые мероприятия одновременно. Герметическое исполнение модуля бортовой электронной аппаратуры продлевает срок службы дорогостоящего оборудования при регулярной эксплуатации в неблагоприятных условиях. Оперативность проведения мероприятий экологического мониторинга обеспечивается наличием системы двуканальной радиосвязи в режиме реального времени между беспилотными летательными аппаратами и наземной станцией управления, на которой проводится ввод, контроль и, при необходимости, редактирование маршрута полета, а также обработка полученных результатов.

Высокая устойчивость и хорошая управляемость обеспечивают эксплуатацию мониторингового комплекса в широком диапазоне параметров окружающей среды, на ограниченных площадках. Неблагоприятные метеоусловия не являются помехой использованию комплекса экологического мониторинга благодаря высокой устойчивости беспилотного летательного аппарата. При разработке беспилотных летательных аппаратов использовалась модульная архитектура, что позволяет при необходимости оперативно менять состав аппаратуры полезной нагрузки и перевозить мониторинговый комплекс в разобранном виде.

Основными преимуществами рассматриваемого мониторинга является возможность ведения наблюдения в труднодоступных местах (территории застройки, хранилищ отходов, горных выработок), и получением трехмерной интерпретации загрязнения атмосферного воздуха.

Методика проведения мониторинга с использованием БЛА разрабатывается в зависимости от объекта исследований, его площади, протяженности, уровня и номенклатуры загрязняющих компонентов окружающей среды.

Мониторинг атмосферного воздуха осуществляется в зависимости от типа источника выброса двумя способами. На рис. 1 представлена траектория полета БЛА по спирали Архимеда, на рис. 2 представлены полученные данные для построения 3-d модели в специализированном программном обеспечении.

Данную методику рационально применять при проведении мониторинга состояния атмосферного воздуха в районах расположения точечных и площадных источников загрязнения атмосферы.

Программа мониторинга включает контроль концентрации загрязняющих веществ в верхних слоях атмосферы и суммарного вклада источника загрязнения в нижних слоях атмосферы, траектория облета определяется площадью источника загрязнения, а также техническими возможностями беспилотных летательных аппаратов, определяющими максимальную длину возможного полета беспилотного летательного аппарата.

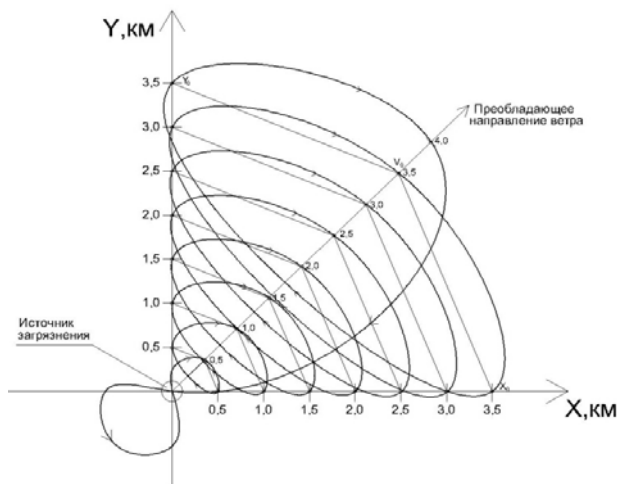


Рис. 1. Траектория облета БЛА

Новизна проводимых исследований заключается в проведении объемного мониторинга воздушной среды с высокой точностью прямыми методами измерения в отличие от всех существующих способов контроля атмосферного воздуха.

Для проведения мониторинга протяженных объектов (линий электропередач, газо- и нефтепроводов, логических водных объектов) предла-

гается применять облет беспилотным летательным аппаратом самолетного типа вдоль объекта мониторинга.

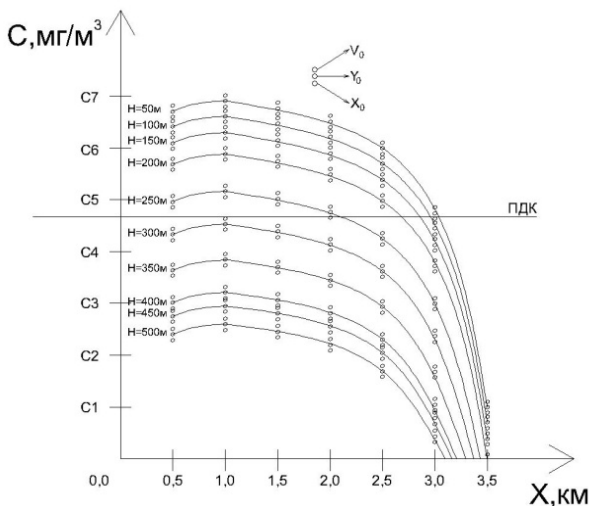


Рис. 2. Программирование и передача данных облета.

В зависимости от решаемых задач, беспилотные летательные аппараты могут быть оснащены следующей сменной бортовой аппаратурой: цифровой фотоаппарат, цифровая видеокамера, тепловизионная камера, радиометр-дозиметр гамма-излучения, детектор метана, газоанализатор, обеспечивающий одновременное количественное определение концентрации следующих газов: кислорода, оксида углерода, диоксида углерода, оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, сероводорода, а также измерение температуры и давления/разрежения в зоне отбора пробы; пылемер.

Программное обеспечение наземной станции управления позволяет использовать в качестве карты любую топографическую основу. Привязка может быть осуществлена по двум точкам. Также возможно использование в качестве топоосновы электронных карт. ПО обеспечивает введение, автоматический контроль и редактирование маршрута облета. Для каждой точки маршрута может быть задана высота. Существует возможность задачи точки посадки (на площадку 5x5 м), а также алгоритм поведения беспилотного летательного аппарата в нештатных ситуациях. На наземной станции управления также программируется частота отбора пробы на протяжении маршрута полета, коэффициент перекрытия кадров (при проведении аэрофото-съемки местности).

Основой операторского интерфейса служит цифровая карта и накладываемые на нее интерактивные панели управления.

Экологический мониторинг окружающей природной среды при использовании беспилотных летательных аппаратов предпочтителен в дневное время суток при скоростях ветра до 12 м/с.

При проведении мониторинговых исследований в качестве объективных показателей контроля принимаются концентрации загрязняющих веществ, у которых по результатам расчета рассеивания загрязняющих веществ максимальные приземные концентрации на границе санитарно-защитной зоны составляли более 0,1 доли ПДК.

При получении результатов концентраций загрязняющих веществ ниже 0,1 доли ПДК при численном моделировании данные параметры не учитываются.

- Численное моделирование экспериментальных данных.

Численное моделирование проводится с применением данных дистанционного мониторинга, полученных с помощью малогабаритных беспилотных летательных аппаратов, оснащенных навесным аналитическим оборудованием и анализа рассеивания загрязняющих веществ с применением сертифицированной Госстандартом России и Министерством Природных Ресурсов России программ «Эколог» и «НДС-Эколог», геоинформационных лицензионных программ ArcGIS, MapInfo и Surfer.

- Оценка и прогноз экологической ситуации района обследования.

Результаты численного моделирования распространения загрязняющих веществ в атмосфере и поверхностных водах экспериментальных исследований подвергаются к сравнению результатами архивных данных и делается вывод о изменении экологической ситуации в горнопромышленной промагломерации и происходит зонирование территории.

Благодаря установке быстродействующих датчиков экологического контроля состояния атмосферы, системы GPS, проведение мониторинга с использованием БЛА расширяет функциональные возможности системы наблюдения за изменением состояния атмосферы региона в любой точке горнопромышленной промагломерации в большом интервале высот от источника загрязнения.

В результате проведенных исследований разработана инновационная система мониторинга атмосферного воздуха, основанная на использовании современных систем измерения, установленных на беспилотные летающие аппараты, позволяют решать актуальные задачи по быстроразворачиваемым системам экологического мониторинга за состоянием окружающей среды. Произведён выбор эффективных способов проведения мониторинговых исследований на территориях горнопромышленных агломераций, разработан аппаратный комплекс мониторинга воздушного

пространства, технология обработки радиолокационных сигналов и данных. Получены выводы об универсальности работы комплекса в широком диапазоне параметров окружающей среды горнопромышленной агломерации.

Использование разработанного комплекса открывает уникальные возможности для организаций, занимающихся проведением экологического мониторинга, поскольку, беспилотные летательные аппараты могут обеспечить объемный мониторинг воздушной среды с высокой точностью прямыми методами измерения в отличие от всех существующих способов контроля атмосферного воздуха.

Литература

1. Данилов А. С. Система экологического мониторинга окружающей среды с использованием малогабаритных беспилотных летательных аппаратов. М.: «Экология и промышленность России», №9, 2013.
2. Данилов А. С. Использование мБЛА в системе экологического мониторинга загрязнения атмосферы. «Проблемы современного землепользования и пути их решения». Сб. матер. Всеросс. науч.-практич. конф. – М.: ФГБОУ ВПО ПГСХА, 2012.
3. Данилов А. С. Программа «Инкубатор». Сотрудничество науки и промышленности (на примере изучения уникальных инновационных способов мониторинга атмосферы) XI Всероссийская НПК «Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона»: материалы конференции / Смирнов Ю.Д. Пашкевич М.А. // СПб: изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2012.

УДК 621

НЕПРЕРЫВНАЯ ОЧИСТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ: ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Дун А.А., Никитин С.И., Еркин А.П., *Голубев В.П.

ЗАО «Медицинская диагностика», г. Минск,

**Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Для непрерывной очистки и регенерации различных горячих и холодных моющих растворов и смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) разработаны новые универсальные модульные установки. Установки позволяют в десять раз продлить срок службы технологических жидкостей, что уменьшает потребность в моющих растворах и СОЖ, и во столько же раз сокращает объемы образования отходов моющих растворов и СОЖ, требующих обезвреживания и утилизации.

Разработаны принципиально новые универсальные модульные установки типа «Флотатор-У» и «Эко-Сож», предназначенные для непрерывной очистки технологических жидкостей (моющие растворы и СОЖ) от свободных и эмульгированных маслонефтепродуктов, неорганических включений (песок, абразивные отходы, металлическая стружка и т.п.). Установки осуществляют непрерывный возврат очищенных моющих растворов и СОЖ в замкнутый производственный цикл, а извлекаемые из мою-

щих растворов маслонефтепродукты переводят в товарную продукцию для внутреннего потребления или реализации их сторонним организациям.

Базовые модули установок «Флотатор-У» и «Эко-СОЖ» различной производительности, просты в эксплуатации, практически не нуждаются в специальном обслуживании. Не требуют электроэнергии, если очищаемый (регенерируемый) моющий раствор подается в установки самотеком, не требуют химических реагентов, или расходных материалов и фильтров, не имеют вращающихся частей. Установки компактны, имеют небольшие габаритные размеры, легко встраиваются в различные технологические машины и линии мойки, очистные сооружения, могут работать как с холодными, так с нагретыми (до + 90 °С) жидкостями. Они имеют возможность комплектоваться различными устройствами, осуществляющими дополнительные технологические процессы (например, стерилизации или дезодорированию технологических жидкостей).

В соответствии с потребностями заказчика выпускаются установки различной производительности: от 0,5 м³/час до 25 м³/час.

Общий вид установки для непрерывной очистки горячих моющих растворов на моечной машине производительностью до 2 м³/час, приведен на рис. 1.

После очистки моющий раствор возвращается в технологический цикл. Извлеченные маслонефтепродукты используются в качестве топлива или реализуются сторонним предприятиям. Неорганические примеси не представляют экологической опасности и направляются на захоронение.

Такая же установка «Флотатор-У», установленная в системе очистки сточных вод, показана на рис. 2. Из поступающих на очистные сооружения моющих растворов, здесь так же непрерывно извлекаются маслонефтепродукты, различные органические и не органические загрязнители. Степень очистки моющих растворов от свободных маслонефтепродуктов и неорганических загрязнителей, составляет не менее 98 %.

Внедрение модульных установок «Флотатор-У» позволяет увеличить срок службы моющих растворов и СОЖ не менее. Чем в 10 раз, уменьшить образование отходов моющего раствора и СОЖ, уменьшить потребность в необходимых химических реагентах. Снижается трудоемкость очистки ванн моющих машин и станков от оседающих на дне и стенках нефтепродуктов. Уменьшает энергопотребление моющих машин и станков, повышает производительность и эффективность работы моющих машин и технологических линий, переводит извлекаемые из моющих растворов и станков нефтепродукты в товарную продукцию.

Результаты анализа эффективности очистки горячего моющего раствора (состав: МС-37 – 7,5 г/л, NaNO₂ – 3,2 г/л) при однократном пропуске его через установку «Флотатор-У» представлены на рис. 3.



Рис. 1. Установка «Флотатор-У» производительностью до $2 \text{ м}^3/\text{час}$ на моечной машине



Рис. 2. Установка «Флотатор-У» подключенная к системе очистного сооружения.



Рис. 3. Эффективность очистки горячего моющего раствора при однократном пропускании его через установку «Флотатор-У».

Важно отметить, что химический состав моющего раствора при пропускании его через установку «Флотатор-У» не изменяется.

Основную часть (от 50 до 90) % извлекаемых установкой «Флотатор-У» масел и нефтепродуктов, можно возвратить в технологический процесс предприятия или реализовать их другим предприятиям (нефтеперерабатывающим предприятиям, предприятиям занимающихся производством асфальта и др.).

При сжигании извлекаемых масел и нефтепродуктов в качестве топлива (для целей обогрева помещений или получения горячей воды), могут быть использованы различные отечественные и импортные теплогенерирующие установки. Для повышения эффективности горения вторичных масел и нефтепродуктов могут быть использованы озонаторные установки [1].

Литература

1. Павлов В.А., Никитин С.И. Получение озона в электротехнологических установках и его применение // Труды академии электротехнических наук Чувашской Республики. Чебоксары, 1999. Выпуск № 3., стр.46-52.

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

¹Зубков А.А., ¹Шуленина З.М., ²Воробьев А.Е.

¹ООО «Экомет Плюс», ²РУДН, Москва

Разработан концептуальный подход к снижению загрязненности окружающей среды на основе новых технологических приемов на базе изменения свойств минерального сырья. После перевода окисленной поверхности минералов в металлическое состояние, а соединений металлов в водной среде в металл проводится их флотация.

Многолетняя деятельность сконцентрированных в горнопромышленных регионах страны крупных горнодобывающих и перерабатывающих предприятий цветной и черной отраслей промышленности (например, на юге Оренбургской области – Орско-Халиловский МК, Медногорский МСК, ЗАО «Ормедь», ОАО «Южуралникель», расположенных в радиусе 40-80 км от Гайского ГОКа) создала зону экологического кризиса за счет складирования, накопления и хранения на поверхности земли многомиллионных горнопромышленных отходов, пылевыбросов, стоков промышленных вод и пр. Основной причиной такой ситуации является отсутствие высокоэффективных технологий переработки труднообогатимого минерального сырья, что приводит к большим потерям металлов с отходами.

Большой вклад в загрязнение окружающей среды вносят и различные металлоносные воды предприятий – металлургических, химических, кинокопировальных, металлообрабатывающих и других производств.

Существенную экологическую проблему создают также шлаки от сжигания твердых бытовых отходов (ТБО), которые из-за отсутствия технологии их переработки складировются, занимают значительные площади.

Хранение таких продуктов является очень опасным для окружающей среды и необходимо решать эту проблему, так как под воздействием атмосферных осадков происходят окислительные процессы с вымыванием растворимых таксичных соединений [1].

Теоретические и практические исследования определили пути решения утилизации основного трудно перерабатываемого минерального сырья и минерализованных вод (рис. 1).

Снижение экологической нагрузки на окружающую среду базировалось на идее уменьшения потерь металлов при переработке минерального сырья флотацией методом придания поверхности труднообогатимых минералов новых свойств и перевода растворенных металлов в металлическое состояние [2, 3].

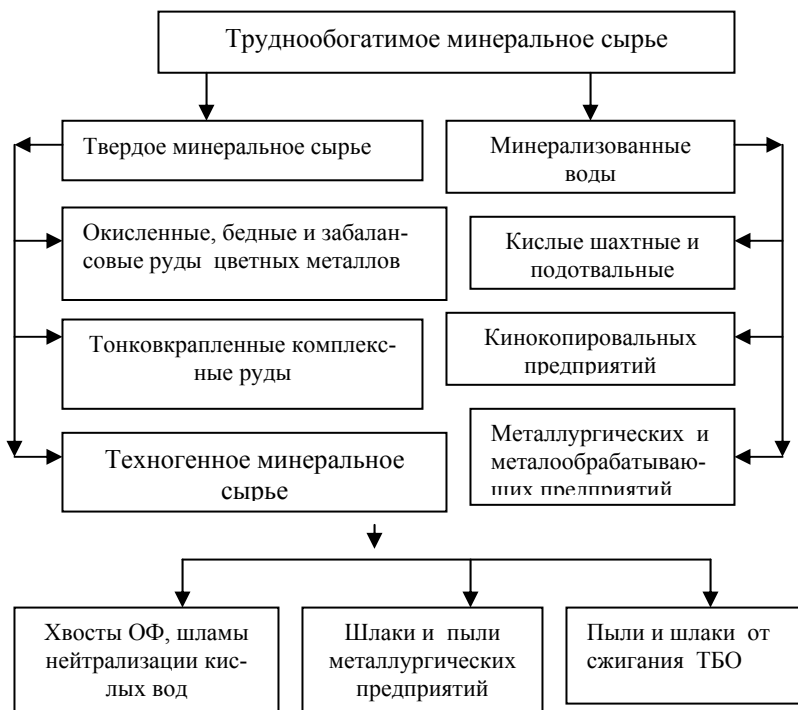


Рис. 1. Основные виды труднообогатимого природного и техногенного минерального сырья – источники загрязнения окружающей среды

Для этого использовали выявленные закономерности перевода поверхности труднообогатимых окисленных минералов меди, висмута и серебра в металлизированное состояние непосредственно в пульпе и растворенных серебра, меди и др. металлов в легкофлотируемые формы (металлические, или гидрофобные осадки) при применении восстановителей и высококремнистых природных сорбентов-цеолитов.

Положительные результаты были получены после проведения следующих теоретических разработок и экспериментальных исследований: - разработаны теоретические основы процессов восстановления окислов меди и висмута до металлического состояния непосредственно в пульпе, а также тиокомплексов серебра и ионов меди с определением закономерностей восстановления и оптимальных параметров процессов [2];

- определены флотационные свойства восстановленных до металла окисленных минералов меди и висмута, ионов меди и серебра и образованных осадков растворенных металлов [3];
- изучены сорбционные свойства высококремнистых природных сорбентов-цеолитов европейской части России по отношению к растворенным металлам и методов модифицирования для повышения их сорбционной емкости [4].

Выполненные работы позволили обосновать новый концептуальный подход при переработке труднообогатимых руд, использовать принципиально новые технологические приемы, решающих сырьевые и экологические проблемы (рис.2).

Теоретические и экспериментальные разработки были реализованы:

- в условиях Рязанской кинокопировальной фабрики проведены испытания по очистке сточных вод с использованием параформальдегида и отработанных проявителей, показавшие возможность получения концентрата металлического серебра, ферроцианистых сорбентов, тиосульфата бария и очищенной воды, что дает возможность рекомендовать ее для внедрения на всех аналогичных предприятиях России [5];

- в производственных условиях (Алмалыкская опытная фабрика) проведены испытания технологии обогащения окисленных медных руд с использованием металлизации окисленных минералов;

- при испытаниях обогащения окисленных висмутсодержащих руд с предварительной металлизацией показали снижение потерь металлов по сравнению с технологией, принятой ранее на обогатительной фабрике на 10-12 %.

- на основании проведенных исследований по совершенствованию частично селективной технологии обогащения руд месторождения Большой Канмансур была передана записка-рекомендация во ВНИПИ-горцветмет Минцветмета СССР, по заключению которого технология оказалась конкурентно способной и включена в проект постоянных кондиций по месторождению Большой Канмансур. Проект был представлен в ГКЗ СССР и использован при подсчете запасов;

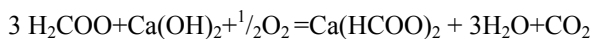
- на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований по снижению загрязнения окружающей среды и повышению извлечения ценных компонентов из руд и техногенных комплексов разработаны 2 методические рекомендации [6, 7].

Экспериментально установлено, что результаты восстановления меди до металла параформальдегидом при применении гидроокиси натрия и гидроокиси кальция аналогичны и в дальнейшем в качестве создания щелочной среды использовали последнюю, более дешевую.



Рис. 2. Принципиальная схема методов и технологических приемов снижения экологической нагрузки на окружающую среду

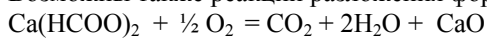
В известковой среде муравьиная кислота, образующаяся в процессе окисления формальдегида, переходит в формиат кальция, окись углерода и воду по реакции:



$$\Delta G_{\text{реак.}} = -41,5 \text{ ккал/моль}$$

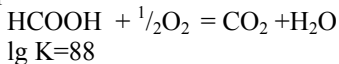
$$\lg K = 30,4$$

Возможны также реакции разложения формиата кальция при нагреве



$$\lg K = 108$$

и муравьиной кислоты:



В сточных водах после флотации не было обнаружено следов альдегидов и муравьиной кислоты.

Это дает основание считать разработанный процесс на основе использования формальдегида как экологически безопасный.

Применение результатов выполненных работ на практике позволит комплексно использовать минеральное сырье, повысить сквозное извлечение основных металлов на 15-20 % и существенно снизить загрязнение окружающей среды [8].

Уменьшение загрязнения окружающей среды на основе утилизации металлоносных растворов и повышения технологических показателей обогащения окисленных руд достигнуто разработкой технологических приемов (см. табл.):

Снижения загрязнения окружающей среды и повышение ресурсосбережения были получены за счет разработки:

а) режимов технологии подготовки к флотации поверхности окисленных минералов медно- висмутовых и серебросодержащих полиметаллических руд непосредственно в пульпе и их флотации на основе использования параформальдегида [9];

б) технологии извлечения из сточных металлоносных вод товарных продуктов - меди, серебра, ртути, серосодержащих соединений с получением очищенной воды для технических целей [10];

в) экономического обоснования целесообразности переработки окисленных медно-висмутовых и серебросодержащих полиметаллических труднообогатимых руд и техногенного минерального сырья на стадии получения некондиционных коллективных концентратов с максимальным извлечением в них всех ценных компонентов и переработкой их в автоклавах по схеме «все металлы в раствор – селективно из раствора».

г) технологических приемов получения высококачественных сорбентов из природного сырья - цеолитсодержащих пород и сапонитов европейской части России.

Литература

1. Воробьев А.Е. Преобразование качества некондиционного минерального сырья в складах и отвалах // Горный журнал. - 1996. - № 11 - 12. - С. 89 - 91.
2. Воробьев А.Е., Зубков А.А., Чекушина Т.В. Перспективные технологии переработки окисленных руд и металлоносных растворов // Обогащение руд. – 2010. № , С. 26 – 30.

94 Таблица - Разработанные решения экологических и ресурсосберегающих проблем при переработке окисленных руд и техногенного минерального сырья

Сырье, основные технологии переработки	Экологические загрязнения	Разработанные технологии по защите окружающей среды	Преимущество разработанного решения	
			Экологическое	Экономическое
1	2	3	4	5
Серебросодержащие сточные воды. Флотация гидрофобных осадков этих вод	Соединения серебра, серы, железа, отработанный про-явитель	Перевод тиокомплексов серебра параформальдегидом в металлическое состояние; флотация металла; выделение соединений серы и железа	Снижение загрязнения соединениями серебра, железа, серы на 99 %	Получение серебра, ферроцианистого сорбента, тиосульфата бария. Снижение капитальных затрат и расхода электроэнергии до 135 кВт на выделение 1 кг серебра
Ртутьсодержащие воды. Удаление ртути известью	Хлориды и сульфаты ртути	Перевод в гидрофобные осадки ртути с последующей флотацией	Исключение загрязнения ртутью	Дополнительное получение ртути в виде ее сульфидов
Забалансовые и бедные руды цветных металлов. Кучное выщелачивание серной кислотой	Кислые воды, соединения железа и цветных металлов, пары серной кислоты	Восстановление окислов до металла параформальдегидом в щелочной среде с последующей их флотацией	Снижение загрязнения токсичными металлами в твердых отходах на 15-20 %, в кислых водах на 98-99 %	Повышение получения цветных металлов на 15-20 %, благородных на 90 %, прибыли 4 -5 долл. с каждой тонны перерабатываемого исходного сырья .

1	2	3	4	5
Окисленные руды цветных металлов. Комбинированная технология: выщелачивание, цементация, флотация (ВЦФ)	Соединения железа и цветных металлов, кислые воды, пары серной кислоты	Замена операции получения цементной меди металлизацией окисленных минералов с последующим флотационным извлечением	Снижение загрязнения металлами с твердыми отходами на 2-3 %, с растворимыми соединениями цветных металлов на 3-5 % .	Дополнительное повышение извлечения меди на 3-5 %
Концентраты цветных металлов Высокотемпературная плавка	Сернистые газы, содержащие соединения цветных металлов	Замена плавки выщелачиванием в автоклавах (или геоавтоклавах)	Исключение загрязнения газами, содержащими цветные металлы, серу, мышьяк и пр.	Повышение комплексности использования сырья за счет дополнительного извлечения редких и рассеянных металлов.
Шлаки от сжигания ТБО Нет технологии	Заражают среду соединениями ртути, сурьмы и др. металлов.	Флотация тонких частиц окислов металлов после перевода их параформальдегидом в металл.	Исключение загрязнения соединениями цветных металлов	Источник получения черных и цветных металлов, стеклокерамического продукта
Природные высококремнистые сорбенты Нет технологии	Отчуждение земель отвалами при отработке месторождений	Гравитационное отделение загрязняющих компонентов и деалюминирование концентратов	Повышение сорбционной емкости природных сорбентов для очистки сточных вод от нитратов, меди, кадмия и прочих металлов.	Развитие сырьевой базы получения дешевых природных сорбентов в европейской части России для охраны окружающей среды

3. Зубков А.А., Шулина З.М. Высокоэффективные технологии переработки минерализованных вод – залог сохранения окружающей среды от загрязнения // Материалы VII международной конференции. Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. - Москва - Ереван.: - 2008. - С. 252-257.
4. Зубков А.А., Шулина З.М., Подзноев Г.П. К вопросу активации и модифицированию цеолитсодержащих пород. Материалы VIII международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Москва-Таллин 14-18 сентября 2009 г. - С. 150-152.
5. Зубков А.А., Тырышкина И.И., Глембоцкий А.В. Полупромышленные испытания флотационного извлечения серебра из растворов кинокопировальной фабрики // В сб. «Методы исследования технологических свойств тонкодисперсных минералов и руд. ИМГРЭ АН СССР, Мингео СССР». - М.: Изд. ИМГРЭ. - 1987. - С. 88-96.
6. Технологические исследования сортировки и утилизации шлаков от сжигания твердых бытовых отходов / Зубков А.А., Левченко Е.Н., Малевский Ю.А. // - М.: Изд. ВИМС, 1990. 26 с.
7. Применение ультразвука высоких частот для интенсификации флотационного обогащения и гидрометаллургии руд редких металлов при разведке месторождений / Белов Б.Г., Зубков А.А.// - М.: Изд. ВИМС Мингео СССР. 1984. – 26 с.
8. Зубков А.А., Абрамов А.А., Шулина З. М. Определение условий подготовки поверхности окисленных минералов к флотации // Цветные металлы. - М.: - 2010. - № 3. – С. 33-38.
9. Зубков А.А., Шулина З.М., Подзноев Г.П. Решение вопросов экологической безопасности и сырьевых проблем на основе новой технологической концепции // VI Конгресс обогатителей стран СНГ. Материалы Конгресса, - М.: Альтекс. - 2007. - т. I. - С. 237-239.
10. Подзноев Г.П., Зубков А.А., Шулина З.М. Очистка сточных вод кинокопировальных предприятий от токсичных компонентов // Конгресс обогатителей стран СНГ. - М.: Изд. МИСиС. - 2009.

УДК 658.345:622

ПРОСТРАНСТВЕННО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПАРОГЕНЕРАЦИИ

Ковшов С.В., Сафина А.М., Асаналиева О.А., Ковшов В.П., Тимкаев И.Ф.
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

In the article examined the steam application technology potential of as a way of combatting the production dust. Describe the heat and mass transfer processes during the implementation of this technology. Evaluation of the effectiveness of the proposed technology in relation to various climatic conditions of the mining enterprises.

На основе рационального использования соответствующих законов природы можно создавать оптимальные условия для интенсификации процессов конденсации водяных паров и управления ими. Необходимо, чтобы

очистление пылегазовых потоков от вредных примесей происходило с высокой эффективностью, сравнительно в небольшом объеме и за короткий промежуток времени.

Высокая эффективность и комплексность улавливания вредных примесей в газовых потоках при конденсационном методе пылегазоочистки, когда газовая среда насыщена, и пересыщена водяными парами объясняется протекающими при этом рядом процессов:

1. Ионизацией газовых компонентов и водяного пара вследствие развитой турбулентности потока, многофазности перемещаемой среды со значительными; скоростями и высокой во многих случаях температурой. Водяной пар, например, диссоциирует на следующие ионы: H^+ , OH^- , O^- .

2. Взаимодействием водяного пара с вредными примесями, в том числе и химическим.

3. Конденсацией водяных паров с улавливанием аэрозоле- и газообразных вредных примесей, которые являются ядрами конденсации.

4. Конденсационным ростом и коагуляцией различных видов частиц примесей, т.е. образованием легко осаждаемых крупных аэрозвесей.

Кроме того, существенная эффективность конденсационного пылегазоулавливания обуславливается созданием резкого и одновременного влажностного пересыщения пылевого потока, а также высокой начальной концентрацией вредных примесей [2].

Пылеподавление с использованием пара используется для обезвреживания промышленных выбросов многопрофильных предприятий по переработке всех видов минерального сырья, и может быть использовано для обезвреживания выбросов металлургических и химических предприятий, а также предприятий теплоэнергетического комплекса. Способ очистки пылегазовых выбросов включает охлаждение и конденсацию дымовых газов, отведение конденсата и очищенных дымовых газов. В дымовые газы на расстоянии 2/3 высоты дымовой трубы от ее основания вводят перегретый пар с температурой 150-200 °С. Охлаждение и конденсацию парогазовой смеси осуществляют в атмосфере за пределами дымовой трубы. Конденсат из полученного воздушно-капельного потока собирают в поддоны на территории, прилегающей к основанию дымовой трубы. Использование пара (рис. 1) снижает эксплуатационные затраты на эффективную очистку дымовых газов от твердых и газообразных загрязнителей.

Исследования конденсационного способа пылеподавления на карьерах и разрезах России, проводимые в течение последних пятидесяти лет, подтвердили высокую эффективность этого способа. Установлено, что наименьший расход воды (пара) достигается при увлажнении воздуха насыщенным паром и составляет от 1 до 3 г/м³ с температурой от -10 до +4 °С,

что на порядок ниже расхода воды при увлажнении водой нагретого воздуха до 60-80 °С, который описан в изобретении.

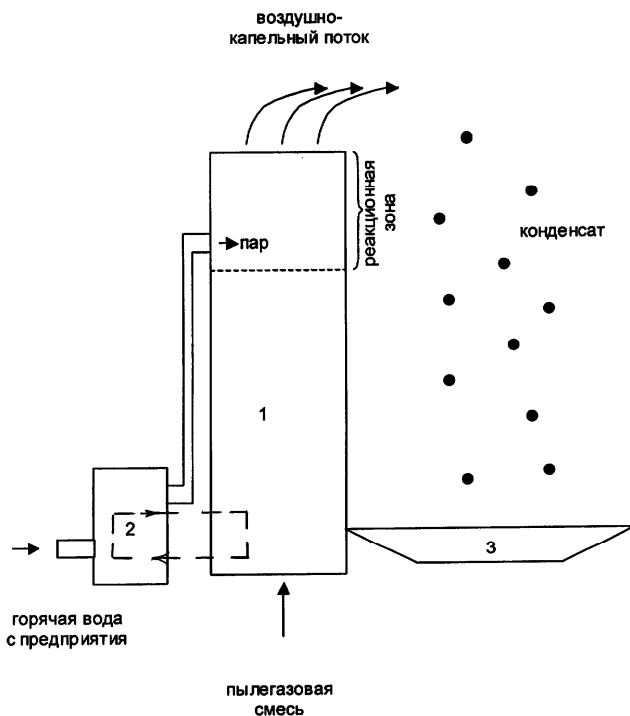


Рис. 1. Способ очистки пылегазовых выбросов

Важное значение для использования пароконденсационного способа пылеподавления приобретает для зимнего периода года. Летом содержание пыли в воздухе приближается к санитарным нормам, зимой же оно нередко достигает 1000-3000 мг/м³, а иногда и более. Резкое снижение запыленности происходит обычно в апреле, а очередное ее повышение – в октябре, то есть в переходные, с точки зрения направления тепло- и массообменных процессов, периоды года при $t_0 = - (10-15) ^\circ\text{C}$. На шахтах с подогревом воздуха до $t > 0^\circ\text{C}$ запыленность зимой также оказывается примерно вдвое выше, чем летом (Норильск).

Исследованиями многих авторов установлено, что в карьерах, расположенных в районах умеренного и теплого климата, запыленность воздуха значительно ниже, чем запыленность воздуха в районах с холодным

или жарким климатом. Причем, если в районе с холодным климатом, в отличие от подземных выработок, запыленность выше в зимний период, то в районе с жарким климатом в летний период выше, чем в зимний (рис. 2). Объясняется это тем, что в первом случае происходит интенсивное вымерзание влаги, а во втором – интенсивное ее испарение из горной массы или полотна автодорог [1].

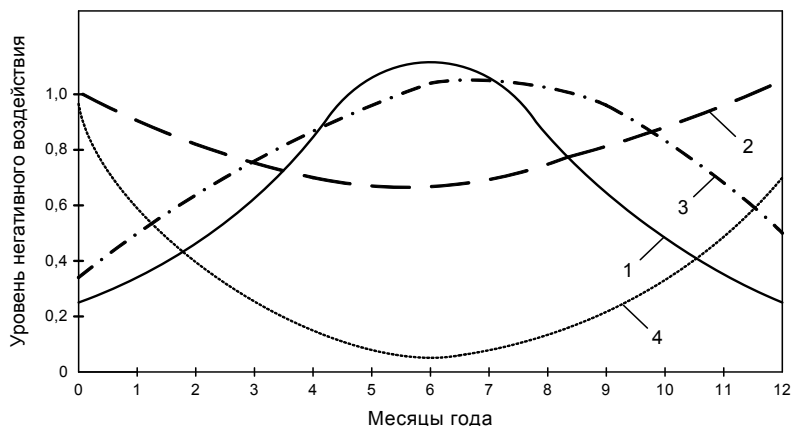


Рис. 2. Динамика относительного содержания вредных примесей (отношение фактического содержания к максимальному) в атмосфере: глубоких карьеров Украины (1 – пыль, 2 – NO_x), Афанасьевского карьера (3 – пыль), в выработках шахт многолетней мерзлоты (4 – пыль)

Выделение скрытой теплоты замерзания пара ведет к повышению ее температуры, испарительные процессы с поверхности земли, напротив, увеличивают температуру воздуха на 3-5°С. Они же, а также процессы сублимации снега и льда на поверхности земли, высвобождают связанные тонкодисперсные частицы пыли, которые могут переноситься ветром в атмосфере Земли на значительные расстояния и в больших масштабах (пыльные бури). Конденсация пара в атмосфере с выпадением осадков, напротив, способствует улавливанию витающих твердых частиц и газообразных продуктов и их выпадению на поверхность земли, способствуя очистке атмосферы. Еще одним важным отличием в применении пара является тот факт, что в зимний период при генерации пара, он в атмосфере превращается в снежинки малого размера, чем при применении тонкодисперсной воды, а значит, и способность коагулировать с пылью в воздухе значительно повышается.

Литература:

1. Бульбашев А.П. Рациональная организация добычи полезных ископаемых в карьерах со сложными условиями труда горнорабочих / А.П. Бульбашев, Н.А. Гаспарьян, С.В. Ковшов, А.Н. Никулин, Ю.Д. Смирнов, Ю.В. Шувалов. - СПб: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы, 2009. - 464 с.
2. Ковшов С.В. Определение параметров аэротехногенного влияния площадных источников на рабочее пространство карьеров при применении различных способов пылеподавления / С.В. Ковшов, В.С. Кузнецов // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2012 г., Т. 3. – М.: МГГУ, 2012. - С. 132-139.

УДК 504.074

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ Г. НОВОЧЕРКАССКА ЗАВОДА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Куликова М.А., Конева Т.А.

*Южно-Российский государственный политехнический университет
(Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова*

Проведен расчет рассеивания пылегазовых выбросов Завода Строительных материалов, определены наиболее значимые загрязняющие вещества, предложены инженерно-экологические мероприятия по снижению негативного воздействия предприятия на атмосферный воздух.

Ввиду большой численности населения и ограниченности территории в г. Новочеркасске, жилая застройка расположена рядом с промышленной зоной и подвергается негативному воздействию, оказываемому предприятиями. Не является исключением и ОАО «Митос-строй» Завод Строительных Материалов, вносящей значительный вклад в загрязнение окружающей среды. Предприятие, а точнее бетонно-растворный и арматурно-формовочный цехи, являются крупными источниками загрязнения атмосферы газом и пылью, обладающей высокой токсичностью и канцерогенными свойствами. Такая ситуация привела к необходимости экологической оценки воздействия завода на окружающую среду и разработки инженерных мероприятий по экологизации деятельности ОАО «Митос-строй» Завод Строительных Материалов.

С экологической точки зрения ОАО «Митос-строй» Завод Строительных Материалов является серьезным источником загрязнения всех составляющих окружающей природной среды.

В арматурно – формовочном цехе изготавливается сборный железобетон преднапряженных конструкций (плиты круглопустотные, опоры электропередач и т. п.). При производстве железобетона преднапряженных конструкций арматура предварительно нагревается на столах, горячая вставляется в упоры металлоформ, после чего в металлоформы заливается

бетонный раствор. Железобетонные конструкции изготавливаются поточно-агрегатным методом. В процессе производства ЖБИ используют состав Пента[®]-824, который повышает морозоустойчивость и придает водоотталкивающие свойства изделиям. Данный состав необходимо разбавлять 1:1 с уайт-спиритом.

Наиболее сильное негативное воздействие завод строительных материалов оказывает на состояние воздушного бассейна, загрязняя воздух выбросами таких веществ как уайт-спирит, неорганическая пыль до 20 % SiO₂, неорганическая пыль 20 %-70 % SiO₂, неорганическая пыль более 70 % SiO₂, фториды газообразные, оксид железа, марганец и его соединения, диоксид азота, оксид углерода, толуол, спирт н-бутиловый, этилцеллозольв, бутилацетат, масло минеральное, взвешенные вещества. Уайт-спирит представляет собой прозрачную маслянистую жидкость с характерным запахом керосина. По степени воздействия на организм относится к 4-му классу опасности, действует на организм как наркотик, ПДК_{ср} = 300 мг/м³, ПДК_{мр} = 900 мг/м³. При попадании на кожу вызывает сухость, кожи, а также дерматиты и экземы. Уайт-спирит (нефрас - СЧ-155/200) относится к легковоспламеняемым продуктам второй категории, с температурой самовоспламенения 270 °С, пределами взрываемости паров уайт-спирита смеси с воздухом 1,4-6,0 %.

Процесс подачи материалов в бетоносмесительный цех и приготовление бетонных смесей характеризуется обильным выделением пыли. Для предотвращения пылевыведения в бетоносмесительном отделении все каналы для спуска цемента и инертных материалов в бетономешалку надежно герметизируются, а загрузочные и разгрузочные отверстия плотно закрываются. Однако проблема пыления существует.

Для оценки степени воздействия на атмосферу загрязняющих веществ и определения значений их концентраций был проведен расчет рассеивания с использованием электронно-вычислительной программы УП-РЗА ЭКОЛОГ, версия 3.00 Copyright 1990-2005 Фирма «Интеграл». В качестве расчетных площадок выбраны точки на границе санитарно - защитной зоны предприятия и в зоне жилой застройки. Полученные результаты расчета показали, что в принятых расчетных точках наблюдается превышение допустимой концентрации неорганической пыли в 2,0 раза, а уайт-спирита - в 6,0 раз. По остальным веществам значения концентраций находятся в пределах ПДК (рис.1, 2).

Анализ результатов рассеивания показал, что значения ПДК_{м.р} по пыли -0,15 мг/м³ и ПДК_{м.р} по уайт-спириту - 300 мг/м³ достигаются лишь на расстоянии 1500 м в сторону преобладающего ветра от завода. Следовательно, в зоне превышенных концентраций неорганической пыли и уайт-спирита попадают все жилые дома.

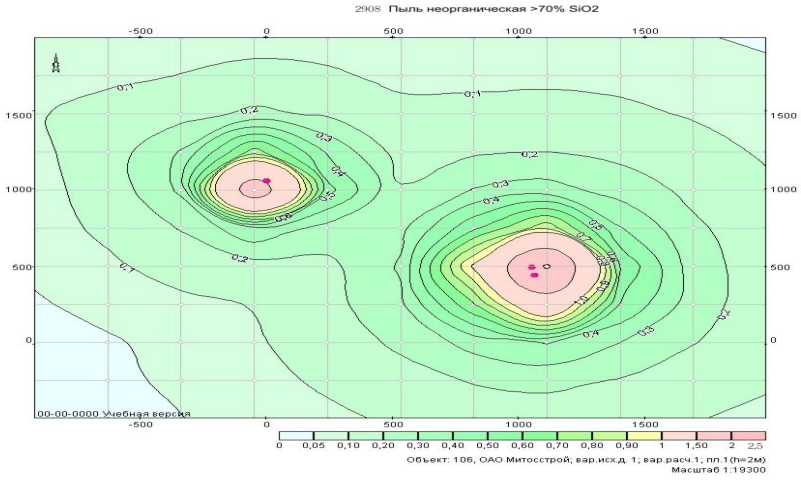


Рис. 1. Рассеивание пыли неорганической в выбросах ЗСМ до проведения мероприятий

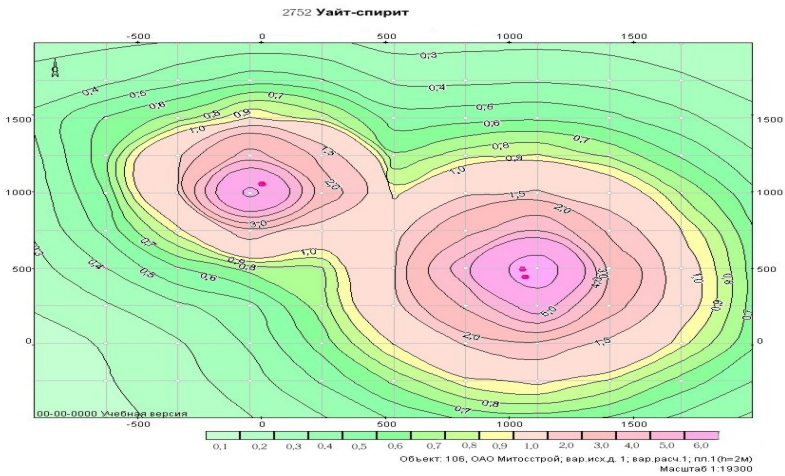


Рис. 2. Рассеивание паров уайт-спирита в выбросах ЗСМ до проведения мероприятий

Анализируя сказанное ранее, следует отметить всю важность проблемы загрязнения атмосферы неорганической пылью и уайт- спирита, а также необходимость создания высокоэффективной системы очистки отходящих газов с целью снижения конечной концентрации загрязнений.

Учитывая все необходимые условия, возможно рассмотреть следующие варианты очистки воздуха:

- отсос отходящего воздуха пыли по первой технологической линии с помощью местных отсосов, двухступенчатая очистка в центробежном циклоне и в рукавном фильтре и выброс в дымовую трубу;

- отсос отходящего воздуха пыли по второй технологической линии с помощью местных отсосов, очистка в электроfiltре и выброс в дымовую трубу;

Первая схема включает холодильник клинкера, связанный с дымососом, рукавным фильтром и дымовой трубой, посредством газохода вторичного воздуха с декарбонизатором и вращающейся печью с горелкой объединяющихся в циклонных теплообменниках с подачей сырьевой смеси. Продукты сгорания, образовавшиеся в результате сжигания топлива в горелке, обеспечивают обжиг сырьевой смеси во вращающейся печи. При их удалении с помощью дымососа через рукавные фильтры в дымовую трубу они проходят циклонные теплообменники, в которых отходящие газы совместно со вторичным воздухом, поступающим в декарбонизатор, осуществляют подсушку сырьевой смеси. Нагретый воздух из холодильника клинкера очищается в циклоне и отводится вентилятором.

Во второй схеме используется обычная аспирационно-обеспыливающая система, в которой применяют электроfiltры. В сушильных барабанах создается непосредственный контакт высушиваемого материала с горячими газами твердого топлива, сжигаемыми в выносных топках. При эксплуатации электроfiltров иногда возникают трудности в связи с широким диапазоном колебаний запыленности газов удельной сопротивляемости пыли, что влечет за собой возникновение обратной короны, а иногда залипание электродов при частых понижениях температуры, связанных с остановкой сушильного барабана.

Для очистки газовых выбросов от паров предлагается две технологические линии.

В состав первой технологической линии входят: местный отсос, скруббер Вентури, экономайзер и газоконвертор «Ятаган».

Для максимальной изоляции источников образования пыли в бетонно-растворном цехе используются местные отсосы, выполненные в виде зонтов, расположенных сверху над пылящими частями оборудования одной из линий производства.

Габаритные размеры зонта: длина – 3000 мм; ширина – 1500 мм; высота – 3000 мм. Угол разлета боковых сторон - 120°; максимальная пропускная способность одного зонта составляет 5000 м³/ч [9].

Собранный воздух после местного отсоса поступает на скруббер Вентури, предназначенный для очистки воздуха от уайт-спирита. В скруббере Вентури осуществляется интенсивное дробление газовым потоком, движущимся с высокой скоростью, орошающей его жидкости и установленного за ней каплеуловителя.

Движущийся поток направляется в теплообменник, затем в газоконвертор «Ятаган», где происходит очистка от паров уайт-спирита, после чего происходит выброс очищенных газов через дымосос в атмосферу.

В состав второй технологической линии входят: местный отсос, рукавный фильтр, установка «Плазкат-Аэро». Загрязненный воздух улавливается и насосом подается в рукавный фильтр, затем с помощью насоса газы поступают в катализатор «ПЛАЗКАТ - Аэро» и выбрасываются в атмосферу. Этот вариант, с одной стороны, позволяет сохранить уловленную пыль в сухом виде при максимальном проценте её извлечения. С другой стороны, доочистка в простой по конструкции и условиям эксплуатации, но высокоэффективной плазмокаталитической установке.

Третья ступень очистки катализатор «ПЛАЗКАТ-Аэро». Загрязненный воздух, пройдя предварительную очистку от пыли, поступает через диффузор в плазмохимический реактор.

Газообразные загрязнители, проходя зону низкотемпературной плазмы, создаваемой газоразрядными ячейками, разрушаются и переходят в безвредные соединения, вплоть до CO₂ и H₂O. После плазмохимического реактора воздух подвергается глубокой доочистке в каталитическом реакторе. Основу каталитического реактора очищенный воздух через конфузор выбрасывается в атмосферу.

Полученные результаты расчета после предлагаемых инженерно – технических мероприятий по экологизации объекта показали, что в принятых нами расчетных точках превышения допустимой концентрации неорганической пыли и паров уайт-спирита не наблюдается (рис.3, 4).

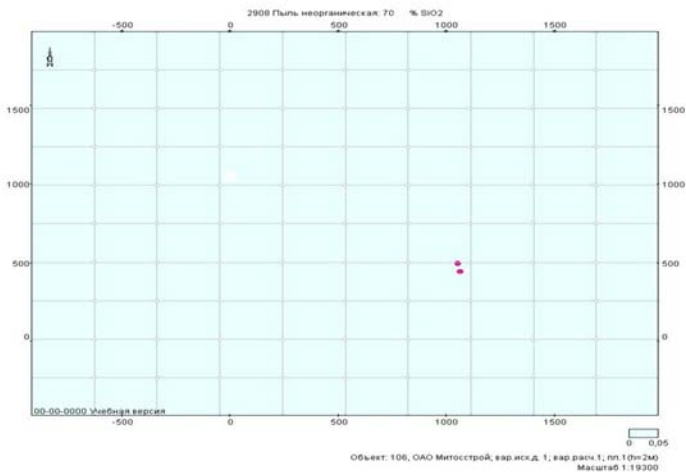


Рис. 3. - Рассеивание пыли неорганической после проведения инженерных мероприятий на ОАО «Митос-строй» ЗСМ

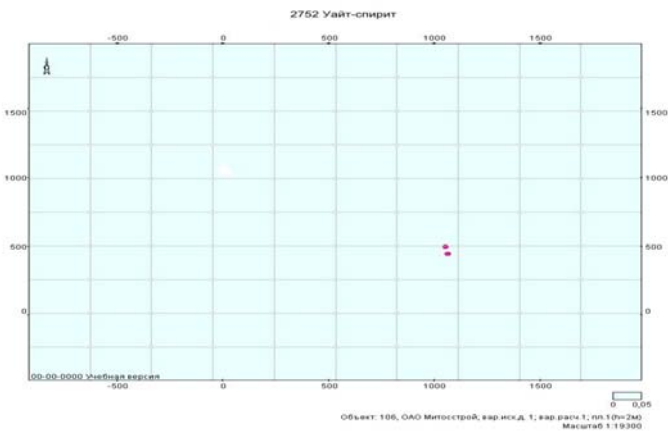


Рис. 4. Рассеивание паров уайт-спирита после проведения инженерных мероприятий на ОАО «Митос-строй» ЗСМ

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Куликова М.А., Попова Ю.А., Суржко О.А.

*Южно-Российский государственный политехнический университет
(Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова*

Исследована эффективность реабилитации промышленных территорий с применением различных отходов угледобывающей промышленности и дальнейшим повышением плодородия за счет внесения в почву животноводческих стоков высокой агрономической ценности. Представлены зависимости продуктивности почвы и динамики микробного населения от доз вносимых отходов.

Развитие промышленности, строительство городов и путей сообщения, каналов приводят к разрушению почвенного покрова, нарушается слой почвы при открытой добыче угля, руд, торфа, фосфоритов, строительных материалов и других полезных ископаемых.

Земельный фонд Южного региона составляет 10096,7 тыс. га, в Ростовской области имеется 357,9 тысяч гектар орошаемых земель, однако 150 тысяч гектар из них требует реабилитации [1, 2]. В результате интенсивного антропогенного, техногенного и геологического воздействия практически все земли затронуты процессами деградации. При недостаточном внесении органических и минеральных удобрений в почвах отмечается такое негативное явление, как дегумификация и засоление. В последние годы отмечен значительный недостаток внесения в почву органических и минеральных удобрений, объяснимый их высокой стоимостью. Вместе с тем, в Южном федеральном округе в отвалах находится свыше 500 млн. т. отвальных пород угольных шахт, которые используются или могут быть использованы в различных отраслях промышленности. Анализ вещественного состава отвальных масс позволяет рассматривать их в качестве дешевых и эффективных природных сорбентов, способных не только адсорбировать и удерживать вредные токсичные вещества, но и улучшать санитарно-токсикологическое состояние почв и поверхностных водоисточников.

Рекультивация – комплекс работ, направленных на восстановление нарушенных территорий, а также на улучшение условий окружающей природной среды. При этом различают техническую и биологическую рекультивацию.

В рамках государственной научно-технической программы «Недра России» с целью обеспечения экологической безопасности и повышения эффективности восстановления нарушенных территорий, основная задача состоит в том, чтобы как можно быстрее интенсифицировать почвообразо-

вательный процесс и ускорить окультуривание бесплодных пород. Для этого проводят различные фитомелиоративные работы в зависимости от свойств окультуриваемых пород [3, 4]. Поэтому целью работы является проведение исследований эффективности реабилитации промышленных территорий с применением различных отходов угледобывающей промышленности (техническая рекультивация) и дальнейшим повышением плодородия за счет внесения в почву животноводческих стоков высокой агро-мелиоративной ценности (биологическая рекультивация).

Исследования проводили в 2004 – 2009 гг. на аллювиально-луговых солонцеватых почвах и черноземе обыкновенном карбонатном в районе г. Новочеркаска Ростовской области. При проведении исследований почва была в некоторой степени деградирована: плотность – 1, 21 г/см³; плотность твердой фазы – 2,46 г/см³; общая пористость – 52 %; влажность – 22 %; рН – 7,2 – 7,8.

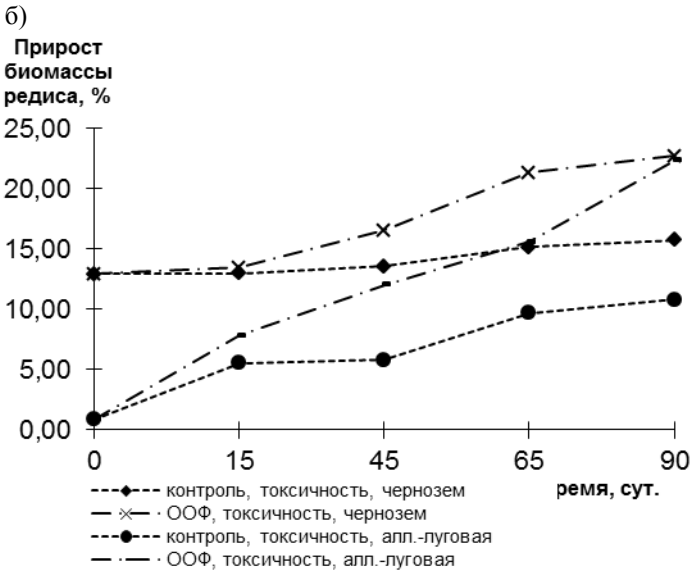
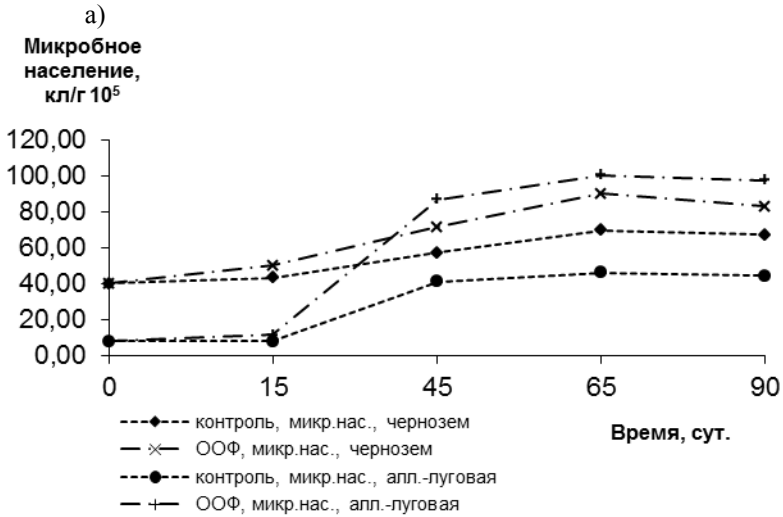
Аллювиально луговая карбонатная малогумусная почва характеризовалась следующими показателями: физ. глина – 45 %; ил – 26,6%; гумус – 4,2 %; CaCO₃ – 0,7 %; подвижный фосфор в пересчете на P₂O₅ – 4 мг/100 г; K₂O – 56 мг/100 г; Ca²⁺+Mg²⁺ – 32,8 мг/100 г. Чернозем обыкновенный карбонатный среднемошный среднегумусный: физ. глина – 53,1 %; ил – 32,4 %; гумус – 3,9 %; CaCO₃ – 1,1 %; подвижный фосфор в пересчете на P₂O₅ – 3,2 мг/100 г; K₂O – 32,8 мг/100 г; сумма Ca²⁺+Mg²⁺ – 33 мг/100 г [5].

Исходя из рекомендаций по применению отходов угледобывающей промышленности (горелых пород и отходов углеобогачительных фабрик) были приняты дозы вносимых детоксикантов: 200 кг/га и 400 кг/га. Внесение сорбентов в дисперсной форме производилось без заделки в почву и с заделкой на глубину 8-10 см.

Эксперимент проводился в холодный период, с ноября по апрель. При этом контролировались микробное население (сапрофитная микрофлора) и продуктивность почвы. Полученные данные представлены на рис. 1.

Анализ данных полевого эксперимента показал, что отходы обогачительной фабрики обладают наибольшей сорбционной способностью по отношению к загрязняющим веществам, о чем свидетельствует рост микробного населения. Максимальный эффект достигался при внесении отходов углеобогачительной фабрики в количестве 400 кг/га с заделкой в почву: прирост биомассы тест-растений при внесении отходов углеобогачительной фабрики составил 12,4 %; при внесении горелых пород – 10,6 %.

Возможность регенерации детоксикантов подтверждена количественным анализом углеводородокисляющих микроорганизмов: до обработки в черноземе обыкновенном карбонатном их численность составила $2,2 \cdot 10^6$ кл/г, в аллювиально-луговых солонцеватых почвах – $2,0 \cdot 10^6$ кл/г, после – $8,48 \cdot 10^6$ и $4,8 \cdot 10^6$ кл/г, соответственно.



а) – микробное население (сапрофитные микроорганизмы), кл/г;
 б) – прирост биомассы редиса (токсичность), %

Рис. 1. Кинетика детоксикации почв

Эти данные указывают на активизацию аборигенной углеводородо-доксилирующей микрофлоры при внесении детоксикантов, что характеризует повышение способности почвы к самоочищению от данного вида токсикантов.

Органические и минеральные вещества отходов добычи и обогащения твердых горючих ископаемых и зольные уносы их сжигания обладают большой сорбционной способностью по отношению к различным неорганическим и органическим соединениям. Поэтому повышение урожайности после внесения углеотходов в почву может объясняться их сорбционной способностью по отношению к макро- и микрокомпонентам удобрений (в том числе и органических), препятствующей их быстрому вымыванию из плодородного слоя. Как сорбенты микроэлементов, вносимых вместе с удобрением, углистые породы могут заменять фритты – спекы соединений микроэлементов с песком и соединениями щелочных металлов, применяющиеся для замедления выноса микроэлементов из почвы и способствующие их лучшему усвоению растениями. Углеотходы богаты соединениями кальция, микроэлементов, органического вещества, серы, а также обладают относительно большой сорбционной способностью для компонентов, способствующих повышению плодородия почв.

Для определения влияния обработанных животноводческих стоков на почвенную микрофлору провели посеvy на питательные среды водной суспензии (разбавление 1:10) исходной почвы и почвы, обработанной жидкими отходами животноводства с дозами по азоту, равными 200 и 400 мг/дм³ (N₂₀₀ и N₄₀₀). Исследование влияния животноводческих стоков на микроорганизмы почвы проводили в течение 90 сут. Результаты эксперимента представлены на рис. 2. Максимальное количество микроорганизмов всех экологических групп наблюдали на 30 сутки испытаний.

Жидкие животноводческие отходы в дозе N₂₀₀ способны значительно увеличивать биоактивность почвы, особенно на 30 день после внесения в почву, а потому способствуют повышению ее плодородия.

В качестве органических удобрений испытывали твердую фракцию стоков свинокомплекса и подстилочный навоз крупного рогатого скота. По приведенным выше основным агрохимическим показателям, обработанный кальцийсодержащими реагентами свиноводческий сток соответствует требованиям, предъявляемым к жидким органическим удобрениям (ОСТ 10-118-96).

Подстилочный навоз крупного рогатого скота отличается нейтральной реакцией среды (рН 6,9), более высоким по сравнению со свиноводческим стоком содержанием органического вещества, но более низким содержанием общего азота, фосфора и более широким отношением углерода к азоту (С:N=29).

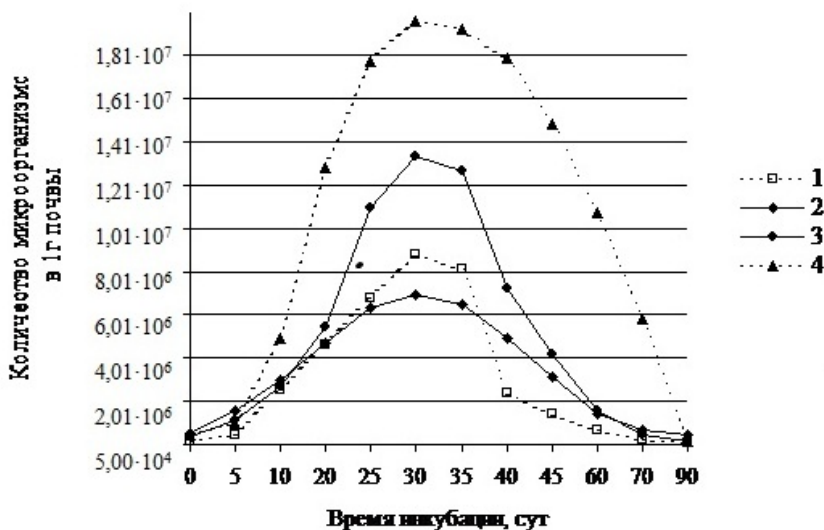


Рис. 2 - Изменение численности экологических групп микроорганизмов почвы при орошении жидкой фракцией БН дозой по азоту 200 мг/дм³:
 1 – микроскопические грибы (среда Чапека); 2 – олигокарбофилы (ГА);
 3 – микроорганизмы круговорота азота (КАА); 4 – гетеротрофы (МПА)

Сравнительное изучение действия этих удобрений показало преимущество обработанной кальцийсодержащими реагентами твердой фракции свиноводческого стока в дозе 200 кг/га азота. В этом варианте достигнуто более интенсивное нарастание биомассы растений уже на ранних стадиях развития и получена существенная прибавка урожая зеленой массы по отношению к варианту с навозом крупного рогатого скота - 4,8 г, а также по отношению к неудобренному контролю – 1,7 г при НСР₀₅ 1,7 г (табл. 1).

Однако, следует отметить, что повышение дозы твердой фракции подготовленного свиноводческого стока в 2 раза (с N₂₀₀ до N₄₀₀) не давало эффекта, т.к. урожайность биомассы овса при обеих дозах в этом случае была практически одинаковой. Аналогичная зависимость урожайности овса от изучаемых удобрений отмечена и при анализе данных сухой растительной массы.

При этом прибавка урожая сухой массы овса в варианте внесения твердой фракции свиноводческого стока после обработки его кальцийсодержащими реагентами в дозе N₂₀₀ по сравнению с контролем

без удобрений составила 10,5 %, а по сравнению с навозом крупного рогатого скота в той же дозе – 40 %.

Таблица 1 – Влияние твердой фракции свиноводческого стока, обработанного кальцийсодержащими реагентами, на урожайность биомассы овса

Варианты опыта	Урожайность, г/сосуд	Прибавка	
		г/сосуд	%
Зеленая масса			
Контроль (без удобрений)	15,4	–	–
Твердая фракция, обработанная кальцийсодержащими реагентами в дозе N ₂₀₀	17,1	1,7	11,0
Твердая фракция, обработанная кальцийсодержащими реагентами в дозе N ₄₀₀	17,3	1,9	12,3
Подстилочный навоз крупного рогатого скота в дозе N ₂₀₀	12,3	-3,1	-20,1
НСР ₀₅	1,7		
Сухая масса			
Контроль (без удобрений)	1,9	-	-
Твердая фракция, обработанная кальцийсодержащими реагентами в дозе N ₂₀₀	2,1	0,2	10,5
Твердая фракция, обработанная кальцийсодержащими реагентами в дозе N ₄₀₀	2,2	0,3	15,8
Подстилочный навоз крупного рогатого скота в дозе N ₂₀₀	1,5	-0,4	21,0
НСР ₀₅	0,2		

Чистая продуктивность фотосинтеза изменялась с возрастом растений и была наибольшей в первый срок опеделения. В среднем за вегетацию она составила на контроле 0,98 г/м² в сут., а при внесении обработанной реагентами твердой фракции свиноводческого стока в дозах 200 и 400 кг/га азота и необработанного навоза крупного рогатого скота в дозе 200 кг/га азота соответственно 0,98; 1,05 и 1,03 г/м² в сут.

Таким образом, твердая фракция животноводческих стоков, обработанных кальцийсодержащими реагентами, является ценным органическим удобрением и может быть рекомендована для использования под важнейшие сельскохозяйственные культуры. Рекомендуемая доза внесения удобрения по азоту составляет 200 кг/га в год [9].

Результаты исследований показали целесообразность последовательной обработки деградированных почв на первом этапе отходами угледобычи, а на втором этапе – жидкими отходами животноводческих комплексов. Рекомендуемая обработка позволит повысить плодородие почв на 30-40 %.

Говоря о комплексной рекультивации, а точнее о рекультивации геологической среды, нельзя ограничиваться только восстановлением плодородия или детоксикацией почв. Полученные экспериментальные данные могут служить основанием для проведения дальнейших исследований совместного применения отходов угледобывающей промышленности и животноводческих стоков для реабилитации и рекультивации загрязненных земель.

Литература

1. Агеев В.Н., Вальков В.Ф., Чешев А.С., Цвелев Е.Н. Экологические аспекты природных почв Ростовской области. Ростов н/Д, 1996. – 132 с.
2. Вальков В.Ф. Почвы и сельскохозяйственные растения. – Ростов н/Д, 1992. -204с.
3. Науменко В.П., Науменко Е.Г. Экологические проблемы почвенного плодородия: Учеб. пособие. – Новочеркасск.: НГМА, 2000. – 312 с.
4. Волковская С.Г., Грищенко А.Е. Очистка шахтных вод с утилизацией твердых отходов в товарную продукцию // Уголь. 2003. - №1. – С. 51-53.
5. Романенко В.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: лабораторное руководство / .В.И. Романенко, С.И. Кузнецов. – Л.: Наука, 1974.–194 с.
6. СанПиН 2.1.7.573-96. 2.1.7. Почва. Очистка населенный мест. Бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения
7. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.

УДК 502.11

СИСТЕМНЫЕ ОСНОВАНИЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ТУЛЬСКОГО КРАЯ

Волков А.В.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В рамках концепции причин, механизмов и последствий взаимодействия общества и природы в публикации изложены системные основания исследований, нацеленных на анализ и прогноз регионального развития. Речь идёт о базовых принципах теории геосистем, эколого-географических ситуаций и горной экологии.

Всё более очевидный кризисный характер взаимодействия общества и природы признают следствием коллективного мышления и деятельности человека, осуществляемой инструментами культуры; речь идёт о модели академика В.П. Алексеева «общество – культура – окружающая природная

среда» (рис. 1). При этом ситуация отражает не столько достижение обществом каких-либо технологических ограничений, сколько утрату целостных представлений о законах взаимодействия общества и природы. В этих условиях высокие риски сопутствуют и глобальному прогрессу, и внедрению отдельных технологий. Поэтому согласование экономических предпочтений и природных ограничений неизбежно. Фактически, ставится вопрос об изменении глобальной модели социально-экономического развития.



Рис. 1. Модель «общество – культура – окружающая природная среда»

В обозначенных рамках актуальной проблемой фундаментальной и прикладной науки становится изучение причин, механизмов и последствий формирования эколого-географических ситуаций общественного развития. Как правило, подобные исследования нацелены на выявление важнейших обстоятельств, определяющих кризисный характер взаимодействия общества и природы.

Согласно заключению доктора географических наук, почётного профессора СПбГУ А.Г. Исаченко, естественные и антропогенные механизмы трансформаций территориальных систем, социально-экономические последствия подобных трансформаций и принципы рациональной организации промышленных территорий занимают важнейшее место в структуре наук о Земле [1].

Теоретической базой научных исследований и разработки практических мероприятий в области геоэкологии, промышленной экологии и рационального природопользования выступает учение о геосистемах. Именно с геосистем начинается вся цепочка связей между обществом и природой. Геосистемы являются первичными и исторически, и генетически, служат средой обитания человека, единственным источником средств его существования и источником ресурсов для развития производства [2].

Интегративную роль в учении о геосистемах играет представление о механизмах взаимодействия общества и природы. Это взаимодействие осуществляется по двум главным каналам – экологическому и ресурсно-производственному. Сущность методологии интеграции заключается в трактовке объектов исследований как пространственно-временных систем и

признании эндо-экзогенной природы механизмов общественного развития.

Основу учения формируют представления о полициклическом характере развития общества и природы, единой энергетической основе всех процессов, протекающих в пределах ландшафтной оболочки Земли, допустимости использования единого познавательного подхода при изучении природных и социальных явлений [3]. В качестве главного показателя, отражающего ретроспективное, текущее и перспективное развитие геосистем рассматривают удельную – в расчете на одного человека – скорость изменения общей численности постоянного населения изучаемой территории и/или удельную скорость изменения других территориальных характеристик. В более общем случае, опережающими индикаторами развития территориальных систем выступают частные производные параметров порядка по времени, пространству и числу элементов в системе.

Род познавательной деятельности, нацеленной на выявление закономерностей состава, строения, функционирования и развития сложных системных объектов, именуют системным подходом. При этом внимание специалистов фокусируется на разных аспектах организации и функционирования систем – на элементном аспекте (набор элементов и их природа), структурном (картина связей, особенности организации), функциональном (функции системы, особенности поведения), целевом (цель развития системы и структура подцелей), ресурсном (требования системы к ресурсному обеспечению), коммуникационном (характер взаимодействия системы со своим окружением), интеграционном аспекте (механизмы сохранения качественной определённости и целостности системы), а также на историческом аспекте (условия возникновения, историческая траектория и этапность развития, современное состояние и перспективы развития).

Согласно гипотезе «семиотической непрерывности», система есть образ её среды. Иными словами, изменение системы есть одновременно и изменение её окружения, причём источники изменений могут находиться как в самой системе, так и за её пределами (эндо-экзогенная природа развития систем). Следовательно, анализ систем – ключ к изучению диахронических изменений окружающей среды. Под диахронией (от греч. δια – через, сквозь и χρόνος – время) понимают изучение какого-либо явления в историческом аспекте, как развивающегося во времени. Изучение нескольких явлений в единый момент времени именуют синхронией (от греч. συν – совместно).

В конце XX столетия развитие учения о геосистемах вызвало к жизни понятие эколого-географической ситуации. Термином эколого-географическая ситуация, или ЭГС, обозначают такое пространственно-временное сочетание взаимосвязанных природных, экономических, социальных и политических факторов, которое определяет изменения окру-

жающей среды, в свою очередь влияющие на характер жизнедеятельности общества. Классификация эколого-географических ситуаций представлена на рис. 2.

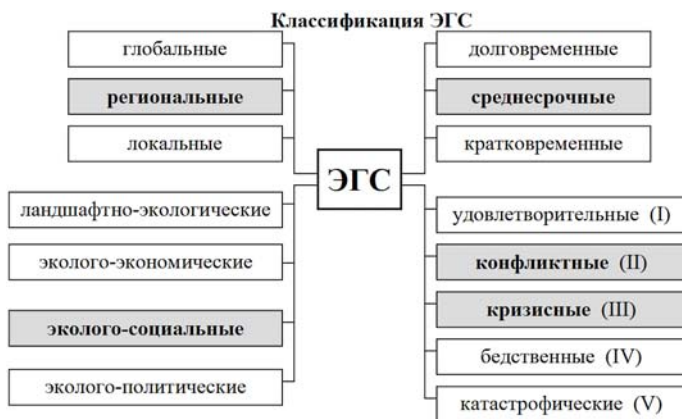


Рис. 2. Основные классификационные признаки ЭГС

В частности, кризисные ситуации развития характеризуются таким нарушением механизмов устойчивости и саморегуляции природных комплексов, при которых возможна качественная перестройка региональной системы, негативно сказывающаяся на здоровье населения. Отдельно рассматривают аварийные ЭГС, возникающие в результате крупных природных катастроф и технологических аварий. Подобные ситуации обычно кратковременны, но имеют долговременные, непредсказуемые и резко негативные последствия.

В качестве источников геоситуаций кризисного и бедственного типов могут выступать компактно размещаемые отходы добычи, обогащения и первичной переработки природного сырья. Например, установлено, что пылящие отвалы, терриконы и хвостохранилища негативно влияют на качество природных сред и состоянии здоровья населения: отмечены случаи массового заболевания и гибели людей от прямого и косвенного воздействия пыли [4]. Такая ситуация классифицируется специалистами как бедственная, или чрезвычайная, в том случае, если пострадало 15 человек и более или погибло 4 человека и более [5].

С освоением и переработкой минеральных ресурсов, в частности, освоением запасов бурого угля Подмосковского угольного бассейна (рис. 3), связана история и современность Тульского края [2].



Рис. 3. Граница и основные характеристики Подмосковного буроголового бассейна

В настоящее время на территории Подмосковного угольного бассейна размещено около 300 закрытых и действующих предприятий, связанных с добычей, переработкой и потреблением нерудного сырья – угольных шахт и разрезов, обогатительных фабрик, ГРЭС, ТЭЦ, металлургических и химических комбинатов, машиностроительных предприятий. Их деятельность, включая отходы прежних этапов производства, существенно сказывается на состоянии воздушной среды, земельных ресурсов, недр, поверхностных и подземных вод, а также ландшафтов в целом.

Так, за период с 1924 по 1994 годы на территории Подмосковного бассейна накоплено около 180 млн м³ пустых пород, занимающих площадь 400 га. В середине 90-х годов только в отвалах действующих шахт находилось до 45 млн м³ породы. Зона влияния этих отвалов достигает 5-6 тыс. га, что соответствует 0,23 % территории Тульской области. Отходы обогащения угля в основном представлены песчаноглинистыми породами с включениями высокозольного угля. Если этот объем накопленных отходов распределить по территории Тульской области, то получится слой высотой практически 1 см.

Породы отвалов подвергаются физическому и химическому выветриванию. Продукты диспергирования разносятся ветром на сотни метров. В ряде случаев интенсивное окисление обеспечивало самовозгорание отвалов.

Безусловно, в регионе проводятся мероприятия по рекультивации нарушенных земель. Восстановленные земли в течение 5-10 лет используются в качестве пастбищ и сенокосов, а затем переводятся в разряд посевных угодий. Однако урожайность на этих участках оказывается значительно ниже, чем на землях, не испытавших влияния горных работ.

Негативные экологические и социальные последствия развития тульского горно-промышленного региона, глобальные изменения рыночной конъюнктуры, а также вектора научного поиска в ряде областей знания обуславливают необходимость генерации новых идей и совершенствования методов анализа территориального развития, в том числе с позиции рационального – экономически эффективного и экологически безопасного – природопользования и управления региональным развитием.

Основу современной методологии горных наук образует идея комплексного освоения недр на базе знаний в сфере горно-геологических и общественных наук, получившей развитие в трудах академика М.И. Агошкова [2]. Понятие «комплексное освоение недр» раскрывается как управляемое использование обществом расширяющегося спектра жизнеобеспечивающих свойств земных недр и со временем приобретает всё более конкретное экологическое наполнение. Общим предметом исследований называют анализ изменений литосферной основы общественного бытия в ходе техногенного преобразования недр.

Мировая практика недропользования свидетельствует, что эффективность горного производства в значительной мере лимитируется не возможностями технологического уклада общества, а экономическими и экологическими факторами. Одним из аспектов оценки экологической опасности недропользования называют климат.

Таким образом, основаниями современного регионального недропользования выступают следующие положения.

1. Недр являются компонентой геосистем высокого уровня организации, средой и комплексным ресурсом социального развития, связанного с эволюцией общественных потребностей и технологических возможностей.
2. Задача сохранения недр решается в ходе их комплексного освоения.
3. Происходит постепенный отказ от технократической ориентации горных наук.

Поэтому в качестве приоритетного направления горно-геологических исследований выделяют системный прогноз изменения состояния георесурсов с учётом тенденций общественного развития в контексте разработки теории экологически сбалансированного недропользования.

Экологическим ограничениям на природопользование ныне уделяют особое внимание. Речь идёт о необходимости сохранения здоровья населения и природной основы жизнедеятельности общества. Поэтому в спектре ограничений на хозяйственную деятельность экологические ограничения признают одними из наиболее значимых, а качество окружающей среды рассматривают как отдельный, специфический ресурс.

Закономерности возникающего в ходе недропользования взаимодействия так называемых человекомерных систем с окружающей природ-

ной средой выявляет горная экология. Общая цель исследований – разработка теории человекомерных систем как научной основы установления безопасных параметров природопользования и сохранения нормативного качества природной среды. Предмет исследований – выявление причин возникновения в человекомерных системах экологической опасности и совершенствование методов её оценки, а также разработка теоретических основ проектирования систем, удовлетворяющих критериям экологической безопасности. Теоретическую базу дисциплины формируют учение о биосфере и концепция рационального природопользования.

Один из аспектов проблемы экологической безопасности недропользования связан с управлением состоянием отходов горного производства. Управление предполагает придание отходам требуемых кондиций по физико-химическим параметрам, а также выявление ответственности хозяйствующего субъекта за наносимый ущерб. В качестве интегрального показателя ущерба рассматривают систему зон влияния складированных отходов на окружающую среду.

В теории, различают два направления деятельности по обеспечению экологической безопасности недропользования: 1) управление отходами производства и оценка рисков, базирующиеся на универсальных для различных отраслей методологиях; 2) специфические мероприятия, обусловленные невозобновимостью ресурсов, необратимостью и неустранимостью (долговременностью) изменений «геологической среды». Например, породоугольные отвалы рассматривают в качестве источников долговременного воздействия на природные и антропогенные компоненты. Закономерности функционирования отвалов имеют выраженную горно-геологическую специфику, но механизмы формирования зон влияния и способы борьбы с пылением – универсальны.

В применении к недропользованию реализация принципа системности требует нахождения баланса всех основных производственных ресурсов – различных георесурсов, включая экологический потенциал геосистем, энергетических, экономических и людских. В другом аспекте реализация данного принципа предполагает изучение влияния недропользования на смежные с «геологической средой» земные оболочки, в том числе приземную атмосферу, а также на экосистемную целостность.

Поэтому проблему освоения недр ныне рассматривают с двух взаимосвязанных позиций: 1) через призму задач промышленности (относительное освоение) и 2) в контексте нарушения механизмов устойчивости биосферы и построения сценариев цивилизационного развития (абсолютное освоение). Без изучения относительного освоения не может быть познан абсолютный характер недропользования, а без формирования научных пред-

ставлений об абсолютном освоении недр – его относительный вид, конкретизируемый для каждого региона.

Освоение недр изменяет на территории хозяйствования все стороны жизнедеятельности общества и всё многообразие общественных отношений, формируя географический облик регионов и государства в целом. В свою очередь, изменения общественных отношений сказываются на горном производстве. Это обобщение подтверждает и 300-летняя история Тульского края – староосвоенного горно-промышленного региона, уклад которого определялся ресурсными потребностями казённых оборонных предприятий.

Исторически складывающаяся система социально-экономических и экологических интересов общества весьма пластична, что требует специального выявления закономерностей изменения баланса интересов в историческом прошлом, в современную эпоху и в будущем. Однако на современном этапе ни одна взятая по отдельности область общественной деятельности, ориентированная на обеспечение экологической безопасности, будь то экономика, техника и технология, наука или право, не может привести к необходимому результату. Решение проблемы экологической безопасности достижимо лишь на путях реорганизации всех сторон общественной жизни, объединяемых понятием культура.

Итак, научная и практическая деятельность, нацеленная на совершенствование стратегии регионального социально-экономического развития в кризисную эпоху, должна учитывать закономерности изменения баланса социально-экономических и экологических интересов общества с особым вниманием к тому факту, что горнодобывающие предприятия издавна являются ключевым звеном в системе региональных хозяйственных связей.

Литература

1. Исаченко А.Г. Общая география в системе географических знаний / А.Г. Исаченко // Изв. Рус. географического общества. – Т. 132, вып. 2. – 2000. – С. 6-12.
2. Природопользование: учебное пособие для вузов / Э.М. Соколов [и др.]. – М.-Тула: Гриф и К, 2002. – 522 с.
3. Котляков В.М. География как многодисциплинарная наука (из опыта составления многоязычного словаря географических терминов) / В.М. Котляков, А.И. Комарова // Изв. Академии наук. Серия географическая. – 2004. – № 3. – С. 8-17.
4. Хоба Ю. Бок о бок с монстром / Ю. Хоба // Донбасс. – 17.02.99. – № 31 (19450).
5. Григорьев Ал. А. Природные и антропогенные экологические катастрофы: проблемы риска / Ал.А. Григорьев, К.Я. Кондратьев // Изв. Рус. географического общества. – 1998. – № 4. – С. 1-9.

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЕТЕВЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАДАЧ
В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ**

¹Лаптёнок С.А., ¹Морзак Г.И., ¹Левданская В.А., ¹Карпинская Е.В.,

¹Гордеева Л.Н., ²Осипов А.В.

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

²«БЕЛТРОПГАЗ», г. Минск, Беларусь

Изложена методика применения технологии географических информационных систем для интерактивного пространственного моделирования и оптимизации маршрутов. Представлены пространственные модели маршрутов движения технологического транспорта коммунального назначения.

Последние десятилетия характеризуются интенсивным ростом производства во всем мире и связанным с ним увеличением количества автотранспорта и интенсификацией его использования. В связи с этим наблюдается и значительный рост вклада в загрязнение атмосферы поллютантов, содержащихся в выхлопе двигателей внутреннего сгорания. В настоящий момент в мире эксплуатируется около 500 миллионов автомобилей. На автомобильный транспорт приходится более половины всех вредных выбросов в окружающую среду, являющихся главным источником загрязнения атмосферы, особенно в крупных городах. В среднем при пробеге 15000 км за год каждый автомобиль сжигает 2 т топлива и около 26 – 30 т воздуха, в том числе 4,5 т кислорода. В результате сжигания жидкого топлива в воздух ежегодно выбрасывается, по разным оценкам, от 180 до 260 тысяч тонн свинца, что в 60 - 130 раз превосходит естественное поступление свинца в атмосферу при вулканических извержениях (2 - 3 тысячи тонн в год). [1]. Сложившаяся ситуация требует принятия неотложных мер, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду.

Снижение уровня загрязнения атмосферы выхлопами автотранспорта может быть достигнуто следующими мерами:

- снижением количества производимого и эксплуатируемого автотранспорта, что в условиях интенсивного индустриального развития не представляется возможным;

- снижением интенсивности эксплуатации транспорта, где это представляется возможным;

- оптимизация маршрутов транспорта.

Оптимизация маршрута является мерой, обеспечивающей ряд эффектов: экономический, экологический, эргономический и др. Вследствие сокращения пробега транспортного средства происходит сокращение пробега, и, следовательно, снижение расхода топлива и амортизации, обеспе-

чивается сбережение моторесурса двигателя, снижается количество выбросов в атмосферу поллютантов, содержащихся в выхлопе. Таким образом, оптимизация маршрутов может оказать значительное положительное влияние на общую ситуацию как в местном, так в региональном и глобальном масштабах.

На практике оптимизация маршрута сводится к решению так называемой задачи коммивояжера, которая заключается в отыскании самого выгодного маршрута, проходящего через указанные пункты хотя бы по одному разу. В условиях задачи указываются критерий выгодности маршрута (кратчайший, самый дешёвый, совокупный критерий и т. п.) и соответствующие матрицы расстояний, стоимости и т. п. Если это необходимо, указывается, что маршрут должен проходить через каждый пункт только один раз - в таком случае выбор осуществляется среди гамильтоновых циклов. Все эффективные (сокращающие полный перебор) методы решения задачи коммивояжера являются эвристическими. В большинстве эвристических методов находится не самый эффективный маршрут, а приближённое решение. Часто используются алгоритмы, постепенно улучшающие некоторое текущее приближённое решение (алгоритмы any-time) [2, 3].

Для решения задачи оптимизации маршрутов представляется целесообразным использование методов пространственного моделирования с применением технологии географических информационных систем (ГИС) [4-10].

В данной работе для построения векторной пространственной модели и решения сетевых задач были использованы программные средства ArcView GIS и ArcView Network Analyst [11, 12] (Environmental Systems Research Institute, США). ArcView GIS представляет собой набор программных средств, который предназначен для создания различных картографических моделей, добавления в готовые модели локальных табличных данных различных форматов (dBASE, Paradox, Microsoft Access, Oracle и др.) и данных, хранящихся на удаленных серверах для их отображения, выполнения запросов и расчетов и осуществлять географическое (пространственное) представление результатов. Модуль расширения ArcView Network Analyst предназначен для поиска оптимальных решений по эффективному использованию сетей, в частности, позволяет найти самый короткий путь и определить оптимальную последовательность посещения заданных пунктов, создать карты и маршрутные листы.

В качестве объекта оптимизации был выбран маршрут движения коммунального транспорта, обеспечивающего сбор твердых коммунальных отходов (ТКО) из контейнеров в жилом микрорайоне «Сухарево-2» г. Минска.

С использованием инструментария ArcView 3.2a была построена векторная пространственная модель территории микрорайона «Сухарево-2», включающая тематические слои с отображением дорожной сети (улицы Лобанка, Сухаревская, Шаранговича и внутренние проезды), жилой и инфраструктурной застройки (жилые дома, школы, детские дошкольные учреждения и др. со следующими адресами: ул. Лобанка 81, 85, 87, 89, 95, 97, 99, 107, 109; ул. Сухаревская 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 21/1, 21/2; ул. Шаранговича 52, 54, 56.) и пунктов загрузки ТБО, обозначенных адресами (Л – по улице Лобанка, С – Сухаревской, Ш – Шаранговича).

Средствами модуля Network Analyst осуществлялось решение сетевых задач по определению оптимальных маршрутов при интерактивном изменении условий – изменении направлений въезда и выезда (рис. 1, 2) и невозможности движения по ряду отрезков дорожной сети (рис. 3) с формированием маршрутного листа для каждого варианта.

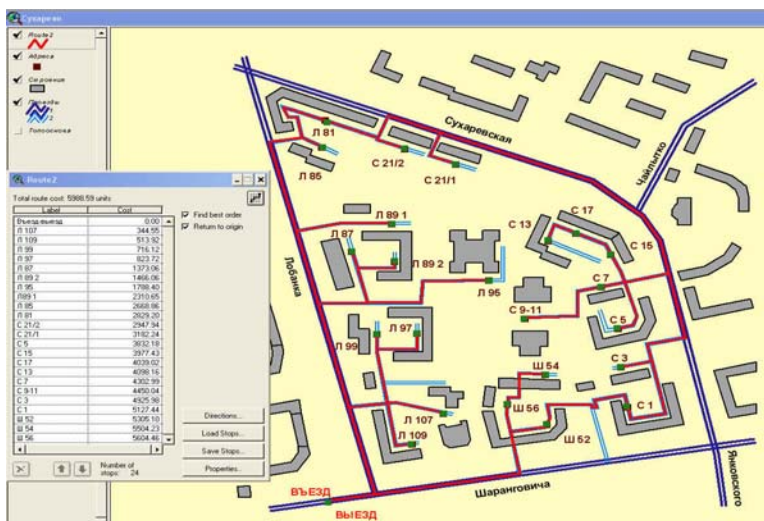


Рис. 1. Результат моделирования оптимального маршрута при сборе ТКО (въезд и выезд: ул. Шаранговича со стороны МКАД)

Порядок посещения пунктов для различных маршрутов представлен в сводной таблице маршрутных листов. Очевидно, что внутри выбранного микрорайона оптимальным является маршрут № 1 (его длина является минимальной – см. табл.).

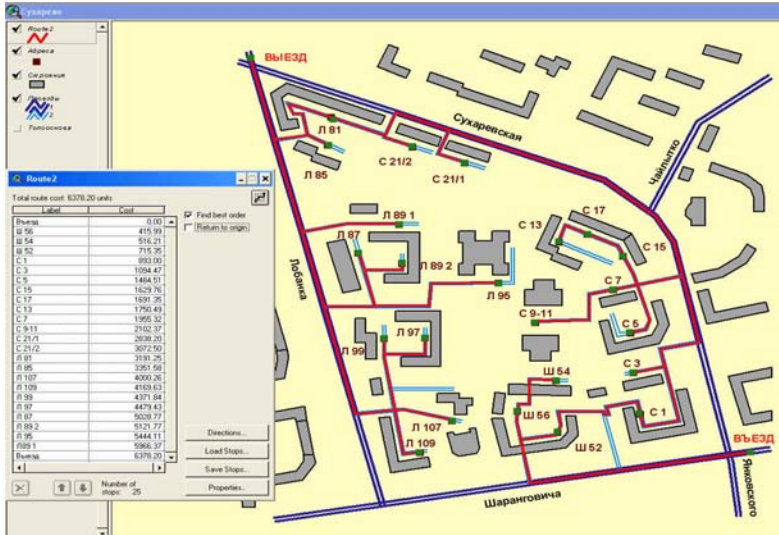


Рис. 2. Результат моделирования оптимального маршрута при сборе ТКО (въезд: ул.Шаранговича со стороны центра; выезд: ул.Лобанка в сторону МКАД)

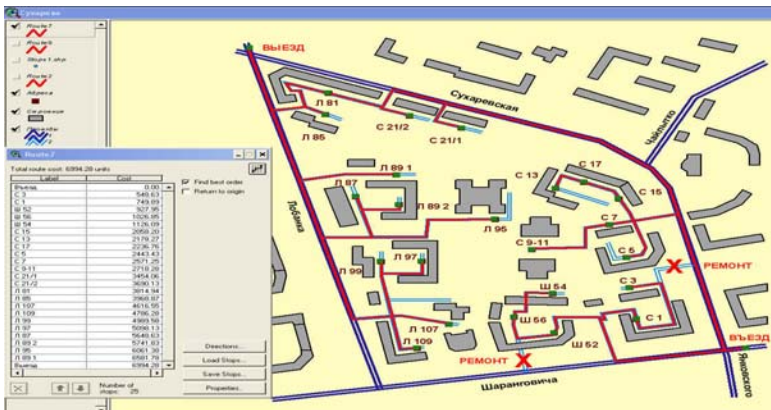


Рис. 3. Результат моделирования оптимального маршрута при сборе ТКО (некоторые внутренние проезды закрыты для движения автотранспорта)

Таблица. Порядок посещения пунктов загрузки ТКО при различных условиях движения

Адреса	Варианты маршрутов			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Л 81	Въезд (Ш)	Въезд (Л)	Въезд (Ш)	Въезд (Ш)
Л 85	Л 107	Л 85	Ш 56	С 3
Л 87	Л 109	Л 81	Ш 54	С 1
Л 89(1)	Л 99	С 21/2	Ш 52	Ш 52
Л 89(2)	Л 97	С 21/1	С 1	Ш 56
Л 95	Л 87	С 5	С 3	Ш 54
Л 97	Л 89(2)	С 9-11	С 5	С 15
Л 99	Л 95	С 7	С 15	С 13
Л 107	Л 89(1)	С 15	С 17	С 17
Л 109	Л 85	С 13	С 13	С 5
С 1	Л 81	С 17	С 7	С 7
С 3	С 21/2	С 3	С 9-11	С 9-11
С 5	С 21/1	С 1	С 21/1	С 21/1
С 7	С 5	Ш 52	С 21/2	С 21/2
С 9-11	С 15	Ш 54	Л 81	Л 81
С 13	С 17	Ш 56	Л 85	Л 85
С 15	С 13	Л 107	Л 107	Л 107
С 17	С 7	Л 109	Л 109	Л 109
С 21/1	С 9-11	Л 99	Л 99	Л 99
С 21/2	С 3	Л 97	Л 97	Л 97
Ш 52	С 1	Л 87	Л 87	Л 87
Ш 54	Ш 52	Л 89(2)	Л 89(2)	Л 89(2)
Ш 56	Ш 54	Л 95	Л 95	Л 95
	Ш 56	Л 89(1)	Л 89(1)	Л 89(1)
	Въезд	Въезд	Выезд (Л)	Выезд (Л)
Длина маршрута, м	5604	5707	6378	6994

В случае недоступности для проезда отдельных участков дорожной сети данное условие автоматически учитывалось при решении задачи оптимизации и недоступные участки исключались из маршрута движения. Дружественный интерфейс приложения ArcView и модуля расширения Network Analyst обеспечил оперативность изменения условий при постановке задач по моделированию различных вариантов маршрутов.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать заключение об эффективности применения технологии географических информационных систем для решения задач интерактивного пространственного моделирования оптимальных маршрутов на основании векторных пространственных сетевых моделей. Данная методика с успехом может использоваться для оперативного планирования и оптимизации маршрутов движения технологического транспорта в сфере производства, торговли,

коммунального хозяйства и т.п. в целях улучшения экономических и экологических показателей деятельности предприятий.

Литература

1. Логинова В.Ф. Состояние природной среды Беларуси: Экол. бюл. 2007 г. – Мн.: Минсктиппроект, 2008, – 376 с.
2. Ананий В. Глава 3. Метод грубой силы: Задача коммивояжера // Алгоритмы: введение в разработку и анализ – М.: «Вильямс», 2006. – С. 159-160.
3. Томас Х. Кормен Алгоритмы: построение и анализ – 2-е изд. / Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн // – М.: «Вильямс», 2006, – 1296 с.
4. Хаксхолд Виллиам Ё. Введение в городские географические информационные системы. / Пер. с англ. – New York: Oxford University Press, 1991, – 317 с.
5. Кошкарев А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика./ Под ред. Д.В.Лисицкого – М.: «Картгеоцентр» «Геодезиздат», 1993.
6. Лаптенюк, С.А. ГИС помогает оценить состояние здоровья детей и подростков Беларуси / Лаптенюк, С.А., Аринчин, А.Н., Быль, В.И. //ArcReview. Современные информационные технологии Москва, 2001, №1, – С. 7.
7. Лаптенюк, С.А. Применение технологии географических информационных систем для изучения динамики заболеваемости населения / Лаптенюк, С.А., Мошник, К.В., Ванягель, С.А. // Здоровоохранение, 2002, № 10, – С. 52-55.
8. С.А. Лаптенюк Реконструкция коллективной дозы внутреннего облучения на основе линейной регрессионной модели с применением методов пространственного анализа и технологии географических информационных систем (ГИС) / Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС, 2004, №1. – С. 15-20.
9. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / Бубнов, В.П., Дорожко, С.В., Лаптенюк, С.А. // – Минск: БНТУ, 2009, – 266 с.
10. Морзак, Г.И. Пространственное моделирование в промышленной и социальной экологии / Морзак, Г.И., Лаптенюк, С.А. // – Минск, БГАТУ, 2011, – 210 с.
11. Ресурсы web-сайта www.esri.com.
12. Ресурсы web-сайта www.dataplus.ru

УДК 504.06:51-74

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

¹Лаптенюк С.А., ¹Морзак Г.И., ¹Хорева С.А., ¹Левданская В.А., ¹Карпинская Е.В., ¹Гордеева Л.Н., ²Осипов А.В.

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

²«БЕЛТОПГАЗ», г. Минск, Республика Беларусь

Изложена методика применения технологии географических информационных систем для трехмерного моделирования распространения поллютантов в атмосфере

сферном воздухе. Представлены трехмерные пространственные модели объектов энергетики, прилегающих к ним территорий и объемного распределения поллютантов.

Защита атмосферного воздуха от загрязнения является одной из наиболее острых проблем современности. Развитие энергетики и промышленности неизбежно сопровождается увеличением потребления топлива, обрабатываемых материалов и ростом количества образующихся токсичных веществ. В последние десятилетия XX и первые годы XXI века проблема окружающей человека среды от загрязнения приобрела особое значение практически для всех развитых государств. Несмотря на то, что на долю природных источников загрязнения воздуха приходится свыше 50 % соединений серы, 93 % оксидов азота, значительная доля оксида углерода и ряд других загрязнителей, наибольшую опасность создают искусственные источники загрязнения воздуха, связанные с деятельностью человека, в первую очередь процессы сжигания топлива. Поступление значительных объемов продуктов сгорания топлива от котлов, промышленных печей, а также отработанных газов автомобилей изменяют состав атмосферного воздуха, часто приближая концентрации токсичных веществ к опасным по биологическому действию на человека, животных, растения, приводит к быстрой коррозии металлов.

Мероприятия по защите воздушного бассейна от загрязнения в целом для экономики отдельно взятой страны не являются убыточными, т.к. ущерб, причиняемый загрязнением воздуха здоровью населения, жилью и промышленным зданиям, урожайности сельскохозяйственных культур (особенно некоторым фруктовым деревьям), лесам и паркам, в крупнейших городах составляет ежегодно значительные суммы. Загрязнение атмосферного воздуха увеличивает скорость коррозии металлов в 10-20 раз. Только из-за действия загрязнителей на металлы, краску, кожу, резину и другие материалы ежегодные потери в США составляют около 1 миллиарда долларов, а совокупный ущерб достигает 12-14 миллиардов долларов [1].

Сокращение затрат на возмещение ущерба, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха, возможно исключительно за счет принятия адекватных мер по сокращению вредных выбросов и минимизации воздействия поллютантов. В свою очередь, оценка адекватности и эффективности таких мероприятий не представляется возможным без четкого представления о возникновении и развитии объемных процессов, протекающих в воздушной среде. Моделирование таких процессов является достаточно трудоемким и не может эффективно осуществляться без применения средств вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения.

Целью данного исследования явилась оценка эффективности использования технологии географических информационных систем при решении задач объемного пространственного моделирования.

Объектом исследования являлся процесс распространения в воздухе условного поллютанта, выбрасываемого котельной, расположенной вблизи жилого микрорайона улицы Харьковской в г. Минске (район кинотеатра «Современник»).

В качестве программного обеспечения была выбрана среда ArcView GIS 3.2a с модулями расширения Spatial Analyst 2.0a и 3D Analyst 1.0 [3 - 6].

ArcView представляет собой набор программных средств, который предназначен для создания различных картографических моделей, добавления в готовые модели локальных табличных данных различных форматов (dBASE, Paradox, Microsoft Access, Oracle и др.) и данных, хранящихся на удаленных серверах для их отображения, выполнения запросов и расчетов и осуществлять географическое (пространственное) представление результатов. Модуль ArcView Spatial Analyst позволяет раскрыть и лучше понять пространственные взаимосвязи различных блоков информации, от просмотра и запросов к данным до создания интегрированного пользовательского приложения, ориентированного на решение соответствующих задач. В модуле реализован спектр методов построения и анализа как растровых, так и векторных пространственных моделей. Модуль ArcView 3D Analyst даёт возможность рассчитать и визуализировать высоты точек, профили, изолинии, рельеф с отмывкой, линии наибольших уклонов и ряд других трехмерных (3D) характеристик. Полученная при помощи встроенных функций анализа поверхностей информация может использоваться как непосредственно, сама по себе, так и в комплексе с различными пространственными данными и функциями.

Средствами ArcView на основе космического снимка территории г. Минска [7] была создана двумерная векторная пространственная модель фрагмента территории с нанесенными природными объектами и зданиями различного назначения. Затем в данную модель были добавлены проекции реперных точек замеров концентрации поллютанта на различных высотах. Средствами модуля 3D Analyst создана триангуляционная модель земной поверхности с особенностями рельефа и нанесены расположенные на ней объекты.

Далее средствами модуля Spatial Analyst по значениям в реперных точках проводилась интерполяция регулярных поверхностей, представляющих собой непрерывные пространственные модели распределения концентраций условного поллютанта в воздухе на высотах 125, 75 и 50 м. Затем средствами 3D Analyst данные поверхности были интегрированы в объемную модель объекта (рис. 1).

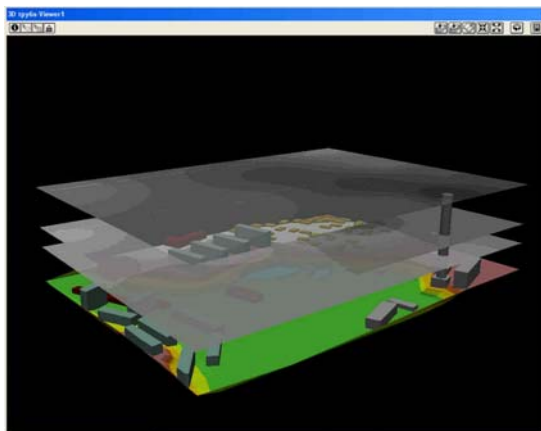


Рис. 1. Совокупная трёхмерная пространственная модель распределения концентраций условного загрязнителя в воздухе на высотах 125, 75 и 50 м (район ул. Харьковская – Берута, г. Минск)

Средствами комплекса были выделены точки и построены поверхности с равными значениями расчетной концентрации условного загрязнителя. На рис. 2. представлены поверхности распределения концентраций загрязнителя с уровнем 90 и 60 условных единиц. Сервисный инструментальный системы позволяет добиться максимальной информативности моделей.

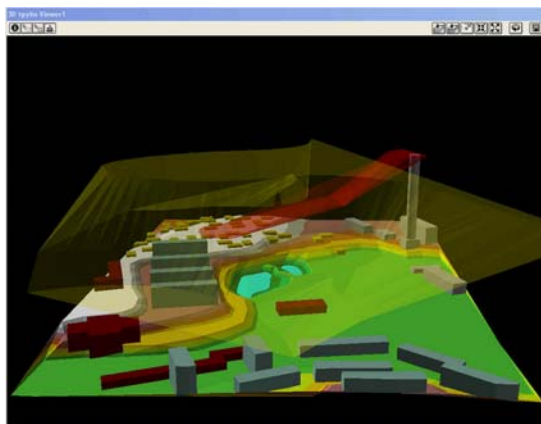


Рис. 2. Трёхмерная пространственная модель поверхностей распределения концентраций загрязнителя с уровнем 90 и 60 условных единиц (район ул. Харьковская – Берута, г. Минск)

Следует отметить, что ограниченное количество реперных точек и высот, а также значительный разброс значений обусловил известную приближенность, условность моделей. Тем не менее, очевидно, что при соответствующей коррекции исходных данных точность моделирования будет увеличиваться.

Использование данной методики моделирования и анализа представляется достаточно перспективным не только при изучении процессов, протекающих в атмосферном воздухе, но и при прогнозировании воздействия подобных процессов на загрязнение территорий. На базе средства ArcView GIS, Spatial Analyst и 3D Analyst, создан информационно-аналитический комплекс для создания и анализа трехмерных пространственных моделей промышленных источников загрязнения (рис. 1, 3) и территорий, подвергающихся их воздействию при незначительном (рис. 1 - 3), среднем (рис. 2, 3) и значительном удалении (рис.4) от источника.

Таким образом, можно заключить, что метод трехмерного пространственного моделирования с применением технологии географических информационных систем может эффективно использоваться для решения задач анализа динамики объемных процессов различного характера.

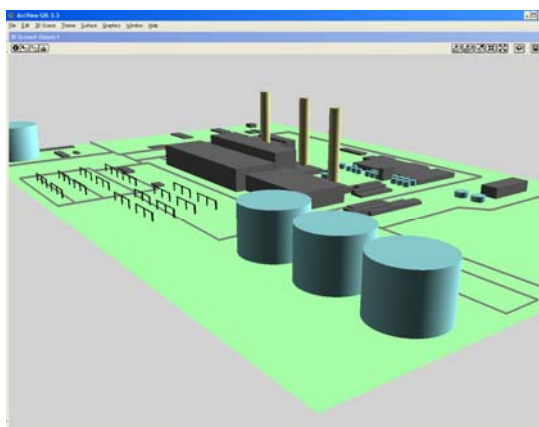


Рис. 3. Трёхмерная пространственная модель фрагмента территории с источниками выбросов в атмосферу различных поллютантов (ТЭЦ-4, г. Минск)

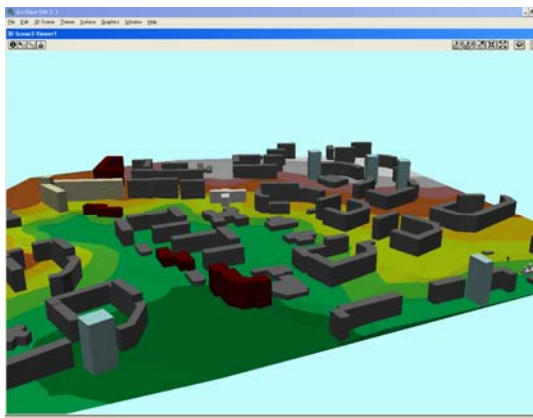


Рис. 4. Трёхмерная пространственная модель фрагмента территории микрорайона «Сухарево» Фрунзенского района г. Минска, созданная с учетом рельефа земной поверхности

Литература

1. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. – Л.: Недра, 1988, – 312 с.
2. NATO Challenges of Modern Society Volume 22. Air Pollution Modeling and Its Application XII. Edited by Sven-Eric Gryning and Nadine Chaumerliac, Plenum Press, New York, 1998, – 770 p.
3. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / Бубнов, В.П., Дорожко, С.В., Лаптенюк, С.А. // – Минск: БНТУ, 2009, – 266 с.
4. Морзак, Г.И. Пространственное моделирование в промышленной и социальной экологии / Морзак, Г.И., Лаптенюк, С.А. // – Минск, БГАТУ, 2011, – 210 с.
5. Ресурсы web-сайта www.esri.com.
6. Ресурсы web-сайта www.dataplus.ru
7. Ресурсы web-сайта www.yahoo.com

УДК 502.11

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТУЛЬСКОГО КРАЯ

Волков А.В.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В публикации на основе материалов комплексных исследований рассмотрены экологические факторы различной природы, оказывающие существенное влияние на трудоспособность и здоровье населения Тульского края.

Познавательная и практическая деятельность, нацеленная на совершенствование стратегии регионального социально-экономического развития, должна учитывать закономерности изменения баланса социально-экономических предпочтений и экологических ограничений с особым вниманием к тому факту, что горнодобывающие предприятия являются ключевым звеном в системе региональных хозяйственных связей.

Это положение в полной мере справедливо для Тульской области, в границах которой напряженная экологическая ситуация складывалась на протяжении веков. Как указывают историки, с середины XVII века Тула перестаёт быть пограничным городом, её население растёт. Накапливается опыт по добыче, выплавлению и обработке железа. Организация казённых железоделательных заводов способствует росту металлообработки, развитию «самопального» оружейного дела. Оружейники наделяются особыми правами и привилегиями. В 1712 году учрежден Тульский оружейный завод, где применяются самые передовые технологии. Во второй половине XVIII в. по объёму внешней торговли Тула занимает третье место после Москвы и Санкт-Петербурга [1].

Промышленная добыча угля начинается в 1855 году. В 1879 году добыча составляла 468 тыс. т (28 % угля России), однако, с развитием Донбасса, сократилась до 284 тыс. т (2,3 %).

Ныне Тульская область относится к группе субъектов РФ с напряжённой экологической обстановкой. По объёму выбросов в атмосферу от стационарных источников область занимает первое место в ЦФО, а по объёму стоков – третье, уступая лишь Москве и Ярославской области.

На основании априорной информации о масштабах воздействия, авторами исследования [2] окружающая среда Тульской области представлена двумя ареалами – средой проживания городского и сельского населения. Первый ареал объединяет антропогенно-модифицированные геосистемы, находящиеся в экстремальных экологических условиях. В то же время сельская местность, хотя и затронутая техногенным воздействием, отличается приемлемым качеством природной среды. При оценке влияния поллютантов на здоровье населения учитывался лаг между экспозицией загрязняющих веществ и откликом физиологических систем организма.

Фактический материал для параметрической идентификации моделей получен в результате цикла научно-исследовательских работ, проведённых Администрацией г. Тулы (1997 – 2005), городским комитетом здравоохранения, Тульским государственным университетом, Центром Госсанэпиднадзора по Тульской области, Тульским областным онкологическим диспансером, институтом промышленной экологии УрО РАН (г. Екатеринбург), НИИ «Атмосфера» (г. Санкт-Петербург), ГНПП «Аэрогеофизика» (г. Москва).

По результатам исследований сделаны следующие заключения.

Во всех районах Тулы и области питьевая вода соответствует санитарным требованиям (СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»). Исключение составляют лишь показатели жесткости и общей минерализации воды, а также содержания фтора и стронция. Исследования показали, что качество питьевой воды является одним из многих и, к тому же, не самым важным фактором, формирующим здоровье населения. Тем не менее, выявлена прямая корреляционная связь жесткости и общей минерализации воды с широким спектром патологий, включая заболевания органов кровообращения и злокачественные новообразования желудка. В целом, вклад экологических факторов в развитие злокачественных новообразований желудка составляет 22 %.

Одной из важнейших экологических проблем Тульского края признаётся загрязнение атмосферы. В середине 2000-х годов более 9,5 тысяч предприятий и организаций выбрасывали в атмосферу около 150 тыс. т/год 188 наименований загрязняющих веществ, в том числе 70 тыс. т оксида углерода (45 %) и 40 тыс. т твёрдых частиц (25 %). Основной вклад в загрязнение окружающей среды стационарными источниками вносят предприятия чёрной металлургии (45 %), электроэнергетики (38 %) и химической промышленности (12 %). Доля уловленных и утилизированных веществ составляет 70-80 % от их общего количества. Наибольшая степень очистки выбросов отмечается на предприятиях стройиндустрии (99,3 %), электроэнергетики (82,2 %) и химической промышленности (75,2 %).

В последнее десятилетие валовый выброс в атмосферу от стационарных источников сокращался, а от автомобильного транспорта устойчиво возрастал. Количество транспортных единиц в регионе увеличилось более чем в 3 раза, и выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта составили треть валового выброса, в том числе 45 % оксида углерода. Более 40 % от всего объёма выбросов приходится на Тулу.

В областном центре основными источниками загрязнения атмосферы являются предприятия металлургии (90 %), машиностроения, нефтехимии, газовой промышленности и стройиндустрии, а также котельные. Озабоченность гигиенистов вызывает загрязнение воздуха соединениями тяжёлых металлов, поскольку концентрации многих из них превышают предельно допустимые величины. В качестве наиболее распространенных поллютантов установлены соединения свинца, марганца, никеля, хрома, меди, окислы алюминия, магния, цинка, железа, кальция.

Однако, в соответствии с действующей на момент исследований методикой Минприроды, критериям выделения зон чрезвычайной экологической ситуации соответствуют лишь среднегодовые концентрации пыли

(фактические значения находятся вблизи минимальной границы нормативного диапазона) и бенз(о)пирена (фактические значения – в середине диапазона).

В северной промышленной части города максимальная кратность превышения величин среднегодовых концентраций пыли над величиной среднесуточной ПДК составила 2,0-3,7 раза, а для бенз(о)пирена – 1,7-7,7 раза. Для остальных районов города превышение по данным компонентам не установлено. Тем не менее, формально по двум взаимосвязанным компонентам – приземной атмосфере и почве – Тула может претендовать на статус зоны чрезвычайной экологической ситуации [2].

Следует также подчеркнуть, что угли и золы Мосбасса содержат уран и продукты его распада (Rn), что усложняет экологическую ситуацию в регионе. Дополнительное загрязнение 60 % территории Тульской области с населением 0,9 млн. человек – с 0,1 до 10 Ки/км² – обеспечила авария на ЧАЭС.

Таким образом, складывающаяся в регионе ситуация ухудшает показатели заболеваемости и смертности населения. Подтверждена зависимость уровня заболеваемости органов дыхания, сердечно-сосудистых и онкологических патологий, сокращения общей продолжительности жизни от состояния окружающей среды [2]. По указанным критериям здоровье населения Тулы хуже, чем в областных центрах соседних регионов, однако, по большей части показатели различия с контролем не слишком велики и практически всегда ниже среднего уровня по РФ. В целом, состояние здоровья туляков неблагоприятно. Однако существующий его уровень, согласно сложившейся практике оценивания, недостаточен для того, чтобы претендовать на статус зоны чрезвычайной экологической ситуации федерального значения.

По данным профессора Б.А. Ревича (2010), дополнительная смертность населения горно-промышленных регионов, обусловленная загрязнением местных продуктов питания поступающими с пылью Pb, Cd, Hg, As и другими металлами, составляет 4-19 % средней продолжительности жизни.

В основу количественной оценки изменения здоровья населения положено сокращение средней продолжительности жизни. Например, для Тулы величина ежегодного экономического ущерба определена в 600 млн. рублей при доходах регионального бюджета на уровне 50 млрд. рублей (2010) [2].

Важные закономерности формирования пылевой нагрузки на природные и технологические комплексы, позволяющие интерпретировать эколого-географическую ситуации в Туле и Тульской области, установлены в уральского горно-промышленном регионе. Пробы воздуха отбирались в вегетационный период в Первоуральске. Основными источниками загрязнения города признаны медеплавильный и хромпиковый заводы, а ведущими за-

грязнителями – медь, свинец, хром, фосфор, кальций, сера, цинк, ванадий, селен [3].

В ходе исследований установлены следующие закономерности:

– в наибольших количествах в пробах представлены фракции до 0,1 мкм и 10-50 мкм, для которых отмечено максимальное содержание тяжёлых металлов (таблица);

– ведущий вклад частиц 10-50 мкм в атмосферную миграцию металлов обусловлен высоким содержанием фракции в аэрозолях, высокой исходной концентрацией тяжёлых металлов в них, высокими сорбционными возможностями частиц;

Таблица - Преобладающие фракции тяжёлых металлов в пробах воздуха уральского горно-промышленного региона

Размер частиц, мкм	≤ 0,1	0,1 - 1	1 - 5	5-10	10-50
Содержание частиц в пробах, %	25,18	2,36	4,97	3,3	54,35
Элемент	Распределение по фракциям, %				
Кобальт	19,4	2,8	11,1	0	66,7
Хром	35,3	3	12,2	0	50,5
Железо	5,2	0	13	0	81,8
Марганец	45,1	0,9	7,6	0	46,4
Молибден	46,9	3,1	5,4	0	44,6
Никель	29,3	0	15,2	0	55,4
Свинец	13	3,1	16,1	0	67,8
Ванадий	10	0,9	9,1	0	80
Цинк	58,5	0	14,4	0	27,1

– результаты атмосферной миграции, в том числе дальность переноса, определяются микроклиматическими особенностями региона;

– в ходе миграции с увеличением расстояния от источника всё более существенная доля металлов переходит в воднорастворимые формы;

– вторичное сорбционное поглощение тяжёлых металлов биомассой растений максимально для фракции 1-5 мкм.

В условиях тульского горно-промышленного региона напряжённая экологическая ситуация усугубляется не только пылевым фактором, но и аномальными значениями геофизических полей – отрицательной гравитационной аномалией (рис. 1) и наследующей контуры зоны дробления положительной магнитной аномалией (порядка 200...400 нТл).

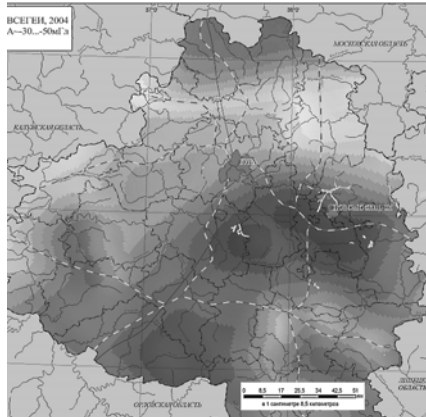


Рис. 1. Отрицательная гравитационная аномалия (порядка 30...50 мГл), расположенная южнее Тулы (по данным ВСЕГЕИ СПб, 2004)

Как можно предположить, зона дробления пород, находящая выражение в отрицательных значениях аномалии гравитационного поля и положительных значениях аномалии магнитного поля, приурочена к литологической границей гипсов (кряп «v») и доломитов, сформировавшейся в конце девонского периода осадконакопления в центральной части Восточно-Европейской платформы (рис. 2).

В контексте анализа факторов, определяющих формирование и развитие эколого-географической ситуации в Тульском крае, внимание привлекает ещё один факт: расположение центральных областей России в области высоких значений глобального магнитного поля, характеризуемого величиной полного вектора магнитной индукции F (рис. 3).

Итак, на основании вышеизложенного могут быть сделаны следующие заключения, определяющие основные задачи исследований в области механизмов формирования и закономерностей изменения во времени эколого-географических ситуаций регионального развития.

1. Недропользование – базовая технология развития современного общества, базирующаяся на природных закономерностях и одновременно нацеленная на управление природными процессами.

2. Долгосрочные экологические издержки недропользования, связываемые с отходами добычи, обогащения и первичного передела сырья, определяются технологическим укладом общества, а также динамикой природных и социальных процессов в границах территории освоения.

3. Закономерности социально-исторического развития территории могут быть выявлены эмпирическими методами и использованы для анализа и прогноза региональных эколого-географических ситуаций.

4. Закономерности природного и социального развития служат основой для разработки сценариев регионального развития как теоретической базы управления территориями.

5. Среди внешних факторов, сказывающихся на динамике общества, учёту подлежат и вариации приземного электромагнитного поля.

Следовательно, в контексте совершенствования методологии оценки и прогноза региональных геоситуаций необходимо идентифицировать региональные факторы экологической опасности, разработать модель генерации аэрогеля отвалами горного производства – источниками долговременного воздействия на окружающую среду, выявить закономерности функционирования данных источников, а также связь процессов генерации и осаждения аэрозолей на подстилающую поверхность, оценить роль действующих технологий в формировании аэрозольного загрязнения атмосферы, выявить обстоятельства социально-исторического развития региона и основные климатические

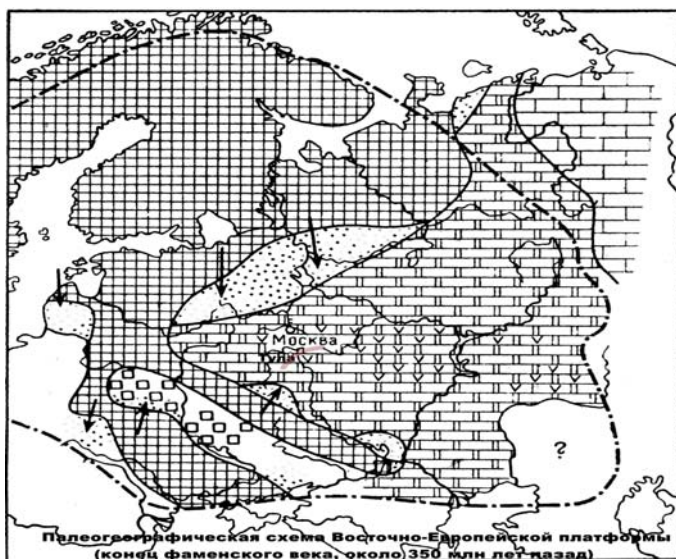


Рис. 2. Положение литологической границы гипсов и доломитов в конце фаменского века девонской эпохи осадконакопления в пределах Восточно-Европейской платформы [4]

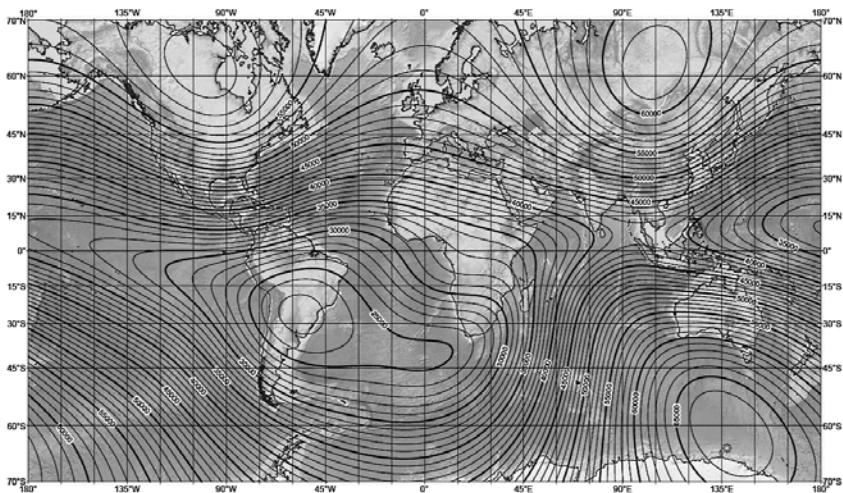


Рис. 3. Модель магнитного поля Земли – значений полного вектора магнитной индукции F , нТл (NOAA/NGDC&CIRES, US/UK, //ngdc.noaa.gov/geomag/WMM; 2010)

тренды, предложить методы формального детектирования и качественной (содержательной) интерпретации складывающихся эколого-географических ситуаций, сформулировать подход к разработке сценариев регионального развития, а также экспериментально подтвердить гипотезу влияния вариаций приземного геомагнитного поля на ход физиологических процессов.

Литература

1. Пеньков В.В. Край наш Тульский / В.В. Пеньков, С.М. Стекунов. – 2-е изд. – Тула: Приок. кн. изд., 1977. – 128 с.
2. Математические модели и методы оценки экологического состояния территорий / Е.А. Машинцов [и др.]. – М.: Изд. физико-математической литературы, 2010. – 228 с.
3. Роева Н.Н. Исследование форм загрязняющих элементов в аэрозольных частицах атмосферного воздуха / Н.Н. Роева [и др.]. // Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений; под ред. Ю.А. Израэля. – М.: Наука, 2001. – С. 242 с.
4. Историческая геология / Г.И. Немков [и др.]. – М.: Недра, 1974. – 320 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ И ОЦЕНКА КОЛЛЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ

Вакунин Е.И., Лебедев А.М., Коряков А.Е., Овчарова А.Н.

Тульский государственный университет, г. Тула

Рассмотрены вопросы оценки радиологического состояния территорий и факторы, влияющие на формирование коллективной дозы облучения населения.

До недавнего времени в качестве фактора, определяющего экологическое состояние различных территорий, рассматривалось загрязнение природных сред опасными химическими веществами и соединениями. Радиологическим аспектам формирования экологической обстановки уделялось значительно меньшее внимание. В настоящее время наблюдается рост научного интереса к загрязнению радиоактивными веществами в связи с фактами появления острых токсичных эффектов, вызванных загрязнением части территорий изотопами стронция и цезия. Внимание к радиологической составляющей экологического состояния возросло и вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и ряда инцидентов с ядерным топливом на других гражданских и военных объектах.

Радиоактивный фон окружающей среды обусловлен загрязнением природных сред различными радионуклидами и состоит из следующих основных компонентов:

- излучения, обусловленного космическими источниками;
- излучения от рассеянных в окружающей среде первичных радионуклидов;
- излучения от естественных радионуклидов, поступающих в окружающую среду от производств, не предназначенных непосредственно для их получения;
- излучения от искусственных радионуклидов, образованных при ядерных взрывах и вследствие поступления отходов от ядерного топливного цикла и других предприятий, использующих искусственные радионуклиды.

Первые два компонента определяют естественный радиационный фон. Третий компонент определяется как техногенно-измененный радиационный фон и формируется, главным образом, за счет выбросов естественных радионуклидов при сжигании органического топлива, поступления их при внесении минеральных (в первую очередь, фосфорных) удобрений и их содержания в строительных конструкциях и материалах.

Природные источники излучения в структуре дозы облучения населения занимают ведущее место. По данным исследований последних лет, полученным в ходе радиационно-гигиенической паспортизации, на

долю природных источников в структуре годовой эффективной коллективной дозы облучения населения приходится значительно более 2/3 дозы от всех источников радиации (рис.1).



Рис. 1. Вклад различных источников в эффективную коллективную дозу

Основным вкладом в дозовую нагрузку населения от природных источников ионизирующего излучения, является радон и продукты его распада в воздухе жилых и общественных зданий. Вклад этого источника в эффективную коллективную дозу населения составляет от 40 до 50 % (например, для Тульской области в 2012 г. вклад составил 41,7 % от всех источников ионизирующего излучения, а среди природных источников – 51,1 % (рис.2)).

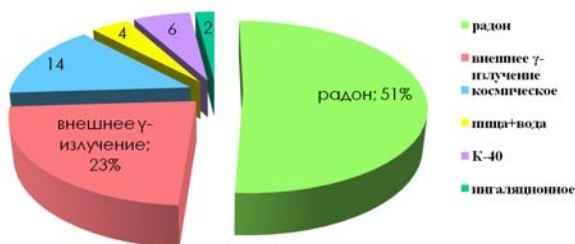


Рис. 2 Структура дозовой нагрузки от природных источников

Большую часть этой дозы человек получает от радионуклидов, попадающих в его организм вместе с вдыхаемым воздухом, особенно в непроветриваемых помещениях. Радон концентрируется в воздухе внутри помещений лишь тогда, когда они в достаточной мере изолированы от внешней среды. В результате в помещении могут возникать довольно вы-

сокие уровни радиации, особенно, если дом стоит на грунте с относительно повышенным содержанием радионуклидов или если при его постройке использовали материалы с повышенной радиоактивностью. Герметизация помещений с целью утепления только усугубляет дело, поскольку при этом еще более затрудняется выход радиоактивного газа из помещения.

Радиоактивность почв – обусловлена содержанием в почвах естественных и искусственных радионуклидов. Естественная радиоактивность зависит главным образом от содержания урана, радия, тория, радиоактивного изотопа калия. Искусственная радиоактивность обусловлена взрывами ядерного оружия, работой ядерных реакторов и аварий на них, отходами атомной промышленности.

К зонам радиоактивного загрязнения в результате аварии на Чернобыльской АЭС относятся в настоящее время 4412 населенных пункта, расположенные в 14 субъектах Российской Федерации. Наибольшие площади загрязнения расположены в Брянской, Калужской и Тульской областях.

Основным радионуклидом, определившим характер техногенного загрязнения, является ^{137}Cs и в меньшей степени ^{90}Sr , причем радиационная обстановка на этих территориях до настоящего времени определяется наличием долгоживущего продукта аварии - цезием-137. Уровни радиоактивного загрязнения почвы на указанных территориях цезием-137 и стронцием-90 выше фоновых значений, обусловленных глобальными выпадениями продуктов ядерных взрывов для равнинных территорий Российской Федерации.

Загрязнение атмосферы техногенными радионуклидами на территории Российской Федерации в настоящее время обусловлено ветровым переносом радиоактивных веществ с загрязненной в прошлые годы почвы глобальными выпадениями продуктов ядерных взрывов и радиационных аварий. Суммарная объемная активность приземного слоя атмосферного воздуха практически целиком определяется природным радионуклидом ^{210}Pb .

В 2011 г. дополнительный вклад в радиоактивное загрязнение атмосферного воздуха внесли также техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в результате аварии на японской АЭС «Фукусима-1», произошедшей 12 марта 2011 г.

По данным Росгидромета в последней декаде марта и апреле 2011 г. в приземной атмосфере в суточных пробах аэрозолей регистрировались незначительно повышенные объемные активности цезия-137, цезия-134, йода-131 и других радионуклидов (йод-132, цезий-136, теллур-132), отсутствующих (кроме цезия-137) в составе глобального техногенного фона на территории Дальнего Востока и в центре Европейской территории России.

Усредненные значения по содержанию радионуклидов в атмосферном воздухе Тульской области за 2011 г., полученные Росгидрометом рас-

четным путем, представлены на рис. 3.

Для сравнения представлены данные за 2010 г. до аварии на японской АЭС “Фукусима-1”. Из данных рис. 3 следует, что радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы над территорией Тульской области не произошло. Содержание радионуклидов и суммарная бета-активность остаются в характерном для России диапазоне.

Радиационное загрязнение вод определяется присутствием в водах радиоактивных веществ, поступающих из атмосферы и вымываемых из почв и горных пород.

Основным источником централизованного водоснабжения населения Тульской области являются подземные артезианские воды. Радиоактивность таких вод обусловлена, прежде всего, присутствием естественных радионуклидов – радона-222, 220, радия-226, 228, 224, урана-234, 238, калия-40, реже полония-210, свинца-210. Техногенную радиоактивность природных вод, обусловленную в первую очередь цезием-137 и стронцием-90, можно встретить в поверхностных водах, реже в грунтовых.

^{137}Cs , Бк/м ³	^{90}Sr , Бк/м ³	Суммарная бета-активность, Бк/м ³
2011г.		
5,30 · 10⁻⁶	0,06 · 10⁻⁶	181,0 · 10⁻⁶
2010г.		
0,80 · 10⁻⁶	0,13 · 10⁻⁶	141,8 · 10⁻⁶
Допустимая среднегодовая объемная активность (ДОА), Бк/м ³		
27	2,7	

Рис. 3. Уровни содержания радионуклидов в атмосферном воздухе

В Тульской области имеются случаи превышения критериев первичной оценки питьевой воды по удельной суммарной альфа-бета-активности, как правило, в пробах воды из подземных источников водоснабжения. Данные по Тульской области за 2010-2012 г. о содержании радионуклидов в питьевой воде, родниках и в воде открытых водоемов представлены на рис.4. Суммарная активность в воде открытых водоемов значительно ниже, чем в питьевой воде из артезианских скважин и из родников. В питьевой воде скважин и родников наблюдаются случаи превышения допустимого уровня радона-222. При выдерживании этой воды в

открытом состоянии – радиоактивный газ радон-222 улетучивается и вода пригодна для употребления.

Вода открытых водоемов		Питьевая вода артезианская		Вода из родников	
Суммарная альфа-активность, Бк/кг (УВ 0,2 Бк/кг)					
средняя	макс	средняя	макс	средняя	макс
0,07	0,14	0,13	1,95	0,14	1,56
Суммарная бета-активность, Бк/кг (УВ 1,0 Бк/кг)					
средняя	макс	средняя	макс	средняя	макс
0,14	0,24	0,16	1,38	0,17	0,47
Радон-222, Бк/кг (УВ 60 Бк/кг)					
-	-	10,7	227,9	53,2	132,9

Рис. 4. Суммарная альфа-бета-активность природных вод Тульской области

В Российской Федерации обнаруживаются превышения допустимого уровня в пищевых продуктах только по содержанию цезия-137 в Брянской и Калужской областях. В Тульской области превышение нормативов в местной продукции регистрировалось только в 1986 г. В дальнейшем превышений допустимых уровней содержания радиоцезия в пищевых продуктах не отмечалось, за исключением дикорастущих продуктов. И в то же время содержание ^{137}Cs в производимой на Тульской земле продукции в настоящее время превышает доаварийный уровень, несмотря на постепенное снижение содержания ^{137}Cs в продуктах питания (рис. 5).

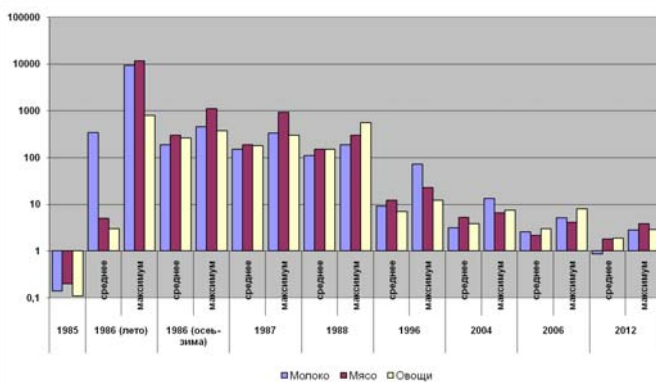


Рис. 5. Динамика изменения содержания ^{137}Cs в продуктах питания

Серьезной радиационно-гигиенической проблемой является медицинское облучение человека, регламентация и ограничение которого позволяет существенно снизить суммарный уровень радиационного воздействия на население страны.

Наибольший вклад в коллективную дозу медицинского облучения пациентов Тульской области в 2012 г. внесли рентгенографические исследования (33,8 %) и компьютерная томография (26,3 %). Вклад флюорографических исследований составил 14,1 %, рентгеноскопических исследований 15,8 % (рис. 6).

По сравнению с 2011 г. возросло количество флюорографических и рентгенографических диагностических исследований. Наибольший рост наблюдается для компьютерной томографии как одного из наиболее информативных методов диагностики.

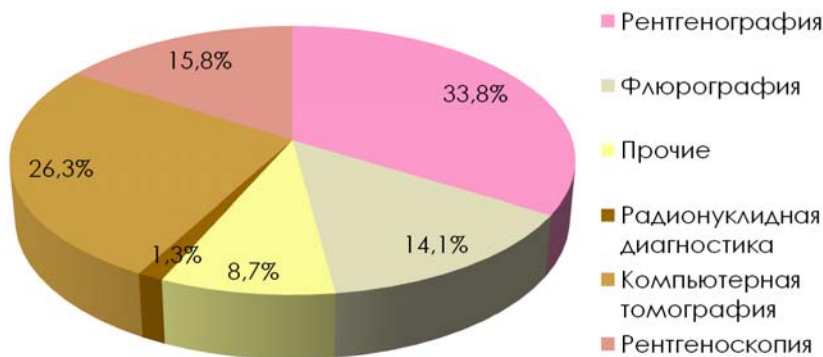


Рис. 6. Вклад различных методов диагностики в дозу медицинского облучения населения

Однако в последние годы за счет оптимизации рентгенологических исследований и внедрения новой низкодозовой техники при увеличении количества исследований коллективная доза медицинского облучения снижается (рис. 7). В итоге доза, полученная от медицинских источников, в 2012 г. снизилась до среднероссийских показателей.

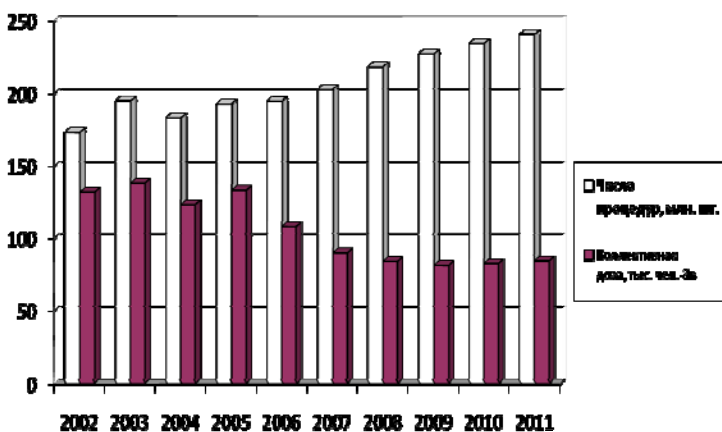


Рис. 7. Динамика коллективной дозы населения, полученной в результате рентгенографических исследований

В итоге, сравнивая средние индивидуальные дозы облучения населения Тульской области за 2011 г. и 2012 г. со среднероссийскими показателями и критериями оценки доз облучения, можно отметить, что средняя доза облучения населения Тульской области, полученная от всех источников меньше среднероссийской, значительно ниже приемлемого уровня 5 мЗв/год, определенного Нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009 и имеет тенденцию к снижению (рис. 8).

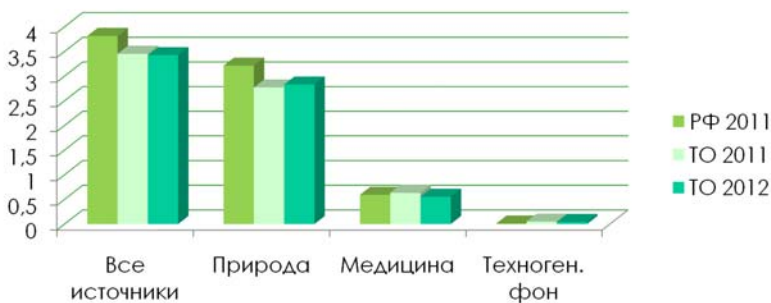


Рис. 8. Сравнительная характеристика средних индивидуальных доз облучения населения Российской Федерации и Тульской области

Доза от техногенного фона превышает среднероссийский, но не превышает регламентированного предела дозы в 1 мЗв/год (НРБ-99/2009). Оценка облучения населения, показала, что накопленная за весь период средней продолжительности жизни человека (70 лет) дополнительная средняя эффективная эквивалентная доза облучения вследствие Чернобыльской аварии не превысит дозового предела 70 мЗв, определенного нормативным документом СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009).

Для дальнейшего снижения радиационных рисков на основании анализа структуры доз облучения населения необходимо выделить следующие направления профилактической и реабилитационной деятельности:

- контроль за содержанием природных радиоактивных элементов в воздухе, строительных материалах, воде и других объектах окружающей среды;

- охрана атмосферного слоя Земли как природного экрана, предохраняющего от губительного космического воздействия радиоактивных частиц;

- соблюдение глобальной техники безопасности при добыче, использовании и хранении радиоактивных элементов, применяемых человеком в процессе его жизнедеятельности;

- модернизация парка рентгеновской техники – замена старого оборудования на новое поколение малодозовых цифровых аппаратов;

- радиационный мониторинг техногенного загрязнения объектов окружающей среды, питьевой воды, сельскохозяйственной продукции, по результатам которого оценивается доза облучения населения, проживающего на загрязненных территориях.

УДК 504.61:622.272

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЫЛИ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Вакунин Е.И., Коряков А.Е., Туляков С.П., Нечаева О.А.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Разработанное на кафедре АОТиОС ТулГУ программное обеспечение расчета выделения пыли при складировании и перегрузке сыпучих материалов позволяет оценить степень загрязнения окружающей среды и разработать мероприятия по снижению негативного воздействия.

Процесс складирования и перегрузки сыпучих веществ является интенсивным источником пылеобразования, что приводит к загрязнению окружающей среды.

Методика расчета выбросов пыли от источников пылеобразования является достаточно трудоемкой, так как требует привлечения справочной информации, характеризующей свойства сыпучих материалов и оборудования используемого при добыче и переработке полезных ископаемых.

Создание программы расчета выбросов пыли позволит значительно снизить трудозатраты при проведении расчетов выбросов загрязняющих веществ.

Интенсивными неорганизованными источниками пылеобразования являются пересыпка материала, погрузка материала в открытые вагоны, полувагоны, загрузка материала грейфером в бункер, разгрузка самосвалов в бункер, сыпка материала открытой струей в склад и др.

Для процессов перегрузки пылящих материалов следует применять для удельных выбросов (г/с) формулу:

$$M_{ГР} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot G_{\text{ч}} \cdot B \cdot 10^6 / 3600,$$

а для валовых выбросов (т/год):

$$\dot{I}_{\text{АВ}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot G_{\text{АА}} \cdot B,$$

где \hat{E}_1 - весовая доля пылевой фракции в материале. Определяется путем отмывки и просева средней пробы с выделением фракции пыли размером от 0 до 200 мкм; K_2 - доля пыли (от всей весовой пыли), переходящая в аэрозоль; K_3 - коэффициент, учитывающий местные метеоусловия, K_4 - коэффициент, учитывающий местные условия, степень защищенности узла от внешних воздействий, условия пылеобразования; K_5 - коэффициент, учитывающий влажность материала, определяется в соответствии с данными. Под влажностью материала понимается влажность его пылевой и мелкозернистой фракции ($d \leq 1$ мм); K_7 - коэффициент, учитывающий крупность материала; K_8 - коэффициент, учитывающий тип грейфера и род перегружаемого материала; B - коэффициент, учитывающий высоту пересыпки;

$G_{\text{ч}}$ - суммарное количество перерабатываемого материала в час, т/час.;

$G_{\text{АА}}$ - суммарное количество перерабатываемого материала в течении года, т/год.

При статическом хранении пылящих материалов следует применять для удельных выбросов (г/с) формулу:

$$M_{\dot{O}D} = K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{D\dot{A}\dot{A}} + K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot 0,11 \cdot q \cdot (F_{I\dot{E}} - F_{D\dot{A}\dot{A}}) \cdot (1 - \eta / 100)$$

а для валовых выбросов (т/год):

$$\dot{I}_{\dot{O}D} = 0,11 \cdot 8,64 \cdot 10^{-2} \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{I\dot{E}} \cdot (1 - \eta / 100) \cdot (365 - T_C)$$

где K_6 - коэффициент, учитывающий профиль поверхности складированного материала, определяется как отношение $F_{\dot{O}\dot{A}\dot{E}\dot{O}} / F_{I\dot{E}}$; $F_{\dot{O}\dot{A}\dot{E}\dot{O}}$ - фактическая площадь поверхности материала с учетом рельефа его сечения, \dot{i}^2 ; $F_{I\dot{E}}$ - поверхность пыления в плане, M^2 ; $F_{D\dot{A}\dot{A}}$ - площадь в плане, на которой систематически производятся погрузочно-разгрузочные работы (не реже 1-го раза в неделю), \dot{i}^2 ; T_C - число дней со снежным покровом за год (запрашивается в территориальном комитете по гидрометеорологии); η - коэффициент эффективности борьбы с поверхностным пылением, %. При использовании в качестве пыле связывающего вещества раствора хлористого кальция, ССБ, битумной эмульсии - $\eta = 80$ %; при использовании лингосульфана - $\eta = 90$ %; q - максимальная удельная сдуваемость пыли, г/(\dot{i}^2 с), определяется по формуле:

$$q = a \cdot V^b \cdot 10^{-3}$$

где a, b - эмпирические коэффициенты, зависящие от типа перегружаемого материала; V - скорость ветра, м/с.

Предлагаемый программный продукт «Пылеобразование» является оригинальной разработкой, написанной на языке программирования Object Pascal с использованием интегрированной среды разработки Delphi.

Результаты расчета выбросов пыли при складировании и перегрузке сыпучих материалов, получаемые в максимально удобной для последующей обработке форме, позволяют максимально ускорить процесс расчета

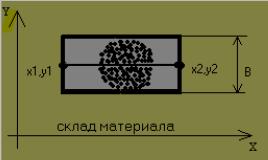
выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и оперативно оценить степень негативного воздействия на окружающую среду.

Программа представляет собой набор форм для ввода данных и вывода полученных результатов. В начале работы задаются - реквизиты организации и ФИО ее руководителя. Дата и время проведения расчета могут быть либо заданы автоматически, либо при необходимости изменены.

После выбора типа источника выбросов (при хранении и перегрузке) и типа перегружаемого материала вводятся координаты источника загрязнения (предварительно произвольный по конфигурации источник аппроксимируется прямоугольником) путем задания координат середин противоположных сторон и ширины (рис.1).

Координаты источника загрязнения

Введите номер источника:



Координаты площадного источника:

x1 = x2 = B =

y1 = y2 =

<< Назад Далее >> Выход

Рис. 1. Запросная форма «Координаты источника»

Затем задаются характеристики перегружаемого материала - размеры кусков, влажность материала и условия перегрузки - высота падения материала (рис.2).

При выборе типа склада используемого запросная форма представлена в виде поясняющих рисунков (рис.3).

Полученные в результате расчета значения выбросов загрязняющих веществ вместе с исходными данными источника формируют полный отчет, который выводится как на экран дисплея, так и при необходимости может быть записан во временный файл 'Works.rtf', который впоследствии используется при инвентаризации источников выбросов предприятия.

На основании полученных результатов расчетов оценивается степень негативного загрязнения окружающей среды продуктами пыления и разрабатываются мероприятия по снижению данного загрязнения.

Характеристики материала

Кроме того, для расчёта необходимо указать:

Высота падения материала, м:
0,5

Размер кусков, мм:
500

Влажность материала, %:
0.05

h, м

<< Назад Далее >> Выход

Рис. 2. Запросная форма «Характеристика материала»

Склад

Укажите склад:

Открытый с 4-х сторон Открытый с 2-х сторон полностью и с 2-х сторон частично Открытый с 1-ой стороны Закрыт с 4-х сторон

1 2 3 4

Открытый с 2-х сторон Открытый с 3-х сторон Загрузочный рукав

5 6 7

<< Назад Далее >> Выход

Рис. 3. Запросная форма «Типы складов»

УСТАНОВЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ В ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЕ ГОРОДСКОЙ АВТОМАГИСТРАЛИ

Левданская В.А., Шавяка Е.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В работе рассматривается проблема загрязнения придорожных полос городских автомагистралей и определяется степень угнетения микрофлоры почвы методом биоиндикации с использованием современных программных средств

Интенсивный рост городов закономерно влечет увеличение нагрузки на окружающую среду и ее компоненты. Наибольшая доля загрязнения окружающей среды с последующей деградацией природных экосистем приходится на автотранспорт. Автотранспорт является специфическим источником загрязнения, состоящим из множества наземных передвижных точечных источников, сосредоточенных на различных автомагистралях. Зоны загрязнения окружающей среды, формируемые выбросами автотранспорта, характеризуются высокими значениями концентрации вредных веществ и распространяются на большие территории.

Роль одного отдельно взятого транспортного средства в изменении состояния придорожной зоны незначительна, однако при регулярности такого воздействия она многократно возрастает. Транспортный поток превращается в постоянно действующий источник техногенного загрязнения, приводящий к загрязнению воздушной среды, как в придорожной зоне, так и всей экосистемы. Кроме того, изменяются физико-химические свойства почвогрунтов, их переуплотнение, загрязнению поллютантами, в частности тяжелыми металлами, что вызывает повышение их фитотоксичности, приводящей к ухудшению условий произрастания зеленых насаждений.

Известно, что на придорожной полосе оседает более 70 % общего количества свинца, поступающего в воздух с отработавшими газами автомобильных двигателей. Наибольшая концентрация свинца в почве наблюдается вблизи земляного полотна и может превышать его фоновое значение в десятки раз. Накапливающиеся в верхних слоях почвы свинец и другие тяжелые металлы (в частности, кадмий) изменяют химический состав почвы, ухудшают условия жизни в ней микроорганизмов и проникают в растения, создавая опасность для здоровья людей.

Не является исключением и Республика Беларусь, для которой эта проблема также является актуальной, что обусловлено значительным ростом автопарка. В республике в период с 2007 по 2012 год количество автомобилей увеличилось с 2,5 млн. до 3,4 млн. В г. Минске в данный момент насчитывается порядка 700 тыс. автомобилей, что делает необходи-

мым определением класса опасности загрязнения почв в придорожных полосах, что и стало целью данной работы.

Оценить загрязнение придорожных зон автотранспортом можно путем определения биологической активности почв придорожной полосы, проведя биоиндикационную оценку.

В основе определения класса опасности загрязнения почв лежит изменение биологической активности почвенной микрофлоры. Воздействие токсичных веществ на микрофлору оценивали путем сравнения испытуемых и контрольных проб, а показателем биологической активности являлась их средорегулирующая активность.

Для анализа отобраны пробы загрязненной почвы на участке ул. Орловской от площади Бангалор до ул. Карастояновой г. Минска. Выбор данного места обусловлен интенсивным движением автотранспорта в обе стороны и наличием кругового движения.

Отбор проб производили общепринятым методом с помощью почвенного бура методом квадрата. Для анализа было отобрано 12 проб, схема забора которых представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема отбора проб

На рисунке показаны точки отбора проб: 6 проб взято непосредственно около проезжей части (пробы *а*) и 6 проб в шести метрах удаления от дороги (пробы *б*).

К взвешенным навескам влажных образцов добавляли раствор глюкозы, после чего открытые чашки с навесками помещались в герметические сосуды объемом 500 см³. Туда же помещали стеклянные стаканчики с 20 см³ раствора гидроксида натрия. Одновременно ставили опыт для холостого определения СО₂. Количество выделившегося СО₂ определяли ежедневно через каждые 24 часа, титруя образцы раствором серной ки-

слоты. Определение CO_2 прекращали после прохождения пика его максимума выделения.

Для определения объема выделившегося CO_2 был составлен алгоритм, реализованный в виде программы расчета данного показателя с использованием языка программирования Borland Pascal 7.0. На основании этой программы была определена степень изменения биоактивности микрофлоры, представленная на рис. 2. Пик активности пришелся на 3 день эксперимента.

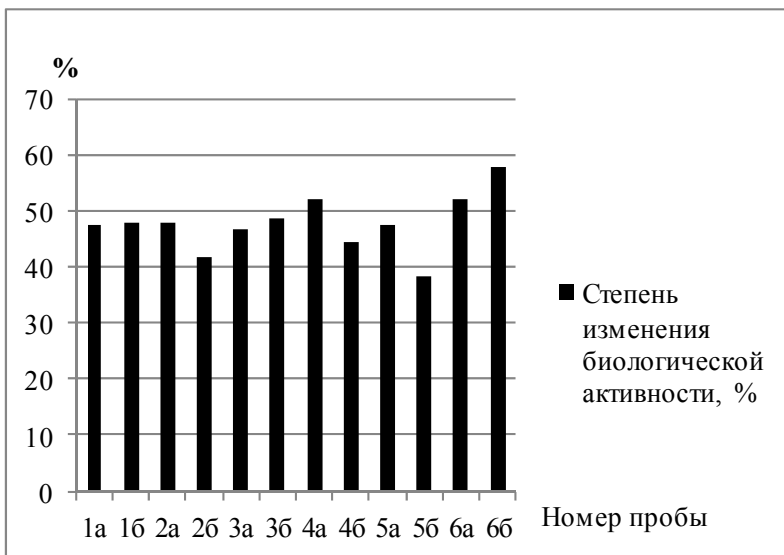


Рис. 2. Диаграмма степени изменения биологической активности проб

На основании полученных данных построена непрерывная пространственная модель территориального распределения степени угнетения биоценозов на территориях с различным удалением от проезжей части городской автомагистрали с высокой интенсивностью движения транспорта (рис. 3). Модель формировалась с использованием средств программного комплекса ArcView GIS 3.3 и модуля расширения Spatial Analyst.

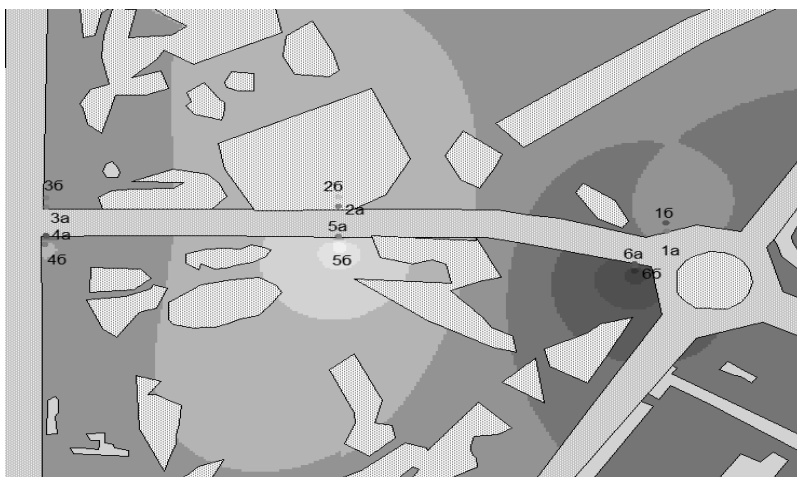


Рис. 3. Схема распределения загрязнения

Анализ полученных результатов показывает, что наибольшая степень угнетения почвенной микрофлоры отмечается в точках 6а и 6б (место пересечения ул. Орловской и пл. Банголор) и точке 4а (пересечение ул. Орловской и ул. Карастояновой). Согласно Перечню классов опасности (табл. 1) загрязнения в данных точках относятся к 3 классу – умерено опасному, при котором биоценозы сильно угнетены и не способны к самовосстановлению при данных нагрузках.

Таблица 1- Перечень классов опасности

Класс опасности	Снижение биологической активности микрофлоры шлама по сравнению с контролем, N, %
V (практически неопасные)	$0 < N \leq 20$
IV (малоопасные)	$20 < N \leq 50$
III (умеренно опасные)	$50 < N \leq 80$
II-I (опасные и высоко опасные)	$80 < N \leq 100$

Столь выраженные изменения обусловлены наличием кругового движения и светофорного регулирования на данном участке автодороги, а также пробочным движением в час пик и преобладанием в городе западных и северо-западных ветров.

В остальных точках степень угнетения микрофлоры относится к 4 классу опасности, т.е. эти загрязнения являются малоопасными, при которых угнетение биоценозов заметное, но обратимое.

Литература

1. Методика определения класса опасности буровых шламов. М-БШ – 01 – 2004.ФР.1.39.2004,01061,М,2004.--Санкт-Петербург: 2004.-- 22с.
2. Терехова В. А., Семенова Т. А., Головченко А.В., Трофимов С.Я. Влияние нефтяного загрязнения на деструкционную активность и состояние микобиоты олиготрофных торфяников Западной Сибири.// Экобиотехнология: борьба с нефтяным загрязнением окружающей среды.—Тез. д-дов конф., Пушкино: ИБФМ,2001.
3. Жмур Н.С. Государственный и производственный контроль токсичности методом биотестирования в России.—М.: Международный Дом сотрудничества, 1997. – 114 с.
4. Моргун А.Н. Справочник по Turbo Pascal для студентов. — М.: Диалектика, 2006. — С. 608.

УДК 504.4.062.2

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОАО «АПАТИТ»

Пашкевич М.А., Чукаева М.А.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Приведены результаты мониторинга водных объектов, находящихся в зоне воздействия ОАО «Апатит». Выявлены основные источники загрязнения природных вод в Апатитском районе, дана оценка их состояния. Результаты проведенных исследований стали основой для разработки информативной программы мониторинга, которая позволит разработать эффективные природоохранные мероприятия по очистке сточных вод Апатитского района.

В районе Кольского полуострова горнодобывающие и горноперерабатывающие предприятия являются доминирующими источниками нарушения и загрязнения компонентов природной среды. Так, на сегодняшний день, источниками повышенной экологической опасности являются производственные объекты ОАО «Апатит», который является одним из крупнейших горнодобывающих предприятий Мурманской области. В результате воздействия горного предприятия водные объекты, расположенные на территории земельного отвода ОАО «Апатит» и за его пределами, подвергаются значительной техногенной нагрузке. Основным источником загрязнения являются недостаточно очищенные и неочищенные карьерные воды, сточные воды обогатительного комплекса и воды ТЭЦ (теплоэлектростанции), а также загрязнённые воды атмосферного генезиса. В настоящее время ежегодный объем сбрасываемых сточных вод составляет около 137,5 млн.м³. В сбрасываемых сточных водах проведёнными иссле-

дованиями выявлено наличие порядка 20 загрязняющих веществ, концентрации пяти из которых превышают предельно допустимую концентрацию. Водные объекты, подверженные негативному воздействию ОАО «Апатит», представляют собой сформировавшиеся гидрохимические аномалии.

Необходимость проведения исследования водных объектов на данной территории обусловлена наличием значительных гидрохимических загрязнений и гидрологических нарушений, а также прогнозируемым ухудшением экологической обстановки вследствие дальнейшего увеличения производительности предприятия. С этой целью в полевой сезон 2012 и 2013 годов были проведены инженерно-экологические изыскания, сопровождающиеся отбором материала в виде проб воды с последующим анализом и оценкой.

Основными задачами проводимых исследований являлись:

- анализ основных источников загрязнения водных объектов;
- оценка состояния водных объектов на основе гидрохимического анализа;
- разработка информативной проблемно ориентированной программы мониторинга водных объектов с целью снижения негативного воздействия.

Ввиду большого объема сбрасываемых сточных вод и обширного спектра загрязняющих веществ, разработка действенных природоохранных мероприятий в данных условиях является крайне сложной задачей. В связи с этим разработка информативного проблемно-ориентированного мониторинга водных объектов, как единственно возможного источника получения данных для оценки деятельности комбината и точных знаний о процессах, протекающих в водных экосистемах, необходима для создания эффективных методов управления окружающей природной средой.

Для оценки процессов трансформации качества вод под воздействием деятельности ОАО «Апатит» была изучена пространственная динамика различных гидрохимических показателей, полученных при анализе отобранного материала.

В связи с тем, что исследуемые водные объекты относятся к первой категории водопользования, отбор проб производился следующим образом. На водотоках первый створ был расположен на фоновом участке (на расстоянии 1 км выше источника загрязнения), второй – в местах достаточно полного смешения сточных вод с водами водотока. На водоеме, имеющем интенсивный водообмен, отбор проб производился в двух створах. Один створ был расположен до рассеивающей дамбы, формирующей естественный отстойник стоков шахтных вод в акватории озера Б. Вудьявр, и после нее.

Отбор проб был произведен в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 "Вода. Общие требования к отбору проб". Пробы воды для гидрохимических исследований осуществлялись в поверхностном (на глубине 20-25 см)

слое пластиковым батометром в полиэтиленовые бутылки. На этикетках, прикрепленных к бутылкам, указывались данные о месте отбора проб и погодных условиях, при которых они были отобраны.

Результаты анализа проб воды водных объектов, расположенных в зоне воздействия ОАО «Апатит», представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты анализов проб воды.

Параметр	Точка № 1 р. Юкспорйок	Точка № 2 р.Саамская, 500 м после рудника	Точка № 3 оз. Большой Вудьявр, до рас- сеивающей дамбы	Точка № 4 оз. Большой Вудьявр, после рассеивающей дамбы	Точка № 5 500 м после впадения реки Жем- чужной в реку Белую	Точка № 6 р. Белая, 500 м после оз. Большой Вудьявр	ПДК
pH, t	pH=8, t=13°C	pH=8, t=13°C	pH=8, t=17°C	pH=7, t=17°C	pH=6, t=14°C	pH=6, t=16°C	-
ОЖ, мг-экв/л	0,308	1,181	0,443	0,358	0,677	<0,36	7
Ca ²⁺ , мг/л	130	301	149	108	211	102	200
S, мг/л	0,058	-	-	-	-	-	0
SO ₄ ²⁻ , мг/л	51,9	47	33,9	9,42	6,85	4,64	500
NO ₃ ⁻ , мг/л	5,51	10,3	5,15	2,44	1,86	2,01	45
Fe _{общ} , мг/л	4,77	2,56	3,81	3,01	3,02	2,26	0,3

Г, мг/л	11,355	5,625	5,344	2,495	1,915	2,565	0,7- 1,5
------------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------------

Химико-аналитические работы проводились на месте отбора при помощи портативного спектрофотометра Lasa 100.

Во время отбора проб так же было произведено измерение значения водородного показателя и температуры.

Согласно результатам анализа, содержание ионов фтора превышает значение предельно допустимой концентрации в несколько раз. Необходимо учитывать, что р. Белая, загрязненная фтор-ионами, является источником водоснабжения для близлежащих поселков и городов.

В сложившейся на предприятии обстановке одним из наиболее важных условий для минимизации негативного воздействия деятельности комбината является разработка информативной программы мониторинга поверхностных вод, так как данные мониторинга являются основой для разработки системы управления экологической безопасностью функционирования производственных объектов с целью минимизации их отрицательных воздействий.

При разработке системы мониторинга поверхностных вод было учтено, что источники загрязнения являются локализованными, среди приоритетных источников загрязнения природных вод можно выделить: рудники и обогатительные фабрики АНОФ-2 и АНОФ-3.

В ходе данной работы удалось установить степень негативного воздействия деятельности предприятия на состояние поверхностных вод. На основе анализа результатов получены доказательства необходимости разработки проблемно-ориентированного мониторинга поверхностных вод с целью получения объективной информации о состоянии водной среды в конкретный момент времени и о динамике их параметров, прогноза состояния водных объектов в будущем. Сами результаты послужили основой для разработки информативной программы мониторинга, которая позволит разработать эффективные природоохранные мероприятия по очистке сточных вод и других компонентов окружающей природной среды Апатитского района.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ

Щербакова А.В., Морзак Г.И., Ролевич И.В.

Белорусский национальный технический университет

Предложена методика и технологическая схема установки по регенерации отработанных моторных масел. Основными элементами предложенной установки являются устройство по регенерации и фильтрующее устройство, смеситель, нагреватель, вакуумный сепаратор; насосы для отработанного масла, для очистки и для фильтрации масла. В ней предусмотрено устройство декомпрессии выхлопного газа, водяной охладитель, насос для выхлопного газа и выхлопной газовый фильтр.

Смазочные материалы играют важную роль в эксплуатации современной техники. Десятки тысяч тонн отработанных синтетических и минеральных масел ежегодно накапливаются на предприятиях Беларуси. Они токсичны и имеют невысокую степень биоразлагаемости (10–30 %), способны накапливаться в окружающей природной среде и вызывать сдвиг экологического равновесия. Согласно существующим нормативам, отработанные масла, являются опасными отходами и подлежат обязательному сбору и утилизации, а в отдельных случаях – уничтожению. В то же время в Директиве ЕЭС отработанные масла рассматривают не как отходы, подлежащие уничтожению, а как отработанные продукты, подлежащие вторичному использованию.

Для эффективного их обезвреживания необходимы технологии, наносящие минимальный экологический ущерб окружающей природной среде, имеющие низкие капитальные затраты и позволяющие получать прибыль. Разнообразие отходов по химическому составу не позволяет создать универсальную технологию утилизации отработанных масел [1].

Поэтому совершенствование технологии утилизации или переработки для вторичного использования синтетических и минеральных масел является одной из актуальнейших проблем. Существует немало технологий утилизации отработанных масел (рис. 1). Среди различных технологий важное место отводится методам регенерации – полного восстановления их первоначальных свойств с целью повторного использования по прямому назначению. Мы считаем такой подход наиболее перспективным, т.к. он обеспечивает вторичную переработку отработанных масел с целью полного восстановления их первоначальных свойств. Однако, и эти методики нуждаются в совершенствовании.



Рис. 1. Методы утилизации отработанных масел.

Доля отходов синтетических и минеральных масел, используемых на целевые нужды самих предприятий, составляет 34,5 %, на получение энергии – 7,4 %, на получение регенерированного исходного сырья – 2,8 %, на получение продуктов, используемых на предприятии – 20,3 %, на получение побочных продуктов, реализуемых в качестве сырья – 0,6 % и на получение нового товарного продукта – 3,4 % [2].

Основные смазочные материалы изготавливаются на основе нефти. Поэтому их отходы являются одним из существенных источников загрязнения окружающей среды. Слив таких отходов в почву и водоемы превышает по объему аварийные сбросы и потери нефти при ее добыче, транспортировании и переработке. Такой большой объем загрязнений представляет большую опасность для окружающей природной среды.

Предотвращение загрязнения окружающей среды является прогрессивным направлением экологии, т.к. делает производственные процессы менее токсичными и более эффективными. Однако, экологический подход к технологиям регенерации не сводится только к предотвращению загрязнения.

Методы утилизации отработанных масел без переработки могут быть механическими, термическими и заключающимися в захоронении в объектах окружающей среды, а также сжигании в специальных печах в

качестве добавки к котельному топливу. Эти технологии просты, но имеют низкий уровень экологической безопасности.

Методы утилизации на основе переработки делят на:

- физико-химические,
- термохимические;
- биологические.

Физико-химические методы нашли широкое применение на практике. К ним относятся фильтрация, коагуляция, экстракция и сепарирование. Эти методы позволяют получить регенерированные масла. Однако, уровень экологической безопасности этой технологии средний.

К термохимическим методам относятся термический крекинг и каталитическое гидрирование для получения вторичных продуктов, которые имеют высокий уровень экологической безопасности.

Биологические методы основаны на выращивании микробной биомассы на отходах нефтепродуктов, являющихся источниками органического углерода. Конечным продуктом биотрансформации является микробная масса, которая может быть использована для различных целей.

Одним из ключевых критериев выбора оптимальной технологии утилизации отходов синтетических и минеральных масел является уровень ее экологической безопасности. Уровень экологической безопасности – мера отклонения определенных параметров, признаков и факторов, характеризующих состояние окружающей природной и социальной среды, под воздействием техногенной деятельности (объекта) от их установленных (фоновых, допустимых) значений. Чем выше уровень экологической безопасности технологии, тем ниже степень ее воздействия на окружающую природную среду.

Мы придерживаемся концепции экологически чистого производства. Это понятие отражает целостную систему принципов решения серьезных экологических проблем, возникающих на стадии проектирования и потребления продукции. Экологически чистое производство призывает использовать возобновляемую энергию и материалы, минимальное количество ресурсов, а также производство отходов, которые можно вернуть в производство. Экологически чистое производство включает в себя целостную систему взглядов на сам процесс производства.

С точки зрения воздействия на окружающую среду, при выборе метода очистки отработанных масел следует применять гибкий и комплексный подход. Исходя из вышесказанного, можно выделить следующие критерии, позволяющие судить об экологичности метода регенерации:

- степень очистки конечного продукта;
- малоотходность технологии;
- возможность вторичного использования отходов;

- легкая утилизация отходов;
- токсичность отходов;
- использование экологически безопасных реагентов.

При выборе метода регенерации необходимо также предусмотреть организационные аспекты, включающие эффективные меры охраны водоемов, почвы и воздушной среды от загрязнения, а также сбор и утилизацию отходов. На территории производственного участка должна быть установлена отдельная емкость (шламосборник) для сбора и хранения остатков нефтепродуктов, загрязненных и пропитанных нефтепродуктами, обтирочных материалов и других отходов. Емкость должна своевременно обезвреживаться, а накопившиеся отходы вывозиться в специально отведенные места.

Учет вышеописанных критериев и организационных мер позволяет комплексно подойти к такой важной проблеме, как утилизация отработанных масел [3].

На основе анализа существующих технологий и методов утилизации отходов синтетических и минеральных масел, а также уровня их экологической безопасности и экономической эффективности, мы предлагаем использовать регенерирующую масло установку серии LGUER. Эта установка позволяет регенерировать (восстанавливать) как моторные масла, включая моторные дизельные и бензиновые масла, так и другие промышленные машинные масла – гидравлические, смазочные и пр. Предлагаемая установка эффективно удаляет коллоидные, кислотные отложения, окислы, взвешенные частицы, воду, газы и другие включения, а также восстанавливает цвет и прозрачность масла.

Основные характеристики предлагаемой регенерирующей масло установки следующие:

- наличие двух главных фильтрующих систем, позволяющих осуществлять непрерывный процесс регенерации;
- экологическая безопасность и чистота;
- возможность очистки смешанных масел;
- низкая стоимость обслуживания и самого технологического процесса;
- высокая степень регенерации масла;
- автоматическая система обратной промывки фильтров, продлевающая срок службы и улучшающая технические характеристики фильтров.

Предлагаемая установка регенерирует отработанное масло партиями. В ней используют две основные фильтрующие системы, которые обеспечивают поочередно непрерывную работу аппарата.

При работе установки образуется небольшое количество отходов, содержащих графит. Графит, как ценное вещество, экстрагируют из осадка.

Степень регенерации зависит от состава отработанного масла. Если в отработанном масле много воды, примесей или других отходов, то степень регенерации будет низкой.

Очищенное на установке масло может применяться в качестве машинного смазочного масла, дизельного моторного масла или других смазочных масел и горючего.

Обычно, процесс регенерации не влияет на основные характеристики масел. Некоторые их показатели уступают показателям новых масел, а другие – не отличаются.

Установка LGUER проста в эксплуатации. Техническое обслуживание ее заключается в ежегодной замене смазочного масла вакуумного насоса, а также периодической проверке и замене фильтров, клапанов и прокладок. Обычную эксплуатацию осуществляют 2–3 рабочих, срок службы составляет более 10 лет.

В качестве реагентов используют следующие химические вещества: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (растворимое стекло), $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ (активированная глина) и тетраэтилен. Объем добавок от объема масла составляет: для $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – 10–25 %; для $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ – 1–3 %; для тетраэтилена – 0,5–1 %.

Предложена технологическая схема по регенерации отработанных моторных масел. Основными элементами предложенной схемы являются устройство по регенерации, фильтрующее устройство, смеситель, нагреватель, вакуумный сепаратор, насосы для отработанного масла, для очистки и фильтрации масла. Предусмотрено также устройство декомпрессии выхлопного газа, водяной охладитель, насос и фильтр для выхлопного газа.

Таким образом, утилизация отходов, образующихся при переработке отходов синтетических и минеральных масел и представляющих большую экологическую опасность, является сложной проблемой. Для решения ее предложена установка, способная регенерировать большую часть машинных масел. В случае с высокосортным газOLIновым моторным маслом она позволяет удалить коллоиды, оксиды, кислоту, смолы, частицы примесей, воду и газ.

Литература

1. Кульшенко, С.В., Проблемы создания в Украине отрасли утилизации отработанных нефтепродуктов/ С.В. Кульшенко // Электронная версия материалов 4-ой Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов» [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://waste.ua/cooperation/2007/thesis/kylhsenkor.html>.

2. Зубрицкий, В.С., Отчет о научно-исследовательской работе по заданию 1.5 «Оценить энергетический потенциал углеводородсодержащих отходов, образу-

щихся в Республике Беларусь и оценить антропогенное воздействие на окружающую среду при их использовании в качестве топлива» / В.С. Зубрицкий // ГНТП «Экологическая безопасность» [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://tudocs.exdat.com/docs/index-504593.html?page=9>.

3. Олиферова, Л., Утилизация отработанных технических масел/ Л. Олиферова// На основе материалов ООО НИЦ «Глобус» [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id119.

УДК 662.7

ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Ушаков А.Г., Брюханова Е.С., Ушаков Г.В.

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово

Работа посвящена проблеме переработки и утилизации отходов угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий. Предложено использовать угольные отходы в технологии получения твердого композиционного топлива с применением инновационного связующего на основе избыточного активного или биологических очистных сооружений. Для предлагаемой технологии разработана принципиальная технологическая схема, проведены технико-экономические расчеты.

Известно, что предприятия ТЭК, как добывающие ресурсы, так и получающие из них энергию, являются одними из основных источников антропогенного воздействия на природные экосистемы. Интенсивное развитие угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий оказывает воздействие на литосферу, являясь причиной увеличения объемов твердых углеродсодержащих отходов, значительную долю которых составляют угольные и коксовые шламы, мелочь, отсевы и пыль. Например, в горном производстве России общая масса всех неутрализованных отходов достигает 45 млрд. т, а суммарная площадь, занятая под их складирование, более 250 тыс. га земли [1]. Подсчитано, что масштабы образования твердых горючих отходов в различных отраслях промышленности могут составлять от 30 до 70 % от основного объема добычи.

Рассматривая предприятия добычи угля можно выделить следующие виды угольных отходов:

– угольная пыль, образующаяся на предприятиях угольной промышленности, вне зависимости от их специфики, и наряду с другими пылеобразными веществами попадающая в атмосферу [2; 3];

– угольные отсевы, образующиеся на предприятиях ТЭК при классификации углей и выделении фракций, пригодных для сжигания в котлах;

– угольные шламы – высокозольные и мелкодисперсные частицы, являющиеся отходами технологических процессов добычи угля и его обогащения.

Многотоннажные угольные технологические отходы образуются

при деятельности угледобывающих предприятий – шахт, разрезов, а также обогатительных фабрик. Стремление к увеличению валовой добычи угля приводит к тому, что в отдельных угольных районах потери при добыче составляют более 50 %. Техническое состояние многих углеобогачительных фабрик и их технологии таковы, что в отходах углеобогащения содержание угля достигает 25-26 %. Одним из негативных воздействий угольных разрезов является загрязнение атмосферы промышленными выбросами (от взрывов, двигателей внутреннего сгорания и др.), а также частицами пыли с поверхности бортов разрезов и породных отвалов [4, 5].

Наличие такого количества отходов является важным энергетическим ресурсом, который может быть положен в основу организации производства новых видов топлива, в частности формованного [6]. Совместная утилизация коксовых и угольных отходов является перспективным решением и позволяет увеличить теплотворную способность гранул.

Получаемое из угольных отходов формованное топливо должно быть экологичным, соответствовать критериям качества и требованиям, предъявляемым в конкретной области его использования [7].

Теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность трансформирования такого рода отходов в высокоэффективное топливо, пригодное для различных нужд. Необходимым является применение методов формования для получения продукта, годного к транспортированию и использованию.

Необходимо отметить, что для получения качественных топливных гранул с высокими потребительскими свойствами, удовлетворяющими требованиям по прочности, истираемости, крупности и т. д., необходимо правильно выбрать связующее вещество, от которого во многом зависят конечные свойства продукта.

Выбор связующего вещества является важным этапом, определяющим многие свойства получаемых гранул. Параметрами, определяющими свойства связующих, являются химическая природа, состав, а также их физические свойства.

Спектр используемых связующих достаточно широк. Их можно разделить на два больших класса [8-12]:

- органические – концентраты сульфитно-спиртовой барды, нефтешламы, пеки и смолы нефтяного и каменноугольного происхождения и т. д.;
- неорганические – жидкое стекло, цемент, глина, гипсовые связующие, бентонит и т. д.

К связующим предъявляют особые требования для обеспечения качества процесса формования [8, 13]:

1. Высокий выход (95-98 %) окученного топлива необходимой прочности в соответствии с требуемыми нормами.

2. Экологическая безопасность: отсутствие вредных веществ в составе связующего или отсутствие их эмиссии в процессе последующей эксплуатации получаемого продукта.

3. Надежная и устойчивая работа основного и вспомогательного оборудования при транспортировке по трубопроводу сырья и продуктов, смешении, процессах формования.

4. Получение окускованного топлива, соответствующего требованиям предприятий ТЭК.

5. Отсутствие побочных отрицательных эффектов (например, побочные химические реакции, выпадение осадка).

Анализ применяющихся на сегодняшний день связующих веществ показывает, что они не все соответствуют вышеперечисленным требованиям. Особенно это касается органических связующих веществ, экологическая безопасность применения которых не соответствует необходимым требованиям, например, по канцерогенной активности. Применение неорганических связующих отрицательно сказывается на зольности получаемых продуктов (топливных брикетов и гранул), что в свою очередь напрямую влияет на ход процесса сжигания топлива, повышая необходимый расход брикетов и соответственно уменьшая производительность котлов.

Таким образом, возникает задача поиска оптимального связующего вещества, являющегося одновременно легко доступным для осуществления процесса формования и что особенно важно – недорогим, поскольку экономическая составляющая в любой технологии во многом является определяющей.

Поэтому целесообразно рассмотреть возможность использования различного рода органических отходов, которые можно вводить в состав формуемой смеси.

В качестве такого вещества перспективным является использование продуктов переработки избыточного активного ила, неизбежно образующегося на станциях биологической очистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

В Кузбасском государственном университете им. Т.Ф. Горбачева проведены исследования по получению твердого композиционного топлива на основе отходов угольных предприятий (табл. 1) и избыточного активного ила, прошедшего микробиологическую обработку (табл. 2).

В ходе работы изучено два типа смесей для получения топливных гранул:

1. Угольные отходы/связующее.

2. Угольные отходы/связующее с модифицирующими добавками.

Для изучения влияния модифицирующих добавок на свойства гранул и ход процесса окатывания в состав смеси вводили измельченную бу-

мажную массу (табл. 3).

Таблица 1 – Характеристика наполнителей топливных гранул

Определяемый параметр	Угольный шлам	Угольный отсев	Коксовая мелочь	Коксовая пыль
Влажность (W^a), %	1,6	5,3	0,8	0,6
Зольность (A^d), %	37,7	15,9	13,9	24,5
Фракционный состав, %:				
+1 мм	11,9	73,4	68,3	0,4
1-0,7 мм	5,8	14,4	10,6	2,4
0,7-0,5 мм	6,6	4,3	8,5	7,6
– 0,5 мм	75,7	7,9	12,6	89,6
Высшая теплота сгорания (Q_v^d), МДж/кг	22,46	24,0	27,3	27,5

Таблица 2 – Характеристики активного ила после анаэробного сбраживания

рН водной вытяжки	Влажность (W), %	Относительная липкость (L_o)	Зольность (A^d), %	Q_s^d , МДж/кг	Топл. экв-т (т у.т.)
8,71	88,24	6,92	34,01	16,33	0,56

Таблица 3 – Рецептуры топливных гранул с модифицирующими добавками

Компоненты, входящие в состав топлива, % мас.	Обозначение смеси	
	1	2
Угольный отсев	16,7	16,4
Угольный шлам	44,4	43,5
Сброженный активного ила	38,9	38,1
Измельченная бумажная масса	–	2,0

Основные свойства полученных гранул приведены в табл. 4.

По результатам лабораторных исследований разработана принципиальная технологическая схема переработки угольных отходов с получением топливных гранул (рисунок).

По данной схеме исходное сырье – кек – загружают в бункер 5, откуда героторным насосом перекачивают в метантенки 1, в которых подвергают анаэробному сбраживанию с образованием биогаза.

Таблица 4 – Характеристики топливных гранул

Параметр	Смесь 1	Смесь 2
Зольность (A^d), %	21	26
Прочность на истираемость, %	46,3	72,2
Высшая теплота сгорания (Q_s^d), МДж/кг	21,9	22,0

В схеме предусмотрено 3 метантенка, работающих параллельно, общий период сбраживания составляет 16 дней. Работа метантенков организована с интервалом в 8 дней.

Для достижения оптимальной влажности смеси в аппараты добавляют воду, дозирование осуществляется автоматически (весовыми дозаторами). Процесс сбраживания осуществляют при периодическом перемешивании. Эффективность анаэробной переработки определяется температурой сбраживания смеси, причем на этот параметр значительно влияет температура окружающей среды. Поэтому метантенки оборудованы негорючим, пожаробезопасным теплоизоляционным материалом. Оптимальная температура смеси в аппарате составляет 37°C. Выбор режима обусловлен экономическими затратами на подогрев метантенка и поддержание в нем постоянной и оптимальной температуры, измеряемой термопарами; давление контролируют манометрами. Биогаз, образующийся в процессе сбраживания, поступает в газольдер б, где накапливается и затем используется на технологические нужды.

Перед использованием биогаз подвергается очистке от кислых газов. С этой целью разработан узел очистки (на схеме не показан) с использованием аммиачной воды, в котором кислые газы (углекислый газ, сероводород) связываются аммиаком с образованием аммонийных солей, применяемых в различных отраслях промышленности. После очистки биогаз, содержащий преимущественно метан (до 98-99 %), предлагается использовать для отопления помещений и т. п., в быту. Потребителями также могут быть котельные установки, снабжающие население горячей водой, дизельные электроустановки.

По окончании периода переработки оставшуюся в аппарате сброженную массу насосом 2 перекачивают в емкость для приготовления формовочной смеси, которую подают в гранулятор 7. После формования полученные топливные гранулы поступают в сушильный аппарат. Высушенные гранулы направляют на упаковку и далее потребителю.

Установлено, что себестоимость опытного производства 1 т топливных гранул на опытно-промышленной установке производительностью 2 500 т/год гранул составит 2375 руб. Если провести масштабирование до мощности промышленной установки, то себестоимость продукции уменьшится на 75 %.

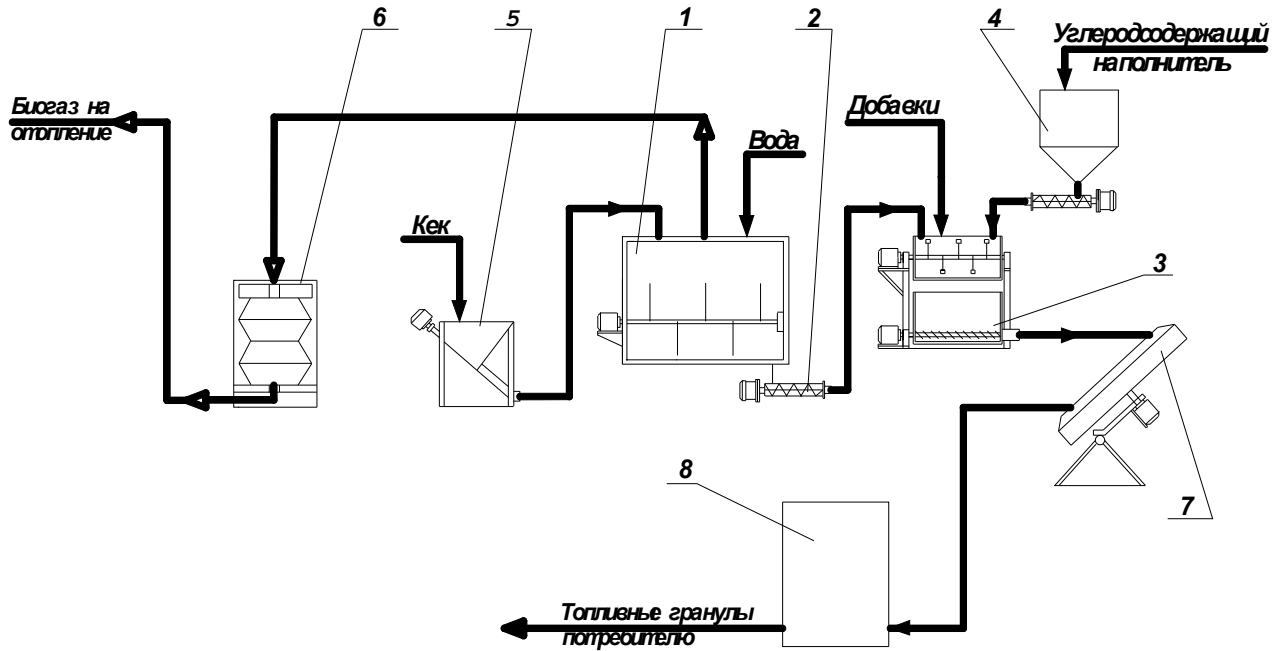


Рисунок – Принципиальная технологическая схема установки переработки техногенных угольных образований с получением топливных гранул: 1 – метантенк; 2 – винтовой (героторный) насос; 3 – смеситель; 4 – бункер-дозатор угольного шлама; 5 – винтовой (героторный) насос с бункером; 6 – газгольдер; 7 – гранулятор; 8 – промышленный сушильный шкаф

Литература:

1. Климов С.А. Комплексное использование горючих сланцев / С.А. Климов, Г.Б. Фрайман, Г.П. Грузинов, Ю.В. Шувалов. – Липецк, Липецкое изд-во. – 2000.
2. Шапченкова О.А. Влияние техногенных выбросов Березовской ГРЭС-1 КАТЭ-КА на биологическую активность почв // Экологический риск: Материалы 2 всероссийской конференции. – Иркутск, 2001. – С. 182-185.
3. Волкова А.В. Влияние теплоэнергетики на состояние окружающей среды // Современные проблемы технического, естественнонаучного и гуманитарного знания: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. Ч. 1. – Губкин, 2007. – С. 88-91.
4. Глазкова А.В. Загрязнение атмосферы от тепловых электростанций / А.В. Глазкова, В.Н. Стройнова // Проблемы геологии и освоения недр: Труды 3-го Международного научного симпозиума студентов, аспирантов и молодых ученых имени академика М. А. Усова в рамках Российской научно- социальной программы для молодежи и школьников «Шаг в будущее» – Томск, 1999. – С. 354-355.
5. Клика З. Влияние различных режимов работы теплоэлектростанций Чехии на поведение серы и микроэлементов углей при сжигании / З. Клика, Л. Бартонова, Л.Н. Лебедева, Л.А. Кост, Е.Г. Горлов // Перспективы развития углехимии и химии углеродных материалов в XXI веке: Тезисы докладов Расширенного заседания Научного совета, 2003. – М., 2003. – С. 41.
6. Говсиевич Е.Р. Повышение эффективности топливообеспечения и топливоиспользования на тепловых электростанциях (вопросы методологии и практики): Дис. док. эк. наук. – М., 2002. – 270 с.
7. Головин Г.С. Современные направления получения окускованного бездымного топлива для малых энергетических установок и бытовых печей / Г.С. Головин, В.А. Рубан, А.П. Фомин // Уголь. – 1996. – №2. – С. 38-42.
8. Елишевич А.Т. Брикетирование угля со связующим. – М.: Недра. – 1972. – 216 с.
9. Гунн Р.Б. Нефтяные битумы. – М.: Химия, 1973. – 432 с.
10. Белик Т.М. Разработка технологии получения крекинговых пеков различного назначения и особенности их использования взамен каменноугольного связующего / Т.М. Белик, Е.В. Якименко, Н.Т. Ивлев и др. // Проблемы глубокой переработки остатков сернистых и высокосернистых нефтей: Тез. докл. 4-й Респ. научно-техн. конф. – Уфа, 1982. – С. 70-71.
11. Крохин В.Н. Брикетирование углей. – М.: Недра, 1984. – 224 с.
12. Васильев Ю.С. Промышленная проверка эффективности способа частичного брикетирования шихты со связующим / Ю.С. Васильев, А.Г. Дюканов, Ю.С. Кафтан и др. // Кокс и химия. – 1985. – № 6. – С. 10-14.
13. Лобыч А.М. Брикетирование коксовой мелочи со связующими и коксование частично брикетированных шихт в производстве металлургического кокса: Дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Уфа, Алапаевск, 2000. – 180 с.

УДК 504.064

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ И УТИЛИЗАЦИИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПО БИОГЕННЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Куликова М.А.

*Южно-Российский государственный политехнический университет
(Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова*

Изложена концепция ресурсосбережения при переработке и утилизации концентрированных по биогенным элементам жидких отходов промышленных предприятий. Предложена высокоэффективная экологически безопасная технология утилизации высококонцентрированных по биогенным элементам жидких отходов предприятий агропромышленного комплекса.

В продолжение работ по использованию концентрированных по биогенным элементам жидких отходов промышленных предприятий необходима разработка бездеструкционных ресурсосберегающих технологий их утилизации с использованием шлама карбида кальция. Применение нового кальцийсодержащего реагента, каким является шлам карбида кальция, требует детальной проработки вопросов ресурсосбережения и экологической безопасности при утилизации концентрированных жидких отходов. В этом случае необходимы исследования влияния используемого реагента на экосистемы различных уровней, включая искусственные экосистемы (агроэкосистемы), в результате которого может быть достигнут дезодорирующий эффект, снижение выбросов зловонных газов в атмосферу и, следовательно, уменьшение размеров санитарно-защитной зоны. Внедрение технологий, стимулирующих эффективное использование шлама карбида кальция при утилизации концентрированных жидких отходов, обладающих высокой агромелиоративной ценностью, способствует уменьшению экологических ущербов при сокращении добычи минерального сырья для производства удобрений при эквивалентном поступлении питательных элементов (N, P, K).

Следует научно обосновать экологические принципы технологических решений, обеспечивающих экологическую безопасность при переработке и эффективной утилизации концентрированных жидких отходов промышленных предприятий.

В последние годы отмечен значительный недостаток внесения в почву органических и минеральных удобрений, объяснимый их высокой стоимостью. При быстром росте техногенного воздействия на почвы это приводит к ускорению процессов дегумификации и уменьшения мощности гумусового слоя. В то же время практически не используется высокий агроминеральный ресурс таких отходов, как концентрированных жидких

отходов. Применение их для орошения способствует уменьшению деградации почв и повышению плодородия. В большинстве случаев в почвах повышается содержание гумуса, общего и гидролизующего азота, подвижного фосфора, калия, улучшается реакция почвенной среды.

Для подготовки концентрированных жидких отходов необходимо разработать бездеструкционный способ, позволяющий сохранить биогенные элементы. Одним из них является реагентное фракционирование концентрированных жидких отходов путем обработки их суспензией $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с последующей нейтрализацией суспензией простого суперфосфата. Установлены оптимальные параметры процесса, дозы реагентов, а также изменение солевого состава концентрированных жидких отходов при фракционировании [1].

Анализируя результаты исследований, стоит отметить высокое содержание основных биогенных элементов в обработанных жидкой фазе и осадке, что с точки зрения агрономической ценности дает возможность их сельскохозяйственного использования.

Повышение эффективности фракционирования предлагается достигать путем использования кварца – глауконитового песка при отстаивании.

Авторы проводили исследования подготовки концентрированных жидких отходов для сельскохозяйственного использования, включающие последовательное введение щелочного коагулянта – известкового молока до $\text{pH}=10-12$ и подкисляющего реагента до $\text{pH}=6,5-8,0$ с выделением образующегося осадка. В качестве щелочного коагулянта использовали отход производства ацетилена – суспензию шлама CaC_2 или смесь известкового молока с суспензией шлама CaC_2 , а в качестве подкисляющего реагента – суспензию простого суперфосфата или двойного суперфосфата. После этого вводили глауконит в количестве 50-20 % от объема обрабатываемых концентрированных жидких отходов при следующем соотношении компонентов (г/дм^3): известковое молоко в пересчете на CaO 1,2-1,5 или суспензию шлама CaC_2 в пересчете на CaO 2,0-3,0; смесь известкового молока и шлама CaC_2 , соответственно, в отношении 0,5-1:1-2,5 простой суперфосфат в пересчете на P_2O_5 2,5-4,5 или двойной суперфосфат в пересчете на P_2O_5 1,0-2,5.

Исследования данного этапа было направлено на создание технического решения (способа), способного снизить стоимость реагентной обработки концентрированных жидких отходов, ускорить процесс отстаивания смеси при увеличении эффективности разделения ее на жидкую и твердую фракции, повысить агрономическую ценность фракций; уменьшить количество стадий подготовки щелочного реагента, снизить содержание в подкисляющем реагенте ионов тяжелых металлов, а следовательно, повысить степень использования действующего вещества.

Поставленная цель достигается тем, что в жидкие отходы для сельскохозяйственного использования вводится щелочной коагулянт до $\text{pH}=10-12$, затем - подкисляющий реагент до $\text{pH } 6,5-8,5$, затем глауконит с последующим выделением образующегося осадка. В качестве щелочного коагулянта использовали отход производства ацетилен - суспензию шлама CaC_2 в количестве по оксиду кальция $2,0-3,0 \text{ г/дм}^3$, а в качестве подкисляющего реагента – суспензию простого суперфосфата в количестве по $\text{P}_2\text{O}_5 - 2,5 - 4,5 \text{ г/дм}^3$, а затем вносится глауконит в количестве 5-20 % от общего объема обрабатываемой жидкости. Или в качестве щелочного коагулянта используют отход производства ацетилен - суспензию шлама CaC_2 в количестве по оксиду кальция $2,0-3,0 \text{ г/дм}^3$, а в качестве подкисляющего реагента – суспензию двойного суперфосфата дозой $1,0-2,5 \text{ г/дм}^3$ с последующим внесением глауконита в количестве 5-20 % от общего объема жидкости. Или в качестве щелочного коагулянта используют смесь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и шлама CaC_2 в пропорции 0,5-1:1-2,5, а в качестве подкисляющего реагента используют суспензию простого суперфосфата дозой по P_2O_5 $2,5 - 4,5 \text{ г/дм}^3$, а затем вносят указанное количество глауконита. Или в качестве щелочного коагулянта используют смесь $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и шлама CaC_2 в пропорции 0,5-1:1-2,5, а в качестве подкисляющего реагента используют суспензию двойного суперфосфата дозой $1,0-2,5 \text{ г/дм}^3$ с последующим внесением глауконита в количестве 5-20 % от обрабатываемого объема жидкости. Использование шлама CaC_2 обусловлено необходимостью снижения числа операций при приготовлении его суспензии, чем при работе с $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Так как шлам CaC_2 представляет собой пластичный однородный осадок влажностью 75-80 %, при приготовлении его суспензии можно исключить операцию фильтрования, обязательную при работе с $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Кроме того, время перемешивания шлама CaC_2 с водой с целью гомогенизации смеси сокращается на 15-20 минут по сравнению с приготовлением суспензии $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При этом решается не только задача снижения себестоимости реагентной обработки, но и достигается дополнительный эффект, т. к. утилизируется отход производства ацетилен. Использование в качестве щелочного коагулянта смеси суспензий $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и шлама CaC_2 связано с необходимостью снижения стоимости реагентной обработки при сохранении высокой удобриельной ценности получаемых жидкой и твердой фракций. Известковое молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$, шлам CaC_2 или их смесь взаимозаменяемы при использовании их в вышеуказанных дозах в качестве щелочного коагулянта.

Присутствие в техническом решении двойного или простого суперфосфата необходимо с целью нейтрализации обрабатываемой смеси до $\text{pH}=6,5-8,5$. Двойной суперфосфат по сравнению с простым суперфосфатом отличается более высоким содержанием действующего вещества

(P_2O_5) и низким содержанием ионов тяжелых металлов и других примесей, являющихся источниками вторичного загрязнения обрабатываемой среды. При использовании в указанных дозах в качестве подкисляющего реагента простой суперфосфат и двойной суперфосфат являются взаимозаменяемы.

Введение глауконита – природного цеолита, обладающего высокой сорбирующей способностью, содержащего значительные количества К, Na, P, обусловлено необходимостью повышения степени разделения концентрированных жидких отходов на жидкую и твердую фракции, уплотнения образующегося осадка с улучшением его физических показателей и удобрительной ценности.

Эффект разделения на жидкую и твердую фракции при известном способе обработки составляет 70-75 %. Для достижения более полного разделения на фракции сразу же после нейтрализации суспензией двойного или простого суперфосфата вносим глауконит в размере 5-40 % от объема обрабатываемой жидкости. Это позволяет повысить эффективность реагентного фракционирования концентрированных жидких отходов до 90 % при сокращении времени отстаивания с 2 до 1,2 часов. Кроме того, в отстоявшейся твердой фазе концентрированных жидких отходов отмечается повышение содержания питательных элементов (N, Na, K) на 5-25 % по сравнению с осадком, обработанным без глауконита.

По предложенному способу концентрированные жидкие отходы обрабатываем 10 % известковым молоком с дозой по активному оксиду кальция, равной 1,3 г/дм³; шламом CaC_2 – 2,5 г/дм³; смесью известкового молока-1 г/дм³ со шламом карбида кальция-1 г/дм³. Для снижения pH до 7,5 вводили в смесь 4 г/дм³ по P_2O_5 суспензии простого суперфосфата; 2 г/дм³ двойного суперфосфата. После этого вносили глауконит в количестве 30 % от объема обрабатываемой смеси. Время отстаивания составило 1,2 часа при эффективности разделения фракций, равной 90 %. Наиболее быстрое отстаивание (до 75 % осадка) происходит в период от 45 до 60 мин. Осадок имеет плотную гомогенизированную структуру, легко подлежащую транспортировке.

Сравнительная характеристика показателей реагентной подготовки концентрированных жидких отходов по известному и предлагаемому способам представлены в табл. 1.

Солевой состав обработанных отходов – в табл. 2.

Таким образом, предложенный способ обработки концентрированных жидких отходов позволяет значительно упростить процесс приготовления реагентов, снизить стоимость реагентной подготовки концентрированных жидких отходов к сельскохозяйственному использованию, повысить эффективность разделения на жидкую и твердую фракции и их агро-мелиоративную ценность при сокращении времени отстаивания, улучшить

физические свойства получаемой твердой фракции и уменьшить в нем содержание тяжелых металлов. Техническая новизна исследований подтверждена заявками на изобретения на патенты РФ [2, 3].

Таблица 1. Сравнительная характеристика показателей реагентной подготовки концентрированных жидких отходов по известному и предлагаемому способам

Наименование показателей	Известный способ	Предлагаемый способ		
		Известь + подкисляющий реагент+ глауконит	Шлам карбида кальция+подкисляющий реагент +глауконит	Смесь извести и шлама карбида кальция + подкисляющий реагент + глауконит
Эффективн. отстаивания, %	70-75	83-85	85-90	83-90
Время отстаивания, ч	1,5-2,0	1,0-1,2/	1,0-1,2	1,0-1,2
Влажность осадка, %	85-90	90-92	85-92	87-92
Содержание питательных компонентов в осадке, %:				
N-	2,5-3,0	4,5-7,0	4,0-6,0	4,5-7,0
K -	1,0-1,5	1,2-3,0	2,0-3,0	2,5-3,5
P -	2.0-3.0	5.0-8.0	5.0-9.0	4.0-8.0
Общее содержание ионов тяжелых металлов в осадке, %	<1	<1/<0.3	<0.9/<0.3	<1/<0.3
Затраты на суточную реагент. обработку, тыс.руб.	3,0	1,8	1,2	1,511
Годовые затраты, млн руб.	1,1	0,675	0,438	0,548
Себестоимость обработки 1 м ³ отходов, руб.	5,0	3,0	2,0	2,5

Таблица 2. Результаты исследования солевого состава жидких отходов, обработанных кварц-глауконитовым песком, ммоль/дм³

Наименование пробы	Ca ²⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺ +	P ₂ O ₅	NH ₄ +	Cl ⁻
Исходные жидкие отходы	7,0	12,0	6,2	6,9	5,0	2,0	8,2	6,5
Жидкая фаза после добавления шлама CaC ₂ (рН= 10,5)	1,7	3,0	6,2	7,0	1,3	–	7,4	3,1
То же при рН=11,5	2,0	3,5	5,1	7,1	1,5	–	8,0	3,0
Жидкая фаза после добавления суперфосфата	6,1	10,0	3,2	6,9	3,9	3,0	8,1	6,5

Особый интерес представляет солевой состав жидкой фракции концентрированных жидких отходов, полученной в результате реагентного фракционирования с использованием шлама CaC₂ и кварц-глауконитового песка, так как ее предполагается использовать для орошения сельскохозяйственных угодий.

Литература

1. Суржко О.А., Куликова М.А. Экологическая безопасность при переработке и утилизации концентрированных по биогенным элементам жидких отходов промышленных предприятий: монография/ Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ) 2011. 140 с.
2. Федорченко М.А., Суржко О.А. Способ подготовки сточных вод животноводческих комплексов для сельскохозяйственного использования. Решение о выдаче патента на изобретение. Заявка № 2003125054/15(026692) от 12.08.2003
3. Федорченко М.А., Суржко О.А. Способ подготовки сточных вод свинокомплексов и свиноферм для сельскохозяйственного использования. Решение о выдаче патента на изобретение. Заявка № 2003113374 от 06.05.2003.

ИНТЕНСИВНОСТИ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ОТ ПОВЕРХНОСТНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Рожков В.Ф., Соколова С.С.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Изложены результаты исследований интенсивности пылеобразования на поверхностных комплексах шахт Подмосковного, Кузнецкого и Донецкого бассейнов. Установлено, что наибольшее загрязнение атмосферы пылью происходит при погрузке угля в железнодорожные вагоны и от породных отвалов.

Разработка угольных месторождений подземным способом связана с выдачей на поверхность не только угля, но и породы при проведении различных горных выработок, а также при обогащении угля. Попутный выход газов и пыли обуславливает повышенное загрязнение атмосферы в зоне действия угольных предприятий.

В связи с интенсификацией производственных процессов и механизацией горных работ, значительно увеличилась запыленность атмосферного воздуха на промплощадках шахт. Запыленность воздуха зависит от характера технологических процессов на поверхности шахт, степени благоустройства, озеленения поверхности и в различных районах неодинакова. Так, на некоторых рудниках Урала она составляет - 0,3-2,1 мг/м³; Кривого Рога - 0,3-1,2 мг/м³; Дзезказгана - 2,5 - 8,1 мг/м³. Кроме того, на запыленность атмосферного воздуха немалое влияние оказывает и скорость ветра на поверхности. Наименьшая запыленность наблюдается при скорости до 4 м/с. При повышении скорости ветра, когда пыль поднимается с поверхности земли, и при тихой погоде, когда пыль, образующаяся на отвалах, автоторогах и т.д., не уносится из района шахты, концентрация пыли в воздухе повышается [1].

Основными источниками выделения пыли в окружающую среду являются погрузочно-разгрузочные операции на поверхностных комплексах шахт и обогатительных фабрик, вентиляционные стволы, угольные склады, а также породные отвалы.

Поверхностные технологические комплексы шахт являются одним из источников загрязнения воздушного бассейна пылью. К неорганизованным вентиляционным выбросам на технологическом комплексе можно отнести выбросы через неплотности окон, проемов, выбросы аэрозоля из галереи погрузки, при погрузке угля в вагоны и на угольный склад, при выгрузке угля из скипов в приемные бункеры и пылевыведения из скиповых стволов. Загрязнение атмосферы неорганизованными источниками практически не регулируется, и поступления от них составляют обычно 100 %.

Угольный поток, двигаясь по конвейерам, желобам и т.п., эжектирует слои воздуха. Поток эжектируемого воздуха при входе в желоба и укрытия образует струи первого рода, совпадающие с направлением потока угля, и струи второго рода, возникающие от встречи потока воздуха со стенками желобов и укрытий. В результате этого из-под укрытий и желобов выравнивающим потоком воздуха выносятся пыль, которая распространяется по помещениям комплекса. Под действием гравитационных сил и ветрового напора в помещениях технологических комплексов движутся потоки воздуха, расходы которых определяются фильтрационными свойствами зданий и сооружений.

Для установления зависимости пылевыведения от различных факторов собирались сведения по добыче и марке угля, типе оборудования, а также проводились измерения влажности и зольности угля. Определялся выход летучих и коэффициент механической прочности.

Технологические комплексы шахт отличаются большим разнообразием местных условий по виду ископаемого, переработки и способам транспортировки. В настоящее время на поверхностных комплексах экономически целесообразно производить только лишь первичную обработку топлива, т.е. породовыборку. В этой связи, основными признаками классификации поверхностных комплексов являлось наличие обработки топлива (обогащение, сушка, классификация и т.п.) или отсутствие ее. Поверхностные комплексы шахт Подмосковского, Кузнецкого и Донецкого бассейнов являются комплексами для рядового угля. Поэтому на комплексах шахт практически одинаковая технологическая цепочка: подъемные сосуды (скипы) – бункер – питатель – конвейерные галереи – грохот – распределительные конвейеры – бункер – железнодорожные вагоны. Это облегчает решение задачи определения интенсивности пылевыведения от технологических комплексов. На интенсивность пылеобразования оказывают влияние физико-химические свойства угля: механическая прочность, влажность, выход летучих и др.

Проведенные исследования по определению физико-механических свойств угля показали, что его рабочая влажность изменяется в пределах: 26,1...37,2 %; 5,0...8,5 %; 4,8...7,3 %, а коэффициент механической прочности изменяется в пределах: 1,38...1,54; 0,592...2,1; 0,18... 2,1 для Подмосковского, Кузнецкого и Донецкого бассейнов, соответственно. Большой разброс коэффициента механической прочности для шахт Кузнецкого и Донецкого бассейнов объясняется различной маркой добываемого угля.

Для оценки интенсивности выделения пыли в помещениях конвейерных галерей, при выгрузке угля из скипов в приемные бункеры и в пунктах погрузки угля в железнодорожные вагоны проводились замеры фоновых концентраций, которые находятся в пределах 2,4...6,5 мг/м³. Исследования

изменения замеренных концентраций по отношению к фоновым показывают, что нарастание концентраций происходит очень быстро, в течение нескольких секунд. Воздух, поступающий в нижнюю часть комплекса, поступает также в галереи. Интенсивность выброса пыли в атмосферу от галерей определяется как средняя величина интенсивностей пылевыведения в начале и в конце галереи.

При погрузке угля в железнодорожные вагоны также имеют место потоки пыли, возникающие от соударения зерен и кусков падающего угля о дно и стенки вагона. Взвешенные пылевидные частицы, поднимаясь вверх, уносятся проходящим над вагонами воздухом и поступают в атмосферу.

По данными экспериментального анализа средняя интенсивность удельных пылевыведений от конвейерных галерей колебалась в пределах: 1,1...1,85 г/т; 1,57...3,64 г/т; 0,98...2,72 г/т, а при погрузке угля в железнодорожные вагоны в пределах: 5,0...6,8 г/т; 7,7...48,1 г/т; 5,4...59,4 г/т для шахт Подмосковского, Кузнецкого и Донецкого бассейнов, соответственно. В результате анализа пылевых съемок были выявлены значимые факторы, влияющие на величину удельных пылевыведений от конвейерных галерей и погрузки угля в железнодорожные вагоны.

В качестве основной характеристики, определяющей тесноту связей между показателями, использовался коэффициент корреляции. Корреляционный анализ показал, что в качестве факториальных признаков целесообразно использовать следующие показатели: рабочую влажность W^p , %, и коэффициент механической прочности угля f .

По результатам проведенных замеров, используя методы регрессионного анализа, получены зависимости для определения удельных пылевыведений (E), которые имеют вид:

- для конвейерных галерей шахт Подмосковского и Кузнецкого бассейна, соответственно:

$$E = -0,031 W^p + 1,6356 f, \text{ г/т}; R=0,99;$$

$$E = 0,5791 W^p - 1,1274 f, \text{ г/т}; R=0,9;$$

- для конвейерных галерей шахт Донецкого бассейна

$$E = 0,0047 W^p + 1,2828 f, \text{ г/т}; R=0,96 \text{ (угли марки А)};$$

$$E = 0,502 W^p - 1,7717 f, \text{ г/т}; R=0,98 \text{ (угли марки Г, ОС, Ж)}.$$

При погрузке угля в железнодорожные вагоны для шахт Подмосковского и Кузнецкого бассейна, соответственно:

$$E = 0,0783 W^p + 2,59 f, \text{ г/т}; R=0,99;$$

$$E = 42,0357 + 3,2902 W^p - 28,17 f, \text{ г/т}; R=0,97;$$

- для шахт Донецкого бассейна (угли марки А)

$$E = -9,094 W^p + 51,281 f, \text{ г/т}; R=0,84 \text{ (угли марки А)};$$

$$E = 1,5944 W^p - 3,118 f, \text{ г/т}; R=0,98 \text{ (угли марки Г, ОС, Ж)}.$$

В приведенные выше формулах R – коэффициент корреляции.

Значения коэффициента корреляции близки к 1, а сравнение расчетных величин с фактическими данными свидетельствует об удовлетворительном уровне адекватности полученных зависимостей.

Таким образом, поверхностные комплексы шахт являются источниками значительного пылевыведения. Наибольшее загрязнение атмосферы пылью происходит при погрузке угля в железнодорожные вагоны. Для снижения запыленности рабочих помещений поверхностных комплексов необходимо применять укрытия мест погрузки угля на конвейеры и переиспылов с конвейера на конвейер.

Основными факторами, влияющими на величину удельных пылевыведений от конвейерных галерей и при погрузке в железнодорожные вагоны являются влажность углей и коэффициент механической прочности.

Значительный объем пыли выделяют в атмосферу породные отвалы. Под действием изменяющейся температуры воздуха, осадков, ветра, тепла, выделяющегося в результате окислительных процессов угля и углистых составляющих пород, происходит саморазрушение кусковой породы с образованием некоторой доли пыли. В сухую погоду эта пыль ветром выдувается из отвала и уносится на значительные расстояния, загрязняя атмосферу.

По данным пылевых лабораторий ВГСЧ, запыленность воздуха вблизи породных отвалов колеблется в пределах $0-90 \text{ мг/м}^3$. Концентрация пыли в воздухе с подветренной стороны отвала на расстоянии 150 м, при скорости ветра 3-3,5 м/с и влажности воздуха 90 % составляет $10-15 \text{ мг/м}^3$. Загрязнение воздуха на промплощадке еще более увеличивается, при горении отвала и выгрузки породы на отвал [2].

Пыль от породных отвалов поступает в атмосферный воздух в результате ветровой эрозии, а также путем уноса мелких фракций породы при поступлении горной массы в отвал. Формирование породных отвалов осуществляется в результате поступления на них влажной горной массы, при этом происходит прилипание частиц породы друг к другу и к ранее образовавшейся массе. Следовательно, можно сделать вывод, что породные отвалы не должны подвергаться сильной ветровой эрозии. Однако, практически наблюдается значительные выделения пыли в атмосферу. Это объясняется тем, что отдельные участки отвала разрыхляются механическим воздействием на поверхность террикона сбрасываемой породной массой, а также уменьшением прочности поверхностной корки под действием изменяющейся температуры воздуха, атмосферных осадков и самовозгорания отвалов. Исследования по определению валовых выделений пыли в атмосферу производились на породных отвалах шахт п/о "Тулауголь".

Результаты экспериментального анализа показывают, что средняя концентрация пыли при скорости ветра от 3,7 до 4,9 м/с, составляла от 19,4

до 32,4 мг/м³. При этом интенсивность пылевыведений колебалась в пределах от 2,6 до 4,9 кг/ч.

На отдельных частях отвалов возникают тангенциальные напряжения в воздушных потоках, следствием чего являются вихри, взвешивающие пыль с поверхности в атмосферу. Высота такого пылящего слоя колебалась от 0,4 до 0,5 м. Средние значения интенсивности пылеуноса с единицы поверхности отвального участка, подвергающегося повышенному ветровому воздействию, составляют 140-280г/ч·м² при скоростях ветра 3,7-4,9 м/с.

При выгрузке породы на отвал возникает значительное механическое воздействие на поверхность отвала. Оно будет сильнее для отвалов, формирующихся канатной откаткой с саморазгружающейся вагонеткой. Под действием скатывающейся массы породы на поверхности отвала возникает сильное пыление. Замер концентрации пыли в таких потоках показал, что концентрация пыли в воздухе изменялась в пределах от 159,2 до 176,3 мг/м³ Скорость ветра равнялась 4,8 и 4,0 м/с соответственно.

Расчет поступления пыли в атмосферу при выгрузке вагонетки на отвал показал, что в атмосферу выделяется от 3 до 11 кг/сут пыли.

Таким образом, породные отвалы и угольные склады являются источниками выделения пыли. Пылевыведения при эксплуатации угольных складов происходит с поверхности склада, так и при поступлении угля на склад. Количество пыли, поступающей в атмосферный воздух от породных отвалов, значительно увеличивается при выгрузке породы на отвал.

Основными факторами, влияющими на величину удельных пылевыведений от породных отвалов, при различных технологических операциях, являются влажность углей и скорость ветра.

Литература

1. Волохов М.И., Трусков Ю.В. О запыленности воздуха поступающего в шахты //Труды ин-та горного дела АН. Каз. ССР. – Вып. 23. – 1966.- С. 102 – 103.
2. Маковой Ф.И., Бачурин Э.Ф. Охрана окружающей природной среды в угольной промышленности. – М: ЦНИЭИуголь, 1980. – 16 с.

УДК 631.879

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Кудряшова А.Г., Выгузова М.А.
НОУ ВПО «КИГИТ»

В статье рассматривается применение биотехнологий к решению актуальных проблем экологического и ресурсного характера на территории Удмуртской Республики. Предлагается использование комплексной технологии утилизации отхо-

дов вермикомпостированием и анаэробным сбраживанием. Описывается достигнутый эффект от предложенной технологии.

Проблемы, связанные с нерациональным использованием природных ресурсов и антропогенным воздействием на окружающую среду на сегодняшний день являются наиболее значимыми среди ряда мировых проблем. Неумеренное употребление химических удобрений способствует истощению и загрязнению почв и водных ресурсов. Нерациональная добыча полезных ископаемых и топливных ресурсов приводит к быстрому снижению их запасов и загрязнению окружающей среды.

С одной стороны, почвы страдают от недостаточного содержания всех необходимых питательных веществ используемых растениями, а с другой стороны, большое количество питательных веществ, содержащихся в бытовых отходах и побочных продуктах сельского хозяйства, тратятся впустую. Большие количества органических отходов также создают угрозу для безопасной утилизации. Большинство органических остатков сжигаются или происходит их захоронение. [7]

В зависимости от применяемых в сельском хозяйстве технологий можно получать различные виды органических удобрений с весьма широким диапазоном агрохимических свойств и себестоимости. В процессе переработки отходов отрасли животноводства сельхозпроизводитель решает две важные взаимосвязанные задачи: производства органических удобрений и утилизации навоза [6].

Утилизация навоза, переработка его на удобрение решает проблему загрязнения окружающей среды, так как накопление масс навоза, хранение его с нарушениями технологических норм и правил является причиной загрязнения почвенных вод, засорения земли и атмосферы [4].

Вносить прямо в почву навоз нельзя. Свежий навоз богат растворимыми соединениями азота и оказывает такое же действие, как растворимые минеральные удобрения, то есть вызывает усиленный рост листьев и стеблей, но это не всегда означает увеличение урожая. Также, растения, удобренные свежим навозом, становятся более чувствительными к болезням и вредителям. Кроме того, свежий навоз быстро разлагается, поэтому он не способствует созданию устойчивого плодородия земель. Поэтому навоз подвергают компостированию, но этот процесс очень долг по времени.

Одним из перспективных направлений переработки органических отходов является создание комплекса, включающего в себя переработку отходов в биогазовой установке и доработку в вермиреакторе. Это приведет к увеличению производительности комплекса в целом, уменьшению затрат на утилизацию отходов, получению биогаза, а как следствие, тепловой и электрической энергии, биогумуса как ценного удобрения и биомассы червей в качестве кормовой добавки.

В рамках реализации Республиканской Целевой Программы «Энергоэффективность в Удмуртской Республике на 2010-2014 г.г.» в Воткинском, Глазовском, Завьяловском, Можгинском, Сарапульском районах вблизи крупных предприятий животноводства и птицеводства предлагается организовать производства биогаза из отходов данных предприятий. Получаемый биогаз планируется использовать для собственных нужд предприятий и поставки тепловой и электрической энергии потребителям в радиусе 10-15 км [5].

Основная доля потенциала биомассы, пригодной для получения биогаза, приходится на навоз (до 80%). Потенциал производства биогаза с использованием отходов скотоводства на территории Удмуртской Республики представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Потенциал производства биогаза с использованием отходов скотоводства

№	Источник биогаза	Общее поголовье, тыс. голов	Биомасса, кг/сутки на ед.	Общая биомасса, т/сут	Объем биогаза, получаемого из 1 кг биомассы, м ³	Общая выработка биогаза, тыс. м ³ /сут
1	КРС	384,6	55	21153	0,05	846,12
2	Свиньи	306,2	12	3674,4	0,06	220,46
3	Овцы, козы	69,3	6	415,8	0,06	24,95
4	Птица	161,5	0,17	27,5	0,07	1,92

Анализ таблицы 1 показывает, что основным сырьем для выработки биогаза в республике является свиной и коровий навоз. Причем, потенциал выработки биогаза из отходов КРС в 4 раза превышает потенциал выхода газа из отходов свиноводства. Несмотря на то, что на территории Удмуртии развито птицеводство, выход газа из этой отрасли возможен, но существенно ниже, чем из остальных отраслей.

По данным исследования [1 - 3], были получены следующие данные: предложенная технология способствует снижению материальных затрат на утилизацию отходов за счет комплексного использования разных способов переработки отходов и за счет получения дополнительного источника энергии в виде биогаза и дополнительной прибыли за счет производства высокоэффективного биогумуса.

В разработанном комплексе предлагается использование усовершенствованного технологического оборудования, которое позволит повысить эффективность работы комплекса в целом и привести к значительному экономическому эффекту.

Так годовой экономической эффект от использования комплекса составит 573,32 тыс.руб, выход биогаза, 1720 тыс. м³/год, производительность биогумуса, 37,778 т/год.

Литература:

1. Выгузова М.А., Использование технологии вермикомпостирования в сельском хозяйстве / Выгузова М.А., Линкевич А.С., Касаткин В.В., Литвинюк Н.Ю. Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 7. С. 11-13.
2. Касаткин, В.В. Метановое сбраживание с точки зрения ресурсосбережения / В.В. Касаткин, С.П. Игнатъев, А.Г. Ларионова // Хранение и переработка сельхозсырья. - № 1. – 2009. – С.53 – 55.
3. Игнатъев С.П., Ларионова А.Г. Органические отходы – источник дополнительного вида топлива // АвтоГазоЗаправочный Комплекс плюс Альтернативное топливо — 2009, - №5 — с.30-32.
4. Панов, Н.П. Актуальные проблемы повышения плодородия почв. / Н.П.Панов // В кн.: Плодородие почв и пути его повышения. - М., 1983, - С.3-9.
5. Сельское хозяйство Удмуртии; Информационно-аналитический отдел Минсельхозпрода УР – Ижевск, 2010г. – 32с.
6. Вермикомпостирование. – 2010. – Режим доступа: <http://vermyk.narod.ru/articles/vermicomposting/vermicomposting.htm>.
7. Vermicomposting: Recycling Wastes into valuable organic fertilizer. –2006. – Режим доступа: <http://www.icrisat.org/journal/agroecosystem/v2i1/v2i1vermi.pdf>.

УДК 622.8

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА

Кузнецов В.С.

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
г. Санкт-Петербург*

В статье рассматриваются вопросы снижения пылевых выделений с поверхности хвостохранилища, являющегося источником негативного аэротехногенного воздействия на окружающую среду. Приводится способ снижения выноса пыли с поверхности хвостохранилища с помощью особого размещения защитных экранов.

При производстве открытых горных работ в воздушную среду поступает значительное количество поллютантов, причем основным загрязняющим веществом выступает неорганическая пыль. Выделение данного

вещества приводит к постепенной деградации зеленых насаждений, снижению их продуктивности и утрате устойчивости.

Несмотря на различные механизмы образования пыли (бурение, взрывные работы, пыление на дорогах, сдув пыли с поверхности отвалов и хвостохранилищ) пространственный перенос пыли определяется, в основном, сочетанием метеорологических факторов (скорость ветра, направление его действия, температура и влажность атмосферного воздуха), законы изменения которых имеют вероятностную природу.

Темпы пылевого загрязнения земель оказывают наибольшее влияние в районах, где мощность почвенного слоя менее 15 см, поскольку такие районы характеризуются низкой экологической устойчивостью к запылению. В районах с мощностью почвенного слоя 100 см также отмечается повышенный ущерб от запыления земель. Поскольку в этих случаях значительно снижается качество, а, следовательно, и ценность загрязненных почв, то темпы пылевого загрязнения земель можно с достаточной достоверностью определить по темпам снижения качества почв, т.е. по величине их разубоживания привносимым пылевым материалом.

В качестве источника изучения пылевого загрязнения территорий было выбрано хвостохранилище Оленегорского горно-обогатительного комбината [1]. Для оценки пылевого загрязнения территории окружающей хвостохранилище Оленегорского ГОКа был осуществлен химический и дисперсный анализ складированных отходов.

Химический анализ проб, выполненный рентгенофлуоресцентным методом, показал, что отходы хвостохранилища, в основном ($67,5 \pm 6,7 \%$) представлены SiO_2 , что позволяет отнести пыль, выделяющуюся с поверхности, к третьему классу опасности.

С целью получения информации о характере рассеивания пыли различного дисперсного состава, были выполнены натурные исследования в районе функционирования Оленегорского ГОКа [2].

Основным экспериментальным методом для определения пространственного распределения гранулометрического состава пыли была снеговая съемка. Территория для отбора проб снега выбрана с учетом преобладающих направлений ветров в зимний период по данным многолетних наблюдений. Всего было отобрано 48 проб. С целью уточнения характера рассеивания пылевых частиц от источника выделения пыли, места отбора проб фиксировались на карте местности. Отобранные пробы подвергались седиментационному анализу, с помощью которого устанавливался гранулометрический состав пыли. Анализ полученных данных показал, что по мере удаления от источника пылевыведения количество частиц содержащей крупной фракции (500 - 250 мкм, 250 - 100 мкм) убывает, а частиц, размеры которых находятся в диапазоне от 100 -

50 мкм, достигает максимума в «общем» значении концентрации уже на расстоянии 1500 м от источника, максимальное содержание частиц размером 50 -10 мкм достигается на расстоянии около 2000 м, а частицы, наносящие наибольший вред для человеческого организма (10–1 мкм), распространяются на расстояние более 3000 метров.

Результаты оценки показывают, что пространственное распределение концентрации пыли, выносимой с поверхности хвостохранилища, имеет монотонный характер с максимальным значением непосредственно у источника пылевыведения.

Для уменьшения фактической мощности выделения пыли с поверхности хвостохранилища могут быть использованы технологические, инженерно-технические и организационные мероприятия, а также их рациональное сочетание. В любом случае необходимым условием нормализации экологической обстановки по пылевому фактору является или снижение мощности выброса, либо уменьшения пылящей поверхности. Последнее реализуется на основе технологических мероприятий предусматривающих изменение способов складирования; изменение состава и состояния продуктов складирования; безотходную или малоотходную технологию обогащения; утилизацию отходов.

Инженерно-технологические мероприятия должны быть направлены на снижение мощности выбросов и включают в себя: 1) орошение водой; 2) орошение водой с добавками химически активных веществ, обеспечивающих закрепление поверхности; 3) закрепление пылящей поверхности отвалов битумной эмульсией; 4) закрепление пылящей поверхности латексами; 5) озеленение нерабочих площадей, рекультивация отвалов [3].

В качестве природоохранного мероприятия, предлагается оконтурить пылящий участок хвостохранилища с помощью защитных заграждений расположенных в двух взаимно перпендикулярных направлениях: поперек направления действия господствующих ветров и вдоль этого направления. Для этого, определяется значение скорости ветра V_{lim} (м/с), при которой на границе санитарной зоны вокруг хвостохранилища, обеспечивается предельно-допустимое значение концентрации пыли и максимальное значение скорости господствующих ветров V_{max} (м/с), пылящую поверхность хвостохранилища разбивают на квадратные участки, по периметрам которых устанавливают защитные заграждения, выполненные из гибкого материала.

Предварительно определяется площадь пылящего участка. В результате инструментальных измерений или расчетов, определяют значение скорости ветра V_{lim} , при которой на границе санитарной зоны вокруг хвостохранилища, обеспечивается предельно-допустимое значение концентрации пыли $C_{пыли} = C_{ПДК}$. Кроме того, в результате анализа данных метео-

рологических исследований устанавливают максимальное значение скорости господствующих ветров V_{\max} . Защитные заграждения устанавливают на пылящей поверхности хвостохранилища таким образом, чтобы во всех случаях при любых направлениях ветра обеспечить сокращение скорости ветра у пылящей поверхности с V_{\max} до V_{\lim} . Уменьшение скорости ветра достигается за счет создания, т.н. ветровой тени, протяженность которой зависит от высоты заграждения $H_{\text{заг}}$. Чем выше $H_{\text{заг}}$, тем при фиксированной величине V_{\lim}/V_{\max} больше протяженность ветровой тени $L_{\text{тен}}$, и, следовательно, на большем расстоянии друг от друга можно располагать линии защитных заграждений. Аналитическая зависимость между отношением протяженности защитного заграждения $L_{\text{заг}}$ к его высоте $H_{\text{заг}}$ и отношением протяженности ветровой тени $L_{\text{тен}}$ к $H_{\text{заг}}$ имеет вид:

$$L_{\text{заг}}/H_{\text{заг}} = 0,022 (V_{\lim}/V_{\max})^{-2,6} (L_{\text{тен}}/H_{\text{заг}})^2 \quad (1)$$

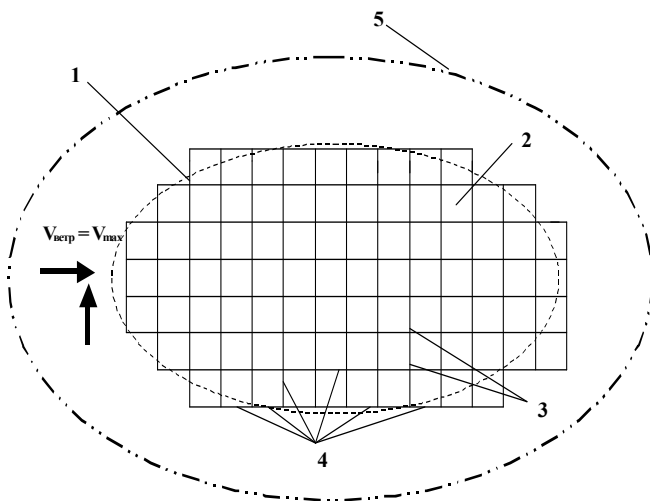
Гарантированное снижение скорости ветра у поверхности хвостохранилища в V_{\lim}/V_{\max} раз будет обеспечено лишь в случае, когда протяженности ветровой тени $L_{\text{тен}}$ в двух взаимно перпендикулярных направлениях (в направлении господствующего ветра и перпендикулярном к нему направлению) будут одинаковы. Таким образом, ряды защитных экранов, установленные перпендикулярно направлению господствующих ветров и параллельно этому направлению, должны находиться друг от друга на равных расстояниях $L_{\text{уч}}$ (рис. 1). Это расстояние устанавливается из формулы (1) при $L_{\text{заг}} = L_{\text{уч}}$ и $L_{\text{тен}} = L_{\text{уч}}$.

$$L_{\text{уч}} = 46,4 H_{\text{заг}} (V_{\lim}/V_{\max})^{2,6}, \text{ м} \quad (2)$$

где $H_{\text{заг}}$ – высота защитного заграждения (м) выбирается из диапазона 0,5–3 м, при условии превышения $L_{\text{уч}}$ величины 10 м., и заданного снижения скорости ветра. Например при снижении скорости ветра соответственно на 40; 50; 60; 70 % высота заграждения $H_{\text{заг}}$ может составлять 1; 1,5; 2; 2,5 м соответственно.

Для создания такого заграждения всю пылящую поверхность хвостохранилища (1) разбивают на квадратные участки со стороной $L_{\text{уч}}$ (2), рассчитываемой по формуле (2). По периметрам участков устанавливают опоры (3), на которые закрепляют экраны (4), выполненные из гибкого материала. В качестве гибкого материала может быть использован, например, ячеистый полимер.

Данный способ запатентован, патент №2285800.



1-контурпылящей поверхности; 2-пылящий участок; 3-опоры; 4-защитные экраны; 5- граница санитарно-защитной зоны

Рис.1. Расположение защитных экранов.

Литература

1. Кузнецов В.С. Пространственное распределение экологического риска при работе железорудных карьеров // ГИАБ №1, 2006, с. 196-200с.
2. Кузнецов В.С. Воздействие внешних отвалов пустой породы на состояние атмосферного воздуха при открытой разработке железорудных месторождений северных регионов // 7-я Международная Конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Материалы конференции: ТулГУ, Тула, 2011, Т2, 226-234 с.
3. Опыт рекультивации земель, нарушенных горными работами, на горнорудных предприятиях чёрной металлургии/ Дороненко Е. П., Пикалова Г. М., Почтенных Н. Г., Мотов Ю. М. и др. – Обзор по системе Информсталь / ин-т «Черметинформация», М., 1985, вып. 22 (237) с. 11-16.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В РЕШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ УРАНОВЫХ РУД

Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М., Васина С.М.

Самаркандский государственный университет им. А. Навои, г. Самарканд

В работе рассматриваются экологические проблемы при добыче и переработке урановых руд. На основе лабораторного эксперимента и имеющегося опыта в реакриации промышленных зон предлагается ряд инновационных инженерно-технических решений, направленных на снижение экологических рисков предприятий ядерного цикла. Предлагается использование дрожжевых отходов пивоваренной промышленности в биосорбционных технологиях по извлечению урана и продуктов его деления из сточных вод и для длительной консервации отработанных урановых шахт. При этом показана возможность перевода плохо утилизируемых дрожжевых отходов пивоваренных производств в стратегическое сырье для получения биосорбентов тяжелых металлов, радионуклидов и прочих экотоксикантов.

Уже становится очевидным, что наличие урановых руд составляет значительный экономический потенциал практически любого государства. Однако, при этом необходимо учитывать и дополнительные риски экологического характера, связанные с добычей и переработкой этих руд. Так, добыча полезных ископаемых, как правило, сопровождается глобальными изменениями ландшафта территорий, загрязнением окружающей среды тяжелыми металлами, радионуклидами, мелкодисперсными выбросами [1]. Другой не менее важной и значительной проблемой для предприятий ядерного цикла, к которым относится уранодобывающая промышленность, является скопление большого количества жидких отходов, содержащих растворенные уран и продукты его распада в низкой концентрации [5]. Для их утилизации и очистки от радионуклидов применяются сложные и трудоемкие технологии, которые зачастую экономически не оправданы. Проблемой также остается консервация выработанных урановых шахт. Зачастую эти шахты остаются заброшенными, а поддержание их в экологически безопасном состоянии обходится весьма дорого. Происходит их затопление грунтовыми водами и атмосферными осадками, которые подвержены естественному загрязнению ионами тяжелых металлов, урана и продуктов его распада. Загрязненная вода проникает в водоносные горизонты, обеспечивающие водоснабжение проживающего в округе населения. Приведенные примеры свидетельствуют об актуальности поиска инновационных инженерно-технических решений существующих проблем в урановой промышленности .

В качестве одного из решений проблемы нами предлагается засеивание территорий рудников и горных выработок неприхотливыми, с точки

зрения агрохимических и климатических условий, растениями, способными, благодаря их морфофункциональным особенностям накапливать радионуклиды, тяжелые металлы и прочие экотоксиканты в своей биомассе, а также укреплять подвижный и наиболее подверженный ветровой эрозии поверхностный слой отвалов. В качестве таких растений нами были рассмотрены агроэкологические возможности дикой тыквы *Cucurbita foetidissima*. Возможной альтернативой *Cucurbita foetidissima* может быть топинамбур *Heliánthus tuberósus*, обладающий не менее эффективными агроэкологическими возможностями и культивирование которого налажено уже во многих странах.

О практических результатах исследований эффективности применения агроэкологических принципов ремедиации почв нами сообщалось на предыдущем 8-ой Международной Конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики [7].

Поэтому в настоящей работе нами сделан акцент на поиск инженерно-технических решений связанных с экологией воды. К таковым могут относиться биосорбционные технологии с использованием микроорганизмов. О том, что радионуклиды, в частности, уран и продукты его распада могут быть сконцентрированы и удалены из водных растворов бактериями, водорослями, грибами, мхами, дрожжами и прочими микроорганизмами сообщается в ряде работ отечественных и зарубежных авторов [3, 8-11].

Нами изучены сорбционно-аналитические возможности клеточных стенок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* – крупнотоннажного и плохо утилизируемого отхода пивоваренного производства.

С этой целью биомасса отобранных из технологической схемы производства осадочных дрожжей подвергалась обработке, включающей отмывку дистиллированной водой, автоклавирование при температуре 120-130 °С в течение 1,5 часов, центрифугирование при 5000 об/мин, вакуум-сушку при 65 °С и измельчение до частиц размером 0,3-0,5 мм.

Как показали исследования, полученная биомасса состоит только из мертвых клеток, содержащих клеточные стенки, представляющих собой целлюлозосодержащий биополимер пептидо-глюканового комплекса со специфическими функциональными группами, которые могут взаимодействовать с ионами тяжелых металлов [2]. Элементным анализом установлено, что биомасса клеточных стенок дрожжей содержит 47,8 – 48,6 % С; 5,7-6,1 % N и 6,86% Н. Поверхность сорбента составляла 118,6 м²/г.

Биосорбционные возможности сорбента изучали на модельных растворах с различным содержанием U (VI), приготовленных растворением сульфата уранила UO₂SO₄•3H₂O. в дистиллированной воде Начальные и равновесные концентрации U (VI) определяли фотоколориметрическим методом с Арсеназо III при λ= 670 нм.

Степень извлечения UO_2^{2+} находили по формуле:

$$R = \frac{C_0 - C_{\text{равн.}}}{C_0} \cdot 100\%,$$

где C_0 и $C_{\text{равн.}}$ – начальная и равновесная концентрации UO_2^{2+} в растворе, мг/л.

Изучали влияние pH, начальной концентрации ионов U (VI), времени активации, температуры, дозы сорбента на полноту и кинетику сорбции ионов урана. Сорбционный процесс описывали моделями мономолекулярной адсорбции Фрейндлиха и Ленгмюра.

Было установлено, что максимальная адсорбционная способность клеточных стенок дрожжей по отношению к уранил-ионам наблюдается в диапазоне pH, близком к нейтральному 5,0 – 6,5 ед. pH, при их начальных концентрациях 20 – 100 мг/л. Биосорбция протекает относительно быстро при концентрации уранил-ионов ≤ 20 мг/л и достигает $R \sim 80\%$ в течение 30 минут. Доза сорбента, при которой достигается максимальная сорбционная емкость, 1-2,5 г/л. Температура не значительно влияет на сорбционную емкость. В то же время, как показали исследования, наибольшее влияние на биосорбцию уранил-ионов оказывают карбоксильные группы, а затем уже фосфорильные и аминогруппы [3].

В таблице приведены рассчитанные параметры сорбции U(VI) клеточными стенками дрожжей и соответствующие критериальные уравнения процесса.

Таблица - Биосорбции U(VI) клеточными оболочками дрожжей *S.cerevisiae**

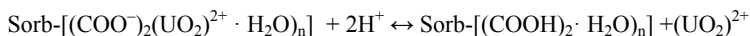
Расчеты по уравнению Фрейндлиха			Расчеты по уравнению Ленгмюра		
n	K	R ²	Q _{max} , мг/Г	b	R ²
0,5844	6,31	0,9476	183,3	0,2766	0,9898
y = 0,638x + 0,803			y = 0,3611x + 0,0044		

*- концентрация биосорбента – 1г/дм³; начальная концентрация U (VI) -100 мг/дм³; t - +18⁰ C; pH = 6,0; τ – 1,5 час; скорость встряхивания – 150 об/мин

Установлено, что биосорбция лучше описывается уравнением Ленгмюра, т.е. создание мономолекулярного слоя адсорбтива на поверхности сорбента без каких-либо значительных хемосорбционных явлений ($-\Delta H = 9,9$ кДж/моль), а максимальная сорбционная емкость составляет 183,3 мг уранил-ионов на 1 грамм сухого биосорбента.

Десорбцию урана с поверхности биосорбента под воздействием минеральных кислот можно сравнить с сольватационно-координационным

механизмом обмена уранил-ионов на поверхности целлюлозосодержащего биополимера с катионами H^+ [6]. В силу этого имеем:



Таким образом, биосорбент из клеточных стенок дрожжей [Sorb(-COO⁻·nH₂O)], поверхность которого несет на себе отрицательный заряд (ζ - потенциал при нейтральных значениях pH составляет -15 ÷ -18 мВ [4]), проявляет свойства катионита.

Проведенные исследования дают право считать клеточные стенки дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* перспективным материалом для получения биосорбентов ионов тяжелых металлов и радионуклидов.

В то же время для получения «полноценного сорбента» необходимо создание целой биоиндустрии по переработке дрожжевых отходов, их очистке, активации функциональных групп биополимеров и их модификации с целью улучшения сорбционных и эксплуатационных характеристик. Это является хлопотной, трудоемкой и дорогостоящей процедурой, требующей определенных капиталовложений. Именно это и сдерживает коммерциализацию биосорбционных технологий.

Однако, уже сейчас можно предложить решение, которое, по всей видимости, способно удовлетворить как пивоваренные и родственные им производства, так и рудоуправления, для которых содержание выработанных и заброшенных урановых шахт на надлежащем уровне также является «головной болью». Нами предлагается закачивать в отработанные урановые шахты сточные воды пивоваренных производств, содержащие осадочные дрожжи.

При этом пивоваренные и подобные биотехнологические производства снимают проблему утилизации крупнотоннажных отходов, затраты на дополнительную очистку сточных вод, уменьшение штрафных выплат за сброс вредных отходов в коллекторную сеть.

Аналогичные преимущества будут и у рудоуправлений: улучшается радиологическая обстановка в регионе; происходит концентрирование (пусть и с эффективностью ниже, чем показано в лабораторном эксперименте) урана и продуктов его распада, тяжелых металлов и других экотоксикантов. При прохождении некоторого времени, дрожжевой биосорбент, насыщенный ураном и другими ионами тяжелых металлов, может быть откачен и утилизирован, например, сожжением (не жалко, сырье даровое) и уран в виде солей поступит на дальнейшую переработку. Зольность дрожжевой биомассы не превышает 18-22 %.

Таким образом, предлагаемая идея носит не только утилитарный характер, но и стратегический, с высокой экономической подоплекой перевода «отходов – в доходы».

Литература

1. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. – М.: Недра, 1990. – 235с.
2. Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Парпиев Н.А., Аронбаев Д.М. Биосорбционное концентрирование тяжелых металлов клеточными оболочками пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Доклады академии наук Республики Узбекистан. - 2011.- №3. - С.58-60.
3. Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М. Биосорбция урана (VI) из водных растворов клеточными оболочками дрожжей *S.cerevisiae* // Вода: химия и экология.- 2011.- №12.- С.51-55.
4. Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М. Применение физико-химических методов в исследовании клеточных стенок дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Вестник Московского Государственного областного Университета (МГОУ). - 2013.- №2.- С.84-89.
5. Кульменко М.И., Поликарпов Г.Г. Радиоэкология природных вод на стыке тысячелетий.// Гидробиол.журн.-2000.-Т.36, №2.- С.60-76.
6. Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Модина Е.А. Сольватационно-координационный механизм сорбции ионов тяжелых металлов целлюлозосодержащим сорбентом из водных сред // Химия растительного сырья. - 2010. - № 4. -С. 23–30.
7. Аронбаев Д.М., Исмаилов З.Ф., Харитонов С.Е., Насимов А.М., Аронбаев С.Д. Исследование перспективности применения дикой тыквы *Cucurbita foetidissima* в решении экологических проблем горнорудной промышленности //8-я Международная Конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» Тула с 1 по 2 ноября 2012 года. - С.388-392.
8. Dhankhar R., Hooda A., Solanki R., Sainger P.A. *Saccharomyces cerevisiae*: a potential biosorbent for biosorption of uranium. // International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST). – 2011.- Vol. 3. - No. 6. – P. 5397 – 5407.
9. Popa K., Cecal A., Drochioiu G., Pui A., Humelnicu D. *Saccharomyces cerevisiae* as uranium bioaccumulating material: the influence of contact time, pH and anion nature // Nukleonika, 2003; 48(3). – P.121–125.
10. Volesky B., Holan Z.R. Biosorption of heavy metals: areview.//Biotehmol.Prog.- 1995.- №11.- P.235-250.
11. Yi Z., Yao J. Kinetic and equilibrium study of uranium(VI) adsorption by *Bacillus licheniformis* // J. Radioanal. Nucl. Chem. - 2012. - Vol. 293. – P.907–914.

УДК 504 ББК 20.18

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ШЛАМОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ДОВЫРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ТЕХНОЛОГИИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

Кацило В.В.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Работа посвящена вопросу снижения техногенной нагрузки на окружающую среду при утилизации и хранении буровых шламов, образующихся на различных этапах строительства боковых стволов скважин при добыче остаточных запасов сырья на месторождениях Западной Сибири, за счет усовершенствования гидроизоляции шламовых амбаров.

Разработка высокоэффективных и экономичных технологий хранения, переработки, обезвреживания и утилизации отходов бурения является одной из наиболее актуальных задач для предприятий топливно-энергетического комплекса России. Образуюсь на различных этапах бурения, они накапливаются на территории рабочей площадки, оказывая отрицательное воздействие на все компоненты природной среды [1]. При этом технологические особенности разработки современных эксплуатируемых месторождений обуславливают новые сложности данного вопроса.

Так перспективы увеличения масштабов минерально-сырьевой базы в России тесно связаны с выработкой остаточных запасов ухудшенной структуры разведанных месторождений Западной и Восточной Сибири по технологии наклонно-направленного бурения уплотняющей сетки скважин. В частности, на предприятиях Западно-Сибирского ТЭК повышение коэффициентов извлечения сырья крупнейших месторождений завершающей стадии разработки осуществляется за счет бурения боковых направленных стволов из «старых» скважин (БСС). Данный способ бурения является одним из наиболее эффективных и экономичных; позволяет увеличить дебиты в 3-5 раз, а коэффициент извлечения довести до 70-80 % [2]. Однако добыча остаточных запасов сырья по данной технологии, несмотря на отсутствие начальных строительных этапов по обустройству территории буровой площадки и глобальных строительно-монтажных работ, также является причиной образования нескольких десятков млн. м³ производственно-технических отходов, к которым относятся: буровая сточная вода (БСВ), отработанный буровой раствор (ОБР), выбуренная порода (ВП) и буровой шлам (БШ).

Буровые сточные воды образуются из промывочной и технической воды и содержат сравнительно небольшое количество химических реагентов. Отработанный буровой раствор представляет собой раствор, исклю-

чаемый из технологических процессов бурения. Буровой шлам представляет собой многокомпонентную смесь веществ техногенного и природного происхождения, и вместе с выбуренной породой включает все химические соединения, которые используются для приготовления буровых растворов. Диспергируясь в среде бурового раствора, частицы ВП адсорбируют токсичные вещества, за счет чего содержание химических реагентов в шламе может достигать 15 %. Поэтому загрязняющие свойства БШ, зависят, в первую очередь, от химических реагентов, применяемых для приготовления и обработки буровых растворов, а также от петрографического состава проходимых в процессе бурения пород [1].

Технология строительства боковых стволов скважин при добыче остаточных запасов сырья предполагает использование нескольких буровых растворов различных рецептур. В большинстве случаев при забурировании БСС в сложных горно-геологических условиях Сибири традиционные глинистые растворы практически непригодны и могут использоваться только на первом этапе строительства при создании искусственного забоя, установке цементного моста и вырезании «окна» в средней части эксплуатационной колонны. Технологические же особенности наклонно-направленного бурения обуславливают необходимость применения специальных промывочных жидкостей, предотвращающих набухания глинистых пород и повышающих устойчивость ствола скважины. Для добычи трудноизвлекаемых запасов месторождений Западной Сибири в завершающей стадии разработки по технологии наклонно-направленного бурения используются системы буровых растворов, стабилизированные биополимерами с добавлением минеральных солей. Кристаллы соли являются хорошими коркообразователями, поскольку они легко растворяются пластовыми флюидами, а биополимеры обеспечивают повышение вязкости благодаря образованию поперечных связей между молекулами при действии кросс-агентов. В результате такого макромолекулярного взаимодействия достигается взвешивание твердой фазы и обеспечиваются энергетически выгодные условия разрушения породы долотом с последующим выносом шлама из-под его зубцов. Образующийся турбулентный режим вымывания частиц и высокая фильтрация способствуют эффективному разрушению породы, благодаря чему сводится к минимуму вероятность прихвата инструмента при проводке горизонтальных и боковых стволов скважин [2].

В ОАО «Сургутнефтегаз» бурение трудноизвлекаемых запасов в сложных горно-геологических условиях Западной Сибири и бурение в солевых толщах Восточной Сибири по технологии наклонно-направленного бурения проводится с использованием солевых биополимерных и полимерглинистых растворов системы «ИКАРБ», технологическая эффектив-

ность которых доказана многочисленными научными исследованиями и промысловыми испытаниями [3].

Именно поэтому основной объем образующегося при строительстве боковых стволов скважин бурового шлама кардинально отличен по составу от глинистого шлама, который образуется при традиционной разработке месторождения, и с учетом опасности которого разработано большинство известных технологий обезвреживания отходов на предприятиях ТЭК Западной Сибири.

Таким образом, многотоннажные объемы соленого бурового шлама с учетом его высокой загрязненности, определяют техногенез процессов наклонно-направленного бурения при довыработке остаточных запасов полезных ископаемых. Однако, несмотря на высокую экологическую опасность этих отходов, до сих пор не разработано технологических решений, позволяющих с высокой эффективностью и минимальным техногенным воздействием их обезвреживать и утилизировать.

Хранение бурового шлама, содержащего токсичные вещества с повышенной миграционной способностью, в специальных земляных амбарах непосредственно на территории рабочей площадки является основной причиной прогрессирующего ухудшения качества окружающей среды в экологически уязвимых районах ведения буровых работ с крайне неблагоприятными природно-климатическими и почвенно-ландшафтными условиями, характеризующимися ограниченной способностью самоочищения и слабыми защитными функциями. При этом загрязнение грунтовых вод и почв происходит за счет поступления минеральных и органических токсичных веществ при фильтрации жидких отходов. Причиной этого является некачественное строительство и несовершенство конструкций амбаров, приводящее к разрушению их обваловки паводковыми водами и атмосферными осадками; отсутствие надежной гидроизоляции дна и стенок шламовых амбаров, а также неучтённость почвенно-ландшафтных условий.

В связи с этим все более актуальными становятся вопросы минимизации техногенного воздействия буровых шламов на компоненты природной среды за счёт рационального внедрения природосберегающих технологий, разработанных на основе комплексной оценки их негативного влияния. При этом основной задачей является усовершенствование известных и разработка новых экономических способов гидроизоляции шламовых амбаров в зависимости от типа грунта.

Наиболее рациональным методом утилизации отходов бурения на месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз» является использование выбуренной породы (очищенных буровых шламов) в тело насыпи при строительстве кустовой площадки скважин. Однако данный способ обезвреживания отходов бурения предполагает использование в качестве строитель-

ного материала глинистых шламов четвертого класса опасности, образующихся при строительстве эксплуатационной колонны. Следовательно, для обеспечения экологической безопасности работ по добычи остаточных запасов УВ сырья необходимо разрабатывать новые методы складирования производственно-технологических отходов с учетом изменений в составе утилизируемого бурового шлама, обусловленных применением солевых биополимерных растворов для увеличения производительности малодебитных скважин на заключительной стадии разработки месторождений Западной Сибири.

Разработка средозащитных мероприятий, направленных на обезвреживание и утилизацию буровых шламов, должна базироваться на результатах комплексной оценки современного состояния ландшафтно-экологической ситуации при добыче остаточных запасов нефти из «старого» фонда скважин; химико-аналитических исследований буровых шламов по определению токсичных компонентов в подвижных формах; на изучении миграции загрязняющих веществ с территорий шламовых амбаров.

Кроме того, для решения данной проблемы предлагается выявление экологически и экономически целесообразного способа гидроизоляции шламовых амбаров в зависимости от типа грунта в области расположения кустовых площадок скважин. С этой целью были проведены различные экспериментальные работы в лабораторных и полевых условиях.

В первую очередь, было проведено химико-аналитическое сравнение и определение класса опасности буровых шламов, образующихся на различных этапах добычи остаточных запасов нефти месторождений ОАО «Сургутнефтегаз». Проведенные химико-биологические исследования выявили, что пробы малоглинистого соленого шлама, образующегося при строительстве «хвостовиков» и забурировании боковых стволов, в отличие от глинистых шламов, образующихся при бурении эксплуатационной колонны, обладают токсичностью по отношению к дафниям, высшим растениям и микроорганизмам ввиду повышенного содержания легкорастворимых солей в рецептуре использующегося бурового раствора. Таким образом, малоглинистые солевые шламы относятся к третьему классу опасности (умеренно опасные), а глинистые шламы к четвертому.

Опытно-промышленные испытания надежности различных способов гидроизоляции были проведены на кустовых площадках скважин двух различных месторождений ОАО «Сургутнефтегаз», характеризующихся песчаным и торфяным типом почв. Для экспериментального складирования бурового шлама, образующегося при бурении на солевых биополимерных растворах, были организованы по три модельные траншеи с различным типом гидроизоляции- глинистым буровым раствором, дорнитом с полиэтиленовой пленкой, а также без изоляции. В соответствии с разрабо-

танным планом по проведению локального химического мониторинга был реализован отбор и последующий комплексный химико-аналитический анализ проб грунтовых вод и почв, отбираемых на разном удалении еженедельно вплоть до ликвидации траншеи. Результаты проведенных исследований химического состава отобранных проб методами атомной абсорбции установили факт миграции загрязняющих веществ с территорий всех модельных шламохранилищ. Так, в пробах грунтовых вод наблюдается повышенное содержание солей, в частности натрия и калия, повышенная концентрация хлор-иона, железа, марганца и меди, а также высокое значение минерализации. Таким образом, полученные данные подтверждают актуальность разработок новых экономичных способов гидроизоляции шламовых амбаров в зависимости от типа грунта.

Для снижения техногенной нагрузки на почвы и грунтовые воды в зоне складирования соленых буровых шламов, образующихся при добыче остаточных запасов сырья по технологии наклонно-направленного бурения, авторами данной работы предлагается усиление гидроизоляции амбаров за счет установки по их периметру фильтрационных экранов с использованием глинистого шлама в качестве водоудерживающего наполнителя. Предпосылкой разработки данного средозащитного мероприятия стало выявление схожести минерального состава глинистых буровых шламов, образующихся на первых этапах строительства боковых стволов скважин, и бентонитовых глин, которые повсеместно применяются в гидротехническом строительстве в качестве эффективного гидроизоляционного материала. В результате комплексного исследования фазового состава буровых шламов и бентонитовых глин методами совмещенного рентгеноструктурного и термического анализа с дифференциально-сканирующей калориметрией было установлено преобладающее соизмеримое содержание минералов монтмориллонитовой группы в их составе. Монтмориллонит - это слоистый водный алюмосиликат с раздвижной кристаллической решеткой, который образует с водой очень устойчивые суспензии и вязкую тестообразную массу. Благодаря этим свойствам монтмориллонита бентонитовые глины характеризуются сильной набухаемостью (иногда до 10 – 20 кратного увеличения в объеме), а также высокой водопоглощаемостью, дисперсностью, связующей и сорбционной способностями.

Следующим этапом явилась разработка комплексной программы и проведение аналитического определения водоудерживающих свойств буровых шламов, где результаты рентгенофазовой дифрактометрии и термогравиметрического анализа подтверждались классическими гидрогеологическими исследованиями набухания проб на аппарате Васильева.

Экспериментально было установлено, что образцы глинистого бурового шлама, подобно бентониту, при затворении водой набухают, обра-

зую гелеобразный слой, и по величине свободного набухания (около 14,3 %) лежат на границе средне- и сильнонабухающих пород соответствующей классификации [4].

Таким образом, результаты данных исследований подтверждают возможность использования бурового шлама четвертого класса опасности, образующегося при бурении месторождений Западной Сибири с использованием глинистых систем растворов, в качестве водоудерживающего наполнителя различных гидроизоляционных конструкций. В этой связи, экономически целесообразный способ производственной утилизации буровых шламов, образующихся на различных этапах строительства боковых стволов скважин, и направленный на снижение негативного воздействия на почвы и грунтовые воды, должен включать усиление гидроизоляции шламовых амбаров за счет установки по их периметру фильтрационных экранов с глинистым шламом в качестве сорбционного наполнителя.

Литература

1. Буланов, А.И. и др. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. / А.И. Буланов, П.П. Макаренко., В.Ю. Шеметов– М.: Недра, 1997. С. 97 – 145.
2. Гилязов, Р.М. Бурение нефтяных скважин с боковыми стволами.- М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. С. 9-88
3. Лушпеева, О.А. Научные обобщения и технологические разработки по повышению качества, эффективности и экологической безопасности буровых работ: Автореф. дисс. док. тех. наук: 25.00.15-05/ О.А. Лушпеева; [Место защиты: ТюмГНГУ].- г. Тюмень, 2008.-46 с.
4. Трофимов, В.Т. Грунтоведение./ В.А. Королев, Е.А. Вознесенский, Г.А. Голодковская-М.:Изд-во МГУ, 2005-1024 с.

УДК 67.08

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лытаева Т.А., Пашкевич М.А

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Отходы предприятий горно-металлургического комплекса оказывают негативное воздействие на компоненты окружающей природной среды. При этом они представляют собой крупный сырьевой источник для производства черных и цветных металлов, сопоставимый по содержанию полезных компонентов с природными месторождениями. К наименее утилизируемой группе отходов электрометаллургического производства относятся дисперсные отходы, уловленные в системах очистки аспирационных и технологических выбросов в виде пыли, которая является техногенным сырьем для производства цинка и ряда других металлов.

Функционирование предприятий черной металлургии сопровождается образованием значительного количества железосодержащих пылей и

шламов систем газоочистки, которые являются одним из основных источников загрязнения и нарушения компонентов окружающей природной среды.

Согласно «Стратегии развития металлургической промышленности России до 2020 г» при увеличении объемов производства стали, доля производства электростали к концу 2015 года составит 33,9 %, в 2020 – 39 %. При этом, количество пылевидных отходов будет только возрастать, увеличивая техногенную нагрузку на окружающую природную среду. [4]

По данным российской компании ООО «Группы «Магnezит» ежегодно в России образуется более 200 тыс. тонн пылей электрометаллургического производства.

Примером образования пыли электросталеплавильного производства может служить предприятие ОАО «Северсталь», которое расположено в г.Череповце Вологодской области. Так, к 2013 году на площадке хранения пыли комбинатом накоплено более 70 тыс. тонн отхода.

Накопитель представляет собой открытый участок площадью 2,2 га, который находится на расстоянии 4 км от селитебной зоны и 5-10 км от ближайшего водного объекта (р.Кошта, р.Шексна).

Для определения количественного и качественного состава, а также крупности частиц пыли от систем аспирации и газоочистки электросталеплавильного цеха (ЭСЦ), отделом аналитических исследований Центра коллективного пользования Национального минерально-сырьевого университета «Горный» были проведены рентгенофлуоресцентный и гранулометрический анализы. По результатам которых можно судить о дисперсности и полиэлементном составе отхода с высоким содержанием железа и цветных металлов.

Высокое содержание таких металлов, как цинк, кадмий, медь, обусловлено тем, что в качестве шихты в электрометаллургическом производстве используют оцинкованный лом. При температуре плавки выше 1200 °С эти металлы практически полностью переходят в газовую фазу и накапливаются в фильтрах системы газоочистки цеха. [3]

Последствия складирования пыли от систем аспирации и газоочистки ЭСЦ заключаются в потерях ценных компонентов и загрязнении окружающей природной среды, при этом происходит формирование атмос-, лито- и гидрогеохимических ореолов загрязнения.

Миграция загрязняющих веществ с территории площадки хранения пыли ЭСЦ связана с влиянием внешних и внутренних факторов. Для атмосферы и литосферы основными факторами являются температура и давление, для гидросферы – параметры pH, Eh, химические связи. [2] Так, при значениях pH более 6 происходит накопление цинка в почве в больших количествах благодаря взаимодействию с породообразующими элемента-

ми. В водорастворимое соединение цинк начинает переходить при значениях pH менее 6.

Воздействие площадки хранения пыли ЭСПЦ на атмосферный воздух происходит почти постоянно, в течение длительного времени. Вследствие того, что отход представлен тонкодисперсной фракцией пыли ($d_{cp}=7,9$ мкм), при среднегодовой скорости ветра 5,1 м/с и таком гранулометрическом составе он в сухом виде полностью может переходить в аэрозольное состояние.

Интенсивность пылеобразования с поверхности накопителя определяется климатическими условиями местности складирования отхода, степенью защищенности его от внешних воздействий, профилем поверхности складываемого материала. [2]

Учитывая негативное влияние компонентов отхода на окружающую природную среду, ограниченные возможности по расширению объема накопителя, а также истощение источников исходного минерального сырья, актуальными являются задачи разработки новых решений по переработке пыли ЭСПЦ.

Использование пыли электрометаллургического производства в агломерационном и доменном производствах комбината невозможно без предварительного удаления цинка.

Существует два способа извлечения цинка – пирометаллургический и гидromеталлургический.

Наиболее распространенной в мире технологией, используемой для переработки пылей электродуговых печей, является пирометаллургический процесс (вельцевание).

Сущность вельцевания состоит в том, что цинксодержащий дисперсный материал смешивают с коксиком и при высокой температуре перемешивают шихту для равномерной газификации коксика и отгонки цинка по всей массе шихты. Такой процесс углетермического восстановления протекает интенсивно благодаря сильно развитой межфазной поверхности взаимодействующих веществ и тесному контакту восстановителя с восстанавливаемыми фазами при участии активного оксида углерода в момент его образования, а также благодаря отводу продуктов реакции из зоны протекания процессов восстановления [1].

Пылегазовый поток по выходе из трубчатой печи попадает в пылевую камеру, где оседает грубая пыль (механический унос шихты), через кулера (батарея труб, через стенки которых газ охлаждается наружным воздухом), а затем через рукавные фильтры, где улавливаются возгоны (вельц-оксиды) [4].

Однако пирометаллургические схемы имеют следующие недостатки: необходимость специальной шихтоподготовки (сушка, грануляция),

доработки получаемых полупродуктов (пыль, газы, шлак), развитых схем обезвреживания и утилизации пылегазовых потоков; данные процессы чувствительны к колебаниям состава сырья, связаны с использованием дефицитного кокса, для них характерно интенсивное настылеобразование и трудности в аппаратурном оформлении.

Главными факторами, определяющими возможность утилизации отхода, являются не только его химический состав, физическое состояние, технические возможности существующих технологий, но и экономическая целесообразность с учетом экологической перспективы.

С экологической точки зрения гидрометаллургический процесс является наиболее безопасным.

При выщелачивании происходит избирательное извлечение цветных металлов в раствор, прежде всего цинка, кадмия, меди., после осаждения которых получаемый полупродукт может быть использован на цинковых производствах.

Автоклавное выщелачивание является наиболее интенсивным вариантом вскрытия разнообразных видов минерального сырья и полупродуктов производства. Это достигается за счет использования повышенных температур (400÷560 К), давлений реакционного газа (0,2÷1,5 МПа). Поскольку процесс осуществляется в герметичной аппаратуре, это и наиболее экологически выдержанный вариант извлечения цинка, обеспечивающий эффективное использование теплоносителя и высокие показатели извлечения на выходе [1].

Таким образом, экономическая экологическая и эффективность целесообразность утилизации пылевидных отходов электрометаллургического производства достигаются с использованием высокотемпературного автоклавного выщелачивания.

Литература

1. Извлечение цинка из рудного сырья/С.Э. Кляйн, П.А. Козлов, С.С. Набойченко. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. - 492 с.
2. Пашкевич М.А. Оценка воздействия техногенных массивов на природную среду в горно-промышленных регионах: Диссертация на соискание доктора технических наук; - СПб, 2000 г.
3. Лытаева Т.А. Утилизация пыли от систем аспирации и газоочистки сталеплавильного производства / Т.А.Лытаева, М.А.Пашкевич//Научный вестник МГТУ. – 2013. - №7(40). – С.46-50.
4. Ярошенко Ю.Г. Использование вторичных ресурсов черной металлургии: проблемы и решения//«Металлургическая теплотехника» Выпуск 3(18), 2011 г.

МЕТОДИКА РАСЧЁТА БЕЗОПАСНОГО СТАЖА РАБОТЫ ПРИ КОНТАКТЕ С ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Кашинцева Л.О., Тимофеева В.Б., Хрупачев А.Г., Кашинцева Л.В.

Тульский государственный университет, г. Тула

Приведены методики расчета доз и максимального времени вредного воздействия виброакустических факторов производственной среды. Разработаны компьютерные программы с унифицированным интерфейсом, определяющие безопасный стаж работы, время работы и количество смен при контакте с виброакустическими факторами.

В современном мире практически не существует человека, который в той или иной степени не был бы озабочен экологическими проблемами и вопросами собственной экологической безопасности [1, 4]. Появились и получают широкое распространение такие понятия как «акустическая экология», «шумовое загрязнение окружающей среды» и др. Под шумовым загрязнением понимают раздражающие звуки антропогенного происхождения, которые нарушают жизнедеятельность живых организмов и человека. Негативное влияние сильных шумов на организм человека известно, но нет четкого понимания влияния акустических сигналов малой мощности на функциональные системы организма человека.

В настоящее время шум воспринимается как «неизбежное зло», как неотъемлемая часть процесса жизнедеятельности человека. Повышенный уровень шума на производстве не вызывает кровотечений, не ведет к переломам и повреждениям тканей, и, если рабочие перетерпят первые несколько дней или недель, у них очень часто возникает ощущение «привыкания» к шуму. Но в большинстве случаев у человека начинается временная потеря слуха, которая притупляет его способность слышать во время рабочего дня, хотя эти изменения частично восстанавливаются за ночь. Таким образом, человек теряет слух постепенно, зачастую – незаметно в течение месяцев и лет, пока ослабление слуха не достигнет критической отметки, когда звуковой анализатор перестает принимать адекватную информацию об окружающем мире. Отечественные и зарубежные исследования позволили установить взаимосвязь между интенсивностью и продолжительностью шумового воздействия. Так, риск потери слуха при десятилетней продолжительности воздействия шума составляет 10 % при уровне 90 дБ, 29 % при 100 дБ и 55 % при 110 дБ. По данным Роспотребнадзора России, в структуре профзаболеваний кохлеарные невриты составляют порядка 20 %. Кроме того, неспецифическое воздействие шума проявляется раньше, чем изменения в органе слуха: невротический и астенический синдромы в сочетании с вегетативной дисфункцией, нарушения

секреторной и моторной функции желудочно-кишечного тракта. В результате воздействия шума высокой интенсивности одновременно возникают изменения в сердечно-сосудистой, нейроэндокринной и иммунной системе. Возникающие дефекты иммунной системы касаются в основном трех основных биологических эффектов: снижения антиинфекционного иммунитета; создания благоприятных условий для развития аутоиммунных и аллергических процессов, снижения противоопухолевого иммунитета. Все это нашло подтверждение в новейших исследованиях тизмограмм биологических жидкостей (кровь, лимфа), в которых обнаружена существенная разница в структуре и самоорганизации их элементов у здоровых людей уже при 20 минутном воздействии низкочастотного широкополосного шума (до 25 Гц) интенсивностью более 110 дБ [5].

Сегодня локальная вибрация (ЛВ) – один из самых распространенных вредных производственных факторов. Ее источники – различные виброинструменты: рубильные, клепальные и отбойные молотки; перфораторы; шлифовальные машины; дрели; гайковерты; бензиномоторные пилы и др., широко используемые в машиностроении, строительстве, горнодобывающей и лесной промышленности. Как результат, вибрационная болезнь (ВБ) от ЛВ у нас в стране в 80-е годы прошлого столетия составляла 30–33 % структуре профзаболеваний, затем наблюдалось снижение и в настоящее время она находится на уровне 24 % [6].

В свою очередь, воздействию *общей вибрации* (ОВ) на рабочих мест подвергаются около 3 млн. человек в строительстве, сельском хозяйстве и на транспорте. К ним относятся операторы и машинисты самоходных и прицепных машин (тракторов, комбайнов, бульдозеров, скреперов, кранов и др.), водители автомобилей и городского транспорта, экипажи речных и морских судов, авиационного и железнодорожного транспорта. ОВ передается на рабочие места транспортно-технологических машин (буровых станков, экскаваторов и др.) и стационарного оборудования (грохотов, центрифуг и т.п.). Вибрационная болезнь (ВБ) от ОВ составляет около 15 % от всей вибрационной патологии [7].

В Российской Федерации методика расчета дозы шума изложена в ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие положения безопасности». Согласно ему, показателем потенциальной опасности здоровью работающих в условиях повышенного шума, является относительная доза шума (1), характеризующая величину в процентах, на которую фактическая доза шума $D_{ф}$, полученная на рабочем месте, превышает допустимую дозу шума $D_{доп}$:

$$D_{отн.} = \frac{D_{ф}}{D_{доп}} \cdot 100, \quad (1)$$

В тоже время, в действующих в России сегодня санитарных норм [10] нормируемым параметром является эквивалентный (по энергии) уро-

вень шума $L_{A_{экв}}$ (2), а не аккумулирующий показатель отдаленных эффектов – доза шумового воздействия.

$$L_{A_{экв}} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \quad (2)$$

Для устранения этого несоответствия в работе [11] предложены численные соотношения между эквивалентным уровнем звука на рабочем месте и относительной дозой шума в зависимости от времени действия шума в течение смены (табл. 1).

В основу расчета допустимой стажевой дозы при работе во вредных условиях труда заложено правило «равной энергии», которое применимо к любому физическому фактору. Учеными НИИ медицины труда, предлагается рассчитывать допустимый уровень шума в течение трудового стажа $L_{СТ}$, по зависимости [3]:

$$L_{СТ} = L_{A_{экв}} + 10 \lg(t/8) + 10 \lg(T/T_0) \quad (3)$$

где $L_{A_{экв}}$ – эквивалентный уровень шума за рабочую смену; t – время воздействия шума за 8-ми часовую смену; T – стаж работы в условиях повышенного шума; T_0 – 1 год.

Таблица 1. Соотношения между эквивалентным уровнем звука и относительной дозой шума в зависимости от времени действия шума

Относительная доза шума, %	Эквивалентный уровень звука $L_{A_{экв}}$, дБ А						
	за время действия шума						
	8 ч	4 ч	2 ч	1 ч	30 мин	15 мин	7 мин
3,2	65	68	71	74	77	80	83
6,3	68	71	74	77	80	83	86
12,5	71	74	77	80	83	86	89
25	74	77	80	83	86	89	92
50	77	80	83	86	89	92	95
100	80	83	86	89	92	95	98
200	83	86	89	92	95	98	101
400	86	89	92	95	98	101	104
800	89	92	95	98	101	104	107
1600	92	95	98	101	104	107	110
3200	95	98	101	104	107	110	113

Исходя из зависимости (3) нами предложено решение обратной задачи по определению допустимого стажа работы в условиях воздействия на рабочем месте шума с уровнем равным $L_{A_{экв}}$ (4).

$$T = T_0 \times 10^{0,1(L_{СТ} - L_{A_{экв}} - 10 \lg(t/8))} \quad (4)$$

В результате вычислений была получена таблица допустимого стажа и максимального времени вредного воздействия шума за 8-ми часовую смену при работе в различных классах условия труда (табл. 2).

Таблица 2. Таблица допустимого стажа и максимального времени вредного воздействия шума за 8-ми часовую смену при работе в различных классах условия труда

Класс условий труда	$L_{Aэкв}$, дБА	t, часов	T, лет
2	До 80	8	40
3.1	80 – 85	7,92 – 2,53	39,81–12,59
3.2	85 – 95	2,52 – 0,26	12,6 – 1,259
3.3	95 – 105	0,25 – 0,03	1,6 – 0,1259
3.4	105 – 115	0,029 – 0,009	0,126 – 0,01259

Для оперативного, экспертного определения допустимых условий труда в процессе проведения периодических медицинских осмотров (ПМО), разработана компьютерная программа, которая позволяет рассчитать для каждого работающего при конкретных значениях уровня ($L_{Aэкв}$) и времени действия шума (t) на рабочем месте: безопасный стаж и максимальное допустимое сменное время контакта с шумом в течение полных 40 лет работы [9]. Интерфейс программы представлен на рис. 1. Из приведенного примера видно, что при уровне шума 87 дБА и времени воздействия в течение смены 6 часов, допустимый стаж работы не может превышать 8 лет. А для того чтобы работник мог заниматься профессиональной деятельностью с уровнем шума 87 дБА все 40 лет трудового стажа, то время его действия в течение смены не должно превышать 1,61 часа.

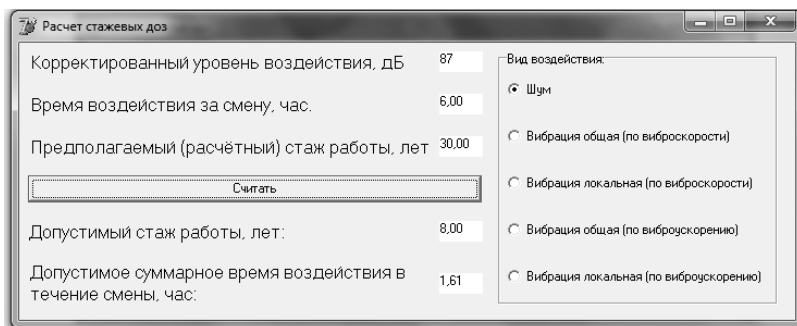


Рис. 1. Интерфейс программы расчета безопасного стажа и максимальное допустимое время работы в условиях повышенного шума.

Результаты многолетних исследований отечественных и зарубежных профпатологов показывают, что одним из важнейших элементов сохранения здоровья при воздействии повышенного производственного шума являются своевременные и научно обоснованные регламенты проведения профилактических мероприятий. При этом, наиболее эффективным способом является защита временем – принудительное ограничение воздействия производственного шума на работника. Дозовый принцип гигиенического нормирования позволяет оценить реальную нагрузку и необходимое число дней отдыха или работ со сниженным уровнем шума [8]. Для решения этой задачи в работе был разработан программный продукт, позволяющий рассчитывать количество дней отдыха (или работы с пониженной дозой шума) в течении года, в зависимости от величины эквивалентного уровня шума $L_{Aэке}$ и продолжительности его воздействия в течении одной рабочей смены, а также количества таких смен в течении месяца. Интерфейс программы представлен на рис. 2.

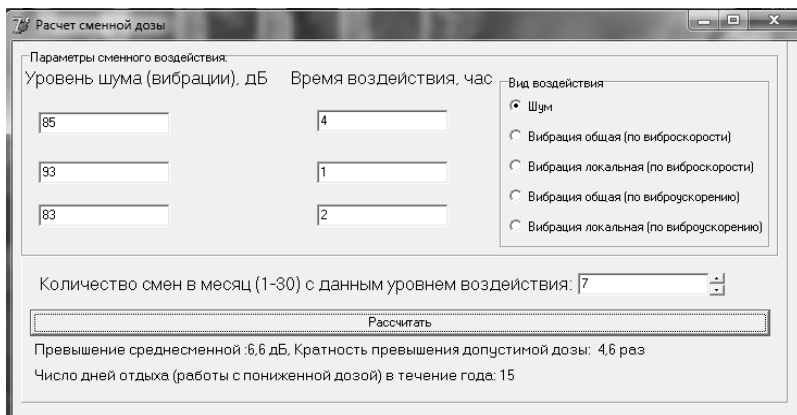


Рис. 2. Интерфейс программы расчета дней отдыха при работе условиях повышенного шума

Учитывая высокую опасность вибрационного фактора для здоровья, разработан целый ряд моделей (дозо-эффективных зависимостей) для расчета вероятности развития ВБ в зависимости от уровня фактора и продолжительности воздействия. Для локальной вибрации они основаны на разных клинических критериях: в зарубежной литературе это синдром «белых пальцев», а в отечественной – ВБ разной степени (табл. 3) [6].

Таблица 3 - Вероятности развития вибрационной болезни (ВБ) в зависимости от уровня фактора и продолжительности воздействия по трем различным моделям

Класс условий труда по Р 2.2.2006-05	ИСО 5349.2*		ВБ I степени		ВБ II степени	
	10 лет	20 лет	10 лет	20 лет	10 лет	20 лет
	Вероятность ВБ, %					
2	10	35	<10	<10	1	2,5
3.1	18	>50	<10	12	1,5	4
3.2	35	>50	<10	19	1,8	5
3.3	>50	>50	14	28	2,5	6
3.4	>50	>50	24	38	3,2	9
4	>50	>50	32	>50	4	12

При оценке вероятности развития ВБ при действии общей вибрации учитывается степень выраженности вибрационных нарушений, а именно синдром вегетативно-сенсорной полиневропатии (I степень) и синдром вегетативно-сенсорной полиневропатии в сочетании с вторичным пояснично-крестцовым корешковым синдромом (II степень) зависят от уровня ОВ и стажа работы (табл. 4) [7].

Таблица 4 - Вероятность развития различных синдромов ВБ

Класс условий труда по Р 2.2.2006-05	Эквивалентное корректированное ускорение, м/с ²	Вероятность синдромов (А/Б)** в % при стаже работы		
		5 лет	10 лет	20 лет
2*	0,28	–	*	*
3.1	0,56	0,4/0,4	0,8/0,5	1,6/0,7
3.2	1,12	1,6/1,5	3/2	6/3
3.3	2,2	6/5,5	13/8	25/11
3.4	4,5	25/22	50/32	>50/45
4	>4,5	>25/>22	>50/>32	>50/>45

Примечание: синдром А – жалобы на боли в нижней части спины, синдром Б – вегетативно- сенсорная полиневропатия

Так как правило «равной энергии» применимо и к вибрационным факторам (ОВ и ЛВ), то с учетом имеющихся результатов исследований в работе была разработана компьютерная программа по оценке их вредного воздействия [9]. Эта программа, как и в случае с производственным шумом позволяет определять безопасный стаж работы, допустимое сменное время контакта с источником вибрации (интерфейс программы расчета ЛВ

представлен на рис.3, а так же количества дней (смен) ограничения контакта с вибрационным фактором.

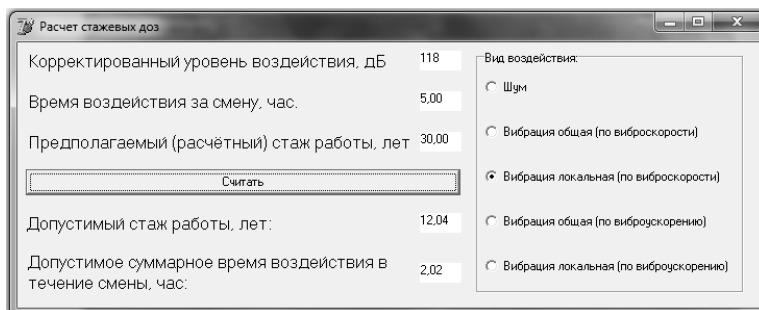


Рис. 3. Интерфейс программы расчета допустимого стажа и сменного времени работы при действии локальной вибрации с уровнем 118 дБ

Следует отметить, что полезным свойством разработанных компьютерных программ для виброакустических факторов является унифицированный интерфейс. Для работы пользователю достаточно в одном из окон интерфейса выбрать исследуемый вредный фактор (шум, вибрация общая или локальная), ввести исходные параметры производственной среды (количественное значение уровня вредного фактора, время его воздействия в течение смены и количество таких смен), нажать кнопку пуск в окне пользователя и получить искомый результат (рис. 1–3).

Разработанные таблицы допустимого стажа и максимального времени вредного воздействия шума получили реализацию в компьютерных программах, рассчитывающих индивидуальное время воздействия шума на рабочем месте, допустимое среднее время за смену, предельный стаж работы при определенном уровне шума.

Получены программные продукты, позволяющие рассчитывать количество необходимых дней отдыха в течение года, а также определять безопасный стаж работы и сменное время при контакте с вибрационным фактором на производстве.

Литература

1. Антонец В.А., Ковалева Э.П. Статистическое моделирование непроизвольных микроколебаний конечности // Биофизика. 1996. Т.41. С. 704–710.
2. Гавриленко Т.В., Поскина Т.Ю., Сидоренко Д.А., Васильева А.Ю., Ярмухаметова В.Н. Влияние раздражения слухового анализатора на параметры сердечно-сосудистой системы с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий (электронное издание). 2013. URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4338.pdf>

3. Денисов Э.И. Дозовая оценка шумов и вибраций // Профессиональный риск для здоровья работников (руководство). Москва: НИИ медицины труда, 2003. С. 109–114.
4. Еськов В.М., Буров И.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Основы биоинформационного анализа динамики микрохаотического поведения биосистем // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т.19. №1. С.15–18.
5. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Куликова Л.Н., Молочко Л.Н., Игнатъев В.В., Якушина Г.Н., Каретников А.В. Гармония ритмов, динамика и фрактальность крови, как проявления сааногенеза: Монография / Под ред. А.А. Хадарцева. Тула: ООО РИФ «ИНФРА» – Санкт-Петербург, 2006. 172 с.
6. Суворов Г.А., Денисов Э.И., Прокопенко Л.В., Ермоленко А.Е., Кравченко О.К. Локальная вибрация и риск вибрационной болезни // Профессиональный риск для здоровья работников (руководство). Москва: НИИ медицины труда, 2003. С. 125–134.
7. Суворов Г.А., Сторожук И.А., Лагутина Г.Н. Общая вибрация и риск вибрационных нарушений // Профессиональный риск для здоровья работников (руководство). Москва: НИИ медицины труда, 2003. С. 134–142.
8. Тимофеева В.Б. Оценка физического воздействия за смену и вахту // Тезисы докладов всероссийской научно-технической конференции «Решение экологических проблем промышленного региона». Тула: Издательство «Инновационные технологии», 2012. С. 88–91.
9. Тимофеева В.Б. Стажевая доза и безопасный стаж // Тезисы докладов всероссийской научно-технической конференции «Решение экологических проблем промышленного региона». Тула: Издательство «Инновационные технологии», 2012. С. 111–113.
10. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. СН 2.2.4/2.1.8.562-96.– М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997.
11. Хадарцев А.А., Хрупачев А.Г., Кашинцева Л.В. Несоответствие численных значений относительной дозы шума ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие положения безопасности», действующим гигиеническим нормативам // Стандарты и качество. 2010. № 12. С. 42–44.

УДК 502/504

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кофанов А.Е., Кофанова Е.В.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Уголь – один из древнейших источников энергии. Как топливо он обладает рядом существенных преимуществ: достаточно большие запасы, простота хранения, транспортировки и т.д. В то же время во многих странах сегодня проводится кардинальная реструктуризация угольной промышленности. В данной статье обсуждаются причины и сложности, которые возникают на пути реструктуризации предприятий угольной промышленности.

Реструктуризация предприятий угольной промышленности является характерной особенностью современной экономики угледобывающих

стран. В некоторых из них (Китай, Индия, ЮАР, США, Австралия) реформы сопровождаются ростом объемов добычи угля, тогда как в других странах реструктуризация происходит со снижением угледобычи. Это, например, страны бывшего Советского Союза, Восточной Европы и некоторые страны ЕС. На сегодня доля угля как одного из первичных энергоносителей в мировом потреблении составляет около 25 % [1].

Реструктуризация угольной промышленности происходит чаще всего путем ликвидации горнодобывающих объектов – прекращения их деятельности по добыче полезных ископаемых и решения всех вопросов и проблем, возникающих в результате этого. Решение о ликвидации (закрытии) угледобывающего объекта (шахты, разреза) принимается в случае полной отработки запасов или неперспективности, особой убыточности предприятия. закрытие (ликвидация) осуществляется по специальному проекту, обязательным требованием к которому является обеспечение гидробезопасности соседних (смежных) шахт [2].

В частности, ликвидация шахты предусматривает физическую ликвидацию, социальную защиту увольняемых работников, защиту и восстановление окружающей среды, обеспечение экологической безопасности. Физическая ликвидация горнодобывающего объекта – это выполнение работ, связанных с ликвидацией горных выработок, демонтажем оборудования, разборкой сооружений на поверхности и т.д. Для ее осуществления, как правило, используют три основных способа: 1) «мокрая» ликвидация – полное их затопление; 2) «сухая» ликвидация с сохранением шахтного водоотлива; 3) комбинированный способ, когда уровень воды в шахте поддерживают на определенном уровне [2].

При использовании первого способа происходит естественное затопления выработанного пространства, что, в свою очередь, приводит к загрязнению горного массива высокоминерализованными шахтными водами, содержащими большое количество солей, нефтепродуктов, фенолов и других вредных и токсичных веществ. Происходит подтопление и заболачивание территорий в пониженных участках рельефа, загрязнение водоемов и водозаборов, обводнение почвы, ее просадка под зданиями и сооружениями. Особая опасность при этом возникает в регионах, где пользуются питьевой водой из колодцев.

Второй способ ликвидации шахты используют для временного сохранения водоотлива на период работы соседних шахт, имеющих гидравлические связи с выработками ликвидируемой шахты, а также для предотвращения возможного подтопления территорий. Этот способ достаточно эффективен, но требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат.

Использование третьего, комбинированного, способа обусловлено тем, что поднятие уровня воды выше критического может привести к прорыву воды в выработки соседних шахт [2].

Таким образом, при разработке проекта ликвидации горнодобывающего объекта обязательной является оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), а также разработка плана управления окружающей средой (ПУНС). Целью ОВОС является определение путей и способов нормализации окружающей среды и обеспечения требований экологической безопасности при ликвидации предприятий. Объектами ПУНС являются все возможные факторы воздействия на окружающую среду, которые остаются после закрытия шахты [2].

При проведении работ по ликвидации горнодобывающих объектов, породные отвалы подлежат тушению, озеленению или консервации для использования их в качестве техногенных месторождений полезных ископаемых, источников строительных материалов и т.д. Пруды-отстойники используют для технического водоснабжения, оросительно-поливной системы или др. Освобожденные земельные участки подлежат сельскохозяйственной, рыбохозяйственной, лесохозяйственной или строительной рекультивации.

Защита и восстановление окружающей среды, обеспечение экологической безопасности осуществляется на основании комплексного мониторинга и включает в себя:

- 1) контроль за выделением газа и меры по предотвращению его неконтролируемого выхода, скопления под застроенными территориями и в подземных сооружениях;
- 2) контроль за уровнем подземных шахтных вод, при необходимости – их понижение до установленного уровня;
- 3) контроль за деформациями участков земной поверхности с выполнением технологических мероприятий по защите зданий и сооружений, ликвидации последствий провалов;
- 4) мониторинг загрязнения почв и качества атмосферного воздуха вблизи отвалов;
- 5) радиометрический контроль породных отвалов, прудов-отстойников, подземных вод, зданий в опасных зонах [2].

Вопрос о ликвидации горнодобывающих объектов в странах СНГ в последние годы стоит очень остро. Закрытие шахты может быть вызвано разными причинами, например сложностью горно-геологических условий, низкую эффективность или неудовлетворительным техническим уровнем шахты при нецелесообразности ее реконструкции, неблагоприятным воздействием на окружающую среду или подработкой важных и уникальных сооружений, исчерпанием запасов полезных ископаемых и т.д. [3, 4].

Закрытие шахт всегда связано с потерей некоторой части полезных ископаемых. Кроме того, в случае несоблюдения проектных норм при ликвидации шахт возможно нарушение экологического режима поверхностных и подземных вод, оседание поверхности, формирование новых путей миграции взрывоопасных газов. Так, например, в Донбассе даже при незначительном подъеме уровня грунтовых вод треть территории может быть подтоплена или даже затоплена. В частности, в Германии и Англии после закрытия шахт специалисты осуществляют управление уровнем подземных вод, то есть удерживают их на безопасных глубинах. Для этого создаются специальные дренажные скважины для откачивания воды, остается часть шахт для водоотлива. В Украине все это также предусмотрено проектной документацией, однако не всегда выполняется на практике [5]. Таким образом, пренебрежение широким кругом экологических вопросов, как при проектировании, так и в процессе ликвидации шахт, нарушение природоохранного законодательства приводят к существенному ухудшению состояния окружающей среды в угледобывающих регионах [3].

Стоит отметить, что экологическая безопасность ликвидации шахт находится в прямой зависимости, в первую очередь, от состояния финансирования и своевременности выполнения природоохранных мероприятий. Среди основных негативных последствий ликвидации горнодобывающих объектов отметим следующие: 1) возможный выход шахтных вод на поверхность; 2) загрязнение подземных вод; 3) подтопление, заболачивание сельскохозяйственных земель и территорий промышленно-гражданской застройки; 4) попадание неочищенных шахтных вод в реки и водоемы; 5) сдвиги массивов горных пород и проседание поверхности, образование провалов над пустотами в подземном пространстве; 6) практически неконтролируемое распространение путей миграции взрывоопасных газов, их выход на поверхность; 7) выделение вредных газов в окружающую среду с непогашенных породных отвалов; 8) нарушение нормального функционирования шахтерских городов и поселков, которые многократно «подрыты» выработками; 9) активизация оползней пород в связи с их размоканием при затоплении шахт [3, 4].

Так, ликвидация шахт в Украине в Стахановском регионе создала угрозу подтопления более 600 га застроенных территорий и сельскохозяйственных земель. В зону подтопления попали более 2000 жилых домов, дачных участков и промышленных объектов, а также водосборные сооружения питьевого водопровода, системы канализации и очистки бытовых стоков. Согласно расчетам, прогнозируемый срок их затопления колеблется от 2 до 23 лет, после чего следует ожидать выход воды на поверхность. При этом качество воды, которая будет выходить на поверхность, будет значительно хуже по показателям минерализации, чем сейчас (в частности, по сульфатам,

хлоридам, железу). И только после 5–10 лет после выхода воды на поверхность предполагается незначительное уменьшение содержания вредных веществ и некоторая стабилизация качества воды [6].

К сожалению, проектами ликвидации шахт обычно предусматривается только строительство кустовых очистных сооружений или использование уже существующих, которые могут обеспечивать лишь частичную механическую очистку шахтных (дренажных) вод, в результате чего будет уменьшаться содержание только взвешенных веществ [3]. Поэтому специалисты рекомендуют применять более совершенные методы и технологические схемы очистки шахтных вод, которые позволят достигнуть нормативных значений концентраций вредных веществ. После очистки эту воду можно, например, использовать для наполнения прудов с последующим их зарыблением или для сельскохозяйственных целей.

Иными словами, для сохранения окружающей среды в относительно благоприятном состоянии для жизнедеятельности человека и других живых существ необходимо осуществление комплексных мероприятий по восстановлению окружающей среды [3].

Литература

1. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины: монография / под ред. Ю. Н. Гавриленко, В. Н. Ермакова. – Донецк, «Норд-Пресс», 2004. – 631 с.
2. Ліквідація гірничодобувних об'єктів [Интернет-ресурс]:[Сайт]. – Режим доступа: <http://uk.wikipedia.org/wiki>.
3. Бардась А. В. Причини і еколого-економічні наслідки закриття шахт / А. В. Бардась, В. В. Ситник // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2010. – № 3. – С. 88–95.
4. Амоша А. И. Экономические проблемы реформирования промышленности / А. И. Амоша. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 1995. – 40 с.
5. Закриття шахт: як метан потрапляє до житлових будинків [Интернет-ресурс]:[Сайт]. – Режим доступа: <http://news.finance.ua/ua/~//2/0/all/2008/08/31/135684>.
6. Амоша А. И. Организационно-экономические аспекты реструктуризации угольной промышленности. Социально-экономические аспекты промышленной политики / Амоша А. И., Лойко В. В., Скубенко В. П. – Донецк: ИЭП НАН Украины. – 1998. – С. 306–319.

ИНЖЕНЕРНО-КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

¹ Березовский М. Ю., ² Кофанов А. Е., ² Кофанова Е. В.

¹ Государственное учреждение «Киевский колледж связи», г. Киев, Украина

² Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

Шахтные воды, несмотря на то, что являются серьезной угрозой окружающей среде, могут быть использованы для удовлетворения потребностей человека после соответствующей обработки. В статье рассмотрены основные виды загрязнений и способы очистки шахтных вод, а также особенности моделирования объемов при проведении рыбохозяйственной рекультивации.

В процессе производственной деятельности предприятий по добыче, обогащению и переработке разнообразного минерального сырья образуются большие объемы шахтных вод. Они представляют собой совокупность различных генетических типов природных вод, попадающих в производственный процесс и проходящих через водоотливное хозяйство шахты [1, 2].

Попав в производственный процесс, природные воды активно взаимодействуют с рудничной атмосферой, горными породами, оборудованием шахт и т.д. На их химическое состояние влияют площадь производства, исходный состав подземных вод, глубина и длина горного производства, величина притока воды. Самые кислые и минерализованные шахтные воды образуются на высоких участках производства, в антрацитовых шахтах до глубины 250-300 м, при малых углах падения пород, значительной площади производственного процесса.

На более глубоких горизонтах (300-400 м) генерируются сульфатно-хлоридные, натриевые или натриево-кальциевые воды. На глубине более 400 м образуются хлоридно-сульфатные воды. С глубиной в шахтных водах уменьшается содержание SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} и увеличивается содержание ионов Na^+ , Cl^- , HCO_3^- . На тех же глубинах шахтные воды, по сравнению с подземными, содержат больше сульфатов магния и кальция. В зависимости от направления добычи шахтные воды могут содержать свинец, мышьяк, селен, ртуть, ванадий и некоторые другие элементы. Таким образом, шахтные воды могут быть чрезвычайно опасными как для окружающей среды, так и для жизнедеятельности человека [1-3].

При выборе технологии очистки шахтных вод, с точки зрения водоохраных мероприятий, определяющее значение имеет количество воды, поступающей в горные выработки, т.е. обводненность шахты.

Состав и свойства шахтных вод зависят от множества факторов:

- 1) состава и физико-химических свойств подземных вод;
- 2) состава и свойств вмещающих горных пород;

- 3) свойств угольных пластов;
- 4) горных и горнотехнических условий;
- 5) средств механизации выемки угля;
- 6) климата;
- 7) рельефа местности;
- 8) растительности [4].

Загрязнение шахтных вод делят на минеральные, органические и бактериальные. Органические загрязнения представлены частицами угля, минеральными маслами, продуктами жизнедеятельности живых организмов и другими, основной составляющей которых является органический углерод. Эти загрязнения находятся в шахтных водах как в растворенном, так и взвешенном состояниях. Более половины шахтных вод загрязнены нефтепродуктами. Степень загрязнения шахтных вод органическими веществами оценивается по показателям БСК, ХПК и окисляемости. Каждый угольный бассейн можно охарактеризовать определенным интервалом величин минерализации шахтных вод. Так, например, в Донбассе встречаются шахтные воды от слабо солоноватых (1-3 г/л) до сильно солоноватых (25-50 и более г/л). Степень минерализации шахтных вод обычно возрастает с увеличением глубины разработки. Бактериальное загрязнение обусловлено наличием большого количества микроорганизмов, что является следствием попадания в воду продуктов гниения древесины и живых организмов. Это создает благоприятную среду для развития бактерий, среди которых могут быть патогенные и вредные для организма человека. Они вызывают различные желудочно-кишечные заболевания, такие как брюшной тиф, дизентерия и т. д.

Существующие методы очистки разделяют на четыре основные группы: механические (усреднение, процеживание, отстаивание, фильтрация); химические (нейтрализация и окисление); биологические (аэробное окисление и анаэробное сбраживание); физико-химические (флотация, сорбция) [4].

Механические методы применяются для очистки воды от крупных загрязнений: кусков дерева, угля, песка, земли, взвешенных органических веществ, масел, нефтепродуктов и т.д. Химические методы применяют для нейтрализации кислых и щелочных стоков, очистки от растворенных в воде солей тяжелых металлов (хрома, кадмия, свинца), цианидов, фенола. Физико-химические методы применяют для очистки от любых видов загрязняющих веществ в растворенном, взвешенном, коллоидном и других состояниях. Биологические методы чаще всего применяются для очистки воды от растворенных в ней органических загрязняющих веществ.

В большинстве случаев очистка одним методом малоэффективна, поэтому в технологических схемах обработки воды комбинируют различ-

ные методы, например, механические в сочетании с физико-химическими и химическими. Только таким образом можно достичь высокого эффекта очистки [4].

После очистки шахтные воды часто используются в рыбохозяйственных целях. Для этого с помощью специальных компьютерных программ, таких как Realtime Landscaping Architect, проектируется искусственное озеро, предусматривается очистка и благоустройство территории вокруг водоема, возможность временного размещения людей. В качестве исходных данных в программу вводятся значения объема воды, которая будет поступать в озеро, его площадь и глубина. Так же учитываются геологические, климатические, гидрогеологические условия, данные анализа ландшафта на предмет надобности проведения работ, по укреплению береговой линии.

Искусственное озеро с замкнутой или открытой экосистемой – это сложное гидротехническое сооружение, водный объект больших размеров, созданный искусственным путем, но при этом по всем параметрам имеющий максимальное сходство с водоемами природных экосистем [5].

Подобные программы для ландшафтного дизайна дают возможность с легкостью проводить как 2D, так и 3D моделирование разнообразных объектов – домов, газонов, ограждений, растений, прудов, фонтанов и даже водопадов. В них можно сразу провести необходимые расчеты, ознакомиться со свойствами материалов, получить основные планы и чертежи. Это значительно упрощает работу дизайнера, позволяет проявить творческий подход к созданию проекта.

Литература

1. Топчій Н. М. Забруднення навколишнього середовища шахтними водами. Методи очистки. Тестування / Н. М. Топчій / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. - 2009. – Вип. 134. – Ч. 1. – С. 178–181.
2. Яцик А. Екологічні проблеми та як їм дати раду / Водне господарство України. – 1998. – № 1–2. – С. 14–20.
3. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод / Стольберг В. Ф., Ладьженский В. Н., Спиринов А. И. / Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 3. – С. 32–34.
4. Долина Л.Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки: спр. пособ. / Долина Л. Ф. – Днепропетровск, 2000. – 61 с.

Жалкенова С.Т., Сарсекеева Г.С., Сариева Д.З., Рамазанова М.*Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева,
г. Астана, Казахстан*

В статье раскрыты сущность и содержание понятия «экологическая безопасность». Исследована и определена взаимосвязь таких явлений, как национальная, экономическая и экологическая безопасность. Изучены и исследованы основные теоретические и практические пути укрепления экологической безопасности. Определены экономический и социальный механизмы укрепления экологической безопасности.

Решение экологических проблем сегодня приобретают особую актуальность в устойчивом развитии экономики Казахстана и в свете Стратегии перехода Казахстана к «зеленой экономике».

Мировой опыт показывает, что экологизация всей социально-экономической системы любого государства является основой успешного решения экологических проблем и предотвращения экологических катастроф.

Экологическая безопасность, как составная часть национальной безопасности, является обязательным условием устойчивого развития и выступает основой сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды.

Концепция экологической безопасности разработана исходя из приоритетов Стратегии «Казахстан-2030», в соответствии со Стратегическим планом социально-экономического развития Республики Казахстан до 2015 года.

В ходе реализации задач, обозначенных в Стратегии «Казахстан – 2030» в стране значительно снижены темпы загрязнения окружающей среды за счет усиления государственного контроля в области охраны окружающей среды и внедрения обязательной экологической экспертизы.

Обеспечение оптимального уровня экологической безопасности с достижением нормативных показателей состояния окружающей среды предполагает поэтапное осуществление стабилизации качества окружающей среды и улучшения ее состояния до 2030 года.

Целью государственной политики в области экологической безопасности является обеспечение защищенности природных систем, жизненно важных интересов общества и прав личности от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду.

Процессы негативного влияния на экологию создаются непосредственно хозяйствующими субъектами, т.е. предприятиями, поэтому необходимо повышать экологическую безопасность предприятий. Таким образом,

в данной статье мы рассмотрели возможные пути повышения экологической безопасности предприятий.

XX век принес человечеству немало благ, связанных с бурным развитием научно-технического прогресса, и в то же время поставил жизнь на Земле на грань экологической катастрофы. Поэтому надо повышать качество природопользования и экологическую ответственность предприятий. Степень экологической безопасности предприятия непосредственно связана с уровнем экологических издержек. Поскольку, размер экологических затрат показывает, насколько эффективно предприятие использует ресурсы нанося минимальный ущерб окружающей среде.

Поэтому, мы полагаем, что реальным инструментом повышения экологической безопасности и снижения размеров экологических издержек любого предприятия является – модернизация старого оборудования. Но здесь возникает такая проблема как эффективность данных мероприятий.

Город Павлодар один из крупнейших промышленных центров Республики Казахстан. Окрестности города Павлодара испытывают на себе дигрессивное воздействие целого ряда крупных заводов по переработки глинозема, ферросплавного завода, литейно-прокатного завода и других крупных комплексов современного производства жизненно важных для республики (Экологическая экспертиза 1999). В 12 км, от г. Павлодара построен электролизный завод мощностью 250 тысяч тонн, основная деятельность которого направлена на выпуск алюминия (Корчевский, Слаженева, Каим, Яковлева 2002). Для экономики Казахстана это огромное достижение, так как Казахстан получит свой «крылатый металл». Нет необходимости сомневаться, что решение правительства не оспаривается, однако совершенно очевидна дополнительная нагрузка, которая повлияет в значительной мере на экологическое состояние окружающей среды.

Электролизный завод - самостоятельная хозяйственная единица с полным циклом производства. В состав электролизного цеха, кроме корпусов электролиза, входят приемные склады глинозема, подразделения по обслуживанию электротехнического и механического оборудования, объекты энергетики, газоочистки, различные инженерные сети и коммуникации и, как правило, литейные отделения. И хотя общая схема процессов переработки глиноземов до получения металла хорошо изучена и содержит характеристику последствия операций на природную среду, все же этапы механического, электротехнического, литейного и других сопряженных с ними операций содержит в себе при конкретном производстве, в конкретных условиях свои не изученные детали. Применяемое в процессе производства сырьё и материалы, образующие при этом загрязняющие вещества фтор, магний, возгоны каменноугольного пека и т.д., в ряде слу-

чаев могут оказать негативное влияние на здоровье человека и состояние окружающей среды.

Многие элементы загрязнены и последствия угнетающие среду жизни можно не только прогнозировать, но и избежать, если будет ясно определены мотивы последствия. В связи с этим, актуальной проблемой на современном этапе, является комплексное геоэкологическое изучение с последующим прогнозом влияния деятельности электролизного завода на природные ландшафты Павлодарской области.

В Павлодарской области наблюдается резкое ухудшение экологической ситуации. Об этом на пресс-конференции заявили лидеры неправительственных организаций.

Экологи констатируют: в области показатели смертности превышают общереспубликанский - 12 случаев на 1000 жителей. Люди страдают болезнями кровообращения и онкозаболеваниями.

Эксперты считают, что, "когда принимаются решения о строительстве новых предприятий, они должны базироваться на адекватной оценке состояния окружающей среды". "Но мы их наверняка иметь не будем, потому что у нас нет средств измерения качества окружающей среды и в особенности состояния атмосферы в нашем городе, области", - отмечают они.

В Павлодарской области нет ни одной мониторинговой лаборатории, на данные которых могли бы опираться общественные организации. Они уверены: из-за перенасыщенности региона промышленными предприятиями области грозит экологическое бедствие. "Ученые едины во мнении: воздух в Павлодарской области насыщен бензопилоном. Это вещество повышает рост смертей от злокачественных образований", - говорят они.

В прошлом году выбросы загрязняющих веществ от промпредприятий региона составили 675 тысяч тонн. За последние десять лет объем выбросов вырос на 200 тысяч тонн. Практически на каждого жителя области приходится по одной тонне. Несмотря на проводимые на предприятиях природоохранные мероприятия, наша область занимает первое место по тем же онкозаболеваниям, сейчас в области разрабатываются специальные нормативы предельно допустимых выбросов как для промышленных гигантов, так и для производственных предприятий. Эти нормы дадут государственным органам и общественным организациям возможность максимально контролировать экологическую ситуацию в регионе. По этим же нормативам предприятия будут оплачивать эмиссии за вредные выбросы в окружающую среду.

Многие предприятия полагают, что вложение средств в экологические программы очень затратное и неприбыльное мероприятие. Однако существуют в рыночной экономике предприятия, которые вместе с повышением своих экономических показателей решают задачи по улучшению

состояния окружающей среды. В таких случаях рассчитывается чистый эколого-экономический эффект проекта. Целевой функцией здесь является увеличение основных экономических показателей и снижение экологического ущерба. Мероприятия по модернизации оборудования могут принести существенную прибыль.

Внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий положительно сказывается на рентабельности производства, повышается продуктивность работы. С другой стороны, повышение эффективности природоохранной деятельности способствует привлечению иностранных инвестиций.

Литература

1. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. и др. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 208 с.
2. Белоусова Е. Экологический мониторинг природной среды // Экономист, 2002 № 7. С. 81 – 87.
3. Экологический мониторинг основных сред жизни: Методич. пособие по большому практикуму. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. – 22 с.
4. Экологическая экспертиза: Учеб. пособие / Под ред. В.М. Питулько. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
5. <http://www.zakon.kz/153270-v-pavlodarskojj-oblasti-nabljudajetsja.html>
6. <http://www.group-global.org/publication/view/7223>

УДК 628.163

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕРМИКУЛИТА В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «КОВДОРСКИЙ ГОК»

Матвеева В.А.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Работа посвящена оценке состояния водных объектов в зоне воздействия Ковдорского горно-обогатительного комбината, анализу местных природных сорбентов с точки зрения их пригодности для очистки производственных сточных вод горного предприятия и их апробации.

Разработка высокоэффективных и экономичных технологических и технических решений для очистки сточных вод является одной из актуальных экологических задач для объектов минерально-сырьевого комплекса. Основными техническими проблемами для большинства горных предприятий являются использование устаревших технологий, морально и физически изношенного оборудования, чрезмерное водопотребление, отсутствие мощностей для предварительной очистки или рециркуляции воды и ее прямой сброс во внешние системы водоочистки или непосредственно в водные объекты.

Изучение состояния подземных и поверхностных вод в зоне воздействия Ковдорского горно-обогатительного комбината показало, что предприятие вносит основной вклад в ухудшение качества воды исследуемого района. Особенностью Ковдорского месторождения является то, что раньше это было русло реки, которую завели в искусственный канал. Разработка железорудного месторождения открытым способом нарушила естественный режим подземных вод, разгрузка которых происходит на горизонтах карьера. Кроме того, областью питания подземных вод с востока является озеро Ковдор, с запада русло реки Верхняя Ковдора, с севера русло ручья Железорудного, а с юга вода второго поля хвостохранилища, используемая в качестве оборотной. Всё это оказывает существенное влияние на формирование обводнённости Ковдорского карьера, а, следовательно, организацию водоотведения и осушения его. Решается эта задача с помощью внешнего дренажного контура, внутрикарьерных дренажных устройств и системы карьерного водоотлива. Сброс карьерных вод осуществляется по трем выпускам в озеро Ковдор и реку Ковдора, которые имеют статус рыбохозяйственного назначения. Причем если к двум выпускам: № 1 - дренажные воды западного ряда водопонизительных скважин и № 2 - дренажные воды северного ряда водопонизительных скважин претензий к качеству сбрасываемых вод нет, то третий выпуск доставляет множество проблем. Из выпуска № 3 сбрасываются загрязненные (недостаточно-очищенные) сточные воды, прошедшие механическую очистку в отстойнике перед сбросом в озеро Ковдор, и включают в себя: карьерные воды от системы водоотлива, производственные сточные воды ТЭЦ, сточные воды с производственной площадки комбината, с общим объемом сбросов до 18 млн. м³/год. Здесь из 18 контролируемых компонентов превышение нормативов предельно допустимых сбросов наблюдается по 13, а именно: БПК_{полн}, нефтепродукты, взвешенные вещества, ионы аммония, нитрит-ион, сульфаты, фосфор, марганец, молибден, ванадий, стронций, фенолы.

Другим проблемным участком является выпуск сточных вод хвостохранилища (выпуск №6). На обогатительном комплексе для технологических нужд используется система оборотного водоснабжения, включающая в себя пруд-отстойник II поля хвостохранилища, предназначенный для создания необходимого запаса оборотной воды, ее осветления до требуемых кондиций и подачи на обогатительный комплекс. Из пруда отстойника хвостохранилища оборотная вода дренирует через ограждающую дамбу № 4 во вторичный отстойник хвостохранилища, кроме того, туда же поступает избыток воды, аккумулируемый в хвостохранилище из-за превышения притока над расходом, и после 4 суток отстоя сбрасывается в реку Нижняя Ковдора. Общий объем сброса достигает 17 млн. м³/год. Здесь из 20 контролируемых загрязняющих

компонентов превышения нормативов предельно допустимых сбросов для вод рыбохозяйственного назначения по 10 показателям: БПК_{полн}, нитрит-ион, сульфаты, фосфор, марганец, медь, молибден, ванадий, стронций, фенолы.

Несмотря на то что, в настоящее время разработаны и используются на практике множество методов очистки загрязненных вод, проблему комбината невозможно разрешить до сих пор из-за необходимости очистки огромных объемов поликомпонентных карьерных вод (до 2500 м³/час) и вод вторичного отстойника хвостохранилища (до 2000 м³/час).

В первую очередь при создании эффективного технологического решения, связанного с очисткой сточных вод комбината, были рассмотрены и учтены достоинства и недостатки всех современных методов очистки вод. Результаты выполненного обзора свидетельствовали о том, что в настоящее время существенный интерес представляют сорбционные методы очистки, а точнее, применение природных сорбентов, как наиболее распространенных и дешевых. Однако, в естественном состоянии они не обладают достаточной сорбционной емкостью, что приводит к повышенному их расходу. Поэтому возникает необходимость получения сорбентов повышенной сорбционной емкости из природного минерального сырья и разработки новой технологии очистки и регенерации загрязненных вод, отличающейся достоинствами известных технологий: химреагентной и сорбционной, и лишенной их недостатков.

Сорбционный метод с использованием природных сорбентов позволяет снизить содержание в воде загрязнений органического и неорганического происхождения до любой остаточной концентрации. При очистке воды от ионов тяжелых металлов, как наиболее опасного компонента сточных вод исследуемого горно-обогатительного комбината, практическая задача заключалась в подборе местных природных материалов, оптимально сочетающих экономическую рентабельность и эффективную очистку.

Детальный анализ богатой минерально-сырьевой базы Ковдорского района позволил найти природное сырье для изготовления сорбента, удовлетворяющее требованиям поставленной задачи. Таким сырьем оказался вермикулит - материал из группы гидрослюд, образовавшийся из биотита или флогопита под влиянием гидротермальных процессов в коре выветривания.

Ковдорское месторождение вермикулита является одним из крупнейших в мире. Технология получения вермикулитового концентрата включает гравитационные методы обогащения, а также метод воздушной сепарации. Вермикулитовый концентрат представляет собой частички

слоды вермикулита, является сыпучим, зернистым, пористым, исключительно мягким материалом.

Химический состав вермикулита непостоянный в зависимости от содержания молекулярной воды. Содержание основных компонентов MgO колеблется от 14 до 23 %; Fe₂O₃ - от 5 до 17 %; FeO - от 1 до 3 %; SiO₂ - от 37 до 42 %; Al₂O₃ - от 10 до 13 %; H₂O - от 8 до 18 %. Кроме того, присутствует K₂O до 5, иногда 8 %; TiO₂ до 1,6 %.

Основным свойством вермикулита, определяющим его промышленную ценность, является способность резко увеличиваться в объеме - вспучиваться при обжиге в интервале температур 400-1000 °С, увеличивая первоначальный объем зерен в 15-20 и более раз [2]. Вспученный вермикулит представляет собой сыпучий пористый материал в виде чешуйчатых частиц серебристого и золотистого цветов, получаемых ускоренным обжигом до вспучивания вермикулита - гидрослоды, содержащей между элементарными слоями связанную воду. Пар, образующийся из этой воды, действует перпендикулярно плоскостям спайности и раздвигает пластинки слюды.

Начальное увеличение размеров частиц вермикулита отмечается при температуре 270 °С. Количество раскрывающихся частиц составляет 1-2 %. При температуре 370 °С число раскрывающихся частиц достигает 5-10 %, а при 470 °С практически раскрыты все частицы. Максимальное увеличение размеров частиц происходит при 900 °С. Линейное увеличение пластин вермикулита составляет 11,5 (от 4,6 до 22,2). Объемное расширение при обжиге в муфельной печи составляет 6-7, а при обжиге в открытом пламени 8-10.

Вермикулиты характеризуются катионнообменными и сорбционными свойствами. Основная роль среди обменных катионов принадлежит иону Mg. Главной причиной катионообменной способности вермикулита является гетеровалентный изоморфизм в структуре. Изоморфные замещения в вермикулите создают 80 % всей емкости катионного обмена, 20 % емкости является результатом «нарушения связей» [1]. Вермикулит обладает одной из самых высоких катионообменных способностей среди природных сорбентов, которая составляет от 43 до 116 мг-экв.

В лаборатории Экологического мониторинга было проведено моделирование очистки сточных вод хвостохранилища комбината в сорбционной колонне, заполненной вермикулитовым сорбентом. Анализ модельных растворов после очистки производился на атомно-абсорбционном спектрометре АА-7000. По результатам очистки воды промышленного стока №6 отмечено снижение концентрации загрязняющих компонентов следующим образом:

- Взвешенные вещества сухие, мг/л – при содержании в исходной воде 3,0-270 до их содержания в очищенной воде менее 3,0. Снижение концентрации происходит от 1,0 до 57,0 раз;

- Плотный сухой остаток, мг/л – при содержании в исходной воде 630-807 до их содержания в очищенной воде 51. Максимальное снижение концентрации происходит в 15 раз;

- Аммоний-ион, мг/л – при содержании в исходной воде 0,05-0,64 до их содержания в очищенной воде менее 0,05. Максимальное снижение концентрации происходит в 4 раза;

- Хлорид-ион, мг/л – при содержании в исходной воде 6,7-7,2 до их содержания в очищенной воде менее 5. Максимальное снижение концентрации происходит в 1,5 раза;

- Сульфат-ион, мг/л – при содержании в исходной воде 22,4-313,0 до их содержания в очищенной воде 6,1. Максимальное снижение концентрации происходит в 34 раза;

- Марганец, мг/л – при содержании в исходной воде 0,031-0,121 до их содержания в очищенной воде 0,004. Максимальное снижение концентрации происходит в 30 раз;

- Фосфор, мг/л – при содержании в исходной воде 0,12-0,63 до их содержания в очищенной воде менее 0,02. Снижение концентрации происходит от 3 до 25 раз;

- Стронций, мг/л – при содержании в исходной воде 0,05-3,01 до их содержания в очищенной воде 0,06. Снижение концентрации происходит от 6 до 33 раз.

Вермикулит, как природный сорбент, имеет невысокую стоимость, и в сочетании с достаточной глубиной очистки по отношению к катионам металлов, может быть использован для решения вопроса очистки сточных вод Ковдорского горно-обогатительного комбината.

Литература

1. Котельников Д.Д., Конохов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. – М.:Недра, 1986. 247 с.
2. Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. Адсорбция на глинистых минералах. – Киев: «Наукова думка», 1975. 350 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ

Мурашева А.А., Коновалов В.Е., Лепехин П.А.

Государственный университет по землеустройству, г. Москва, Россия

Разработка месторождений полезных ископаемых (МПИ) производится как открытым, так и подземным способом, возникающие деформации горных пород при добыче вызывают нарушения земной поверхности. Соответствующие негативные изменения формируют зоны с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ) в районе ведения горных работ сведения о которых необходимо установить для устранения или сокращения влияния на соседние землепользования.

Горнодобывающая промышленность – это комплекс отраслей производства по разведке месторождений полезных ископаемых их добыче из недр земли и первичной обработке – обогащению. Особенности природопользования в области добывающей промышленности является то, что, во-первых, соответствующие предприятия создаются непосредственно на самом месторождении; их производственная мощность и срок службы в основном зависят от размеров (объема) запасов полезного ископаемого; во-вторых, добывающей отрасли присущи масштабность и высокая специализация производства, в силу чего всегда присутствует тенденция укрупнения добывающих компаний; в-третьих, добывающее производство является очень крупным потребителем материальных ресурсов, прежде всего природных, и сопровождается масштабным воздействием на природную среду.

В зоне действия добывающих предприятий изымаются из сельскохозяйственного оборота земли, нарушаются целостность земных недр и водный режим, загрязняются земная поверхность, водные источники и воздушный бассейн; в конце концов, формируются новые ландшафты, во многих случаях не отвечающие условиям нормальной жизнедеятельности человека.

При добыче и переработке минерального сырья атмосфера загрязняется в процессе измельчения и обжига природных и искусственных материалов, при котором в атмосферу может поступать до 2 % перерабатываемой массы материала. Основной выброс - пыль; при тепловой переработке и плавлении может происходить газообразный выброс. Вскрытие месторождений, бурение и взрывные работы, погрузка и разгрузка породы и полезного ископаемого, их транспортировка, дробление и грохочение, переработка руды удаление складирование отходов приводят к интенсивному пылению. Образуются выбросы при обогащении полезных ископаемых, которые состоят из частиц самого ископаемого и породы.

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых обычно характеризуется более интенсивным загрязнением атмосферы вредными веществами: пылью и газообразными продуктами, образующимися при массовых взрывах и работе транспорта.

При разработке месторождений полезных ископаемых вместе с ними извлекается значительное количество пустых пород, и на поверхности земли образуются значительные их скопления. Как правило, добытое сырье подвергается дальнейшей переработке. Если, например, руда содержит 30 % железа, то остальные 70 % ее - пустая порода, которую отделяют в процессе обогащения. Далее концентрат, содержащий уже примерно 60 % железа, поступает в металлургический передел, в результате которого также создаются отходы. Скопления отходов формируют техногенные образования на поверхности земли. Наибольший объем отходов приходится на угольную промышленность, черную и цветную металлургию. Объемы горнопромышленных отходов на территории России в настоящее время оценивается более чем в 80 млрд. т., а ежегодный прирост отходов - 3,7 млрд. т. При этом основная масса отходов в горнопромышленном производстве образуется при добыче сырья (80 %), его обогащении (15 %) и металлургическом переделе (5 %). Зачастую отходы становятся причиной формирования катастрофической экологической ситуации в регионе.

Как известно, в горнодобывающей промышленности наиболее экономически привлекательным является открытый способ добычи полезных ископаемых, при котором производительность труда в 5-6 раз выше, а себестоимость продукции в 2-3 раза ниже, чем при подземных разработках. Но именно открытые горные работы сопровождаются наиболее существенными нарушениями ландшафта и гидрологических условий района разработок и нарушением или полной утратой почвенного покрова на значительных территориях.

В соответствии с законом РФ «О недрах» (1992 г.) для предотвращения экологического и экономического вреда недрам необходимо: 1) обеспечивать полное и комплексное геологическое изучение недр; 2) соблюдать установленный порядок пользования недрами, не допускать самовольное пользование недрами; 3) наиболее полно извлекать из недр и рационально использовать запасы основных полезных ископаемых и попутных компонентов; 4) не допускать вредного влияния работ, связанных с использованием недрами, на сохранность запасов полезных ископаемых; 5) охранять месторождения полезных ископаемых от затопления, обводнения, пожаров и др.; 6) предупреждать самовольную и необоснованную застройку площадей залегания полезных ископаемых; 7) предотвращать загрязнение недр при подземном хранении нефти, газа и иных веществ, захоронении вредных веществ и отходов производства [1].

Кроме этого, устанавливаются зоны с особыми условиями использования для объектов горнопромышленного комплекса (ГПК). Мероприятия территориального планирования по установлению зон с особыми условиями использования территории позволяют:

- обеспечить устойчивое развитие территории;
- сбалансировать учет экологических, экономических, социальных и иных факторов при осуществлении градостроительной деятельности;
- обеспечить требования безопасности территорий, инженерно-технических требований, требований гражданской обороны, обеспечения предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, принятия мер по противодействию террористическим актам.

Согласно Градостроительного кодекса РФ [2] к зонам с особыми условиями использования территорий относят охранные, санитарно-защитные зоны, зоны охраны объектов культурного наследия народов Российской Федерации, водоохранные зоны, зоны санитарной охраны источников питьевого и хозяйственного бытового водоснабжения, зоны охраняемых объектов, иные зоны. К иным зонам, в условиях ГПК, относятся зоны, образовавшиеся в результате разработки МПИ, как в цикле добычи полезного ископаемого, так и в процессе первичной переработки полезного ископаемого.

Разработка месторождений полезных ископаемых (МПИ) вызывает негативные изменения земной поверхности, формируемые в зоны с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ) в районе ведения горных работ (рис.1). В случае разработки МПИ подземным способом соответствующие зоны связаны с процессами сдвижения горных пород, слагающих вышележащую толщу над подземными горными выработками. Параметры зоны на земной поверхности зависят от структуры и свойств вышележащих горных пород, глубины залегания подземных горных выработок и их размеров.

Нарушения земной поверхности выражаются в виде плавных деформаций без нарушения сплошных участков земной поверхности, располагающихся по краям зоны, а также трещин и провалов земной поверхности в центре зоны. Участок земной поверхности, подвергаемый сдвигению, называется мульдой сдвижения.

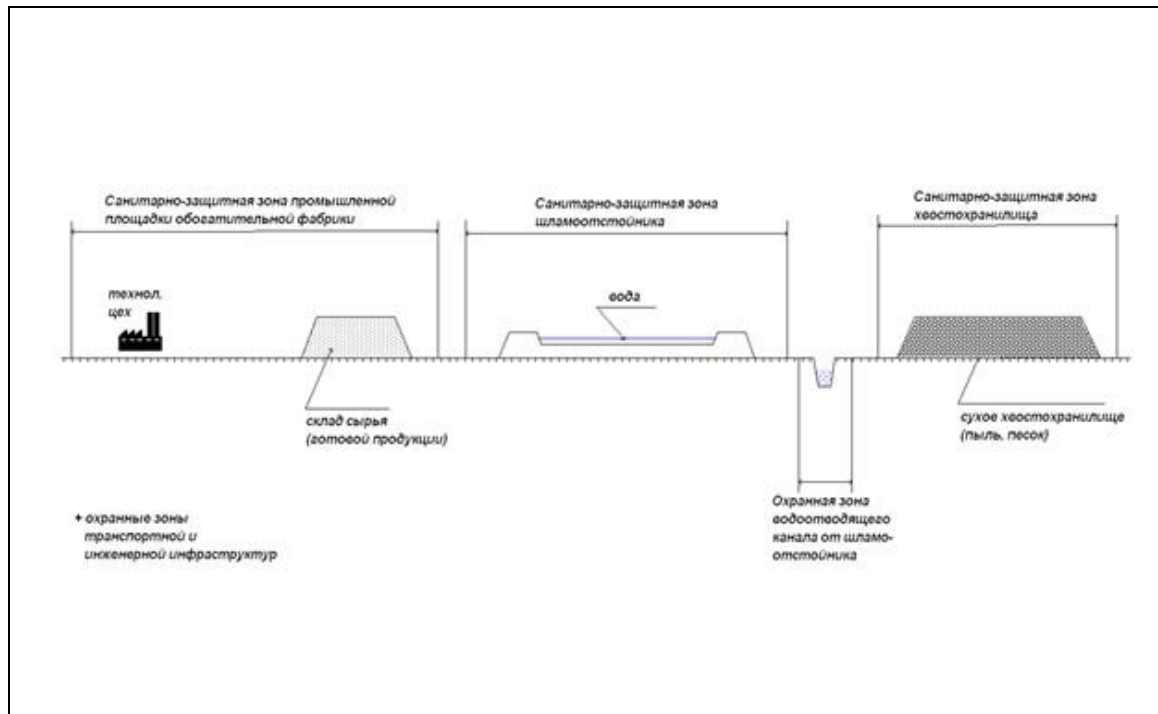


Рисунок 1 - Схема формирования зон с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ) в районе ведения горных работ

Размеры мульды сдвижений и ее границы определяются маркшейдерской службой горнопромышленного комплекса (ГПК), в районе возможного проявления нарушений земной поверхности выполняются инструментальные наблюдения с целью фиксирования величин деформаций земной поверхности и прогнозирования их дальнейшего развития. Деформации земной поверхности могут плавно двигаться за горными работами, например, при отработке пластов каменного угля.

Соответствующие зоны располагаются в границах горного отвода и ограничивают собственников земельных участков, расположенных в этих границах, в осуществлении хозяйственной деятельности.

В условиях открытой разработки МПИ процессы деформаций горных пород проявляются в бортах карьеров и основании откосов отвалов. Деформации в бортах карьеров происходят вследствие нарушения устойчивости бортов карьеров, выражающихся в разрушении горных пород, слагающих борта карьеров, и перемещении их по поверхности скольжения (призма обрушения) вниз к нижней бровке откоса борта.

Перемещение может быть постепенным - оползни бортов или практически мгновенным - обрушения. Призма обрушения формируется на поверхности борта карьера и состоит из зоны плавных деформаций, трещины отрыва на поверхности борта и призмы обрушения, смещающейся вниз. Ширина призмы обрушения зависит от структуры прибортового массива и прочности слагающих его пород. Размеры призмы обрушения и вид деформации борта карьера определяется маркшейдерской службой ГПК [3], также, в районе возможного проявления нарушений земной поверхности организуются инструментальные наблюдения за устойчивостью бортов карьеров.

Зоны деформаций бортов карьеров обычно входят в границы горного отвода, но при разработке месторождения могут проявляться не выявленные особенности прибортового массива, влияющие на изменение параметров призмы обрушения, границы формирования, которой могут выйти за границы горного отвода на смежные земельные участки.

Разработка МПИ осуществляется с перемещением вмещающих пород в отвалы. При эксплуатации отвалов, размещающихся на слабом основании, могут возникать деформации откосов отвалов и горных пород, слагающих основание отвалов. Такие деформации возникают при условии прочности грунтов, слагающих основание отвала, менее допустимой расчетной. В этом случае возникают оползни и обрушения откосов отвалов, выпор и разрушение сплошности грунтов вблизи нижней бровки откосов отвалов. Размеры деформаций грунтов основания (ширина призмы выпирания) зависит от высоты откоса отвала и состава и прочности пород в основании.

Негативные явления деформаций основания отвалов могут быть уменьшены путем осушения территорий размещения отвалов, формированием предотвала (высотой до 5 - 10 м), либо упрочнением горных пород в основании отвалов.

Если в состав технологического цикла входит первичная переработка добытого полезного ископаемого, то обычно отходы обогащения полезных ископаемых помещаются либо в отвалы (сухие отходы, например, отходы обогащения асбестовых руд), либо в специальные сооружения – хвостохранилища или шламохранилища (жидкие отходы, т.е. пульпа – взвесь пустых пород и воды), ограниченные дамбой по периметру.

При неучете особенностей основания шламохранилища (хвостохранилища), пород, отсыпаемых в дамбы, или несоблюдение технологии их создания в основании дамбы и в ее теле могут возникнуть опасные деформации, приводящие к ее разрушению и прорыву содержащихся в шламохранилище (хвостохранилище) вод. Соответствующая чрезвычайная ситуация приводит к формированию селевого потока вниз по рельефу от местоположения дамбы (зона разлива). Зоны возможного негативного воздействия в чрезвычайной ситуации объектов технологического процесса первичной переработки руд (зоны разлива) при невозможности другого размещения шламохранилищ (хвостохранилищ) рассчитываются в соответствии с действующими нормативными документами и зависят от объема шламохранилища (хвостохранилища) и особенностей местности.

Особенностью рассмотренных зон является то, что они, по большей части, располагаются на земельных участках смежных землепользователей и практически полностью выводят занятые ими территории из хозяйственного использования. Так, например, незанятыми для целей городского использования являются участки с провалами земной поверхности в г. Красноуральске на территории горного отвода медной шахты, там же в 2011 году ушел под землю 1 км автомобильной дороги на территории горного отвода шахты Северопечанской, в г.Бакале на Бакальском карьере периодически происходят оползни в застроенной части города и т.д.

Согласно Градостроительного кодекса РФ [2] рассмотренные зоны входят в понятие ЗОУИТ в категорию «иные» зоны. Целесообразность выявления и формирования таких зон заключается в том, что они возникают на земельных участках других собственников, которые расположены на подработанных подземными горными работами территориях, либо на смежных земельных участках с земельными участками, включающими горный отвод или расположенных под отвалами (хвостохранилищами, шламохранилищами). Кроме этих зон, к зонам, возникающим вследствие функционирования ГПК, можно отнести:

- зоны безопасного ведения взрывных работ, которые характеризуются как разлетом осколков во время произведения взрывов, так и воздействием взрывной волны, в том числе и в недрах (горных породах) – чем прочнее и менее трещиноваты породы, тем далее распространяется влияние взрывной волны;

- контуры предохранительных целиков, которые формируются как при подземной разработке МПИ, так и при открытой. Целик представляет собой недеформируемую часть недр и земной поверхности, формируемую при ведении горных работ и предназначенную для безопасного размещения природного объекта или зданий и сооружений, в том числе объекта культурного наследия народов Российской Федерации;

- запретные зоны вокруг складов взрывчатых веществ, необходимых для проведения взрывных работ в горных выработках;

- зоны деградированных земель, к которым, в частности, относится зона формирования депрессионной воронки, характеризующаяся понижением грунтовых вод, обеспечивающих питание растительности, и возникающая как при открытой, так и при подземной разработке МПИ, а также зона подтопления земель, возникающая при «мокром» консервировании горных выработок, либо ликвидации горного предприятия при естественном затоплении горных выработок;

- зоны загрязненных земель, т.е. земель, почвенный покров которых содержит химические или радиоактивные соединения в количествах, больших ПДК, отрицательно влияющие на плодородие почв и растительный покров, которые зачастую формируются вниз по рельефу у отвалов, содержащих полиметаллы;

- зоны изменения флоры и фауны рек и водоемов при разработке россыпных месторождений – выражается в формировании переотложенных песков и изменении русла рек.

Земельные участки, которые включены в состав таких зон, у собственников и других землепользователей не изымаются, но в их границах может быть введен особый режим использования, ограничивающий или запрещающий те виды деятельности, которые несовместимы с целями установления зон.

Установление зон с особыми условиями использования территорий определяется: 1) правительством РФ в отношении земель, находящихся в федеральной собственности; 2) органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации; 3) органами местного самоуправления.

Размеры земельных участков, предоставляемых для зон с особыми условиями использования территории, определяются в соответствии с утвержденными в действующем порядке нормами и проектно-технической документацией.

Классификация зон с ОУИТ для ГПК (ГПТ) может быть связана: 1) с природными объектами; 2) технологическими объектами вспомогательного назначения (здания и сооружения инженерных и транспортных коммуникаций); 3) технологическими объектами, задействованными в переработке ПИ (промышленные здания и сооружения); 4) с обеспечением взрывных работ; 5) с непосредственной добычей ПИ (карьеры, шахты, дражные полигоны, отвалы и т.п.).

Для установления необходимого состава, содержания и объема сведений о зонах с особыми условиями использования территорий необходимо предварительно определить ее вид, учитывая, что определенный вид ЗОУИТ зависит от способа разработки МПИ, способа переработки полезного ископаемого, способа хранения отходов производства. Необходимо также учитывать, что отдельные виды ЗОУИТ требуют проведения мониторинга за изменениями их характеристик.

Следующим этапом подготовки сведений о ЗОУИТ является установление нормативно-правовой базы, определяющей размеры ЗОУИТ и режим их использования, нанесение их на планово-картографический материал с большей детализацией объектов местности с целью наглядности установления взаимодействия с другими территориями, объектами местности с использованием геоинформационной системы, позволяющей оперативно получать актуальную информацию о состоянии этих зон. Полученные данные объединяют с кадастровыми данными с целью установления ограничений (обременений) на смежные участки, попадающие в зону влияния этих зон. Это позволяет эффективно вести мониторинг использования этих территорий, своевременно принимать управленческие решения [4].

Литература

1. ФЗ РФ «О недрах» от 21.02.92 N 2395-I (ред. от 07.05.2013 с изменениями, вступившими в силу с 01.07.2013)
2. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 N 190-ФЗ (в редакции от 01.09.2013).
3. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 N 116-ФЗ.
4. Мурашева А.А. «Принципы формирования управления земельными ресурсами в горнопромышленном комплексе» /А.А. Мурашева, В.Е. Коновалов, П.П. Лепехин.// Известия вузов «Горный журнал».- 2013.- № 7.- С. 12-15.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТНОЙ СХЕМЫ ЭКОСЕТИ НА ПРИМЕРЕ НОВОБУГСКОГО РАЙОНА НИКОЛАЕВСКОЙ ОБЛАСТИ УКРАИНЫ

¹ Романенко М.М., ² Куценко С.В., ³ Патрушева Л.И., ⁴ Романенко А.В.

¹Управление экологии и природных ресурсов Николаевской областной государственной администрации, ²Региональный ландшафтный парк «Приингульский»,

³Черноморский государственный университет им. П.Могилы,

⁴Региональный ландшафтный парк «Приингульский».

Проведен обзор структурных элементов экосети, которые частично или полностью расположены на территории одного административного района и которые рекомендуются за основу при формировании местной схемы экологической сети Новобугского района Николаевской области Украины.

Природно-заповедный фонд Украины составляет 5,4 % от общей площади государства. Это значительно меньше, чем в большинстве европейских стран, где площади, занятые заповедными территориями, составляют в среднем 15 % [3].

Согласно стратегии государственной экологической политики Украины на период до 2020 года с целью приостановления процессов ухудшения состояния окружающей природной среды необходимо увеличивать площадь экологической сети (экосети) до 41 % от территории Украины [3]. Это является стратегическим заданием в достижении экологической сбалансированности территории Украины.

На общеевропейском уровне принципы формирования экосети закреплены в Европейской стратегии сохранения биоразнообразия [11, 12], на национальном уровне – в законах Украины, научных и методически разработках [2-5, 8-10].

В Николаевской области проведены комплексные исследования на тему формирования экологической сети в 2003-2004 годах [8]. Концептуальную схему экосети разработано С.В. Тарашуком с использованием результатов исследований О.М. Деркача. Первый проект областной программы развития экосети подготовлен коллективом авторов под руководством О.М. Деркача.

Актуальным является разработка региональной и местных схем формирования экосети.

Цель работы – определить структурные элементы и разработать эскизную схему формирования местной схемы экосети на примере Новобугского района Николаевской области.

Проблемными вопросами являются разные подходы к выделению экокоридоров, различные названия структурных элементов экосети, по-

сколько официальный перечень территорий и объектов экосети в Николаевской области не утвержден.

Новобугский район расположен на северо-востоке Николаевской области. Его площадь составляет 124,3 тыс. га. Он граничит с двумя административными районами Кировоградской области и четырьмя районами Николаевской области. Преобладающая часть Новобугского района расположена в бассейне р. Южный Буг, часть – в бассейне р. Днепр.

На основании исследований формирования экосети области, других изысканий выделены структурные элементы экосети, которые расположены в Новобугском районе.

В районе проходят такие экоридоры: общегосударственного значения - Южноукраинский (Степной), Бугский, Днепровский; регионального значения - Ингульский, Висунский; местного значения - Старогорожанский, Богомазский, Громоклейский, Татьяновский. Коридоры представлены реками, их прибрежными полосами, плавневыми комплексами, водооградительными лесными насаждениями, овражно-балочной сетью.

Ключевые территории (природные ядра): регионального значения – региональный ландшафтный парк (РЛП) «Приингульский» (3152,7 га); местного значения – заповедное урочище «Чабанка» (457,0 га), гидрологический заказник «Софиевское водохранилище» (417,0 га), ботанический заказник «Пелагеевский» (123,5 га), Ульяновский (предлагается к заповеданию площадью 8,3 га).

Общая площадь ключевых территорий, которые имеют статус природно-заповедного фонда или предлагаются к заповеданию, составляет 3618,0 га, или 3 % от площади района. Другими ключевыми территориями являются пастбища и сенокосы (14,37 тыс. га), лесные насаждения и другие лесопокрытые площади (6,02 тыс. га), открытые заболоченные земли (0,17 тыс. га) и другие природные комплексы. Эти угодья занимают приблизительно 20 % от территории района. Для более детального определения их роли в структуре экосети Новобугского района необходимо провести дополнительные исследования.

Среди ключевых территорий экосети Новобугского района центральное место занимает региональный ландшафтный парк (РЛП) «Приингульский». Он входит в состав Среднеингульской ключевой территории регионального значения в бассейне р. Ингул [1]. Из всех заповедных территорий, что расположены в системе Ингульского регионального коридора (Кировоградская и Николаевская области) РЛП «Приингульский» является единственным заповедным объектом, где создано специальную администрацию.

РЛП «Приингульский» создан в 2002 г. Его площадь составляет 3152,7 га. Он расположен на участке долины р. Ингул в пределах Розановского (1187,86 га, или 36,35 % от площади парка), Камянского (605,76 га,

18,54 %), Софиевского (842,72 га, 25,79 %) сельских советом и Новобугского (631,38 га, 19,32 %) городского совета.

На протяжении 2007-2010 годов для РЛП разработано землеустроительную документацию по установлению границ. Проведено кадастровую съемку земель и установлено, что 48,8 % заповедной территории занимают сельскохозяйственные угодья, 19,2 % – вода, 14,3 % – леса и другие лесопокрываемые площади, 3,47 % – открытые земли без растительного покрова или с незначительным растительным покровом, 1,29 % – открытые заболоченные земли, остальные % – другие угодья. Среди сельскохозяйственных угодий преобладают пастбища [6, 7].

Основу растительного покрова территории РЛП «Приингульский» составляет высшая водная, болотная, пойменно-лесная, кустарниковая, луговая, степная растительность [1]. На территории парка зафиксировано более 20 видов растений, которые занесены в Красную книгу Украины [6]. Здесь обитает приблизительно 2000 видов насекомых, 18 видов рыб, 3 вида земноводных, 5 видов пресмыкающихся, более 100 видов птиц, 19 видов млекопитающих [6].

В состав РЛП «Приингульский» входит 2 другие ключевые территории: заказники «Софиевское водохранилище», «Пелагеевский».

Гидрологический заказник «Софиевское водохранилище» создан на площади 417,0 га в 1990 г. Это – русловое водохранилище, источник водоснабжения и орошения. Водоохранилище на р. Ингул заполнено в 1968 г. Площадь водного зеркала водоема составляет 470 га, средняя ширина - 260 м, максимальная – 700 м; средняя глубина – приблизительно 7 м. Постоянный пользователь земельного участка – Николаевское областное управление водных ресурсов. Ботанический заказник «Пелагеевский» создан на площади 123,5 га в 1993 г. Он расположен на склонах балки Каламурзовая. В составе растительного покрова заказника выявлено более 20 видов охраняемых растений.

Заповедное урочище «Чабанка» создано в 1972 г. Оно занимает 457,0 га. Здесь преобладают посадки дуба и ясеня возрастом 50-70 лет. Их средняя высота 16–18 м., диаметр 20 см. Постоянный землепользователь – государственное предприятие «Баштанское лесное хозяйство». Территория относится к Новобугскому лесничеству.

На участке склона правого берега р. Ингул на юг от с. Ульяновка предлагается создать ландшафтный заказник «Ульяновский».

Структурными элементами местной схемы экосети Новобугского района являются 3 коридора общегосударственного, 2 – регионального, 4 местного значения. При этом участки некоторых экокоридоров более высокого ранга играют роль ключевых территорий в местной схеме экосети района. В Новобужье 4 ключевые территории имеют статус природно-

заповідного фонду, 1 – підлягає заповіданню. Регіональний ландшафтний парк «Приінгульський» займає особе важке місце в схемі екосети району.

Для оптимізації структури екосети Новобугського району Ніколаської області необхідним являється збільшення площі ключових територій за рахунок сільськогосподарських угідь і лісних насаджень.

Література

1. Винокуров Д.С. Ключові території Інгульського регіонального екокоридору: характеристика, зв'язки, оптимізація // Чорноморський ботанічний журнал. - т. 7, № 4 (2011). - с. 329-346.
2. Закон України «Про екологічну мережу України». - Відомості Верховної Ради України, 2004. - № 45. - с.502
3. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року. - Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011. - № 26. - с. 218.
4. Мовчан Я.І. Екологічна мережа України. Обґрунтування її структури та необхідності створення // Конвенція про біологічне різноманіття. Громадська обізнаність та участь. — К.: Стило, 1997. — С. 98–110.
5. Мовчан Я.І. Національна екомережа України. Концепція та сценарії втілення // Наук. зап. Нац. Ун-ту К.-Могил. Акад., 2001. — Т. 19, ч. II, спец. вип. - с. 411–415.
6. Проект створення регіонального ландшафтного парку «Приінгульський» (звіт за договором № 2-ЗС/01 від 24.09.01) / ТОВ ВКФ «СКВІД». — Керівник теми: С.А. Молчанова. — Інв. № немає. — Миколаїв, 2002. — 93 с.
7. Технічна документація з організації та встановлення меж регіонального ландшафтного парку «Приінгульський». - ТОВ «Обласний земельно-кадастровий центр», 2007-2010.
8. Формування екологічної мережі Миколаївської області, розробка відповідної Програми» / Деркач О.М., Тарашук С.В., Коломієць Г.В., Патрушева Л.І. /рукопис/. - 2004.
9. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Головні риси екомережі України // Розбудова екомережі України. — К., 1999. — С. 13—22.
10. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Гродзинський М.Д., Романенко В.Д. Концепція, методи і критерії створення екосети України. — К.: Укрфитосоціоцентр, 2004. — 143 с.
11. Bennett Graham — Conserving Europe's Natural Heritage. Towards a European Ecological Network . — London-Dordrecht-Boston. 1994.— 334 p.
12. Pan-European Biological Diversity Strategy.- Strasbourg: Council of Europe, UNEP, ECNC. 1996. — 50 p.

УДК 519.6:504.3.054

АНАЛИЗ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ОТ АВТОТРАНСПОРТА

Русакова Т.И.

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
г. Днепропетровск, Украина*

Разработана эффективная численная модель, которая применена для анализа распространения загрязнения от пылевого загрязнения атмосферного воздуха на улицах городов. Модель основывается на совместном решении гидродинамической задачи на основе метода дискретных вихрей и задачи массопереноса. Отличительной особенностью построенной модели является возможность оперативного расчета поля концентрации пыли на улице, что позволяет применять ее для проведения серийных расчетов.

Анализ качества воздушной среды является одной из важных задач безопасного состояния территорий горнодобывающих регионов. Характерной особенностью многих отечественных автомагистралей, которые находятся на территории этих регионов, является то, что при движении автотранспорта в атмосферу поступает большое количество пыли. Поэтому для практики очень важно оценить запыленность воздушной среды возле автомагистралей. Нужно отметить, что если рассматривать такой прогноз в условиях размещения возле магистрали зданий, то решение задачи становится крайне сложным. В связи с этим очень важным является разработка и применение эффективных методов расчета качества воздушной среды на запыленных территориях, с помощью которых можно оперативно получать прогнозные данные относительно возможной запыленности воздуха на улицах.

Для решения экологических задач, связанных с оценкой уровня загрязнения на улицах, очень часто используются эмпирические модели или различные верификации модели Гаусса. Эти модели используются потому, что для их практической реализации необходима минимальная входная информация: скорость ветра, интенсивность выброса загрязнителя, положение источника выброса, скорость оседания и т.д. Вычисления на основе данных моделей не занимают много времени, что особенно важно при проведении серийных расчетов [1 - 3]. Использование мощных моделей, основанных на численном интегрировании уравнений Навье-Стокса [4 - 9] и на использовании различных моделей турбулентности, не применимо в настоящее время для серийных расчетов на практике. Это связано с необходимостью использования мощных компьютеров, длительного времени расчета и обоснования моделей турбулентности.

Целью работы является разработка прикладной численной модели для анализа запыленности воздушной среды на улицах территорий горно-

добывающих регионов с учетом цикличности эмиссии пыли при движении автотранспорта.

Математическая модель и метод решения. Рассматривается сценарий выброса пыли на улице для расчетной схемы типа «уличный каньон» (рис.1).

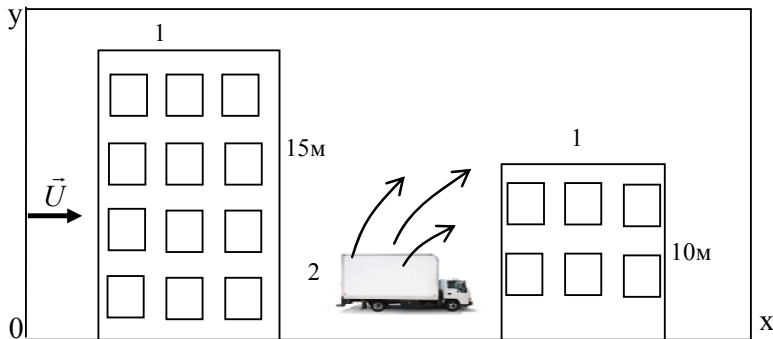


Рис.1. Схема расчетной области: 1 – здания; 2 – место эмиссии загрязнителя

Как известно, для прогноза качества воздушной среды, необходимо предварительно решить гидродинамическую задачу по определению поля скорости ветрового потока на улице. Для моделирования процесса обтекания зданий ветровым потоком используется метод дискретных вихрей [10], который дает возможность быстро рассчитать поле скорости ветрового потока в условиях размещения зданий [11]. Для расчета поля скорости используются основные зависимости:

$$\begin{cases} (V_x)_i = \sum_{r=1}^p \sum_{i=0}^n \Gamma_{\mu_r} (V_{x\mu_r} - V'_{x\mu_r})_i + \sum_{r=1}^p \sum_{j=1}^k \Gamma_{\delta_r} (V_{x\delta_r} - V'_{x\delta_r})_j + \\ + U_{\infty}(\tau); \\ (V_y)_i = \sum_{r=1}^p \sum_{i=0}^n \Gamma_{\mu_r} (V_{y\mu_r} - V'_{y\mu_r})_i + \sum_{r=1}^p \sum_{j=1}^k \Gamma_{\delta_r} (V_{y\delta_r} - V'_{y\delta_r})_j; \end{cases} \quad (1)$$

где Γ_{μ} – циркуляция μ -ого присоединенного вихря, Γ_{δ_r} – циркуляция свободного вихря r -ой вихревой пелены; $U_{\infty}(\tau)$ – скорость набегающего потока; V_{x_i} , V_{y_i} – компоненты скорости в рассматриваемой точке плоскости (x_i, y_i) , которые можно рассчитать как сумму соответствующих компонент

скорости от всей вихревой системы: присоединенных вихрей μ_r (компоненты $V_{x\mu_r}, V_{y\mu_r}$), которыми моделируются поверхности зданий, и свободных вихрей δ_r (компоненты $V_{x\delta_r}, V_{y\delta_r}$), сошедших с острых кромок, на данный момент времени τ основной и зеркально отображенной вихревой системы.

После вычисления поля скорости ветрового потока на улице, решается задача по моделированию пылевых выбросов на улице при движении автотранспорта. Для расчета концентрации пыли на улице используется усредненное уравнение переноса [12; 13]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial (v-w)C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (\mu_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (\mu_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \sum Q_i \delta(x-x_i) \delta(y-y_i) \quad (2)$$

где C – концентрация загрязняющего вещества в атмосфере; u, v – компоненты вектора скорости ветра; w – скорость гравитационного оседания загрязняющего вещества, $\mu=(\mu_x, \mu_y)$ – коэффициенты турбулентной диффузии; x_i, y_i – координаты источника выброса загрязняющего вещества; Q_i – интенсивность эмиссии загрязнителя в точке x_i, y_i ; $\delta(x-x_i), \delta(y-y_i)$ – дельта-функция Дирака, с помощью которой моделируется выброс загрязнителя.

Постановка краевых условий для решения уравнения переноса рассмотрена в работе [5; 12; 14]. Для численного интегрирования этого уравнения используется неявная разностная схема расщепления [4; 5; 12; 13]. Расчет выполняется на прямоугольной разностной сетке.

Практическая реализация модели. Разработанная численная модель была применена для прогноза уровня запыленности воздуха на улицах при движении автотранспорта. Полагалось, что эмиссия пыли на автомагистрали происходит циклически с известной интенсивностью Q_i . Это моделировало ситуацию прохождения одного автомобиля за другим с известным интервалом времени Δt_A (рис.2).

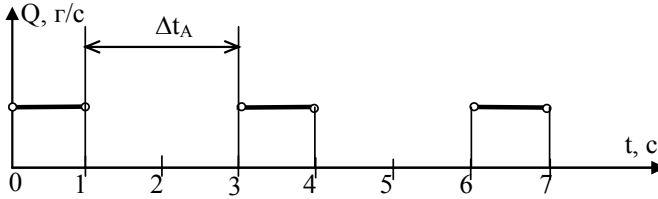


Рис.2. Схема эмиссии пыли на автомагистрали

Рассматривалось решение задачи для двух сценариев, которые характеризовались следующими исходными данными: длина расчетной области 100 м; ширина расчетной области 33,6 м.

Первый сценарий:

- скорость ветра 1,2 м/с;
- коэффициенты диффузии $\mu_x = \mu_y = 0,1 \text{ м}^2/\text{с}$;
- интенсивность $Q = 100 \text{ г/с}$;
- скорость гравитационного оседания $w = 0,002 \text{ м/с}$.

Второй сценарий:

- скорость ветра 1,5 м/с;
- коэффициенты диффузии $\mu_x = \mu_y = 0,2 \text{ м}^2/\text{с}$;
- интенсивность $Q = 100 \text{ г/с}$;
- скорость гравитационного оседания $w = 0,005 \text{ м/с}$.

На последующих рисунках представлена динамика формирования зоны загрязнения в различные моменты времени для обоих сценариев.

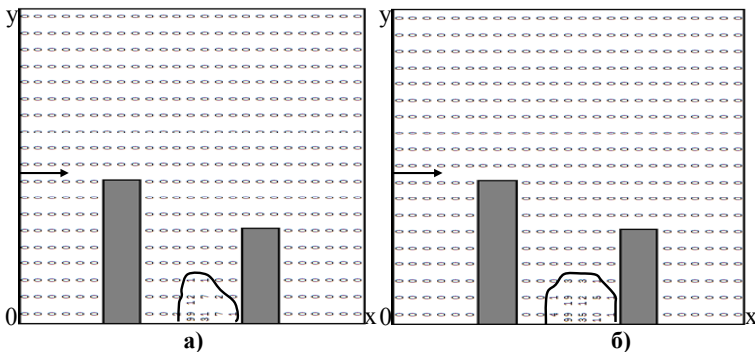


Рис. 3. – Зона загрязнения момент времени $t = 4 \text{ с}$:

- а) первый сценарий: $U = 1,2 \text{ м/с}$, $w = 0,002 \text{ м/с}$, $C_{\text{max}} = 20,19 \text{ мг/м}^3$;
- б) второй сценарий: $U = 1,5 \text{ м/с}$, $w = 0,005 \text{ м/с}$, $C_{\text{max}} = 8,34 \text{ мг/м}^3$

Отметим, что на этих рисунках значение концентрации представлено в безразмерном виде: каждое число – это величина концентрации в процентах от величины максимальной концентрации на данный момент времени. Вывод на печать чисел осуществлен по формату «целое число», т.е. дробная часть числа не выдается на печать. Это значит, что если, например, в какой-то точке расчетное значение концентрации составляет «5,6 %» от максимальной концентрации, то на печать будет выведено число «5». Этот вывод результатов на печать (рис.3, 4.) эффективен при проведении серийных расчетов, когда осуществляется «перебор» различных вариантов с целью выбора наиболее оптимального для конкретной ситуации.

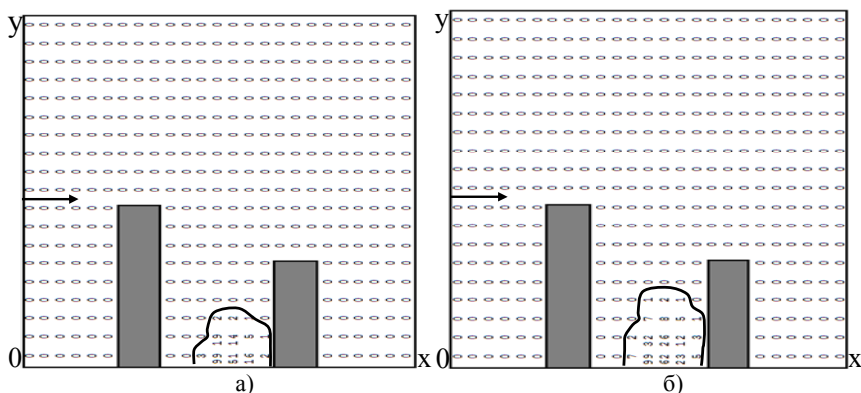


Рис. 4. – Зона загрязнения в момент времени $t=5,2$ с.:

- а) первый сценарий: $U=1,2$ м/с, $w=0,002$ м/с, $C_{\max}=15,09$ мг/м³;
- б) второй сценарий: $U=1,5$ м/с, $w=0,0005$ м/с, $C_{\max}=5,56$ мг/м³

Указанное представление результатов расчета в виде «целых» чисел позволяет оперативно анализировать информацию относительно величины концентрации в любой части расчетной области. Отметим, что по требованию пользователя, разработанный код осуществляет вывод на печать результатов по формату «действительное число», т.е. с сохранением дробной части числа.

Эти данные (рис. 3, 4.) позволяют оценить вид формирующейся зоны загрязнения, ее размеры и интенсивность. Как видно из представленных рисунков, формирующаяся зона загрязнения представляет собой достаточно ограниченную область по высоте, которая вытягивается вверх и составляет приблизительно 7 м, а справа развитие этой зоны ограничивается зданием, поэтому внешне эта зона напоминает «сплюснутую» подобласть близкую к сферической. Форма и размеры области зависят от време-

ни, так как рассматривается действие циклического источника выброса рис. 2.

На рис. 5 - 6 показано изменение во времени концентрации пыли для рассматриваемых сценариев в двух точках возле второго здания (наветренной его стороны). Первая точка выбрана на высоте 0,8 м, а вторая на высоте 4 м. Из этих рисунков хорошо видно, что на большей высоте концентрация пыли существенно меньше, чем возле поверхности земли, что обусловлено гравитационным оседанием пыли.

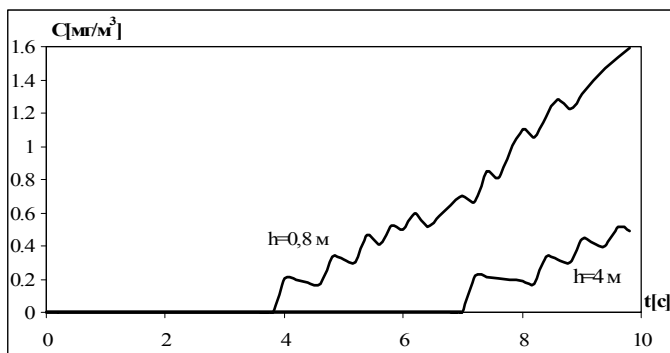


Рис. 5. Изменение концентрации пыли на различной высоте (первый сценарий: $U=1,2$ м/с, $w=0,002$ м/с, $\mu_x=\mu_y=0,1$ м²/с)

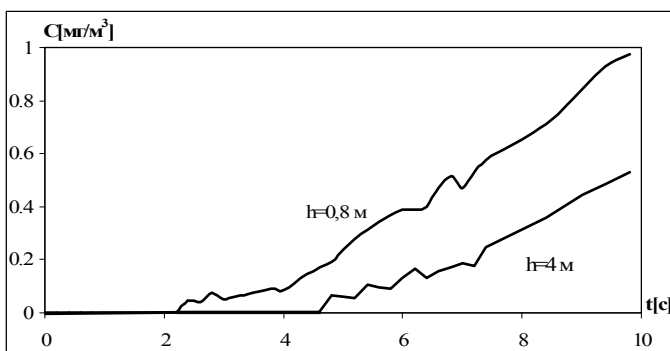


Рис. 6. Изменение концентрации пыли на различной высоте (второй сценарий: $U=1,5$ м/с, $w=0,0005$ м/с, $\mu_x=\mu_y=0,2$ м²/с)

Для расчета задачи потребовалось 7 секунд компьютерного времени.

Выводы. Рассмотрена эффективная модель прогноза пылевого загрязнения атмосферного воздуха на улицах территорий горнодобывающих регионов. Модель основывается на совместном решении гидродинамической задачи по определению поля ветрового потока, где использовался метод дискретных вихрей и задачи массопереноса. Отличительной особенностью построенной модели является возможность оперативного расчета поля концентрации пыли на улице. Дальнейшее развитие данного направления необходимо проводить в рамках создания трехмерной численной модели.

Литература

1. Бруцкий Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов. К.: Институт гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.
2. Шаталов А. А. Методика расчета распространения аварийных выбросов, основанная на модели рассеивания тяжелого газа / А. А. Шаталов, М. В. Лисанов // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 9. – С. 46 – 52.
3. Hanna S. Air Quality Modeling Over Short Distances. // College on Atmospheric Boundary Layer and Air Pollution Modeling: 16 May-3 June 1994. №SMR/760-2 – P. 712 – 743.
4. Антошкина Л. И. Моделирование аварийных ситуаций на промышленных объектах и безопасность жизнедеятельности / Л. И. Антошкина, Н. Н. Беляев, Л. Ф. Долина, Е. Д. Коренюк – Д.: Нова ідеологія, 2011. – 123 с.
5. Згуровский М. З. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев – К.: Наук. думка, 1997. – 368 с.
6. Belyaev M. M. Air Pollution Modelling of Technogenic Catastrophes caused by Terrorist Attacks on Rail Transport of Chemical Substances // Simulation and Assessment of Chemical Processes in a Multiphase Environment. NATO Science for Peace and / Security Series. – С.: Environmental Security, Springer, 2007. P. 327 – 336.
7. Biliaiev M. M. Numerical simulation of indoor air pollution and atmosphere pollution for regions having complex topography / M. M. Biliaiev, M. M. Kharytonov // Conference Abstracts of 31st NATO / SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and it's Application, 27 September – 01 October, Torino, Italy, 2010. № P1.7.
8. Murakami S. Comparison of “k-ε” model, ASM and LES with wind tunnel test for flow field around cubic model / S. Murakami, A. Mochida, H. Yoshihiko // 8th Intern. Conf. on Wind Engineering, Western Ontario, July 8-11, 1991. – № 12 – 3.
9. Tedeschi G. Study of vertical transport of marine aerosol using an unsteady 2D model // Conference Abstracts of 31st NATO / SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modeling and it's Application, 27 September – 01 October, Torino, Italy, 2010. № 4.9.
10. Белоцерковский С. М. Математическое моделирование плоскопараллельного отрывного обтекания тел / С. М. Белоцерковский, В. Н. Котовский, М. И. Ништ – М.: Наука, 1988. – 232 с.

11. Русакова Т. И. Исследование поля скоростей при обтекании зданий воздушным потоком / Т. И. Русакова, В. И. Карплюк // Вісник Дніпропетровського університету. Механіка. Т. 1, вип.12, 2008, С. 41 – 49.
12. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 316с
13. Пшинько А. Н. Моделирование загрязнения атмосферы при техногенных авариях / А. Н. Пшинько, Н. Н. Беляев, П. Б. Машихина. – Д.: Нова ідеологія, 2011. – 168 с.
14. Самарский А. А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1983. – 616 с.

УДК 574

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАЗАХСТАНА

Хан В.А., Сариева Д.З., Жалкенова С.Т., Отарбаева Л.С.

*Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева,
г. Астана, Казахстан*

В статье рассмотрены вопросы экологической безопасности производственной сферы деятельности в нефтегазодобывающей отрасли. Раскрыты основные источники загрязнения окружающей среды на разных этапах производства.

Вопросы разработки экологически чистых процессов (утилизации отходов, очистка газовых выбросов и нефтехимических производств, очистка сточных вод, мониторинг загрязнения нефтью и нефтепродуктами окружающей среды и другие) в области охраны природы при добыче и переработки нефти и газа являются особенно актуальными.

Загрязнение окружающей среды начинается с поискового бурения и строительства нефте- и газодобывающих скважин. Основными источниками загрязнения являются: выхлопы дизелей буровых установок, дегазаторы бурового раствора, емкости для хранения сыпучих порошкообразных материалов, шламовые амбары с производственно-технологическими отходами, а также циркуляционные системы. Во многих случаях на буровых установках не проводят мероприятия по охране почв и водоемов от загрязнения. Вследствие этого прилегающие земли загрязняются буровым раствором и нефтепродуктами. Затем происходит смыв этих вредных веществ тальми водами на прилегающие земли и водоемы. Процесс загрязнения почвы усугубляется содержанием в ней высокоминерализованных пластовых и сточных вод, закачиваемых для поддержания давления в продуктивные пласты и поглощающие горизонты. Отходы бурения в отвалах на буровой площадке должны быть собраны и размещены на специально отведенной территории. При этом особую важность приобретают вопросы оценки их загрязняющей способности. От этого зависят количество и токсичность загрязняющих веществ в подземных водах.

Основным и наиболее сильным загрязнителем при буровых работах является буровой раствор. Для его приготовления используется до двух десятков химических реагентов, многие из которых не имеют установленных Минздравом РК величин предельно допустимых концентраций. При выполнении буровых работ и эксплуатации скважин качество и состав применяемого противовыбросового оборудования (ПО) определяется по ГОСТ 13862-90. Указанный ГОСТ пересматривался трижды, в 1975, 1980 и 1990 годах, с целью приближения его требований к уровню лучших мировых стандартов, например стандарту AP1-16A Американского нефтяного института.

При эксплуатации месторождений оказываются нарушенными огромные земляные массивы. Например, при разработке Карачаганакского месторождения планируется занять более 3000 га пашни, выгонов, леса и т.п. Площадь месторождения Тенгиз составляет 20 км². В результате непостоянства аэрологической ситуации распространение вредных примесей от источника и их флуктуации носят случайный характер. Экологически неблагоприятной зоной для постоянного проживания определена для Тенгизского месторождения зона в 50 км², а для Карачаганакского - в 10 км². Но при этом, чем больше санитарно-защитная зона, тем выше объем предельно допустимых выбросов, а следовательно, тем больше уровень загрязнения атмосферы.

Морально устаревшее физически изношенное оборудование и способы добычи усиливают экологическую опасность. Переход на новые технологические приемы приводит к новым проблемам. К примеру, загрязнение окружающей среды наблюдается при ремонте скважин. Проводятся сотни спуско-подъемов внутрискважинного оборудования. Предварительно скважина прокачивается технической водой до полной дегазации. Однако на практике это промывка не полностью очищает внутренние и наружные поверхности труб и оборудование от пленки нефтепродуктов. В результате при подъеме последнего на рабочую площадку стекающая с них скважинная жидкость загрязняет площадку, создает пожароопасную ситуацию в пространстве вокруг устья скважины. Это приводит к возрастанию количества жидких агрессивных отходов, требующих захоронения. В действительности на всех старых месторождениях десятки лет выбрасывали добываемую пластовую и промывочную воду на поля испарения.

На старых промыслах НГДУ "Кульсарынефть" и "Прорваннефть" площадь зеркала соров составляет тысячи квадратных километров. Огромные поля испарения с минерализованной водой, загрязненные нефтепродуктами, безусловно, отрицательно влияют на биосферные процессы в этом регионе. Однако, если использовать технологию полной утилизации промышленных вод, то оголившееся дно полей испарения станет источни-

ком распространения солей сухого сульфата, которые будут подниматься ветром и разноситься на огромные расстояния, как это происходит на Арале.

В условиях интенсификации процессов добычи и переработки нефти и газа снизить экологически вредные выбросы можно путем комплексного использования углеводородного сырья, то есть полного извлечения полезной части ресурсов и минимизации отходов.

Технологическое переоснащение предприятий по добыче и переработке нефти и газа с вводом в производство прогрессивного высокопроизводительного оборудования, позволяющего резко снизить потери и улучшить экологическое состояние производств. Ввод в производство новых мощностей требует выполнения повышенных требований к метрологическому обеспечению. В этой связи особое место занимают совершенствование метрологического контроля производства в части выполнения требований экологической безопасности и проведение метрологического надзора и контроля над средствами измерений, контроля и испытаний.

В настоящее время предметом особого беспокойства стало открытие крупных нефтегазоконденсатных месторождений в зоне Прикаспия. Расположенные в совершенно новом для отрасли подсолевом комплексе, они имеют сходные параметры залегания и физико-химический состав углеводородного сырья. Эти же характеристики отличают их от всех типов нефти, конденсата, газа, извлекаемых на ранее введенных в разработку структурах. Повышенная агрессивность сырья, приуроченного к структурам подсолевого комплекса, предопределена большим содержанием сероводорода, меркаптанов, углекислого газа. Разработка Жанажолского, Карачаганакского и Тенгизского месторождений, наглядно показала на результатах деятельности высокую экологическую опасность добычи углеводородов.

Критическое положение может сложиться на нефтеперерабатывающих заводах республики, где основные фонды длительное время не обновлялись и вышли за пределы их физического и морального износа, что является прямым нарушением требований инвестиционной политики. Например, на Атырауском заводе это может привести к значительным выбросам вредных веществ в окружающую среду. Следует при этом отметить, что при переработке 1 тонны нефти доля ущерба, наносимого народному хозяйству выбросами углеводородов, составляет 82 %, а диоксида серы и сероводорода - 10,5 %.

Приведенные данные имеют отношение к переработке нефти, содержащей высокотоксичных примесей в больших концентрациях. В нефти новых месторождений Западного Казахстана точно так же, как и в природном газе, конденсате, добываемых в этой зоне, содержание таких соединений в них исключительно велико. В связи с этим воздействие этого угле-

водородного сырья на каждой стадии (добыча, транспортировка, переработка) будет намного выше.

В сложившихся условиях отрасль характеризуется большими потерями. Об этом свидетельствует и то, что доля топочного мазута – одного из видов исходного сырья для получения топлив, масел и другой продукции, все еще находится на уровне 40-45 %.

Высокие суммарные потери нефтегазовых ресурсов на месторождениях Казахстана обязывают ускорить разработку ресурсосберегающих технологий и мер, направленных на максимальную утилизацию газообразных и комплексное использование жидких углеводородов. Это объясняется тем, что добываемые в республике нефть, природный газ, конденсат содержат в своем составе многие вещества и соединения, выделение которых в отдельные продукты имеет громадное экономическое и экологическое значение. К такой продукции относятся соединения ванадия и никеля в нефтяных месторождениях Каражанбас и Каламкас, серы и ее соединений в нефти, природном и попутном газе, конденсате месторождений Тенгиз, Карачаганак, Жанажол.

В соответствии с Программой по развитию нефтегазового сектора в Республике Казахстан на 2010 - 2014 годы (далее - Программа), разработанной в рамках Государственной программы по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010 - 2014 годы и утвержденной Указом Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года № 958, был принят курс по коренному улучшению состояния производственного комплекса нефтегазодобывающих и перерабатывающих отраслей, эффективному его использованию и выполнению требований экологической безопасности всех технологических процессов, [1].

В рамках опытно-промышленных работ, проводится восстановление замазученных территорий цеолитно-микробиологическим методом, позволяющим с помощью бактерий-деструкторов углеводородов вернуть потенциальные плодородные свойства почвы. Применяются высокопроизводительное оборудование по переработке трудноразрушаемой нефти, установки по переработке нефтешламов методом термодесорбции. Для проведения ликвидационных работ с минимальным негативным влиянием на окружающую среду, применяются высокотехнологичные мобильные комплексы по переработке замазученного грунта и нефтешлама производительностью 30 тонн в час. Все эти нововведения требуют комплексной оценки в части разработки требований метрологического обеспечения технологических процессов и их аттестации, организации метрологического контроля и надзора над производством и средствами измерения с целью обеспечения точности.

Крупнейшие месторождения Казахстана Тенгиз, Кашаган, Карача-

ганак характеризуются высоким содержанием сероводорода в попутном газе, а также аномально высоким пластовым давлением. С учетом работы в условиях чувствительной экологической среды, данные особенности в дополнение к "традиционным" условиям производства (пожароопасность, взрывоопасность, токсичность и т.п.) требуют повышенных мер безопасности. Разработка и выполнение системы контроля над состоянием элементов противовыбросового оборудования с целью предупреждения аварий. В этой связи особенно эффективно наличие действенного контроля над разведывательным бурением и эксплуатацией скважин. К настоящему времени в КСКМ пробурено 43 скважины, построены 3 искусственных острова, ликвидированы 24 из 187 скважин, ранее пробуренных в условиях суши и ныне затопленных вследствие подъема уровня моря. В Атырауской и Мангистауской областях на суше разрабатываются несколько десятков месторождений нефти и газа, являющихся также потенциальными источниками загрязнения моря и береговой зоны из-за наличия загрязненных участков почвы, скопления различных по объему и составу отходов нефтедобычи, промышленной и бытовой деятельности. В перспективе планируется интенсивное расширение нефтяных операций в акватории и прибрежной зоне Каспийского моря с бурением новых разведочных и эксплуатационных скважин, строительством искусственных островов, нефтепроводов и газопроводов, дальнейшим увеличением мощности танкерного флота, что, в свою очередь, ведет к определенному росту нагрузки на состояние окружающей среды в регионе. Расширение нефтяных операций в акватории Каспийского моря с его высокой экологической чувствительностью, обусловленной замкнутостью и отсутствием связи с Мировым океаном, согласно требованиям законодательства Республики Казахстан и условиям международных правовых актов, потребует от операторов и участников морских проектов обеспечения полной экологической безопасности региона, в том числе при аварийных разливах нефти и ликвидации их последствий.

Несмотря на достигнутые результаты целевого производства и вводимые мероприятия и современное оборудование, состояние экологической обстановки в добывающих регионах остается по-прежнему не удовлетворительной, а в ряде случаев катастрофической. При этом особенно актуальным становятся пересмотр нормативов выбросов загрязнений окружающей среды и разработка методов их контроля на всех этапах технологической цепи основного производства. Как правило, перечень источников выбросов и их характеристики определяются для проектируемых объектов – на основе проектной информации, а для действующих объектов – на основе инвентаризации источников выбросов, которая должна сопровождаться проведением отбора проб и аналитическими исследованиями.

Исходя из необходимости разрабатывать и осуществлять политику и меры, направленные на сокращение выбросов ПГ, в Казахстане проводится инвентаризация выбросов ПГ на уровне предприятий. В этой связи приказом Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 24 ноября 2009 г. № 251 утверждена Методика расчета выбросов парниковых газов от деятельности по сжиганию топлива, утечек при добыче, хранении и транспортировке угля, нефти и газа, производстве чугуна, стали, ферросплавов, глинозема, алюминия и цемента. [1, 2].

В основу методики расчета выбросов парниковых газов для предприятий положены Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 1996 и 2006 гг., являющиеся принятой для всех стран методологией, рекомендациям и принципам которой должны соответствовать отчеты о выбросах и стоках парниковых газов, предоставляемые странами Приложения 1 РКИК ООН в ее секретариат. Методику (разделы 3-5) рекомендуется использовать для расчета выбросов парниковых газов при проведении ежегодной инвентаризации, а также может быть использована при формировании заявки на выдачу квоты на выбросы парниковых газов в атмосферу в соответствии с «Правилами ограничения, приостановления и снижения выбросов парниковых газов в атмосферу», действующими на момент формирования заявки. Паспорта инвентаризации парниковых газов предприятий представляются в Уполномоченный орган в области охраны окружающей среды. Уполномоченный орган проводит регистрацию паспорта и присваивает соответствующий регистрационный номер. На основе Регистрационного номера данные Паспорта инвентаризации парниковых газов предприятия вносятся в государственный кадастр парниковых газов, который ведётся подведомственной организацией, определяемой Уполномоченным органом.

В соответствии с Киотским протоколом учет и регулирование осуществляется для следующих парниковых газов: диоксид углерода (CO₂), метан (CH₄), закись азота (N₂O), ГФУ (гидрофторуглероды), ПФУ (перфторуглероды) и гексафторид серы (SF₆), которые обладают прямым парниковым эффектом. В данной методике рассматриваются первые три из шести перечисленных выше парниковых газов, а также ПФУ (CF₄ и C₂F₆) при производстве алюминия. Согласно методологии МГЭИК, основными источниками выбросов парниковых газов в атмосферу в Казахстане являются пять категорий источников эмиссий, или секторов: энергетическая деятельность; промышленные процессы; сельское хозяйство; землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство; отходы. Данная методика расчета выбросов ПГ включает только две из перечисленных выше категорий - энергетическая деятельность и промышленные процессы. По остальным категориям будут разработаны отдельные методики расчета. Данная методика, основана

на факторе выбросов.

Указанная методика расчета технологических выбросов, совместно с другими нормативными документами и ГОСТами (например, МИ 2773-2002 ГСОЕИ. Порядок метрологического обеспечения ввода в эксплуатацию систем измерения количества нефти, МИ 2837-2003 ГСОЕИ. Приемосдаточные пункты нефти. Метрологическое и техническое обеспечение, СН РК 3.02-15-2003 Нормы технологического проектирования. Склады нефти и нефтепродуктов, система стандартов по разделу 75. Добыча и переработка нефти, газа и смежные производства и т.п.) в сложившихся условиях технологически обновляемого производства требует дополнительных исследований в разделе оценке качества метрологического обеспечения и совершенствования методологии анализа количественного состава промышленных выбросов с целью повышения точности измерений, а, следовательно, улучшения экологической обстановки. [3, 4]. Эти исследования необходимо проводить в сотрудничестве с передовыми в данных областях университетами и НИИ, например, Московский государственный институт метрологии и измерительных приборов (РФ), Белорусский национальный технический университет (Республика Беларусь), РГП «Казахстанский институт метрологии» (РК) и др.

В этой связи создание и развитие ЕврАзЭС, как реально работающего интеграционного объединения является безальтернативной, первоочередной и стратегической необходимостью для казахстанских предприятий в области не только основной производственной деятельности, но также в торговле и научно-техническом сотрудничестве.

Литература

1. Об утверждении Программы по развитию нефтегазового сектора в Республике Казахстан на 2010 - 2014 годы: Постановление Правительства РК от 18 октября 2010 года № 1072
2. Об утверждении Единых правил разработки нефтяных и газовых месторождений Республики Казахстан: Постановление Правительства РК от 18 июня 1996 г. N 745
3. СН РК 3.02-15-2003. Нормы технологического проектирования. Склады нефти и нефтепродуктов. Technological design codes. Oil and oil products stores.
4. Об утверждении Методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду: Приказ Министра охраны окружающей среды РК от 21 мая 2007 года N 158-п.

УДК 613. 63 (075)

КОНТРОЛЬ РАДИАЦИИ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

¹Свамбаев Ж. А., ¹Свамбаев Е. А., ¹Тусупбекова С.Т., ¹Султанбеков Г.А.,
²Свамбаев А.С.

¹ТОО ФТВ “Сотрану”, ²Казахский Национальный Технический Университет им.
К.И. Сатпаева, г. Алматы

In work authors inform biological efficiency of a various quality monitoring of radiation with use of young growing animals and embryos. Authors consider at use in experiences of animals and embryos it is necessary to define specific sensitivity of used object an estimation of a situation. In opinion of authors calculation of a doze of an irradiation and physical gauging not completely provides safety of an organism from negative influence of the radioactive beginnings.

По сообщению в СМИ Республика Казахстан по добыче урана занимает первое место в мире.

В различных странах мира применяются три основных способа добычи урана. Наибольшая доля при этом приходится на открытый способ добычи в карьерах, на втором месте подземная добыча с использованием шахт, на третьем месте подземное скважинное выщелачивания и на последнем месте производства урана при добычи меди, титана и других металлов. Все способы добычи урана является радиационном токсикологическом плане особо опасными объектами производство.

Ядерный топливный цикл включает в себя добычу урановой руды, химическое выделение из последнего урана, процессы обогащения, изготовления твэлов, использования в реакторе, выдержку отработанного топлива, его переработку и захоронения радиоактивных отходов.

В работе с радиоактивными материалами основу безопасности и обеспечение жизнедеятельности составляет вопросы контроля уровня радиации. Основной целью радиационного контроля является обеспечение основных дозовых пределов и производственных уровней радиационно-опасных факторов. Эти параметры устанавливаются нормативными документами по обеспечению радиационной безопасности, где предусмотрено получение информации, необходимой для оптимизации защиты и принятие решений о возможности вмешательства в случаях повышенного радиационного воздействия на людей и, особенно, на персонал, непосредственно выполняющий работу на опасном участке, загрязнения объектов окружающей среды. Поэтому во всех предприятиях с целью недопущения бесконтрольности по радиационному воздействию обеспечивается оперативный радиационный контроль над состоянием обстановки [1-4].

При установлении оперативного радиационного контроля на местах все работы должны согласоваться с территориальными органами, непо-

средственно осуществляющие постоянный контроль за деятельностью объекта, где сосредоточен непосредственный источник радиационно-опасных факторов.

Во всех случаях радиационного контроля объектов значения контрольных уровней осуществляется исходя из принципа оптимизации с учетом нижеследующих критериев:

- неравномерности радиационного воздействия во времени;
- сохранения уже достигнутого уровня радиационно-опасных факторов в контрольной точке ниже допустимого и дальнейшего его снижения;
- учет эффективности мероприятий по улучшению радиационной обстановки согласованный с органами госсанэпидслужбы.

В основу принципа организации радиационного контроля на предприятиях добычи и переработки урана входят следующие задачи:

–Установление границ контролируемых зон на предприятиях добычи и переработки урана, определяется специалистами, кроме того, на данной территории ведется постоянный контроль уровней радиационно-опасных факторов физическими методами анализа и математическими расчетами. Однако, как показывают опыты, расчеты и физические замеры, т.е. данные не полностью обеспечивают безопасность. Во-первых, необходимо использовать персональные данные с учетом физиологического, клинко-биохимического состояния организма персонала в одном случае, а в другом, то есть математический расчет биологического состояние не дает конкретного результата обеспечивающий безопасность. При определении критерия безопасности среды обитания необходимым использовать биологически тест. При этом предварительно определив динамику опасного реагента в данном случае химического элемента урана для организма [3-7].

Для определения распределения в организме и биологической оценки дозы урана мы использовали методику "Чесни и Мак Курда" (1934), принятой в медицинской практике для определения усвояемости биологических препаратов. В результате установлены некоторые отличия в расчетах между физическими и биологическими оценками. Так, например, суммарный предельный уровень в источнике радиационно-опасного фактора не превышающий 5 мЗв в год по нормам замеров физическая величина является допустимым уровнем. А контроль допустимых уровни радиационно-опасных факторов альфа излучающих радионуклидов ряда урана 238, где эффективная доза соответствующий 20 мЗв в год, при расчете в производственных условиях с учетом объема выдыхаемого воздуха $2,4 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ в год количество поступающего урана равняющиеся на человека 500 мг в течение года является тоже допустимым. Эти показатели согласно физическим замерам и показаниями приборов соответствует безопасным уров-

ням. Однако, введения подопытным цыплятам указанную дозу вызывает смерть и уран в организме распределяется неодинаково (рис. 1).

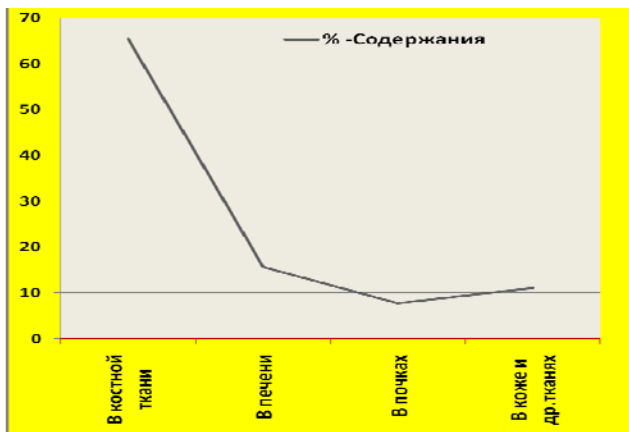


Рис. 1. Содержание урана в организме после нагрузки (%)

При этом максимальное количество урана в организме откладывается в костях, на втором месте по количеству отложенного урана является печень, и в убывающем порядке идут другие органы и ткани. Поэтому, учитывая динамику распределения в организме радиоактивных элементов, в частности урана, необходимо использовать молодых растущих животных как модель по определению токсичности и радиоактивности. При использовании молодых организмов для определения тест дозы по безвредности нужно учитывать видовую чувствительность животных для этого проводит эксперименты на разных видах животных. Для проведения исследования мы использовали образцы раствора урана с различными содержаниями его и с уровнем радиации (рис. 2).

Для горнодобывающих предприятий возможна оценка вклада в эффективную дозу долгоживущих альфа излучающих радионуклидов расчетным путем по результатам исследования производственной пыли на содержание урана 238. И в данном случае, поскольку в равновесном семействе урана присутствуют 5 долгоживущих альфа активных радионуклидов, то суммарная альфа активность может быть рассчитана по формуле: $S_{дрн} = 5 \cdot 10^{-6} C_n \cdot C_u$,
 Где: $S_{дрн}$ – суммарная альфа активность воздуха рабочей зоны (Бк/м³);
 C_n – среднегодовая запыленность воздуха рабочей зоны (мг/м³);
 C_u – удельная активность урана 238 в производственной пыли или пылеобразующем материале (Бк/кг).

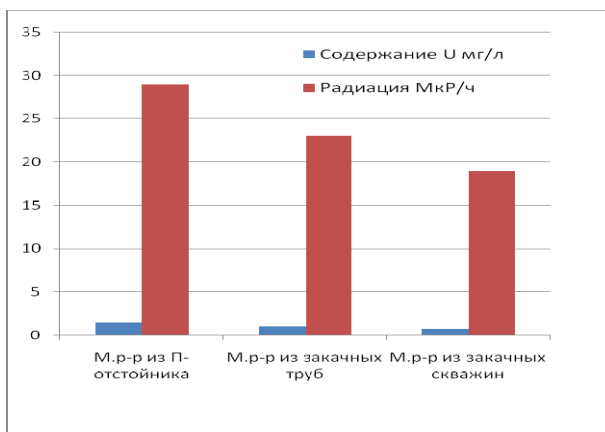


Рис.2. - Содержание урана в маточном растворе

Приводимая методика расчета не полностью отвечает требованию. Потому что суммарная альфа активность воздуха рабочей зоны зависит от непосредственной запыленности воздуха рабочей зоны. При этом необходимо учитывать, что определенные пылевые частицы в некоторых случаях поглощают альфа лучи и часто получается занижение альфа активности при замерах. Однако этот же сухой остаток, введенный в организм подопытным животным, дает результат по радиационно-токсическому эффекту с последующими отдаленными последствиями.

Для обеспечения гарантированной радиационно-токсикологической безопасности считаем, необходимым проводить одновременный биологический контроль радиации объекта, с использованием эмбрионов подтверждающих правильность и безопасность расчетов и замеров.

Использование молодых растущих организмов и эмбрионов для оценки радиационно-токсикологической ситуации является гарантией по обеспечению защиты и профилактики жизнедеятельности в среде обитания не только персонала ну и всего населения и территории проживания.

Литература

1. Свамбаев Ж. А. Обеспечение охраны труда при получении пероксида урана – Материалы VII Конгресс обогатителей стран СНГ, Московский государственный институт стали и сплавов, Москва, 02-04 марта 2009 год.
2. Тусупбекова С.Т., Свамбаев Е. А., Свамбаев Ж. А., Султанбеков Г. А., Акмурзаев С.К., Свамбаев А. Влияние токсической дозы урана на содержание DL- α - токоферола и селена в организме. – Материалы VII Конгресс обогатителей стран СНГ, Московский государственный институт стали и сплавов, Москва, 02-04 марта 2009 год.

3. Свамбаев Ж. А., Свамбаев Е. А., Султанбеков Г.А. Свамбаев А.С., Тусупбекова С.Т., Акмурзаев С. К. Значение горнорудного производства в распространении токсических элементов. Доклады V Международной научно-практической конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» том 2 стр.366-370. (5-18 октября 2008г.) Семей–2008 г.
4. Свамбаев Е. А., Свамбаев Ж. А., Султанбеков Г.А., Свамбаев А., Джуламанов Т. Д. Промышленно-токсикологическая опасность добычи урана методом подземного выщелачивания. – Материалы VI Конгресса обогатителей стран СНГ, Московский государственный институт стали и сплавов, Москва, 2007г.
5. Свамбаев Е. А., Свамбаев Ж. А., Султанбеков Г. А., Свамбаев А., Джуламанов Т. Д. Токсикологические значения отходов при добыче и переработке урана. – Материалы VI Конгресс обогатителей стран СНГ, Московский государственный институт стали и сплавов, Москва, 2007 год.
6. Свамбаев Е. А., Свамбаев Ж. А., Султанбеков Г. А., Свамбаев А., Джуламанов Т. Д. Особенность обеспечения радиационно-токсикологического контроля при транспортировке урана – Материалы VI Конгресс обогатителей стран СНГ, Московский государственный институт стали и сплавов, Москва, 2007 год.
7. Свамбаев А. «Основы токсикологии» Учебник для вузов. Алматы 2004 г.

УДК 504.052

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Смирнякова В.В., Нелюхина В.А.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Горное производство технологически взаимосвязано с процессами воздействия человека на окружающую среду с целью обеспечения сырьевыми и энергетическими ресурсами различных сфер хозяйственной деятельности. Стремительный рост потребления природных ресурсов сопровождается не только изменением количественных масштабов антропогенного воздействия, но и появлением новых факторов, влияние которых на природу, ранее незначительное, становится доминирующим. Наносимый природным компонентам ущерб ведёт к ощутимым последствиям и отражает обратную реакцию этого воздействия.

В настоящее время угольная промышленность России является одной из экологически неблагоприятных отраслей народного хозяйства. Основное негативное воздействие на природные ресурсы оказывают выбросы угледобывающих предприятий в атмосферу, загрязнение поверхностных и подземных вод, изъятие земель и образование отходов.

Наиболее характерными направлениями негативного воздействия угледобывающих предприятий на природные комплексы являются:

1. Загрязнение воздушного бассейна выбросами промышленных и коммунально-бытовых котельных, аспирационных систем, горящих породных отвалов и др.

2. Загрязнение подземных и поверхностных водных объектов шахтными и хозяйственно-бытовыми сточными водами предприятий, городов и поселков.

3. Частичное истощение водных ресурсов и нарушение гидрологического режима подземных и поверхностных вод под влиянием горных работ.

4. Изъятие из землепользования и нарушение десятков тысяч гектаров земель при загрязнении их отходами добычи и переработки угля [1, 2].

Доля угольной промышленности в общероссийских показателях загрязнения окружающей природной среды (2012 г.) в среднем составляет:

- по выбросам вредных веществ в атмосферу – 3 %;
- сбросу загрязненных сточных вод – 7 %;
- общей площади нарушенных земель – 9 %.

Горное производство оказывает существенное влияние на загрязнение атмосферного воздуха в угледобывающих регионах.

При подземном способе добычи полезных ископаемых источниками загрязнения являются поступающий в атмосферу рудничный воздух с ухудшенным (по сравнению с атмосферным) пылегазовым составом, выбросы газа и пыли вследствие ветровой и водной эрозии, окисления и самовозгорания угля и пород в отвалах. При открытом способе - газопылевые выбросы от производства буровзрывных и погрузочно-транспортных работ, пылевое загрязнение в результате ветровой и водной эрозии поверхности отвалов, уступов карьеров, а также газовое загрязнение, связанное с работой автотранспорта, оснащенного двигателем внутреннего сгорания и самовозгоранием полезного ископаемого и вмещающих пород.

В оценке воздействия производственной деятельности на окружающую среду одним из важнейших критериев являются действующие в настоящее время нормативы загрязнения.

В 2012 г. количество веществ выброшенных в атмосферу сверх нормативов, составляло 260,9 тыс.т, что указывает на необходимость последовательной и целенаправленной работы по снижению выбросов загрязняющих веществ до разрешенных пределов, совершенствованию методов и средств контроля за выбросами в атмосферу, внедрению автоматизированной системы экологического мониторинга.

Из общего количества отходящих вредных веществ, образующихся за технологический цикл добычи угля, почти половина выбрасывается без очистки, образуя зоны с повышенным уровнем загрязнения [1 - 3].

Эффективность очистки в среднем по отрасли составляет 46,6 %, по твердым веществам – 82,4 %.

Основными путями снижения загрязнения атмосферного воздуха предприятиями отрасли и отрицательного влияния на окружающую среду является:

- совершенствование процессов сжигания топлива, обеспечивающие минимальные объемы пылегазообразования;
- внедрение малоотходных технологий, улучшение качества сырья и топлива;
- использование экологически безопасных технологий складирования вмещающих пород и нейтрализация вредного влияния на ландшафт горящих терриконов и пылящих отвалов.

Горнодобывающая отрасль относится к наиболее водопотребляющим отраслям промышленности. В основном вода изымается на производственные нужды (в т.ч. попутно забираемые воды) и на хозяйственно питьевые нужды.

Отличительной особенностью водного хозяйства горной промышленности является то, что забор воды и сброс ее в процессе добычи превышают потребление воды на производственные нужды отрасли более чем в 3 раза, причем для шахт в 7 раз, для разрезов в 4,5 раза.

Основными элементами водопотребления и водопользования горного предприятия являются:

- откачка подземных вод при разработке месторождения;
- увеличение запасов поверхностных и подземных вод в результате сброса отработанных вод;
- загрязнения природных вод;
- удовлетворение потребностей горного предприятия в технической и пресной воде за счет водоснабжения извне или передача воды другим предприятиям других отраслей региона;

В целом влияние горного производства на водные ресурсы значительное. Оно проявляется в изменении водного режима, загрязнении и засорении водных объектов. Строительство и эксплуатация карьеров рудников и угольных шахт, подземных транспортных коммуникаций, туннелей и других сооружений существенно осложняется наличием подземных и поверхностных вод, в этой связи возникает деформация горных выработок, снижается производительность оборудования, усложняются буровзрывные работы и т.д. [1, 2].

Эффективное средство борьбы с водопротоком - осушение месторождений полезных ископаемых, для этих целей осуществляют отвод русел рек, ручьев и т.д., открытый дренаж и глубинный дренаж.

При осушении месторождений, особенно при открытых горных работах, прежде всего истощаются запасы высококачественных пресных вод,

которые согласно основам водного законодательства должны использоваться преимущественно для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В целом со сточными водами угольных предприятий в естественные водоемы ежегодно сбрасывается до 180 тыс. т взвешенных веществ и минеральных солей, что резко ухудшает санитарно-гигиеническую обстановку.

Большое значение для сохранения водных ресурсов имеет очистка сточных вод горных предприятий. В технологических схемах наиболее широко применяют механические, химические и биологические методы очистки.

Водные бассейны загрязнены практически во всех угольных регионах России. Особенно неблагоприятное положение сложилось в Донецком и Кузнецком Бассейнах.

В решении проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов при разработке месторождений полезных ископаемых, как и в решении проблемы рационального и эффективного водопользования можно выделить три направления.

Первое заключается в обеспечении максимально возможного отделения антропогенного (промышленного, сельскохозяйственного, бытового) водооборота от природного.

Второе направление предполагает всемерную очистку сбросовых и сточных вод.

Третье перспективное направление в улучшении использования водных ресурсов - снижение водоемкости производства воды на единицу продукции.

Экологическая стратегия горного предприятия по рациональному водопользованию должна базироваться на учете водного фактора на всех уровнях горного цикла, начиная со стадии геологической разведки месторождения и заканчивая использованием полученного продукта потребителем. На стадии обоснования схем вскрытия и разработки месторождения необходимо предусматривать мероприятия, максимально снижающие водоприемы и нарушения гидрологии района.

Угледобывающая промышленность оказывает воздействие, связанное с нарушением земель при добыче полезных ископаемых, геологоразведочных, строительных и других работах, приводящих к нарушению покрова и гидрогеологического режима местности, образованию техногенного рельефа и к другим качественным изменениям земель.

На горном предприятии основная доля нарушенных земель, до 90 %, приходится на горные выработки и внешние породные отвалы. В настоящее время при добыче 1 млн. т. угля нарушается от 3 до 43 га.

Нарушение земель отрицательно сказывается на их биологических, эрозивных и эстетических характеристиках. Они приводят к гибели или

деградации растительного покрова, ухудшению качества и изменению структуры или к потере плодородного слоя.

Определяющее место в решении проблемы охраны и рационального использования земельных ресурсов занимают мероприятия, направленные на увеличение площади рекультивируемых земель для целенаправленного использования их в народном хозяйстве [1, 4].

Одним из путей снижения давления на окружающую среду и сбережения ресурсов может быть комплексное использование техногенного минерального сырья, содержащегося в отходах горного производства, поскольку при этом одновременно решаются вопросы экономии природного минерального сырья за счет использования техногенного, высвобождения земельных угодий, изъятых под отвалы уменьшения загрязнения окружающей среды твердыми и пылевидными отходами производства [4].

Неудовлетворительное состояние мониторинга на предприятиях не позволяет создать объективную картину воздействия предприятий угольной промышленности на загрязнение регионов и разработать комплекс мероприятий по управлению этими воздействиями.

Таким образом, угледобывающие предприятия оказывают неблагоприятное воздействие на все компоненты окружающей природной среды. Для снижения негативных воздействий функционирования угледобывающих предприятий и улучшения экологической ситуации в угледобывающих регионах необходимо осуществлять природоохранные мероприятия, используя при этом данные экологического мониторинга.

Литература

1. Гирусов Э. В. Экология и экономика природопользования / Э.В. Гирусов и др. – М.: Закон и право, ЮНИТИ, 2008. – 455 с.
2. Голицын А.Н. Основы промышленной экологии – М.: ИРПО, Издательский центр «Академия», 2008. – 240 с.
3. Диксон Д. Экономический анализ воздействий на окружающую среду / Д. Диксон, Л. Скура, Р. Карпентер, Л. Шерман: Пер. с англ. – М.: Вита-Пресс, 2009. – 259 с.
4. Кулагина Г.Д. Экономика природопользования: Учебно-практическое пособие – М.: МЭСИ, 2008. – 232 с.

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ АЭРОЗОЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАМЫВНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ МАССИВОВ

Стриженок А.В.

*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
г. Санкт-Петербург*

В представленной работе рассматривается способ решения проблемы аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха при эксплуатации хранилищ отходов обогащения. В качестве технологического решения, позволяющего снизить антропогенную нагрузку, предложена разработанная авторами технология закрепления открытых пляжей хвостохранилищ битумной эмульсией, которая основана на использовании современного транспорта, обладающего высокой проходимостью по влагонасыщенным грунтам со слабой несущей способностью.

Интенсивное развитие промышленности, увеличение населения в городах и промагломерациях, высокие темпы роста технологического прогресса – всё это неизбежно приводит к образованию огромного количества отходов, значительная доля которых принадлежит горнодобывающей и горно-перерабатывающей отраслям промышленности [2].

Технологические процессы добычи и переработки полезных ископаемых неразрывно связаны с потреблением природных ресурсов и формированием отходов различных классов опасности. Накопление этих отходов на поверхности Земли и их воздействие на компоненты природной среды на сегодняшний день является одной из главных экологических проблем минерально-сырьевого комплекса России [1].

Ежегодно из недр Земли извлекается около 100 млрд. тонн полезных ископаемых, в результате добычи и переработки которых в окружающей природной среде накапливается около 17,4 млрд. тонн твердых и жидких отходов. Несмотря на их высокую экологическую опасность, преобладающим способом их утилизации в настоящее время остается наземное размещение с использованием площадок складирования в виде техногенных массивов [2]. Только в России в 2012 году площадь земель, нарушенных в результате складирования этих отходов, составила более 5 миллионов гектаров, что привело к ухудшению санитарно-гигиенической обстановки на данных территориях, повышению заболеваемости и смертности населения, уменьшению видового разнообразия животных и растений, нарушению и видоизменению естественных ландшафтов, а также утрате природных ресурсов.

Основное негативное воздействие на компоненты окружающей природной среды при формировании хранилищ отходов обогащения полезных ископаемых оказывает ветровое пыление пляжей и бортов дамбы

намывных техногенных массивов, в результате чего атмосферный воздух региона подвергается интенсивному аэрозольному загрязнению. При этом происходит формирование техногенных атмо-, гидро- и литохимических аномалий на территориях, общая площадь которых может достигать нескольких сотен км². Особую значимость решение этой проблемы приобретает для селитебных территорий, так как ухудшение санитарно-гигиенической обстановки на данных территориях приводит к повышенному уровню врождённой заболеваемости лёгких и бронхов у детей и высокому уровню заболеваемости пневмокозиозом у взрослых [3].

На сегодняшний день разработаны различные средозащитные мероприятия, позволяющие снизить техногенную нагрузку хранилищ отходов на селитебную территорию, однако все они имеют свои недостатки.

Так, например, основным и наиболее надёжным способом закрепления пылящих поверхностей намывных техногенных массивов на сегодняшний день является их реагентное закрепление. В качестве реагентов чаще всего используются отходы переработки нефтепродуктов: лигносульфонаты, битумные эмульсии и т.д. Нанесение реагентной смеси, как правило, осуществляется при помощи прицепных гудронаторов, а в качестве тяговой силы используются тракторы на гусеничном ходу. У такого способа существует ряд недостатков, основной из которых – это невозможность закрепления свеженамытых пляжей хвостохранилища, обладающих высокой влажностью и слабой несущей способностью. В период намыва хвостов пыление пляжной зоны не происходит, так как поверхность хвостохранилища сильно увлажнена. В первую неделю после окончания намыва хвостов на определённой территории поверхность техногенного массива остаётся сильно увлажнённой, что исключает возможность пылевыделения с данной площади. Однако в силу преобладания мелкодисперсной фракции в хвостах (средневзвешенная крупность хвостов в среднем составляет 0,1 мм) поверхность хвостохранилища в летний период года высыхает в среднем за одну неделю, в то время как период полной усадки пляжа после его намыва составляет 1-2 месяца. В этот промежуток времени пляжи хранилища отходов на глубине более 20-30 см остаются сильно увлажнёнными и обладают минимальной несущей способностью, а с поверхности пляжной зоны уже происходит интенсивное пылевыделение под действием ветровой нагрузки [1]. Общая масса прицепного гудронатора с трактором составляет более 12 т., что делает невозможным передвижение данной техники по свеженамытым пляжам. Таким образом, использование данной технологии требует доработки для повышения эффективности пылеподавления [3].

Проанализировав сложившуюся ситуацию и проведя обзор существующих в мировой практике методов пылеподавления, их анализ и облас-

ти применения, авторами была разработана новая технология реагентного закрепления пляжей намывных техногенных массивов, в основе которой лежит использование современного транспорта, обладающего универсальной проходимостью по сильноувлажнённым, обладающим слабой несущей способностью грунтам. В качестве такого транспортного средства предлагается использование судна на воздушной подушке (СВП).

Судно на воздушной подушке в обычных условиях предназначено для круглогодичной эксплуатации в качестве разъездного, пассажирского, спасательного, туристского, медицинского и грузового транспорта в тех местах, где отсутствуют автомобильные и железнодорожные пути сообщения. Основными достоинствами СВП являются: быстроходность; способность передвигаться по мелководью, болотам, глубокому снегу, битому льду, вязким и сильно увлажнённым грунтам и преодолевать пологие береговые склоны, промоины и отмели; повышенная маневренность и устойчивость [4].

Устройство для осуществления закрепления пылящих поверхностей намывных техногенных массивов, изображённое на рис. 1, представляет собой судно на воздушной подушке (1), движение которого осуществляется за счёт мощного дизельного двигателя (2) и расположенного сзади винта (3). На палубе СВП смонтирована ёмкость для битумной эмульсии (4) и гудронатор (5), при помощи которого осуществляется закрепление пылящих поверхностей анионной битумной эмульсией. Нанесение битумной эмульсии на пылящую поверхность осуществляется при помощи распределительных форсунок (6).

Технология закрепления пылящих поверхностей намывных техногенных массивов заключается в том, что СВП постепенно перемещается с небольшой скоростью по намывным пляжам хранилищ отходов, основаниям и откосам дамб хвостохранилищ, а также по прилегающей территории, осуществляя обработку пылящих поверхностей связующим реагентом. В качестве средства пылеподавления может быть использован не только гудронатор, как представлено на рисунке 1, но и любое другое средство пылеподавления, например, гидромонитор с возможностью поворота в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Быстроходность СВП и отсутствие на нём колёсной или гусеничной базы даёт возможность перемещаться по всей территории намывных техногенных массивов, в том числе по свеженамытым пляжам, обладающим высокой влажностью и слабой несущей способностью, дамбе хвостохранилища и прилегающей территории, не нарушая при этом целостность защитной плёнки на уже обработанных территориях, а также осуществлять оперативное пылеподавление в зонах интенсивного пыления независимо

от метеорологических условий и состояния поверхности хвостохранилища в момент проведения работ.

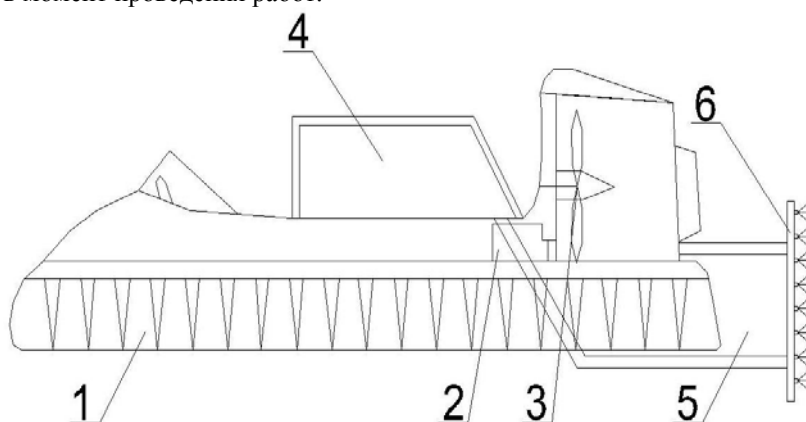


Рис. 1. - Устройство для закрепления пылящих поверхностей намывных техногенных массивов

Закрепление связующим реагентом прилегающей территории в радиусе 10-15 метров позволяет повысить эффективность снижения пыления пляжей намывных техногенных массивов и исключить выдувание пыли из-под защитного слоя. Средство пылеподавления выбирается в зависимости от климатических и физико-географических условий региона расположения намывного техногенного массива и общей площади пылящих поверхностей [3].

Представленный способ закрепления пылящих поверхностей намывных техногенных массивов позволяет создать современное технологическое решение для борьбы с пылением на действующих хранилищах отходов, обеспечивающее эффективное снижение антропогенной нагрузки на длительный период, а также даёт возможность своевременного реагирования на изменение метеорологических параметров и оперативного пылеподавления зон интенсивного пылеуноса, в том числе в условиях крайнего севера с отрицательными среднегодовыми температурами и высокими скоростями ветра [4].

Литература

1. Пашкевич М.А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. СПб.: СППГИ (ТУ), 2000. 230с.
2. Пашкевич М.А. Экологический мониторинг: учебное пособие. СПб.: СППГИ (ТУ), 2002. 90с.

3. Пашкевич М.А., Стриженок А.В. Снижение негативного воздействия техногенных массивов на качество атмосферного воздуха. Материалы 8-ой Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики», Т.2. – Тула: ТулГУ, 2012. – С.299-306.
4. Стриженок А.В. Технология закрепления пылящих поверхностей намывных техногенных массивов. Студенты и молодые учёные – инновационной России: материалы работ молодёжной научной конференции. - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2013. – С.194-196.

УДК 004.9 + 711.142

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Струков В.Б., Медведев А.В., Демидова Е.В.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассмотрено применение многофакторного анализа загрязнения почвенного покрова города Тулы по 15 химическим элементам для расчета понижающих коэффициентов кадастровой стоимости земельных участков.

Загрязнение городского почвенного покрова является существенным фактором, влияющим на здоровье населения. Промышленные предприятия города Тулы, в особенности металлургического направления, а также транспорт являются основными источниками загрязнения такими металлами как В, Ва, Со, Сr, Сu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, V, W, Zn. При этом на концентрацию данных элементов в почве влияет как район расположения источника, так и роза ветров.

Несомненно, что загрязнение определенных городских территорий, и их близость к источникам загрязнения влияет негативно на оценку недвижимости в этих районах. Однако, в настоящее время уровень загрязнения вредными веществами, в том числе почвенного покрова не учитывается в кадастровой стоимости земельных участков, что по нашему мнению не позволяет объективно оценить их существенные качественные различия.

Нами была поставлена задача выявить зоны максимального загрязнения города Тулы по 15 крайне опасным для здоровья человека химическим элементам: В, Ва, Со, Сr, Сu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sr, V, W, Zn

В отличие от ранее проведенных исследований [1] нами ставились задачи обобщения загрязнения почвенного покрова по их суммарному воздействию с целью использования данного критерия для кадастровой оценки земельных участков. Для решения поставленных задач применялись методы пространственного анализа, основанные на оверлейных опе-

рациях: операциях наложения различных слоев с целью получения результирующих значений в зависимости от взаимного расположения объектов.

Для проведения объективного анализа пространственных данных в качестве основы были приняты космические снимки высокого разрешения. Географический анализ проводился в ГИС MapInfo [2], обладающей развитым инструментарием для пространственного анализа и возможностью его расширения, благодаря встроенному языку программирования MapBasic.

Для получения космических снимков высокого разрешения была использована утилита SAS.Планета [3], позволяющая не только получать высококачественные снимки картографических веб-сервисов с разрешением до 0,7 м. на пиксель, но и осуществлять их привязку в наиболее распространенных ГИС-форматах.

Поверх подложки были созданы 15 слоев, содержащих зоны максимального загрязнения по каждому химическому элементу.

Удалив подложку, и сделав слои полупрозрачными, мы получили качественную схему многокомпонентного загрязнения г. Тулы, где более темные участки соответствуют большему количеству загрязняющих компонентов, приходящихся на данную территорию, рис. 1.

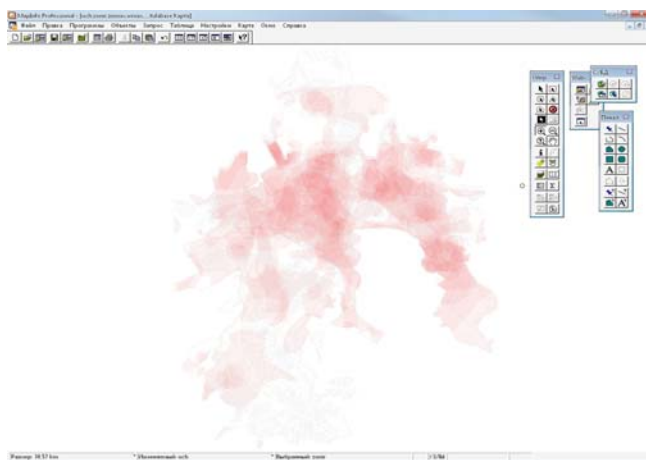


Рис. 1. Карта многофакторного загрязнения

Полученная схема позволяет качественно оценить уровень многокомпонентного загрязнения. Для работы с полученными пространственными данными был создан результирующий обобщающий слой, обладающий структурой, позволяющей не только определять количество загрязняющих компонентов, но и их перечень.

На рис. 2 представлена структура результирующего слоя.

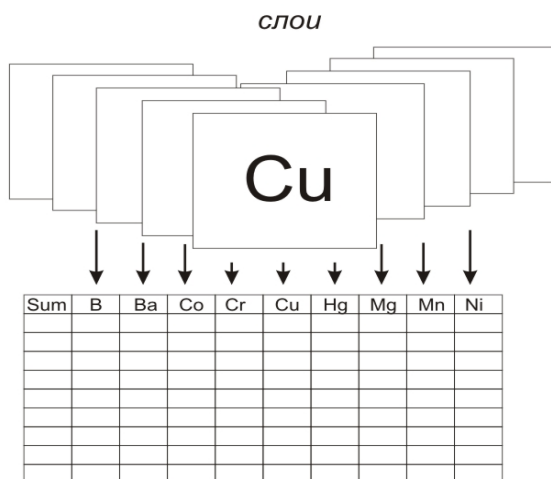


Рис. 2. Структура результирующего слоя

При создании результирующего слоя создаются дискретные области, характеризующиеся определенным набором загрязняющих компонентов. В зависимости от количества компонентов, участвующих в загрязнении почвенного покрова на данном участке, формируется легенда карты: от светло-зеленого (один компонент) – до темно-бордового (девять одновременно действующих компонентов), рис 3, 4.

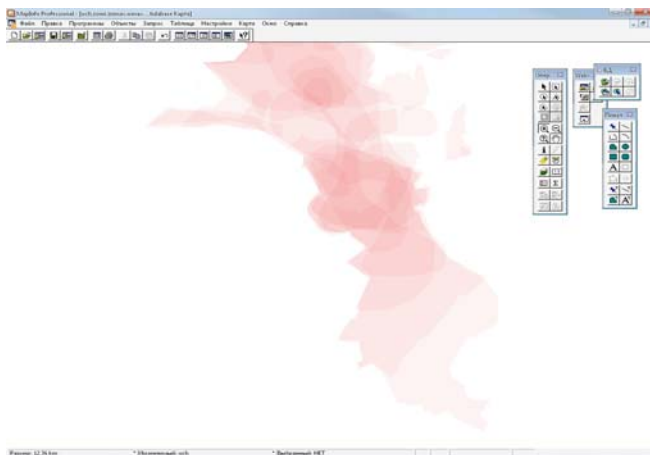


Рис. 3. Исходные слои карты

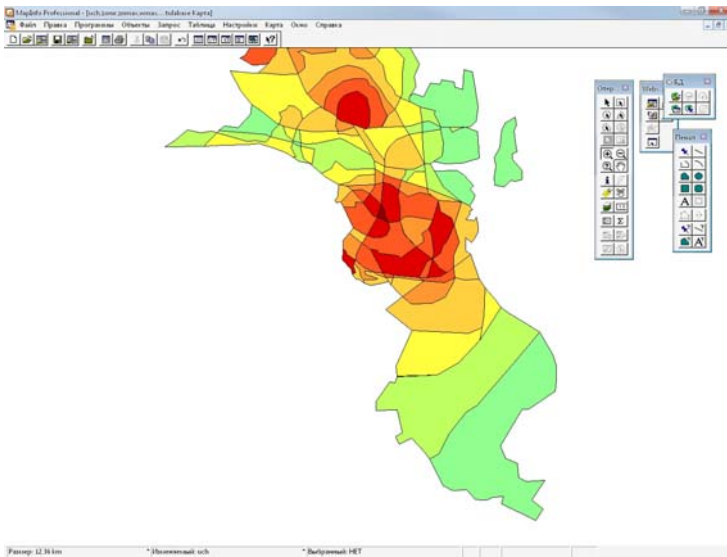


Рис. 4 - Результирующий слой

Полученная карта многофакторного загрязнения позволяет при наложении на нее контура земельного участка автоматически вычислить понижающий коэффициент, который может быть учтен при определении кадастровой стоимости земельного участка.

Литература

1. Комиссаров М.С. Разработка системы мониторинга загрязнения почв тяжелыми металлами на территории Подмосквовного угольного бассейна: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.36: защищена 30.05.07, Тула, 2007, 194 с.
2. MapInfo Location Intelligence and GIS. URL: <http://www.mapinfo.com/> (дата обращения: 10.10.2013)
3. SASGIS - Веб-картография и навигация. URL: <http://www.sasgis.ru/> (дата обращения: 10.10.2013)

ДИСКРЕТНО-ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Холковский Ю.Р.

Национальный авиационный университет, Киев, Украина

В работе рассматривается дискретно-интерполяционный подход при моделировании многопараметрических экологических процессов и систем в связи с существенным повышением современных требований в плане качества и достоверности конечных результатов задач прогнозирования экологической безопасности. При помощи данного подхода создается дискретно-интерполяционная экологическая матрица, которая является геометрической моделью экологических процессов или систем, и позволяет решать задачи моделирования таких систем.

В условиях современной глобальной кризисной ситуации, деструктивного влияния человека на окружающую среду исследования, связанные с развитием методов моделирования сложных многопараметрических экологических процессов и систем, прогнозированием и решением задач экологической безопасности, приобретают особое значение.

Природные экосистемы тесно взаимосвязаны между собой, что позволяет отнести их моделирование, прогнозирование, контроль состояния различных компонентов к многопараметрическим и стохастическим процессам. Очевидно, что при моделировании таких систем, которые не поддаются аналитическому описанию, использовать континуальные модели не представляется возможным. В подтверждение сказанного следует отметить, что параметры таких систем являются существенно неоднородными. Более того, они часто зависят от внешних факторов, которые иногда просто невозможно предвидеть. Очень важным фактором является и то, что определенные параметры или компоненты экологических систем измеряются в определенное время и в определенных местах. Понятно, что данная информация, изменяющаяся во времени, носит ярко выраженный дискретный характер.

В связи с этим, на наш взгляд, одним из вариантов решения данных проблем является использование дискретных геометрических моделей экологических процессов и систем, представленных в виде некоторых дискретных числовых массивов определенной структуры, т.е., предлагается использовать методы геометрического моделирования. Нельзя не отметить, что дискретный способ представления геометрической информации об объекте или процессе, который моделируется, является одним из наиболее рациональных. Дискретный подход также можно считать

более универсальным, потому что от непрерывно-аналитической модели всегда можно перейти к дискретной.

Необходимость построения одно или n -параметрических множеств различных объектов или процессов возникает во многих задачах геометрического моделирования. Например, таким объектом может быть некоторая поверхность, а чаще гиперповерхность, как модель определенной многокомпонентной среды, заданная в подавляющем большинстве случаев дискретным функционалом.

Моделирование экологических процессов и систем, представленных в виде некоторой дискретной базы данных компонентов этих систем хорошо укладывается в интерполяционные схемы на основе полиномов Лагранжа, которые позволяют получить одно или n -параметрическое, в зависимости от мерности процесса интерполяции, множество определенных объектов или процессов. В предыдущих работах автора рассматривались различные схемы создания однопараметрических множеств дискретных числовых массивов при помощи полиномов Лагранжа. Интерполяционные полиномы Лагранжа допускают необязательную равномерность расположения узлов интерполяции, а также возможность представления по каждой переменной своего количества таких узлов.

Оригинальность предлагаемого подхода состоит в том, что под узлом интерполяции в классическом представлении понимается не точка, а более сложный математический объект, например, дискретный числовой массив, включающий определенные параметры некоторой экологической системы, или даже целый процесс, представленный в виде определенного функционала, как совокупности ее параметров и свойств.

В дальнейшем схему расположения описанных выше узлов интерполяции будем понимать, как схему интерполяции.

Полученные таким образом однопараметрические множества являются дискретными математическими моделями экологических объектов и процессов. Элементом этих множеств является некоторая дискретная функция, которая в общем случае может быть представлена, как дискретный числовой массив, размерность которого может определенным образом варьироваться. Тогда интерполирование таких функций сводится к размещению в узлах интерполяции, если возможно, уравнений, или дискретных массивов, и получение некоторого функционала с вектором параметров, что включает в себя интерполяционный параметр, координатные переменные, параметры, что характеризуют форму или положение объектов, определенные характеристики процессов.

Именно такой подход позволяет включить в однопараметрическое множество объекты и параметры, что имеют различную структуру и

свойства, а такая картина как раз присуща большинству экологических систем.

Использование в нашем подходе интерполяционных полиномов Лагранжа будет иметь следующий вид:

$$\Phi(u)_n = \sum_{i=0}^{n-1} F_i(p_1, p_2, \dots, p_m) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j},$$

где u – параметр интерполяции, $F(p_1, p_2, \dots, p_k)$ – узловая функция, p_1, p_2, p_k – параметры узловой функции, n – количество узлов интерполяции.

Для более сложных экологических систем можно использовать, например, двухмерную интерполяцию, найдя при этом вид степенного многочлена $\Phi_{m,n}(u,v)$ степени m по u и n по v , и определить значение функционала F в произвольной точке с параметрами (u,v) . Геометрически это значит, что, что при двухмерной интерполяции через узловые точки проходит некоторая поверхность $z = \Phi_{m,n}(u, v)$. Если построить регулярную сетку и задать в ее узлах значение функции z , то тогда вся область распадается на mn прямоугольников, в один из которых и попадет точка (u,v) .

Таким образом, мы можем получить двухмерную интерполяцию $\Rightarrow \Phi_{m,n}(u,v)$ степени m по u и степени n по $v \Rightarrow z(u, v)$ в произвольной точке $T(x, y)$. Геометрически через узловые точки будет проходить некоторая поверхность $z = \Phi_{m,n}(u,v)$:

$$\Phi_{m,n}(u,v) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} F_{i,j}(p_1, p_2, \dots, p_l) \prod_{\substack{p=0 \\ p \neq i}}^{m-1} \prod_{\substack{q=0 \\ q \neq j}}^{n-1} \frac{(u - u_i)(v - v_j)}{(u_p - u_i)(v_q - v_j)}$$

Важным фактором использования дискретно-интерполяционного подхода есть введение определенного критерия интерполяции, который связан с тем, что интерполяционный полином является, по сути, усеченным (аналогом) рядом Тейлора. Потому для обеспечения сходимости соответствующего аналога ряда необходимо спадание абсолютной величины коэффициента при u с ростом степени u .

В случае n -мерной интерполяции формула, что будет представлять собой многочлен n -переменных, фактически выражает некоторую гиперповерхность, проходящую через узловые точки.

Пусть $F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m)$ – многопараметрическая неявно заданная функция. Сформируем ее в виде некоторого функционала $\Phi(p_{i,j})$, который задан матрицей $M[i, j]$.

$$F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m) = M[i, j],$$

где $p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m$ – экологические разноструктурные и разнокачественные параметры (показатели загрязнения, уровень концентрации определенных веществ, учет природных особенностей и т.д.), а

$$M [i, j] = \begin{pmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} & \dots & \dots & p_{1,n} \\ p_{2,1} & p_{2,2} & \dots & \dots & p_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m,1} & p_{m,2} & \dots & \dots & p_{m,n} \end{pmatrix}$$

Значит, $M[i, j]$ и есть узловая дискретно-интерполяционная экологическая матрица.

Рассматривая $M[i, j]$ в качестве определенного узла интерполяции, используем интерполяционный полином Лагранжа и в случае одномерной интерполяции получим $\Phi(p_{i,j})$ как

$$\Phi (p_{i,j}) = \sum_{i=0}^{n-1} M_i(i, j) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j} ,$$

где u – параметр интерполяции, например, определенный вектор направленности; n – количество узлов интерполяции.

Выражение $\Phi(p_{i,j})$, которое являет собой обобщенную дискретно-интерполяционную экоматрицу, и есть дискретно-интерполяционная геометрическая модель определенной экологической системы или экологической среды.

Таким образом, предложенный поход может быть наиболее эффективным при моделировании экологических процессов и систем, которые характеризуются большим количеством разноструктурных и разнокачественных параметров. Например, рассматривается качественная и количественная оценка влияния загрязнения окружающей среды на примере вредного производства, аэропорта, мусорохранилища и т.п.

Отсюда можно сформулировать некоторые актуальные и перспективные задачи, которые возможно будет решить на основе предложенного дискретно-интерполяционного похода:

1. Определение уровня вредности в экосистемах.
2. Динамическое и долговременное прогнозирование загрязнения окружающей территории.
3. Оптимизация расположения структурных компонентов экологических систем.

4. Определение некоторого интегрированного показателя экологической ситуации.

Выводы: Предложенный дискретно-интерполяционный подход при моделировании многопараметрических экологических процессов и систем позволяет получить дискретные математические модели сложных объектов, процессов и систем, которые характеризуются большим количеством параметров и свойств, имеющих, в свою очередь, разнообразную структуру, а также определенную анизотропность некоторых характеристик во времени и пространстве.

УДК 613.646

МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ И ДОПУСТИМОГО СТАЖА РАБОТЫ ПРИ КОНТАКТЕ С ВРЕДНЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ФАКТОРАМИ

Хрупачев А.Г., Кашинцева Л.В., Кашинцева Л.О., Климова Д.О.

Тульский государственный университет, г. Тула

В работе предложена методология расчета дозовой нагрузки и допустимого стажа работы при контакте с микроклиматическими факторами производственной среды. Разработан универсальный вычислительный комплекс и комплект компьютерных программ расчета доз воздействия и допустимого стажа. Предмонстрирован интерфейс этой программы.

Особое место в структурной схеме формирования здоровья нации принадлежит влиянию факторов производственной среды. Это обусловлено тем, что, как отмечалось во вступительном докладе *Международной организации труда* (МОТ) на XVIII Всемирного конгресса по охране труда, ежегодная смертность в мире от «*связанных с работой заболеваний*» составляет 2,2 миллиона человек. В 15 странах Евросоюза на их долю приходится 120 тысяч смертей, что в 20 раз превышает количество смертельных несчастных случаев на производстве. По данным ВОЗ, около 25 % болезней работающего населения могут быть связаны с условиями труда.

По экспертной оценке МОТ в России условия труда являются причиной 64000 дополнительных смертей в год. Реалистичность такой жесткой оценки подтверждают результаты исследований ученых НИИ медицины труда РАМН, согласно которым, в настоящее время до 70 % трудоспособного населения России за 10 лет до наступления пенсионного возраста имеют серьезную патологию, а смертность работающих превышает аналогичный показатель по Евросоюзу в 4,5 раза и в 2,5 раза – среди населения России. В тоже время частота ежегодно выявляемых профзаболеваний в

России в 40 раз ниже по сравнению с Данией, в 25 раз – с США, в 13 раз – с Финляндией [2].

В своей глобальной стратегии «Медицина труда для всех» ВОЗ постулирует, в том числе следующую стратегическую задачу: *профилактику среди работающих смертей и отклонений в состоянии здоровья, вызванными условиями труда*. Поэтому, в современных теоретических и практических направлениях исследований касающихся охраны здоровья работников получила распространение концепция доказательной медицины (*evidence-based medicine*), которая использует математико-статистические подходы и эпидемиологические данные к оценке вредного воздействия факторов производственной среды.

Решить эту, крайне актуальную на современном этапе развития российской промышленности, задачу возможно посредством внедрения персонализированной электронной карты профессионального здоровья работника. Эта карта должна сопровождать его на протяжении всего трудового стажа, и содержать в себе информацию о накопленной дозе вредного воздействия, как каждого отдельного фактора производственной среды и трудового процесса, так и их сочетанного действия с учетом эффектов суммации и потенцирования. Такой подход делает открытой и объективной процедуру назначения социально-экономических компенсаций за работу во вредных и тяжелых условиях труда (досрочный выход на пенсию, сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, доплата за работу во вредных условиях труда).

Предлагаемая в работе методология априорного анализа и количественной оценки профессионального риска позволяет перейти к социально ориентированной, научно-обоснованной концепции *«предвидеть и предупредить»*, что позволит сохранить здоровье граждан России [3, 4].

В настоящее время параметры микроклимата производственной среды представляют собой сочетанное действие температуры воздуха, скорости его движения, влажности и теплового облучения и оцениваются с помощью интегрального показателя – *тепловой нагрузки среды* (ТНС)-индекса. Превышению верхней границы оптимального уровня ТНС-индекса соответствуют показатели теплового состояния организма, характеризующиеся накоплением избыточного тепла в теле, ведущим к перегреванию работника. При этом формируется неблагоприятное тепловое состояние организма, что может быть фактором риска развития патологии. Под тепловым состоянием человека понимают функциональное состояние, характеризующееся содержанием и распределением тепла в глубоких («ядро») и поверхностных («оболочка») тканях организма, а также степенью напряжения механизмов терморегуляции. Последнее есть активация реакций различных систем организма, направленных на сохранение тем-

пературного гомеостаза, оцениваемых по степени их выраженности. Следовательно, тепловое состояние есть интегральный показатель ряда ответных реакций организма на термическое воздействие. Имеются данные, указывающие на тесную связь теплового состояния человека с показателями его здоровья. При работах в нагревающей среде возникает напряжение в деятельности функциональных систем организма человека, обеспечивающих температурный гомеостаз, что сопровождается ухудшением самочувствия, снижением работоспособности, производительности труда и может привести к нарушению здоровья. Задача гигиенического нормирования термических параметров микроклимата заключается в минимизации напряжения организма, оцениваемого по критериям теплового состояния человека. В работе [1] представлены результаты оценки влияния тепловой нагрузки рабочей среды на функциональное состояние организма (табл. 1).

Таблица 1. Влияние тепловой нагрузки рабочей среды на функциональное состояние организма

Класс условий труда по Р 2.2.2006-05	Превышение верхней границы оптимального уровня ТНС-индекса	Показатели теплового состояния		Снижение физической работоспособности, %	Снижение производительности труда, %	
		Накопление тепла в теле, кДж/кг	Напряжение реакций терморегуляции		Физическая работа	Умственная работа
1	–	±0,87	Очень слабое (минимальное)	Влияние микроклиматических условий отсутствует		
2	3,0	2,6	Слабое	До 15	До 20	До 10
3.1	3,3	2,75	Умеренное	До 19	До 22	До 12
3.2	4,2	3,3	Выраженное	До 25	До 27,9	До 22
3.3	5,5	4,0	Сильное	До 29	До 36,5	До 42
3.4	8,0	5,5	Очень сильное	До 40	До 53	До 85
4	>8,0	≥7,0	Чрезмерное	До 55 и выше	>53	>85

Установлено, что показатели, характеризующие верхнюю границу теплового состояния (0,87 кДж/кг за 8-часовую рабочую смену), соответствуют начальному значению 2-го, допустимого класса условий труда, и

гарантируют сохранение здоровья в течение всего полного 40 летнего трудового стажа. Большие значения накопления тепла в организме приводят к перенапряжению реакций терморегуляции. Согласно результатам медико-биологических исследований при накоплении тепла в количествах более 2,6 кДж/кг условия труда следует классифицировать как вредные.

Цель работы – разработать универсальный вычислительный комплекс и комплект компьютерных программ, позволяющих рассчитать дозы вредного воздействия и допустимый стаж работы при контакте с производственными факторами физической природы: условиями микроклимата, превышающими гигиенические нормативы.

Результаты исследований и их обсуждение. На основании данных, устанавливающих количественные соотношения между значениями индекса ТНС и величиной избыточного накопления тепла (см. табл. 1) нами предложена методология расчета дозовой нагрузки и допустимого стажа работы в условиях нагревающего микроклимата.

Алгоритм решения задачи построен на понятии «Безопасная доза» – D_B за 40 летний трудовой стаж, которая рассчитывается по зависимости;

$$D_B = C_0 \times n \times T \times m \quad (1)$$

где $C_0 = 0,87$ кДж/кг – max значение безопасного накопления тепла за 8-часовую рабочую смену; $n = 250$ – среднее количество рабочих смен в году; $T = 40$ лет – полный трудовой стаж; $m = 75$ кг – среднестатистическая масса тела работника.

Для среднестатистического работника величина допустимой стажевой дозы тепловой нагрузки составляет 652500 кДж.

В том случае если работник находится в условиях труда с уровнем накопления тепла C_{3i} – соответствующий определенному классу вредности, и с конкретными значениями: n_f ; T_f ; m_f , то фактическую – D_f , полученную им дозу можно рассчитать по зависимости:

$$D_f = C_{3i} \times n_f \times T_f \times K \quad (2)$$

где $K = m_f/m$ – отношение фактической массы тела реального работника к среднестатистической массе.

На основании зависимостей (1) и (2), была разработана компьютерная программа, позволяющая определять годовую и стажевую (использованная доля теплового ресурса организма в %) дозу теплового воздействия на организм работника, в зависимости от продолжительности смены, фактической массы тела и количества отработанных смен в году. При этом в расчетах впервые учитывается потенцирование вредных эффектов с уве-

личением трудового стажа, что позволяет реально классифицировать условия труда.

Исходные данные		
Индекс ТНС	5,8	
Кол-во часов в смену	6	час
Масса тела	90	кг
Кол-во смен в году	200	
Стаж	20	лет

Годовые параметры		
Допустимая доза	1740	кДж
Фактическая доза	4766,4	кДж
Относительная доза	2.74	

Стажевые параметры		
Накоплено тепла за стаж	95328	кДж
Доля теплового ресурса	136.97	%
Фактическая ТНС	8.21	
Класс условий труда	4	

Вычислить

Рис. 1. Интерфейс программы, для расчета годовых и стажевых доз теплового воздействия на организм, и определения фактического класса условий труда

Закключение. Разработаны методические подходы к математическому анализу оценки вредных производственных факторов и значимости эпидемиологический исследований. Определен индекс тепловой нагрузки среды, коррелирующий с показателями здоровья человека. Для расчета доз воздействия вредных производственных факторов и определения оптимального стажа работы в этих условиях предложен разработанный вычислительный комплекс, продемонстрирован соответствующий интерфейс программы.

Литература

1. Афанасьева, Р.Ф. Тепловая нагрузка среды и ее влияние на организм / Р.Ф. Афанасьева // Профессиональный риск для здоровья работников (руководство).– Москва: НИИ медицины труда, 2003.– С. 149–157.
2. Головкова, Н.П. Анализ действующего порядка предоставления компенсаций за работу во вредных и (или) опасных условиях труда и разработка предложений по

их устранению / Н.П. Головкина, Е.П. Королева, А.Г. Чеботарев, Л.М. Лескина // Сборник трудов НИИ медицины труда «Актуальные проблемы медицины труда» / Под редакцией академика РАМН Н.Ф. Измерова.– М: ООО Фирма «Рейнфор», 2010.– 416 с.

3. Хрупачев, А.Г. Профессиональный риск. Теория и практика расчета / А.Г. Хрупачев, А.А. Хадарцев, В.А. Дунаев, Л.И. Каменев, Л.В. Кашинцева, В.И. Щербаков / Под ред. А.Г. Хрупачева, А.А. Хадарцева.– Тула: Изд-во ТулГУ, 2011.– 330 с.

4. Хрупачев, А.Г. Инфраструктура универсального вычислительного комплекса для количественной оценки скрытого профессионального риска / А.Г. Хрупачев, А.А. Хадарцев, Л.В. Кашинцева, И.В. Панова // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– № 1.– С. 47–49.

504:332.14

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В СИСТЕМЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Молев М.Д., Занина И.А., Стуженко Н.И.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета, г.Шахты, Россия

В статье изложены результаты экспериментальных и теоретических исследований по проблеме оценки экологического риска при осуществлении хозяйственной деятельности.

Деятельность хозяйствующих субъектов (промышленных предприятий, транспортных структур и т.д.) связана с потенциальной опасностью негативного воздействия на население и окружающую природную среду. Ежегодно в Российской Федерации на учёте состоят свыше 220 тысяч человек, получающих пенсию по профессиональным заболеваниям [1]. Многие люди страдают различными болезнями, приобретёнными в результате проживания в экологически неблагоприятных регионах России. В этой связи актуальной является проблема анализа потенциального риска реализации программ развития промышленности.

Под экологическим риском понимается прогноз и оценка экономического ущерба окружающей природной среде от планируемой деятельности, вытекающего из анализа предстоящего использования природных ресурсов. В практике понятие риска (R) используется при оценивании потенциального ущерба. В терминах теории вероятности (опасности (H), уязвимости (V)) [2]:

$$R = H \times V.$$

Опасность подразумевает некую угрозу, существующую независимо от человека. Под опасностью понимается вероятность события на заданной площади в течение заданного интервала времени. Опасность может характеризоваться финансовым или экономическим ущербом, в который включается суммарная стоимость всех затрат, связанных с происшедшим

событием, и стоимость человеческих жертв. Уязвимостью называется отношение ущерба к общей стоимости объекта.

Как экологическая категория риск представляет собой событие, которое может произойти или не произойти. Принимать на себя риск субъекта хозяйственной деятельности (заказчика или инвестора) вынуждает неопределенность инвестиционной ситуации. Чем больше неопределенность при принятии хозяйственного решения, тем больше и степень экологического риска.

В системе принятия решений на основе анализа рисков могут встречаться три основных типа неопределенностей: неопределенность параметров, когда невозможно точно предсказать численные значения основных параметров воздействий, неопределенность экологических моделей, когда неясны все переменные, влияющие на процесс, их функциональную взаимосвязь, и неопределенность принятия решения. Принятие хозяйственного решения на основе анализа экологического риска включает четыре последовательных стадии:

- идентификация видов опасностей для человека и окружающей природной среды хозяйственной и иной планируемой деятельности;
- количественная оценка планируемого воздействия, ранжирование рисков по степени опасности и их учет при подготовке принятия решений;
- принятие решения о допустимости планируемой деятельности для объектов охраны окружающей природной среды;
- осуществление контроля за управлением состоянием окружающей среды и мониторинга за планируемой деятельностью.

Оценку экологического риска следует считать составной частью прогнозирования состояния техносферной безопасности в целях управления природопользованием по совокупности критериев. Управление экологическими рисками промышленных предприятий региона должно осуществляться в рамках системы экологического менеджмента на стадиях планирования, организации и реализации экологических действий и мероприятий, способствуя оптимизации принимаемых управленческих решений.

Объективной основой для построения системы управления экологическими рисками, по мнению авторов, является концепция приемлемого риска. В основу содержания данной концепции входят три разновременных уровня экологического риска:

- начальный уровень экологического риска, т. е. уровень риска замысла по развитию хозяйственной деятельности без учета мер по его анализу; это риск не оцененный и, следовательно, достаточно высокого уровня вследствие неготовности менеджера к возникающим экологическим событиям;

- оцененный уровень экологического риска с учетом мер по его анализу, в результате которых получена реальная оценка уровня риска; это риск проанализированный и, следовательно, более низкого уровня вследствие готовности менеджера к экологическим последствиям;

- конечный (приемлемый) уровень экологического риска с учетом разработанных и проведенных мероприятий по снижению начального уровня.

Основные положения предлагаемой концепции приемлемого риска состоят в следующем:

- экологический риск – управляемый параметр, на уровень которого можно и нужно оказывать воздействие;

- высокий уровень начального экологического риска не должен служить основанием для отказа от принятия какого-либо хозяйственного решения;

- детальный анализ экологического риска и разработка мероприятий, уменьшающих его отрицательные последствия, как правило, позволяют принимать хозяйственные решения, фактически реализуемые при приемлемом или допустимом уровне экологического риска;

- задача так называемого риск-менеджмента заключается в том, чтобы уравновесить получаемую от реализации хозяйственного решения выгоду и возможные при этом потери.

Таким образом, управление экологическим риском предприятий региона есть балансирование между уровнем возможных потерь и потенциальной выгодой от реализации экологически рискованного хозяйственного решения с помощью применения разнообразных способов воздействия на уровень экологического риска.

При управлении экологическими рисками промышленного предприятия следует учитывать их природу. В этом контексте предприятие выступает в качестве экологического объекта, а возникающие при его функционировании экологические риски характеризуются как вероятности изменения его устойчивости и/или гибели (банкротства) вследствие изменений в окружающей среде. При этом, с точки зрения упрощения задач по анализу и управлению экологическими рисками, вероятные изменения устойчивости хозяйствующего субъекта следует рассматривать в качестве первичных по отношению к изменениям в окружающей среде.

В качестве способов воздействия на уровень технико-экологических рисков промышленного предприятия предлагается использовать такие, как: уклонение от рисков; снижение рисков; сохранение (принятие) рисков; передача (перенос) рисков. Уклонение от экологических рисков означает отказ от технико-технологических действий и мероприятий, влекущих за собой реализацию неприемлемого уровня рисков. Сохранение эко-

логических рисков на существующем уровне может означать: отказ от любых действий, направленных на компенсацию возникающего при реализации рисков ущерба; создание на предприятии специальных резервных фондов, из которых будет производиться компенсация убытков при наступлении неблагоприятного экологического события; 3) получение государственных дотаций, для компенсации убытков и восстановления производства.

Передача экологических рисков подразумевает сохранение их существующего уровня с переносом полностью или частично на третьих лиц. Сюда относится страхование, которое подразумевает передачу технико-экологических рисков за определенную плату страховой компании, а также различные финансовые гарантии и поручительства. Передача экологических рисков может быть осуществлена и путем внесения в текст документов специальных пунктов о снижении собственной ответственности предприятия при наступлении непредвиденных негативных событий или передачи рисков контрагенту после реализации экологических рисков.

Из всех выше перечисленных способов воздействия на уровень экологических рисков, как показывает практика, определяющую роль играет их снижение, которое подразумевает уменьшение размеров возможного экологического ущерба или вероятности наступления неблагоприятного экологического события и основывается на теории экологизации промышленного производства, предписывающей организацию экологически чистого производства, которое представляет собой логичное завершение многоэтапного процесса преобразований в системе экологических мер: технологии «конца трубы» – малоотходные, ресурсосберегающие технологии – производство, ориентированное на предотвращение образования отходов в местах их возникновения.

Приемлемый риск должен соответствовать минимуму суммарных потерь и затрат в окружающей природной среде, связанных с достижением поставленной обществом цели. Определение этих минимумов обычно происходит методом проб и ошибок, что связано с большими материальными и социальными издержками, которые негативным образом сказываются на качестве жизни большинства людей и проявляются в экологическом риске, определяемом как вероятность наступления негативных последствий воздействия.

Для оценки эколого-экономической ситуации в регионе осуществляется мониторинг возможных опасностей и угроз. При этом оценивается экологический ущерб, который уточняется после произошедшего опасного события. Полученные результаты используются для уточнения техногенного и экологического риска. В данном контексте логично упомянуть об устойчивости экосистемы, которая определяется на основе сопоставления

изменений её состояния и вызвавшей эти изменения антропогенной нагрузки, т. е. по величине, так называемого, «экологического резерва». При этом устойчивой считается экосистема, которая может достаточно длительное время существовать и развиваться при разрушающих внешних воздействиях без ущерба для основных ее элементов (например, вымирания и деградации биологических видов) в определенных границах, определяющих зону нормальных ее состояний.

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экологические, социальные аспекты и представляет компромисс между приемлемым уровнем безопасности и экономическими возможностями его достижения, т. е. можно вести речь о снижении индивидуального, технического или экологического риска, но нельзя забывать о том, сколько за это придется заплатить.

На процесс возникновения и развития риска оказывает своё влияние комплекс факторов и условий, характерных для природно-технической системы. Анализ системы позволяет выделить целый ряд первопричин риска: отказы в работе узлов и оборудования вследствие конструктивных недостатков, отклонения от нормальных условий эксплуатации; ошибки персонала; внешние воздействия и пр. Вследствие возможности возникновения указанных причин опасные промышленные объекты (например, шахты и химические предприятия) перманентно находятся в неустойчивом состоянии, которое по отношению к безопасности производственной системы становится критичным при возникновении аварийных ситуаций на объектах.

Риск возникает при следующих необходимых и достаточных условиях: существовании фактора риска (источника опасности); присутствии данного фактора риска в определенной, опасной (или вредной) для объектов воздействия дозе; подверженности объектов воздействия к факторам опасностей.

Риск, несомненно, является объективным элементом производственно-хозяйственной деятельности, для него характерна внезапность наступления, что обуславливает прогноз риска, его анализ, оценку и управление. При разработке проблем риска и обеспечении безопасности природно-технических систем самое пристальное внимание уделяется системному подходу к учёту и изучению разнообразных факторов, влияющих на показатели риска. Анализ риска можно определить как процесс идентификации опасностей и оценки риска для населения, объектов и окружающей природной среды. Анализ риска является процессом, в ходе которого учитываются не только количественные показатели, но и показатели, не поддающиеся формализации, такие как позиции и мнения различных общественных групп, возможность компромиссных решений, экспертные оценки и т. д. Многообразие производственной деятельности отражает многоаспектность проблемы анализа риска.

Особенность анализа риска заключается в том, что в ходе его рассматриваются потенциально негативные последствия, которые могут возникнуть в результате отказа в работе технических систем, сбоев в технологических процессах или ошибок со стороны обслуживающего персонала. Также необходимо рассматривать отрицательные воздействия на население региона и окружающую природную среду при безаварийном функционировании производства (за счет выбросов или утечки вредных или опасных веществ, неочищенных стоков и т. д.).

Результаты анализа риска имеют существенное значение для принятия обоснованных и рациональных решений при проектировании производственных объектов, при транспортировании и хранении опасных веществ и материалов. В процессе анализа риска необходимо применять формализованные процедуры и учёт разнообразных ситуаций, с которыми может столкнуться управляющий персонал в процессе своей деятельности. Методы, используемые в процессе анализа, должны быть ориентированы прежде всего на выявление и оценку возможных потерь в случае аварии, стоимости обеспечения безопасности и преимуществ, получаемых при реализации того или иного проекта. По нашему мнению наиболее подходящей методикой является методика интегрированного системного анализа. В адаптированном виде основные положения методики вошли в комплекс прогнозирования региональной эколого-экономической ситуации [3].

Анализ риска имеет ряд общих положений независимо от специфики решаемых задач. Во-первых, общей является задача определения допустимого уровня риска, стандартов безопасности обслуживающего персонала, населения и защиты окружающей природной среды. Во-вторых, определение допустимого уровня риска происходит в условиях недостаточной информации, особенно когда это касается новых технологических процессов или новой техники. В-третьих, в ходе анализа в значительной мере приходится решать вероятностные задачи, что может привести к существенным расхождениям в получаемых результатах. В-четвертых, анализ риска нужно рассматривать как процесс решения многокритериальных задач, которые могут возникнуть как компромисс между сторонами, заинтересованными в определенных результатах анализа.

Анализ риска может быть определен как процесс решения сложной прогностической задачи вероятностного характера, требующий рассмотрения широкого круга вопросов и проведения комплексного исследования и оценки технических, экономических, управленческих и социальных факторов.

Анализ риска должен дать ответы на три основных вопроса:

1. Что плохого может произойти (идентификация опасностей)?
2. Как часто это может случаться (анализ частоты)?
3. Какие могут быть последствия (оценка последствий)?

Основным элементом анализа риска является идентификация опасностей, которые могут привести к негативным последствиям. Выраженный в наиболее общем виде процесс анализа риска может быть представлен как ряд последовательных событий: - планирование и организация работ; - идентификация опасностей; - выявление опасностей; - оценка риска; - анализ частоты; - анализ последствий; - анализ неопределенностей; - разработка рекомендаций по управлению риском.

Анализ риска проводится в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов для того, чтобы обеспечить вход в процесс управления риском. Анализ опасности должен соответствовать сложности рассматриваемых процессов, наличию необходимых данных и квалификации специалистов, проводящих анализ. Последний этап анализа риска природно-технической системы – разработка рекомендаций по уменьшению уровня риска (управлению риском) в случае, если степень риска выше приемлемой.

С анализом риска тесно связан другой процесс – оценка риска. Оценка риска представляет процесс, используемый для определения величины (меры) риска анализируемой опасности для здоровья человека, материальных ценностей, окружающей природной среды и других ситуаций, связанных с реализацией опасности. Оценка риска включает анализ частоты, анализ последствий и их сочетаний. При этом и критерии приемлемого риска и результаты оценки риска могут быть выражены как качественно, так и количественно.

Предлагаемые научно-методические подходы к анализу и оценке техногенного риска прошли представительную апробацию при научно-техническом сопровождении ликвидации нерентабельных угольных шахт в Российском Донбассе и показали высокую эффективность.

Литература

1. Состояние и меры по улучшению условий и охраны труда в Российской Федерации //Безопасность труда в промышленности. – 1996. – № 8. С.2-13.
2. Молев М.Д. Оценка риска загрязнения окружающей природной среды в практической деятельности предприятий жилищно-коммунального хозяйства. Инновационные аспекты энерго-ресурс-сбережения, экологичности и безопасности систем муниципального и жилищно-коммунального хозяйства, междунар. науч.-практ. конф. (28 нояб. 2012; Шахты):материалы. Шахты: ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2013. С. 47-51.
3. Молев, М.Д. Методологические принципы и аспекты реализации мониторинга экологической безопасности угледобывающих регионов [Текст] /М.В. Россинская [и др.]; под ред. д.э.н., проф. М.В. Россинской; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса» (ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»). – Шахты: ФГБОУ ВПО

УДК 574(07)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Молев М.Д., Занина И.А., Стуженко Н.И.

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета, г. Шахты, Россия

В статье изложены результаты теоретических и практических исследований экологической безопасности регионов. Предложена комплексная система оценки состояния и прогнозирования региональной экологической ситуации

Экологическая безопасность регионов – сложная система взаимоотношений между природно-ресурсными, экономическими и социальными ресурсами жизнедеятельности человека.

Ростовская область является одним из сложных промышленно-развитых и урбанизированных регионов России. Вместе с тем, по своим природным ресурсам, уникальности растительного и животного мира, исторических мест и другим компонентам обладает огромным потенциалом в области экотуризма, санаторно-курортного дела. Однако эти преимущества и возможности не могут быть реализованы в полном объеме, если кардинально не улучшить экологическую обстановку в регионе.

Решение данной проблемы возможно только на основе научно-обоснованной стратегии перехода Ростовской области к устойчивому развитию. При этом необходимо определить не только качественные, но и по отдельным показателям, количественные соотношения между экономически целесообразными и экологически допустимыми нагрузками на природные комплексы. Необходимо дать пусть не вполне точные, но достаточные для сравнительного анализа априорные оценки экономических затрат на возмещение экологического ущерба и восстановление воспроизводимых природных ресурсов. Кризисная экологическая обстановка, связанная с загрязнением атмосферы и водного бассейна промышленными выбросами и стоками, значительно усугубилась при массовой ликвидации шахт.

В связи с этим актуальна попытка комплексно оценить состояние биосферы нашего региона. Учитывая имеющийся опыт Кемеровского научного центра СО РАН, на экологической карте Ростовской области выделить эколого-географические районы по принципу однородности природных условий и факторов техногенного воздействия. В связи с этим концептуально представляется, что основное направление перехода к сбалансированному, рациональному использованию земель, рекультивация и восстановление продуктивности возвращаемых в оборот земель – совершенствование экономического механизма землепользования и оборота промышленных отходов горнодобывающей отрасли. Необходимо при этом совершенствование не только экономических санкций, но и систем льгот и

стимулов рационального землепользования, полностью отсутствующих в государственной законодательной базе, касающейся использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Основным путем сохранения биоразнообразия как главного залога стабильности биосферы крупного угледобывающего бассейна заключается, на наш взгляд, в следующем: на основе полученных результатов эколого-географического районирования области разработать и реализовать правовую базу комплексной организации территории Ростовской области, включающей в себя построение ее функциональной и пространственной структуры, обеспечивающей эффективное и сбалансированное выполнение территорией основных производственных, социально-экономических, экологических и культурных функций.

В рамках комплексной организации территории должны решаться задачи рационального, с учетом возможностей окружающей среды, размещения промышленных предприятий, транспортных сетей, гражданского строительства; выделение зон рекреации особо охраняемых территорий; реализация программ восстановления нарушенных ландшафтов, рекультивация земель и т.д. Очевидно, что для решения перечисленных задач необходима информационная база. Она должна представлять собой автоматизированный комплексный территориальный кадастр природных ресурсов (КТКПР).

КТКПР является частью территориальной информационной системы и представляет собой государственный свод системно организованных данных о природных ресурсах и природных объектах, предназначенных для принятия управленческих решений по обеспечению устойчивого развития региона.

С другой стороны, сокращение антропогенной нагрузки на окружающую среду (ОС) является серьезным побудительным мотивом в реализации государственной политики энергоресурсосбережения.

Правительственными и федеральными целевыми программами предусмотрено комплекс мер по энергоресурсосбережению, в том числе технических, организационных и экономических. Реализация намеченных мероприятий только в сфере ЖКХ позволяет уменьшить расход тепловой энергии примерно на 10%, а сокращение загрязнения окружающей среды по углекислому газу и оксидам азота – до 5% [1].

Перманентная диагностика коммуникаций и оборудования станет значимым фактором энергоресурсосбережения и снижения антропогенной нагрузки на окружающую природную среду в масштабах всей России.

Предлагается в качестве диагностической системы внедрить территориальный дискретно-непрерывный мониторинг. В состав единой системы территориального энергоресурсного мониторинга (СТЭРМ), на наш взгляд должны быть включены следующие подсистемы:

- справочно-аналитическая;
- аналитическая;
- прогнозная;
- контрольно-распорядительная;
- исполнительная [2].

В справочно-аналитической подсистеме должны содержаться документы:

- сведения о распределительных сетях и объемах потребления;
- стандарты потребления энергоресурсов;
- технико-технологические требования к процессам и оборудованию;
- технические инструкции по эксплуатации;
- экологические стандарты.

Аналитическая подсистема должна включать методические материалы:

- методики оценки параметров систем и технологических процессов и состояния оборудования;
- методические руководства по работе с измерительной аппаратурой;
- методики анализа экологической обстановки на контролируемой территории.

Функциями прогнозной подсистемы, по определению, являются:

- прогнозирование состояния технических систем (распределительных сетей, оборудования);
- оценка динамики развития экологической ситуации в зоне ответственности данного подразделения ЖКХ;
- подготовка информации для принятия управленческих решений руководством соответствующей административной или хозяйственной структуры.

Контрольно-распорядительная подсистема в общей схеме работы всей СТЭРМ должна обеспечивать подготовку необходимых распоряжений и регламентов, а также осуществлять контроль выполнения управленческих решений. Важным элементом работы данной подсистемы является корректировка решений при изменении текущей обстановки на территории ответственности конкретной организации жилищно-коммунального хозяйства.

Функциями исполнительной подсистемы СТЭРМ являются:

- реализация принятых руководством подразделения ЖКХ управленческих решений;
- выполнение комплекса необходимых «полевых» (т.е. на территории города или района) измерений и передача фактических сведений сотрудникам аналитической подсистемы.

Неотъемлемой частью системы мониторинга должен стать банк физико-математических моделей:

- структурная модель распределительной сети;
- модель процесса подачи энергоносителя потребителям;
- частные модели распределительных комплексов узлов;
- уровневая модель системы с указанием критических точек;
- математические модели (уравнения балансов).

Назначение перечисленных моделей состоит в том, что при сравнении модельных и фактических данных состояния оборудования или параметров процесса в аналитической и прогнозных подсистемах оцениваются технологические риски, а также риски технического состояния (возможность поломки оборудования). На основании полученных аналитических данных руководителем соответствующе структуры ЖКХ принимается управленческое решение о производстве детальной диагностики системы и профилактических работ. Высшим уровнем построения системы с использованием физико-математических моделей является создание постоянно действующей комплексной модели, функционирующей в режиме реального времени. Капитальные вложения на создание территориальной мониторинговой системы, как показывает опыт внедрения подобных систем в практику работы других отраслей народного хозяйства, окупается в течение нескольких лет [3]. В то же время эффективность работы системы мониторинга характеризуется не только с экономической, но социальной и экологической точек зрения. В данном контексте эффект выражается:

- в формировании положительной социальной обстановки на территории поселения (города, района);
- в достижении комфортной с экологической точки зрения среды жизнедеятельности местного населения.

Литература

1. Экологическая безопасность городов Юга России и рациональное природопользование Ростов-на-Дону, 18 окт. 2006 г.): материалы конф. – М.: РАЕН, 2006. – 284 с.
2. Молев М.Д., Молев А.М. Теория и практика управления региональной экологической безопасностью: монография. – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2006. – 84с.
3. Молев М.Д. Научно-практические основы прогнозирования социально-экологической ситуации в регионе / Научно-методические основы мониторинга, прогнозирования и оценки устойчивого развития территориальных социоприродных систем: монография /Под общ. ред. проф. М.В.Росинской. – Воронеж: ВГПУ, 2012. – С. 65-79.

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

УДК 365.48

ОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЗДАНИЯМИ

Чергинец О.А., Колокольникова А.И.

Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева

Изучены понятие, особенности, задачи интеллектуального управления зданием, выявлены состав, преимущества и недостатки электронных систем управления зданиями, рассмотрены технологии создания качественного, комфортного, экологичного жилья, примеры цифровых и сетевых решений для умных домов в области энергосбережения и защиты окружающей среды.

Наделение жилья интеллектом считается одним из самых передовых достижений в области строительства. Умный дом (англ. Smart House, Intelligent Home) — здание современного типа, организованное для комфорта и безопасности людей при помощи автоматизированных систем и современных высокотехнологичных устройств.

Понятие "интеллектуального здания (ИЗ) как здания, обеспечивающего продуктивное и эффективное использование рабочего пространства..." было впервые сформулировано в США в начале 80-х годов прошлого века. В XI веке под этим термином принято понимать роботизированную инженерную систему автоматического управления, которая с помощью всевозможных датчиков способна распознавать различные процессы и ситуации, происходящие как внутри помещения, так и за его пределами, реагировать на них, обеспечивая комфорт и удобство для людей.

Стадии развития «Умного Дома»:

- электронный дом (Electronic House) — автономный саморегулируемый и управляемый объект, включающий в себя всевозможную автоматику;
- подключенный дом (Connected House) — это электронный дом, подключенный к сети, которая связывает в единое целое отдельные объекты для эффективной доставки по сети услуг; мониторинга систем энергоаудита, жизнеобеспечения, безопасности и т. д.,
- цифровой дом (Digital House) — интеллектуальное жилище, в котором с помощью стандартных цифровых протоколов осуществляется обмен информацией внутри и вне дома.

Самыми простыми задачами, которые ставит перед собой технология "умный дом", являются управление электрообеспечением, освещением, системой охраны и инженерными коммуникациями, такими как система отопления, вентиляции и кондиционирования для обеспечения необходимых параметров микроклимата. В качестве обязательного компонента

рассматривается также система мультимедиа по управлению распределением аудиосигнала. Как правило, такие системы предполагают не только обычное управление, но и управление через он-лайн интерфейс. Например, уже широко известны коммунальные счетчики с GPS, что позволяет получать данные и управлять своими платежами дистанционно [1].

Функционал "интеллектуальных зданий" постоянно меняется и усложняется, поэтому не существует единых решений, и заказчик сам вправе выбрать функции, которые необходимы именно ему. Подсистемы различных производителей в ИЗ объединены в единый управляемый комплекс, чтобы отслеживать работу и состояние всей "начинки" здания, самостоятельно принимать решения в изменяющихся обстоятельствах.

Трансформация в секторе энергетики потребует от всех его участников полного переосмысления сложившихся принципов работы. По мнению Франка Поршманна, вице-президента Deutsche Messe по CeBIT, цифровые и сетевые решения для умных домов обещают сделать значительный вклад в рост индустрии ИКТ, особенно это касается решений в области управления потреблением электроэнергии. С точки зрения Поршманна необходимо разработать требуемые стандарты и создать сети межотраслевой кооперации, которые позволят создать новые бизнес-модели, помогающие реализовать потенциал этого нового рыночного сегмента.

В качестве примера можно привести крупный российский маркетинговый проект «Мультидом» альянса четырех комплементарных по роду деятельности компаний. Подобные объединения являются общемировой практикой, они позволяют сочетать широкий профиль и узкую специализацию. ICS предложила управление зданием — BMS (Building Management System) и автоматизированную систему безопасности BAS (Building Automation Security). От компании Premium в проект вошли система распределения, состоящая из универсальной кабельной сети, схем распределения механических сервисов и аудио/видеосервисов (multiforum), блок инженерных систем и системы распределения инженерных сервисов (кондиционирование, вентиляция, водоснабжение и т.д.), от Golden Telecom — ресурсы «подключенного дома», от En-Trade — home entertainment. Таким образом, «Мультидом» выступает разработчиком новых электронных технологий в строительстве [2].

Электронные системы управления зданиями (АСУЗ) условно делят на две категории: системы управления "умным домом для предприятий" и системы управления классическим "умным домом".

Системы управления "умным домом для предприятий" имеют централизованное управление и используются в крупных промышленных учреждениях, зданиях, складах и офисах. Основной задачей данных систем служит мониторинг и управление системами жизнеобеспечения (отопле-

ние, кондиционирование, безопасность и др.). В общих чертах технология "умного дома" на производстве занимается сбором различной информации, начиная от температуры воздуха за окном и заканчивая средней скоростью передвижения людей по предприятию. Затем система анализирует полученные сведения, и в зависимости от изначально заданных установок, принимает то или иное решение. Таким образом, использование АСУЗ на предприятиях не только экономит ресурсы, но и позволяет провести сокращение рабочего персонала.

Системы управления классическим "умным домом" находят себе применение в загородных домах, квартирах и там, где на первое место выведен комфорт. Особенно система "умного дома" незаменима в многоэтажных особняках, где в ручном режиме просто нереально поддерживать комфортные условия во всех комнатах и при этом экономить энергоресурсы.

Концепция "Системы интеллектуального управления зданием" заключается в:

- создании интегральной системы управления зданиями, способной обеспечить комплексную работу всех инженерных систем помещения - отопления, освещения, водоснабжения, вентиляции;
- передаче функций контроля, обслуживания, принятия решений подсистемам АСУЗ,
- значительном возрастании эффективности функционирования и надежности управления всех систем эксплуатации за счет комплекса программно-аппаратных средств;
- способности "умного дома" с наименьшими затратами соответствовать стилю жизни, характеру, настроению его обладателя;
- легком подключении новых устройств и модулей систем к коммуникационной среде, проложенной в здании [4].

Система управления уникальным зданием способна выполнять сколь угодно сложные команды, что позволяет хозяину полностью настроить дом под себя, человеку достаточно всего лишь выбрать одну программу на пульте, чтобы дом полностью ответил его ожиданиям. Например, после нажатия кнопки с программой "Дома" автоматически включится освещение, установится комфортный микроклимат, подогреется ужин, наполнится ванна и т. д. При этом все системы работают совместно и согласованно, что обеспечивает реализацию ресурсосберегающих процедур, удаленный контроль и управление зданием, мгновенное комплексное реагирование на критическое изменение параметров систем.

Рассмотрим некоторые основные функции более подробно.

Управление светом в "умном доме" допускает создание различных световых сценариев из огромного числа источников света с различной интенсивностью и яркостью. Для офисных помещений предназначена специ-

альная функция постоянного контроля освещенности, которая поддерживает заданную освещенность рабочей поверхности независимо от времени суток и освещения вне помещения. Автоматическое включение уличного освещения в зависимости от времени суток и присутствия людей обеспечит дополнительный комфорт и даже отпугнет незваных гостей.

Система управления микроклиматом постоянно измеряет и поддерживает температуру на заданном уровне индивидуально в каждой комнате, а при необходимости автоматически включает или выключает вентиляцию. Контроль работы жалюзи препятствуют нагреванию помещения и помогают экономить электроэнергию, расходуемую кондиционером. Смена режимов управления микроклиматом происходит автоматически по заранее заданному расписанию или по команде. Все это существенно экономит энергию, а значит и экономит денежные средства потребителей.

Система безопасности и охраны "интеллектуального здания" включает в себя запись всех событий, произошедших в доме и за его пределами за время отсутствия хозяев. Лица и действия подозрительных незнакомых людей будут зафиксированы, при проникновении в дом нарушителей ожидают ослепляющий свет и звуковая сирена, сопровождающиеся отправкой хозяину сообщения о проникновении и вызовом охраны. Охранная система обследует состояние всех систем в доме, а в случае какой-нибудь опасности, будь то пожар, задымление или утечка газа, своевременно отправляет сигналы не только в спецслужбы, но и на телефон хозяина дома. Отличительной особенностью системы безопасности интеллектуального здания является возможность выбора вариантов реагирования на ту или иную аварийную ситуацию. Например, при утечке воды система не только информирует соответствующие службы, но и перекрывает нужные трубопроводы или отключит аварийные участки электрической сети при угрозе возгорания. Еще одной особенностью системы безопасности является наличие функции "эффект присутствия", которая включает музыку и свет, имитирует собачий лай, тем самым уменьшая вероятность вторжения в дом злоумышленников. Помимо основных функций интеллектуальная "начинка" может также во время отсутствия хозяев обеспечить правильный и своевременный полив комнатных растений.

Рассмотрим особенности оборудования, применяемого в "умных" зданиях. Использование сенсорного включения-выключения света сокращает энергопотребление. Интеллектуальные выключатели в отличие от диммеров — устройств плавной регулировки яркости света, могут управляться с любого места, где рядом находится розетка с подключенным многоканальным выключателем контроллером. Удаленное управление приборами может обеспечить телефонный контроллер, который позволяет управлять 10 приборами по телефону и 8 приборами с кнопок. Чтобы ре-

гулировать поток теплоносителя целесообразно использовать электромагнитный клапан, контроллер своевременно даст команду клапану при условии установки необходимого количества датчиков, с помощью которых контроллер собирает информацию. В момент строительства нужно предусматривать наравне с другими инженерными сетями специальный кабель, именуемый также шиной, чтобы выполнять перепроектирование и последующие ремонтные работы. На потолке можно разместить динамики и микрофоны голосовой системы управления.

Управление всеми системами может осуществляться с дистанционных пультов, сенсорных панелей (touchscreen), компьютера или телевизора. Для управления любыми мобильными и стационарными исполнительными устройствами, находящимися в пределах покрытия мобильной сети действующего стандарта, предназначен GSM Модуль, который предоставляет пользователю возможность персонального круглосуточного контроля и адекватного физического дистанционного реагирования при экстремально-кризисных ситуациях.

Использование концепции «интеллектуального здания» на российском рынке позволяет за счет комплексной интеграции достигнуть экономии 10-15% по сравнению с отдельными системами. Так, приблизительно на треть сокращается потребление энергии, воды, газа, тепла, а, следовательно, уменьшаются выбросы в окружающую среду и расходы на утилизацию отходов, на коммуникации и ресурсы. Подсчеты показывают быструю окупаемость затрат на оборудование, а установка в офисных и жилищных комплексах системы вентиляции и кондиционирования с рекуперацией тепла позволяет значительно экономить на электроэнергии.

Преимущества АСУЗ:

- все подсистемы интеллектуального дома работают согласованно, например, кондиционер не будет работать при открытом окне;
- управление всеми устройствами осуществляется с одного пульта, имеющего все необходимые инструкции;
- инженерное оборудование интеллектуального дома работает самостоятельно, обеспечивается эффективное использование всех коммуникаций здания;
- выбор сценариев позволяет нажатием одной кнопки реализовать любой набор функций в доме;
- обеспечивается экономия электроэнергии и других энергоресурсов;
- продлевается срок службы дорогостоящих приборов и аппаратуры;
- предотвращаются аварийные ситуации, а значит, обеспечивается экономия на техническом обслуживании инженерных систем;
- появляется возможность постоянного удаленного контроля и управления разными системами в доме;
- функции «Умного дома» могут быть изменены под требования заказчика;

- повышение безопасности здания;
- обеспечивается наибольший комфорт независимо от внешних условий.

Кроме этого, уменьшаются затраты на построение такой системы: она становится более мощной, а стоит меньше, чем десяток отдельных систем управления, возрастает эффективность деятельности в результате соединения, интеграции, слияния отдельных частей в единый комплекс.

К недостаткам системы можно отнести высокую стоимость оборудования, его монтажа и обслуживания; создание электромагнитного поля за счет большого количества проводов, находящихся в стенах зданий; необходимость полной замены электропроводки, водопровода, системы отопления и т. д., отведение места в доме под оборудование, бесперебойный источник питания и стабилизатор, чтобы обеспечить работу оборудования.

Надежность жилища повышают технологии замкнутых циклов, максимизация автономности от коммуникаций: сегодняшнее электропитание от сетей должно в перспективе заменяться собственными энергоисточниками — солнечными коллекторами, ветряками. Важные параметры дома — его теплоизоляция, близкая к 100%, энергопассивность — дом-термос.

В последние десятилетия в американском, европейском и российском строительстве господствует идея создания экодому, для возведения и эксплуатации которых не требуются невозобновляемые энергоресурсы. Современные технологии тепло-, гидро-, паро-, и звуко-изоляции на основе натуральных природных материалов, экономичных источников энергии, систем утилизации продуктов жизнедеятельности позволяют создать жилище, отвечающее самым высоким стандартам здоровой жизни [3]. Экодом — это принцип, который определяет, что жизнедеятельность человека создает положительный экологический след в экосистеме Земли. Отличительными особенностями экодому является низкое энергопотребление на отопление и электропотребление, которое достигается за счет пассивного солнечного обогрева, высокой теплоизоляции, энергоэффективных бытовых приборов, системы управления [5]. Качественное, комфортное, экологичное жилье позволяют построить технологии «Геодом» и «Элевит». Так, помещение, построенное по технологии «Элевит», начинает нагреваться, когда в нем загорается обычная лампа накаливания.

В дальнейшем Умные дома станут частью Умных городов, "умные технологии" которых включают передовые сенсорные, коммуникационные и управляющие техники для повышения эффективности распределения и измерения газа и электричества. "Интеллектуальная сеть" — это основанная на "умных технологиях", автоматически балансирующая, самоконтролирующаяся энергетическая сеть, способная при минимальном участии людей принимать энергию из любого источника (уголь, солнце, ветер) и

преобразовывать ее в конечный продукт для потребителей (тепло, свет, теплую воду).

В тройку городов мира, где реализуется проект "умный город", входят Амстердам, Масдар (Masdar City, по-арабски означает "источник, ключ") и российский Белгород. В ближайшее время будут предприняты усилия по интеллектуализации электроснабжения в городах Тюмень, Калининград и Сочи. В "Белгородэнерго" уже используются оборудование и программные комплексы, которые являются элементами интеллектуальных сетей "умного города": автоматизированная система управления уличным освещением "Гелиос", вольтодобавочные трансформаторы (бустеры), автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии с интеллектуальными счетчиками "Нейрон", телемеханизированные подстанции 35–110 кВ, управление которыми происходит дистанционно. Для повышения надежности электроснабжения потребителей, снижения затрат и времени на отыскание мест повреждения установлены реклоузеры, которые объединяют в себе вакуумный выключатель и микропроцессорную релейную защиту с противоаварийной автоматикой.

Конечно, почти все, что умеет делать система "умный дом", можно делать по-старинке, как бы это ни было энергозатратно и неудобно. Однако, автоматизация систем жизнеобеспечения, функции энергосэкономии, защиты от аварийных ситуаций, удаленного контроля и управления всеми инженерными системами дома являются гарантом того, что "умные дома" — это технология, обреченная на успех.

Литература

1. Колокольникова А. И., Карнаухов Д. В. Применение автоматизированных информационных систем в бытовом секторе / Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. — 2013. — № 1. — С. 121-131. — ISSN 2305-3763. URL: <http://www.pglu.ru/innovation/cyberspace/issues.php> (дата обращения: 26.09.2013).
2. Королев Ю. В. Умный дом: приятная неизбежность URL: http://www.artelectronics.ru/authors_articles?article_id=575 (дата обращения: 26.09.2013).
3. Пешков И. В. Победитель стихий/ Сибирь. Освоение жизни URL: <http://ty-zhiv.ru/> (дата обращения: 26.09.2013).
4. Решения Умного дома/ Комплексная автоматизация инженерных систем URL: <http://smaroptima.ru> (дата обращения: 26.09.2013).
5. Экодом в Сибири / Природа Южной Сибири и ее защитники URL: <http://ecoclub.nsu.ru/books/> (дата обращения: 26.09.2013).

УДК 622.232

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТСЕВА ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА МИНИ-ТЭЦ ТОРФОБРИКЕТНОГО ЗАВОДА

¹Басалай И.А., ¹Зеленухо Е.В., ²Кацило В.В.

¹Белорусский национальный технический университет, г. Минск,

²Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
г. Санкт-Петербург

В работе проведены комплексное исследование свойств отсева фрезерного торфа и анализ эффективности его использования в качестве топлива мини-ТЭЦ ТБЗ.

Одной из стратегических задач развития энергетики Беларуси является сокращение импорта энергоносителей и вовлечение в топливно-энергетический баланс доли местных видов топлива. В недрах республики находятся значительные запасы твердых горючих ископаемых: торфа, бурых углей, горючих сланцев, сапропелей, освоение которых может оказать значительное влияние на топливно-энергетический потенциал страны. Однако, наиболее широкое применение из всех твердых горючих ископаемых, используемых в качестве топлива, получил торф.

Цель работы – комплексное исследование свойств отсева фрезерного торфа различных фракций для оценки эффективности его использования в качестве топлива мини-ТЭЦ ТБЗ «Усяж». Для достижения поставленной цели проведен анализ работы мини-ТЭЦ ТБЗ «Усяж» Минской области Республики Беларусь, которая обеспечивает получение тепловой и электрической энергии с эффективным использованием сырьевого отхода, в виде отсева фрезерного торфа.

Мини-ТЭЦ позволяет получать тепловую энергию, которая направляется на технологический процесс производства топливных брикетов, а также для горячего водоснабжения и отопления производственных помещений, жилых домов, школы и объектов социально-культурного назначения, расположенных в поселке. Производительность мини-ТЭЦ брикетного цеха – 25 Гкалл.

Мини-ТЭЦ оснащена тремя котлами, два из которых работают на газообразном топливе (котел №1 – ДКВР 10/13, котел №2 – ДЕ 16/14) и один – на твердом топливе (котел №3 – ДКВР 10/13). Используемое твердое топливо в своем составе содержит около 15 % отсева торфа крупной фракции - сырьевого отхода производства торфяных топливных брикетов.

Схема технологического процесса производства торфяных топливных брикетов представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема технологического процесса производства торфяных топливных брикетов

Фрезерный торф влажностью 40–45 %, заготовленный в летнее время, в вагонах доставляется в бункерную сырьевую брикетного цеха, откуда подается в подготовительное отделение и направляется в дробилки. Измельченный в дробилках фрезерный торф подается в грохота. Здесь происходит разделение торфа на фракции. Мелкая фракция подается сборным скребковым конвейером в сушильное отделение. Отсев торфа – крупная фракция – ленточными конвейерами отсева, подается в бункер крупной фракции и отсева для дальнейшего сжигания.

Качество любого твердого топлива в значительной степени определяется его химическим составом, а точнее соотношением горючей и негорючей части. К горючей части относят углерод, водород и серу; негорючая определяется содержанием кислорода, азота, а также зольностью и влажностью топлива. Химический состав, в свою очередь, обуславливает теплотворную способность топлива, т.е. количество теплоты, которое будет выделяться при его сжигании. В этой связи, анализ эксплуатационных свойств отсева фрезерного торфа в качестве горючего твердого топлива должен быть основан на комплексном определении данных характеристик.

В настоящей работе представлены результаты исследования теплотворных свойств фрезерного торфа мелкой, средней и крупной фракций, используемого для сжигания в котлах мини-ТЭЦ ТБЗ «Усяж». Все исследования были проведены в научной лаборатории «Моделирования экологической обстановки» на базе Национального минерально-сырьевого университета «Горный» с использованием современного высокотехнологичного аналитического оборудования.

Определение общей теплотворности при сжигании топлива (H_o , Дж/г) проводилось в бомбовом калориметре IKA WERKE C2000 (Германия) (рис. 2).



Рис. 2. Бомбовой калориметр IKA WERKE C2000

Общая теплотворность вычисляется как частное от деления освобожденного в течение полного сгорания твердого топлива количества теплоты на вес образца. Калориметрический эксперимент по сгоранию топлива происходит в измерительной камере, состоящей из внутреннего сосуда; мешалки, обеспечивающей равномерное распределение тепла во внутреннем сосуде; водяного цикла с нагревающим элементом для выравнивания температуры и автозаполнения внутреннего сосуда; температурного датчика для регистрации значений эксперимента; прибора подачи кислорода в сосуд разложения. При проведении эксперимента сосуд разложения с образцом погружается во внутренний сосуд. Для оптимизации процесса го-

рения в сосуд разложения поступает чистый кислород до заданного давления (30 бар). Далее внутренний сосуд заполняется водой рабочей температуры 25-30 °С, которая поддерживается в постоянном движении магнитной мешалкой. Образец топлива зажигается посредством электричества от хлопковой нити, зафиксированной на зажигательной проволоке. Измеряется возрастание температуры в калориметрической системе (т.е. воды во внутреннем сосуде измерительной камеры). Фазы измерительного прибора отслеживаются с помощью измерительной программы.

Далее вычисляется общая теплотворность образца исходя из значений веса образца, теплоемкости калориметрической системы и возрастания температуры воды в сосуде измерительной камеры. При этом вводится поправка на тепловую энергию, образованную не от измеряемого образца (внешняя энергия электрического зажигания и теплота сгорания хлопковой нити).

Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Определение общей теплотворности проб отсева торфа различных фракций

Проба	Масса навески, г	H _o , Дж/г
ФРЕЗЕРНЫЙ ТОРФ мелкая фракция <7мм	0,999	15 666
ФРЕЗЕРНЫЙ ТОРФ средняя фракция 7-10 мм	1,035	15 888
ФРЕЗЕРНЫЙ ТОРФ крупная фракция >10 мм	0,492	15 959

Измерения общей влажности и зольности различных фракций фрезерного торфа проводились на термогравиметрическом анализаторе TGA701 фирмы LECO (США).

Съемка проводилась по установленной программе с чередованием окислительной (кислородной) и инертной (азотной) сред. Полученные средние результаты нескольких параллельных измерений каждой пробы приведены в табл. 2.

Исходя из вышеприведенных данных, расчетное значение зольности фрезерного торфа на сухое состояние (т.е. с учетом потери влаги при сжигании) составляет соответственно около 16,8, 15,5 и 10% для мелкой, средней и крупной фракции.

Кроме того, результаты термогравиметрического анализа, совмещенного с дифференциально-сканирующей калориметрией, проведенные дополнительно на термоанализаторе фирмы METTLER TOLEDO (США), свидетельствуют, что при съемке проб фрезерного торфа в воздушной

окислительной среде со скоростью 10 °С/минуту после 750 °С не наблюдается никаких термоэффектов, что свидетельствует о полном сгорании топлива до этой температуры.

Таблица 2 – Результаты определения общей влажности и зольности различных фракций фрезерного торфа

Фрезерный торф	Общая влажность, %	Зольность, %	График эксперимента
Мелкая фракция <7мм	10,50	15,05	
Средняя фракция 7-10 мм	34,15	10,25	
Крупная фракция >10 мм	40,30	6,00	

Далее проводилось исследование химического состава проб отсева торфа различных фракций. Определения содержания углерода, водорода, азота и серы были выполнены на «СНН628» анализаторе фирмы LECO(США). Средние значения нескольких параллельных измерений, пересчитанные с учетом общей влажности проб, представлены в табл. 3.

Сопоставляя результаты комплексного исследования эксплуатационно-топливных характеристик проб отсева фрезерного торфа различных фракций, можно заключить, что наиболее эффективным является применение на производстве в качестве твердого горючего топлива отсева торфа крупной фракции.

Таблица 3 - Результаты определения содержания углерода С, водорода Н, азота N и серы S различных фракций фрезерного торфа

Фрезерный торф	Содержание %	Графики экспериментов
Мелкая фракция <7мм	C 45,5 H 5,17 N 3,12 S 0,12	
Средняя фракция 7-10 мм	C 55,30 H 6,16 N 3,45 S 0,27	
Крупная фракция >10 мм	C 58,59 H 5,57 N 3,81 S 0,24	

Это обусловлено его высокой теплотворной способностью, наибольшим суммарным содержанием горючих элементов (углерода, водорода и серы) и наименьшей зольностью на сухое состояние в сравнении с отсевом торфа более мелких фракций. Таким образом, проведенные исследования подтверждают целесообразность промышленного опыта работы мини-ГЭЦ ТБЗ «Усяж».

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ В ТОПКАХ КОТЕЛЬНОЙ ТБЗ

¹ Горфин О.С., ¹ Калябина М.В., ² Михайлов А.В.

¹ Тверской государственный технический университет, г. Тверь

² Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»
г. Санкт-Петербург

В статье рассмотрены способы использования фрезерного топливного торфа повышенной влажности в топках ТБЗ. На основании расчётов определена стоимость различных способов решения проблемы сжигания в топках котельных влажного торфа: путем «подсветки» торфа мазутом; использования теплоты первого корпуса сушилки Пеко, переведённого на обогрев паром для подсушки топливного торфа; сжигания влажного торфа совместно с брикетами.

Энергоресурсосбережение – один из важнейших стратегических ориентиров долгосрочной государственной политики Российской Федерации. В энергетической стратегии России предусмотрено, что до 2020 г. реально реализовать снижение удельной энергоёмкости за счет использования технологического энергосбережения до 35 %.

На ТБЗ фрезерный торф является основным технологическим сырьем и энергетическим топливом. Для повышения эффективности воспламенения и стабилизации процесса горения торфа в котельных обычно используют мазут (в объеме 10–20 % от расхода торфа). Совместное сжигание торфа и, обладающего более высокой реакционной способностью мазута, ухудшает эколого-экономические показатели котлов: на 10–15 % повышается механический недожог топлива и на 2–5% снижается КПД-брутто, возрастает скорость высокотемпературной коррозии экранных поверхностей, снижается надежность эксплуатации котельного оборудования, на 30–40 % увеличивается выход оксидов азота и серы (за счет более высокого содержания серы в мазуте), появляются выбросы канцерогенной пятиокиси ванадия.

Поэтому актуальна замена мазута кондиционным торфом, цена которого значительно ниже жидкого топлива – мазута.

Известные методы снижения расхода мазута при сжигании низкосортных топлив: реконструкция горелочных устройств, раздельное и смешанное сжигание топлива и подсветочного мазута, высокий подогрев воздуха и пылевоздушной смеси и др. – не решают проблему сокращения расхода жидкого топлива, особенно на стадии растопки котлоагрегата.

В сезоны с неблагоприятными погодными условиями нет возможности заготовить топливный торф кондиционной влажности для котельной завода. Задача – обеспечить номинальную производительность котла при сжигании фрезерного торфа без подсветки факела

Известны несколько способов использования на ТБЗ топливного торфа повышенной влажности.

Поступление в котельную торфяного топлива ухудшенного качества с резкими колебаниями характеристик создает значительные трудности в работе котлов. При этом снижается экономичность котельной установки и устойчивость процессов сжигания.

Указанные технологические проблемы, а также высокие цены на мазут приводят к необходимости сокращения его потребления, и обеспечение максимально возможного использование торфяного топлива.

Эта задача решается путем модернизации технологии.

Для решения этой проблемы на ТБЗ «Тоотси» (Эстония) один канал двухштемпельного брикетного пресса развёрнут в бункерную сырьё и брикеты вместе с топливным торфом направляются в котельную завода [1].

Известны способы использования для подсушки топливного торфа теплоты корпуса П-В либо установкой дополнительно шахтной мельницы [2] или непосредственно в корпусе П-В, направляя технологический торф минуя корпус П-В в корпус П-А.

Рассмотрим возможности использования топливного торфа повышенной влажности с экономической точки зрения.

1. Использование мазута для «подсветки» топливного торфа повышенной влажности.

Определим нормативный расход мазута при сжигании торфа повышенной влажности. Котел ДКВр-10-13-250КШ. Номинальная паропроизводительность котла $D_{ном} = 10$ т/ч. Котел работает в течение суток 24 ч с нагрузкой $D_k = 10$ т/ч пара.

Расчетное топливо: фрезерный торф $Q_{н\text{факт}}^p = 8,5$ МДж/кг; $w^p = 50$ %; $A^p = 5,5$ %. Расчетный расход торфа при $D_{ном}$ $B_{расч}^k = 3555$ кг/ч.

Фактическое топливо: фрезерный торф $Q_{н\text{факт}}^p = 6,75$ МДж/кг, $w^p = 56$ %, $A^p = 6,3$ %.

Расчет расхода мазута и торфа за 1 ч при нагрузке котла $D_{ном} = 10$ т/ч и $Q_{н\text{факт}}^p = 6,75$ МДж/кг.

Коэффициент перерасчета топлива [3] при $D_k/D_{ном}=10/10=1$ (котел работает при полной нагрузке) и $Q_{н\text{факт}}^p/Q_{н\text{расч}}^p=6,75/8,5=0,8$ в фактический составляет $K=1,28$.

Тогда расход условного топлива за 1 ч составит

$$B_{усл}^{10} = \frac{B_{расч}^k \cdot K^{10} \cdot Q_{н\text{факт}}^p}{7000} = \frac{3,555 \cdot 1,28 \cdot 6,75}{29,3} = 1,05 \text{ т/ч.}$$

Расход топливного мазута [3] при $D_k/D_{ном}=10/10=1$ и влажности

фактического торфа $w^p = 56\%$ при $X^m = 14\%$

$$B_{\text{усл}}^H = \frac{1,05 \cdot 14}{100} = 0,147 \text{ т/ч.}$$

Расход условного торфа составит

$$B_{\text{усл}}^H = 1,05 - 0,147 = 0,903 \text{ т/ч.}$$

Расход условного мазута за 1 сутки

$$B_{\text{усл}}^M = B_{\text{усл}}^H \cdot 24 = 0,147 \cdot 24 = 3,528 \text{ т/ч.}$$

В натуральном исчислении

$$B_{\text{натур}}^H = \frac{B_{\text{усл}}^H \cdot 29,3}{39,9} = \frac{3,528 \cdot 29,3}{39,9} = 2,59 \text{ т/ч.}$$

Расход условного торфа за 1 сутки

$$B_{\text{усл}}^T = B_{\text{усл}}^H \cdot 24 = 0,903 \cdot 24 = 21,672 \text{ т.}$$

или в натуральном исчислении при $Q_{\text{натур}}^p = 6,75$ Мдж/кг.

$$B_{\text{натур}}^T = \frac{B_{\text{усл}}^T \cdot 29,3}{6,75} = \frac{21,672 \cdot 29,3}{6,75} = 94,07 \text{ т.}$$

Суммарный расход условного топлива за 1 сутки

$$B_{\text{усл}} = B_{\text{усл}}^H + B_{\text{усл}}^T = 3,528 + 21,672 = 25,2 \text{ т.}$$

При цене топочного мазута М-100,2.0-S-2,5 производства Кириши-нефтеоргсинтез на станции отгрузки равной – 13 400 руб./т по состоянию на 30.09.2013 [4] без учета транспортных затрат на его доставку до котельной затраты на сжигание мазута в сутки составят

$$C^M = 2,59 \cdot 13,4 = 34,706 \text{ тыс. руб.}$$

При цене топливного фрезерного торфа производства ООО «ЕРТ» равной на станции отгрузки – 910 руб./т по состоянию на 30.09.2013 [5] без учета транспортных затрат на его доставку до котельной затраты на сжигание некондиционного торфа в сутки составят

$$C^T = B_{\text{натур}}^T \cdot 0,91 = 94,07 \cdot 0,91 = 85,6 \text{ тыс. руб.}$$

В итоге суточные затраты на топливо при сжигании некондиционного торфа и подсвечивании торфяного факела мазутом составят

$$C = 34,706 + 85,6 = 120,31 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость кондиционного торфяного топлива влажностью $w=50\%$ при стоимости 910 руб./т и расходе 3,555 кг/ч составит за сутки

$$C_{\text{конд}} = 3,555 \times 24 \times 1,0 = 77,64 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, сжигание в котельной торфяного топлива влажностью 56 % с «подсветкой» торфяного факела мазутом обходится в $120,31/77,64=1,55$ раза дороже, по сравнению с использованием кондиционного торфа влажностью 50 %. При этом следует отметить, что в расчёте не учтены затраты на доставку и хранение мазута на ТБЗ, особенно в зимнее время года.

На завод поступает топливный торф влажностью 56 %. По вариантам 2 и 3 появляются дополнительные затраты. Определим, в каком случае они ниже.

2. Корпус II-B исключается из технологии производства брикетов. Технологический торф для брикетирования подаётся минуя корпус II-B непосредственно в корпус II-A. Теплота корпуса II-B используется для подсушки топливного торфа.

Для торфа влажностью 50 % низшая теплота сгорания топлива составляет 8,5 МДж/кг. Для торфа влажностью 56 % низшая теплота сгорания - 6,75 МДж/кг. Теплота сгорания брикетов (влажность 16 %) – 9,365 МДж/кг.

Производительность ТБЗ при работе по проектной технологии $w_1=50\%$; (Завод «Тоотси» – выпуск продукции 120 000 т/год.),

$$G_{2(50\%)} = 120000 / 7200 = 16,67 \text{ т/ч,}$$

где – 7200 нормативное число рабочих часов в год.

Производительность завода по исходному сырью

$$G_{1(56\%)} = G_{2(50\%)} \frac{(100 - w_2)}{(100 - w_1)} = 16,67(100 - 16) / (100 - 50) = 28 \text{ т/ч}$$

Потери торфа в отделениях завода условно не учитываются. Производительность сушильной установки по испаренной влаге

$$W_{(50\%)} = G_{1(50\%)} - G_{2(50\%)} = 28,0 - 16,67 = 11,33 \text{ т/ч.}$$

Сырье – торф влажностью $w_2=56\%$. В сезоны с неблагоприятными погодными условиями для обеспечения плановой производительности завода равной 16,67 т/ч подача торфа в сушилку должна быть увеличена

$$G_{1(56\%)} = 16,67(100-16) / (100-56) = 31,8 \text{ т/ч.}$$

Тогда производительность сушилки по испаренной влаге

$$W_{(56\%)} = G_{1(56\%)} - G_{2(56\%)} = 31,8 - 16,67 = 15,13 \text{ т/ч.}$$

В связи с тем, что корпус II-B исключён из технологического цикла

производства брикетов, производительность сушильной установки по испаренной влаге соответственно уменьшится

$$W_{(20\%)}^{FC} = 15,13 - 0,89 = 14,24 \text{ т/ч,}$$

где $-0,89$ т/ч – производительность корпуса II-B по испаренной влаге при работе корпуса по «разомкнутой» схеме [6].

Выпуск брикетов при работе сушильной установки без корпуса II-B будет равен

$$G_{2(56\%)} = W_{(20\%)}^{FC} (100 - w_1) / (w_1 - w_2) = 14,24(100 - 56) / (56 - 16) = 15,66 \text{ т/ч.}$$

Снижение производительности завода по выпуску брикетов по сравнению с планом составит $16,67 - 15,66 = 1,01$ т/ч.

Упущенная выгода за сутки равна

$$C_{\text{упущ}} = 1,01 \cdot 2,4 \cdot 24 = 58,176 \text{ тыс. руб,}$$

где $2,4$ тыс. руб – стоимость брикетов [7].

3. По способу завода «Тоотси». При влажности торфа 56% на завод должно поступать $31,8$ т/ч сырья. Расход топливного торфа $G_{\text{топл.т}}$ составляет 25% от производительности одной очереди с учётом того, что пар используется, кроме сушилки для выработки электрической энергии, отопления завода и посёлка и других нужд.

Расход топливного торфа

$$G_{\text{топл.т}} = (31,8/2) \cdot 0,25 = 3,72 \text{ т/ч.}$$

Учитывая теплоту сгорания торфа влажностью 56% вместо 50% дефицит теплоты составит

$$Q_{\text{деф}} = (Q_{(50\%)} - Q_{(56\%)}) \cdot G_{\text{топл.т}} = (8,5 - 6,75) \cdot 3720 = 6510 \text{ МДж/ч.}$$

Для восполнения дефицита теплоты требуется сжигать брикетов

$$G_{\text{брик}} = Q_{\text{деф}} / Q_{(16\%)} = 6510 / 9,365 = 695 \text{ кг/ч.}$$

На такую производительность требуется отрегулировать канал пресса, с которого брикеты поступают в бункерную сырьё.

Таким образом, для получения в необходимом количестве пара в топках котельной требуется сжигать 3720 кг торфа влажностью 56% и 695 кг брикета влажностью 16% .

Стоимость топлива

$$C_{\text{топл}} = 3720 \cdot 0,91 + 695 \cdot 2,4 = 3385,2 + 1668 = 5053,2 \text{ руб./ч.}$$

В сутки $C_{\text{топл.сут.}} = 5053,2 \cdot 24 = 121,28$ тыс. руб.

При использовании для подсушки топливного торфа повышенной

влажности корпуса П-В по сравнению со способом завода «Тоотси» суточная выгода составит 121,28-58,176=63,1 тыс. руб.

Для окончательного вывода о наиболее рациональном варианте способа подсушки топливного торфа повышенной влажности следует произвести подробную калькуляцию затрат по рассмотренным способам.

Литература

1. Горфин О.С., Михайлов А.В. Машины и оборудование по переработке торфа. Учебное пособие. Ч.1. Производство торфяных брикетов. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2013. 250 с.
2. Горфин О.С., Михайлов А.В. Способы подсушки топливного торфа повышенной влажности на торфобрикетных заводах // Вестник Тверского государственного технического ун-та, Вып. 1(23), Тверь, 2013. С. 32 - 35.
3. РД 34.10.502. Нормы расхода мазута или газа при сжигании торфа и сланцев на тепловых электростанциях Минэнерго СССР. (НП 34-00-83-85). Министерство энергетики и электрификации СССР. 1985. 7 с.
4. Мазут. Прайс-лист. URL: http://www.riccom.ru/sale_market_r_np_16.htm (дата обращения: 30.09.2013).
5. ООО «ЕРТ». Торф фрезерный топливный. URL:<http://ert.rosfirm.ru/torf-frezernyj-toplivnyj-pc348343874.htm> (дата обращения: 30.09.2013).
6. Наумович В.М. Искусственная сушка торфа. - М.: Недра, 1984. 222 с.
7. ОАО «Ронгинское торфобрикетное предприятие». Торфобрикет навалом по безналичному расчету. URL:<http://torfobriket.biz/price.html> (дата обращения: 30.09.2013).

УДК 696.697:58.012.011.56

К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

Маркова Т.А., Демин В.К., Чибисова П.

Тулеский государственный университет

Разработанная система позволяет изучить все процессы, протекающие в котельном агрегате, проследить взаимосвязи между отдельными контурами регулирования, выявить влияние малейшего изменения в одном контуре на всю систему в целом при неизменных остальных параметрах.

Тепловая энергетика и отопление сегодня по праву занимают одно из первых мест по уровню автоматизированности. Все современные котельные установки и тепловые пункты в обязательном порядке оснащаются самым широким спектром устройств автоматического управления, которые позволяют создать гибкую, надежную и абсолютно безопасную систему горячего водоснабжения и отопления. И действительно, сегодня очень трудно представить себе котельную без установленного в ней целого комплекса автоматики, ведь теплоэнергетические установки характеризуются тем, что все происходящие в них процессы протекают непрерывно. При этом выработка тепловой энергии, всегда должна строго соответство-

вать потреблению (нагрузке). По этой причине практически все операции, осуществляемые теплоэнергетическими установками- автоматизированы, и участие человека в этих процессах сведено к минимуму. Этим и объясняется широкое распространение систем автоматизации в тепловой энергетике.

Система автоматизации котельного агрегата должно обеспечивать:

- аварийное отключение при превышении объемной доли CO продуктов сгорания более 1 %.
- при зажигании основной горелки система автоматики котла обеспечивает время безопасности не более 3 с, в конце которого начинается восприятие основного факела. Если основной факел не обнаружен за этот период, происходит энергонезависимое отключение.
- поддержание давления топлива с точностью не менее 10 % заданного.
- опережение подачи воздуха при увеличении тепловой мощности, опережение подачи топлива при уменьшении тепловой мощности, достаточный и избыточный воздух для предотвращения газообогащенного сжигания.
- расход воды через котел не менее 0,9 номинального значения.
- поддержание температуры воды на входе в котел не менее 70 градусов.
- время безопасности при погасании пламени(интервал между сигналом погасания пламени и сигналом на отключение газа) — не более 1 с.
- суммарное время отключения — не более 2 с.

Система может обеспечивать работу с двухтопливными горелками, при этом возможна раздельная система контроля пламени. Степень приспособляемости системы к изменению процессов и методов управления, к отклонениям параметров объекта управления — протекание переходных процессов, вызываемых скачкообразным изменением заданного значения нагрузки котла не должно вызывать максимальные отклонения по основным технологическим параметрам хуже, чем 5 %.

Паровой котел как объект математического моделирования. Упрощенная функциональная схема котельного агрегата (рис. 1).

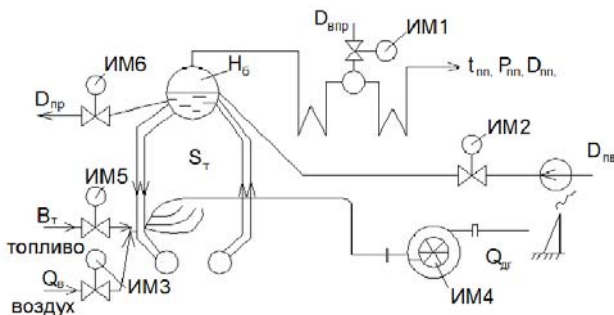


Рис.1 Функциональная схема котельного агрегата

Исполнительные механизмы:

ИМ1 – исполнительное устройства впрыскивания в трубопровод конденсата ($D_{впр}$ – расход воды на впрыск);

ИМ2 – исполнительный механизм подачи питательной воды ($D_{пв}$ – расход питательной воды);

ИМ3 – исполнительный механизм подачи воздуха ($Q_{в}$ – расход воздуха);

ИМ4 – исполнительное устройство в трубопроводе дымовых газов ($Q_{дг}$ – расход дымовых газов, S_t – разрежение в топке);

ИМ5 – исполнительный механизм подачи топлива (B_t – расход топлива);

ИМ6 – исполнительное устройство подачи продувочной воды ($D_{пр}$ – расход продувочной воды).

Задачей комплексной автоматизации котельного агрегата является выявление регулируемых величин и обнаружение связей между ними, а также определение дестабилизирующих величин, влияющих на регулируемые параметры.

Система автоматизации котельного агрегата включает в себя следующие регулируемые параметры:

- температура пара;
- уровень воды в барабане;
- избыток воздуха в топке;
- расход топлива;
- разрежение в верхней части топки.



Рис. 2. Задачи комплексной системы регулирования котла.

Комплексная система автоматического регулирования барабанного парового котла в целом состоит из отдельных систем регулирования:

- 1) температуры пара;
- 2) уровня воды в барабане;
- 3) избытка воздуха в топке, определяющего экономичность процесса горения топлива;
- 4) расхода топлива;

5) разрежения в верхней части топки.

1. *Контур управления температурой пара.* На выходе из котлоагрегата пар должен иметь определенную температуру. При повышении температуры пара срабатывают, так называемые, впрыски, которые впрыскивают в трубопровод конденсат, тем самым понижая температуру пара.

2. *Контур управления уровнем воды в барабане.* Поддержание уровня воды в барабане котла в заданных пределах означает соответствие расхода питательной воды, поступающей в барабан, расходу пара (нагрузке).

К регулированию предъявляются особо высокие требования, так как упуск уровня или перепитка котла могут привести к серьезным авариям: пережогу экранных труб или забросу воды в магистральный паропровод.

На колебание уровня в барабане котла оказывает влияние не только изменение нагрузки, но и явление "набухания" воды - изменение объема, занимаемого паром в пароводяной смеси, проходящей через циркуляционный контур котла. "Набухание" происходит при резких изменениях давления в барабане (сброс или нарастание нагрузки) либо при колебаниях тепловыделений в топке, связанных с изменениями подачи топлива или воздуха. Например, при увеличении расхода пара уровень сначала за счет "набухания" начнет повышаться и только через некоторое время понизится.

Значение уровня в барабане котла с датчика уровня поступает на контроллер, где оно сравнивается с заданным значением и где формируется закон управления. Управляющий сигнал от контроллера поступает на исполнительное устройство, расположенное на трубопроводе.

Если в статическом режиме положение уровня воды в барабане котла определяется состоянием материального баланса, то в динамике на положение уровня влияет большое количество возмущений. Основными из них являются изменения:

- подачи воды в котел;
- паросъема котла при изменении нагрузки потребителя;
- паропроизводительности при изменении нагрузки топки;
- температуры воды, подаваемой в котел.

3. *Контур управления подачей воздуха.* Процесс сжигания топлива должен осуществляться с максимальной экономичностью. Топливо, поступающее в топку должно сгорать по возможности полностью, а потери выделившегося тепла при его передаче поверхностям нагрева должны быть минимальными. Для экономичного сжигания топлива необходимо, чтобы количество воздуха подаваемого в топку котла, строго соответствовало количеству тепла, поступающего с топливом, причем коэффициент избытка воздуха - α , определяемый содержанием O_2 в продуктах сгорания, должен поддерживаться в соответствии с режимной картой котлоагрегата. Достаточно точное поддержание коэффициента избытка воздуха α затруд-

нительно, т.к. газоанализаторы, используемые в настоящее время для анализа уходящих газов, являются инерционными и, следовательно, не позволяют получить желаемое качество регулирования. Поэтому подача воздуха в топку должна регулироваться по косвенным показателям, более или менее точно учитывающим количество тепла, вносимое в топку котла. Если воздуха будет подаваться больше, чем его необходимо для полного сгорания топлива, то на нагрев этого воздуха в топке расходуется дополнительное топливо, что снижает КПД котла. При нехватке воздуха в топке будет происходить неполное сгорание топлива, что также снизит КПД.

4. *Контур управления подачей топлива.* При работе котлоагрегата основным возмущением является изменение потребления пара. При сбросе нагрузки, например, давление в барабане растёт. Давление пара поддерживается в пределах допустимых отклонений, что обуславливается требованиями заданного режима работы. Давление пара отклоняется от расчетного значения во всех случаях небаланса между количествами потребляемого пара и вырабатываемого и регулируется посредством изменения тепловыделения в топке, т.е. главным образом изменением подачи топлива.

5. *Контур управления разрежением.* Для нормального протекания топочного режима в верхней части топки котла поддерживается разрежение. Создание устойчивого разрежения в топке должно осуществляться автоматически в пределах от -20 до -30 Па (от -2 до -3 кгс/см²).

В противном случае наблюдается выбивание пламени из топки при уменьшении разрежения или присосы холодного воздуха через кладку топки при увеличении разрежения.

При отклонении разрежения от нормы подается сигнал на контроллер, который воздействует на направляющие аппараты дымососов.

Значение разрежения в верхней части топки с датчика разрежения поступает на контроллер, где оно сравнивается с заданным значением и где формируется закон управления. Управляющий сигнал от контроллера поступает на исполнительное устройство, расположенное на трубопроводе дымовых газов.

Для обеспечения сбора значений параметров технологических процессов котельный агрегат и его технологическое оборудование должны быть оснащены датчиками, а для управления параметрами – исполнительными устройствами. Для осуществления анализа значений контролируемых параметров, формирования управляющих воздействий необходимо вычислительное устройство – автоматический регулятор, обеспечивающий сравнение полученных значений параметров со значениями параметров нормального течения процесса – уставок.

На основе результатов сравнения регулятор обеспечивает формирование управляющих воздействий на исполнительные устройства с целью

компенсации отклонений и восстановления значений параметров, соответствующих нормальному течению процесса.

В системе используются датчики:

- уровня в барабане;
- расхода топлива;
- расхода воздуха;
- расхода конденсата;
- расхода пара;
- температуры пара;
- температуры питательной воды;
- разрежения в топке.

Исполнительными механизмами в контурах регулирования являются регулирующие клапаны, приводимые в действие механизмами электрическими однооборотными (МЭО).

Для того чтобы объединить отдельные контуры регулируемых величин в комплексную модель необходимо проследить взаимосвязи между ними. Заметим, что питательная вода проходит последовательно барабан и пароперегреватель, т.е. выходной сигнал барабана будет являться входным для пароперегревателя.

Контуры стабилизации разрежения и расходов топлива и воздуха связаны единым местом протекания процесса – топкой, в которой происходит процесс горения природного газа под определенным разрежением с необходимым для этого количеством воздуха.

Исходя из этого, схема комплексной системы автоматизации котельной установки выглядит следующим образом (рис. 3), где

K1 ($c_{пара}$) – удельная теплоемкость пара (1,97 кДж/(кг·°C));

K2 (r) – удельная теплота парообразования (2256 кДж/кг);

K3 ($1/Q_p^H$) – величина, обратная удельной теплоте сгорания топлива (для газа 1/33500 м³/кДж);

K4 ($c_{воды}$) – удельная теплоемкость воды (4,2 кДж/(кг·°C));

K5 ($T_{пит. воды. вх}$) – температура питательной воды на входе в водяной экономайзер (250°C);

ИМ – исполнительный механизм.

Вышеперечисленные принципы организации и работы системы автоматизации котельного агрегата позволяет гарантированно обеспечить повышение КПД на 2-2,5 % , что позволит, например, после автоматизации газового котла экономить на каждый 1МВт мощности — от 65 куб.м. газа в сутки. При цене газа 70\$ за 1000 куб. м. — экономия составит более 120 \$ в месяц на каждый 1МВт мощности.

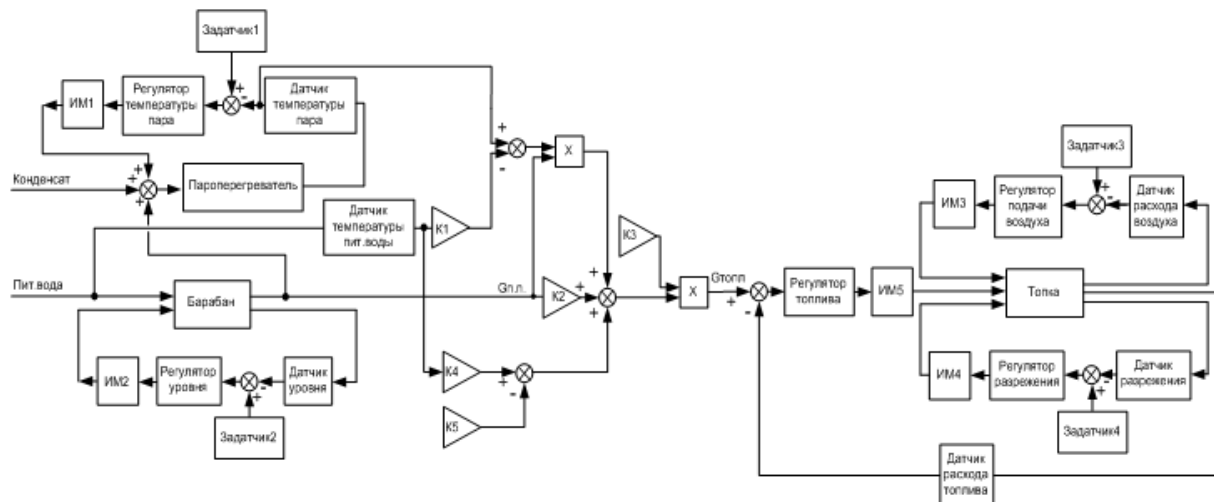


Рис. 3. Структурная схема комплексной системы автоматизации котельной установки.

Литература

1. Ковалев Р.А.; Демин В.К.; Маркова Т.А. Автоматизация процесса производства тепловой энергии: Монография. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. – 111 с.
2. Демин В.К., Маркова Т.А. Математическая модель регулирования уровня воды в барабане парового котла // Материалы конференции «Социально – экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» - 6-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики.- ТулГУ, Тула, 2011 – Т.1.- с. 519-524.
3. Демин В.К., Маркова Т.А. Законы управления системой регулирования уровня в барабане парового котла // Материалы конференции «Социально – экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» - 6-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики.- ТулГУ, Тула, 2011- Т.1.- с. 504-508.
4. Демин В.К. Управление паровыми котлами при работе на общую магистраль // Материалы конференции «Социально – экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» - 6-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики.- ТулГУ, Тула, 2011- Т.1.- с. 501-504.
5. Маркова Т.А., Демин В.К., Гречишкин В.Н. Регулируемый асинхронный электропривод котельного оборудования // Материалы конференции «Социально – экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» - 8-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики.- ТулГУ, Тула, 2012- Т.2.- с. 552-558.

УДК 621.3.052.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ МНОГОУРОВНЕВОЙ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ НА СОВРЕМЕННОМ УРОВНЕ

Касобов Л.С., Таштабанов Д.Ф., Иноятов М.Б., Давлатшоев Д.Д., Ахъёев Дж.С.
Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

Предложен алгоритм управления для предотвращения нарушений устойчивости путем применения многоуровневой противоаварийной автоматики в энергосистеме Таджикистана в режиме реального времени.

Основное направление совершенствования управления энергосистемой - переход к автоматизированной системе, т.е. управление нормальными и аварийными режимами.

Управление энергосистемой в аварийном режиме наиболее эффективно при наличии централизованной энергосистемы противоаварийной автоматики, позволяющей локализовать и не дать развиваться аварии или вовсе предотвратить её. При отсутствии же такой системы управления может привести к возникновению и развитию сложных системных аварий.

Задача построения современной системы противоаварийной автоматики особенно актуальна в нашей стране в связи с внедрением проекта CASA-1000 и включением Рогунской ГЭС. С введением этих проектов

энергосистема будет трансформирована и транзит электроэнергии, в больших объёмах будет поставлять в страны: Афганистан, Иран, Пакистан, Китай, Киргизия, Казахстан и юг России. Рост генерирующей мощности и протяжённости сетей приведёт к сложности и многомерности системы. Что потребует от противоаварийного управления сохранять устойчивость энергосистемы при авариях в сетях 220 ÷ 500 кВ. На рис. 1 представлена схема энергосистемы Таджикистана сетей 220÷500 кВ (штрихпунктирными линиями показаны сооружаемые линии по проекту CASA-1000).

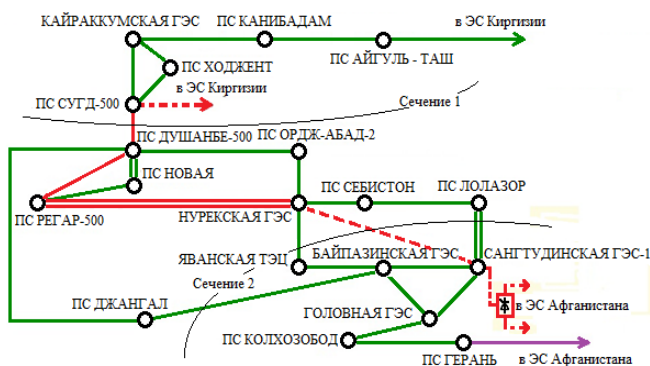


Рис.1. Схема энергосистемы Таджикистана и контролируемые сечения

Особенностью электроснабжения энергосистемы Таджикистана заключается в слабых связях с энергосистемами соседних стран (с 09.11.2009 г.), дефиците генерации в осенне–зимний период, большая часть генерации производится одной станцией (Нурекской ГЭС установленная мощность 3000 МВт).

В таких условиях, существующие системы противоаварийной автоматики, построенные из отдельных (разрозненных) устройств могут оказаться не эффективными. Повышение эффективности противоаварийного управления может быть достигнуто путём построения многоуровневой иерархической системы противоаварийной автоматики. Устройства управления нижнего уровня в такой системе подчиняются устройству следующего более высокого уровня, которое вместе с другими устройствами того же уровня, подчиняются еще более высокому уровню и т.д.

При всем многообразии различных устройств системы противоаварийной автоматики все их можно разделить на пять основных типов:

1. Противоаварийная автоматика для предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ);

2. Противоаварийная автоматика для ликвидации асинхронного режима (АЛАР) или автоматика предотвращения асинхронного хода (АПАХ);

3. Противоаварийная автоматика для ограничения повышения частоты (АОПЧ) и ограничение снижения частоты (АОСЧ);

4. Противоаварийная автоматика для ограничения повышения напряжения (АОПН) и ограничение снижения напряжения (АОСН);

5. Противоаварийная автоматика для разгрузки (предотвращение недопустимой перегрузки) оборудования (АРО).

Противоаварийное управление строится по принципу эшелонированной системы обороны, на каждом рубеже которой используются определенные средства управления для прекращения или ослабления неблагоприятного развития аварийного процесса и обеспечения перехода к установившемуся (квазиустановившемуся) режиму.

1. На первом рубеже используется наиболее быстродействующие средства (релейная защита, регулирование возбуждения и др.) для максимального ослабления аварийного возмущения путем сокращения длительности к.з., форсировки возбуждения генераторов и т.п.

2. На втором рубеже используется комплекс средств, направленных, прежде всего, на сохранение устойчивости параллельной работы (предотвращение асинхронного хода).

3. На третьем рубеже решается задача прекращения асинхронного хода разделением энергосистемы, либо осуществлением ресинхронизации. Тем самым обеспечивается локализация развития аварийного процесса в случае нарушения устойчивости.

4. На четвертом рубеже решается задача предотвращения лавины частоты в отделившихся дефицитных частях энергосистемы, главным образом за счет АЧР, с привлечением некоторых других средств (АВР, ФМТ).

Наконец, на последнем рубеже в случае дальнейшего развития аварийного процесса применяется частотное деление энергосистемы для сохранения в работе, хотя бы отдельных энергоблоков с выделенной нагрузкой. Катастрофические аварии, которые, происходили в США, России, а также в республике Таджикистан и в ряде других стран показала, что основными причинами возникновения этих аварий можно считать:

- неправильная работа локальных устройств системы противоаварийного управления или отсутствие таковых, предотвращающих развитие аварии и отключение не поврежденных элементов энергосистемы.
- отсутствие или неэффективная работа автоматики, обеспечивающей устойчивость станций и их «живучесть».
- неправильные действия диспетчерских служб.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что для предотвращения крупных аварий в энергосистеме необходима многоуровневая современная и эффективная система противоаварийной автоматики.

На рис. 2 приведена предлагаемая структурная схема четырехуровневой иерархической системы противоаварийного управления для энергосистемы Таджикистана со следующими обозначениями:

- КСПУ – координирующая система противоаварийного управления всей энергосистемы страны;
- ЦСПА – централизованная система противоаварийной автоматики;
- МСС – межсистемная связь;
- ЦУ – централизованное устройство с ограниченным районом управления, Л – локальное устройство.

Стрелками указаны направления информационных потоков мощности и управляющих команд.

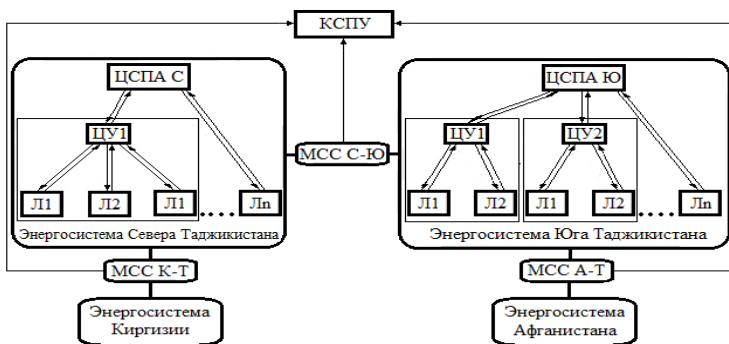


Рис.2 Структурная схема четырехуровневой иерархической системы противоаварийного управления для энергосистемы Таджикистана

На высшем (первом) уровне иерархии осуществляется координация устройств ПА второго уровня, а также могут непосредственно формироваться сигналы управления некоторыми объектами общесистемного значения с целью обеспечения устойчивости межсистемных связей между энергосистемами.

На втором уровне находятся ЦСПА, осуществляющие управление с целью обеспечения устойчивости основных связей в своем районе управления. Например, в ЭС, а иногда и межсистемных связей с соседними ЭС и использующие как собственные средства управления, так и те, которыми располагают два низших уровня. Система противоаварийной автоматики, предназначенная для обеспечения устойчивой работы энергосистем и предотвраще-

ния переходных режимов, режимов перегрузки и колебания напряжения. Также это система предназначена для управления устойчивостью работы энергосистем. Включает возможность отключения генераторов, отключение нагрузки, деление энергосистемы и регулирование энергосистемы.

На рис.1 показаны сечения, по которым происходит деление энергосистемы на три части. В случае выделения энергосистемы на изолированную работу или со значительным дефицитом мощности, диспетчер получает недостоверную информацию. Для предотвращения нарушения устойчивости послеаварийного режима на: Кайраккумской ГЭС, ПС Сугд –500, ПС Душанбе–500, ПС Регар, ПС Новая, Нурекской ГЭС, Сангтудинской ГЭС–1, ПС Джангал, Байпазинской ГЭС, Головной ГЭС, Яванской ТЭЦ и в ряде узловых подстанциях. Устанавливается управляющий программно – технический комплекс (ПТК) противоаварийной автоматики и цифровые регистрограммы.

Автоматическая дозировка управляющих воздействий выполняется для всех заданных аварийных возмущений на основе измеренных параметров режима, ввода информации о состоянии элементов сети, устройств телемеханики и другой информации до аварийного режима.

Результаты расчетов выполненных в виде алгоритма, управляющих воздействий (УВ) которые запоминаются в ПТК в виде многомерных таблиц (табл. 1). В таблицах задается соответствие величины и характера УВ по конкретному аварийному возмущению (приход пускового органа (ПО) - N) и расчетные перетоки мощности по выделенным сечениям (P₁). Расчетные перетоки мощности по каждому аварийному сечению определяются по выражению:

$$P_1 = k_0 + k_{11}P_1 + k_{12}P_2 + \dots + k_{1m}P_m$$

Весь диапазон измерений P₁ разбивается на число ступеней (L) по которым определяют величину уставок расчетных перетоков мощности (контроль предшествующего режима – КПП) из табл. 1.

В общем виде таблица решений для выбора УВ выглядит:

Таблица 1 - Решение выбора управляющие воздействие

№	Нормальный режим			Одиночный ремонт 1			...	Одиночный ремонт M			Двойной ремонт 1			Двойной ремонт K		
	1	..	L	1	...	L	...	1	...	L	1	...	L	1	...	L
1	УВ1	..	УВ9	0	...	0	...	УВ1	...	УВ5	УВ6	...	УВ7	0	...	УВ8
N	УВ9	..	0	УВ4	..	УВ5	..	0	..	УВ1	УВ2	..	УВ9	0	..	УВ6

1,2,... ,N - номера одиночных и двойных ПО для данного направления;
1,2,... ,L- номера ступеней КПП направления;
M - число одиночных ремонтов; K - число двойных ремонтов.

Реализация УВ выполняется на отключение нагрузки (ОН), отключение генерации (ОГ), изменение схемы сети (ДС).

На рис. 3 приведены примеры, расчетные осциллограммы переходных процессов при возмущении на ЛЭП 500 кВ «Юг-Север», которые проводились по программе «Mustang».

При действии на ОН эффективность УВ может составлять всего 40 – 80 %. Это обусловлено тем, что величина фактической нагрузки в узлах реализации ОН ($P_{\text{фак}}$) отличается от расчетной мощности ($P_{\text{рас}}$).

Для корректировки величины УВ вводится коэффициент, учитывающий фактический объем нагрузки потребителей, заведенных под ОН.

$$K_{\text{корр}} = P_{\text{фак}} / P_{\text{рас}}$$

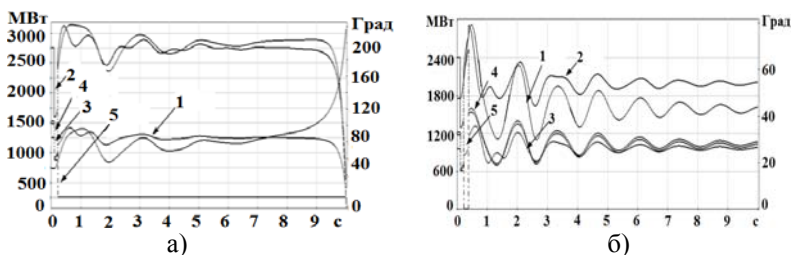


Рис. 3. Расчетные осциллограммы переходных процессов (в отсутствие регулирования турбин) (а); с ОГ для предотвращения нарушения динамической устойчивости (б): 1-относительный угол роторов РГЭС и ЭЭС Киргизии; 2, 3-генерация РГЭС; 4, 5- перетоки по ЛЭП 500 кВ.

Данный способ корректировки величины УВ весьма грубый. Поэтому может быть использован метод, позволяющий учитывать реальную нагрузку, заведенную под УВ (ОН) в каждом узле потребления в до аварийном режиме:

$$K_{\text{корр}} = P_{\text{фак}} / P_{\text{рас}}$$

С учетом этого формируется новая таблица УВ. Формирование всех указанных таблиц решений выполняется по результатам предварительных расчетов устойчивости на моделях энергорайонов на этапе подготовки данных настройки комплекса.

На следующем (третьем) уровне находятся централизованные устройства, каждое из которых охватывает сравнительно небольшой район управления. При выделении энергорайонов важной задачей является сохранение работоспособности станции, путем выделения мощности электростанций на сбалансированную нагрузку, прилегающего района или на собственные нужды. На рис.1 и 2 показано деление энергосистемы Таджи-

кистана на три части, конфигурация внутренней сети каждой из выделенных ЭС позволяет осуществить оптимальное выделение станций с точки зрения текущего баланса мощности в выделяемом районе. Задача реализуется на базе ПТК, устанавливаемых на каждой ГЭС.

Основными функциями комплекса являются:

- контроль над внутренней схемой сети ГЭС, числом работающих генераторов, сетью прилегающего района;
- контроль величины мощности генерирующих источников, собственных нужд, тупиковых и транзитных линий и расчет перетоков и баланса мощностей по аварийным сечениям – сечения 1, 2 (рис. 1). - расчет и выдача УВ на оптимальное выделение ГЭС при снижении частоты. - расчет и выдача УВ (ОН, ОГ) на балансировку в аварийном сечении, образовавшимся при выделении ГЭС на изолированную работу; групповое регулирование активной мощности.

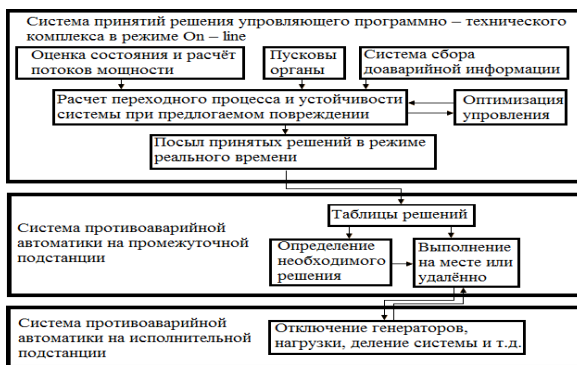


Рис.4. Структурная схема противоаварийного управления.

Для эффективной ликвидации аварий, связанных со снижением частоты (напряжения) при выделении энергосистемы на изолированную работу. Реконструируются системы АЧР (АСН), которая позволит эффективно предотвращать аварийный процесс с учетом тяжести режимов (величины возникшего дефицита мощности, скорости снижения частоты). Реконструкция выполняется на всех подстанциях 35-500 кВ и станциях. В качестве устройств АЧР применяются микропроцессорные устройства с широкими функциональными возможностями. На нижнем четвертом уровне иерархии многоуровневой системы противоаварийной автоматики находятся локальные устройства управления, действие которых направлено на обеспечение устойчивости отдельных энергоблоков (электростанций, электропередач, узлов нагрузки). Предотвращающие термическую перегрузку ли-

ний и оборудования, асинхронный режим по воздушным линиям, позволяющие ликвидировать основные причины начала и развития системных аварий – выделение крупных энергорайонов на изолированную работу. Задача – предотвратить аварийные режимы, предотвращая недопустимые отклонения частоты, вызываемые аварийными возмущениями путем ступенчатого воздействия на отключение нагрузки на объектах или изменение схемы сети энергорайона. Для этого необходима установка автоматики на современных микропроцессорных устройствах, установленных на линиях 110 – 500 кВ, входящие в так называемые аварийные сечения.

Эффективность противоаварийного управления во многом зависит от уровня развития и надёжности систем сбора и передачи до аварийной и аварийной информации. Реконструкция системы сбора и передачи в сети 110 – 500 кВ ведется путём замены старых устройств (ВЧТО, АВПА – АНКА) на новую современную аппаратуру, применение волоконно – оптических линий (ВОЛС), использование беспроводной связи. Предложенная системы ПА основана на базе современной микропроцессорной аппаратуры, позволяет интегрировать её в любые информационные системы, (АСУ, СКАДА и т.п.). Обеспечив быстрый доступ к текущей и аварийной информации устройств со всех уровней диспетчерского управления и информационный обмен между отдельными уровнями и устройствами ПА.

Для обеспечения устойчивости режимов ЭЭС и управления энергосистемой в аварийном режиме необходимо наличие централизованной системы противоаварийной автоматики. Управляющие воздействия должны быть достаточны для сохранения устойчивости ЭС при любых аварийных возмущениях. Современная многоуровневая противоаварийная система управления не возможна без современной системы сбора и передачи информации.

Литература

1. Аюев Б. И. Система мониторинга переходных режимов ЕЭС / ОЭС / Б. И. Аюев, П. М. Ерохин, Ю. А. Куликов // Сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции “Технологии управления режимами энергосистем XXI века” под ред. А. Г. Фишова.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – С. 83-92.
2. В.М. Лопухов Система противоаварийной автоматики крупного промышленного энергорайона на базе современных цифровых технологий / В.М. Лопухов, В.В. Кандалинцев, И.Ш. Фардиев, Ю.В. Щелоков. Сигре, Чебоксария, сентябрь - 2007.

УДК 621.311.243.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ СТОКА РЕК РАЙОНОВ ПАМИРА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАЛЫХ ГЭС

Киргизов А.К., Давлатшоев Д.Д., Иноятов М.Б.

Таджикский технический университет имени акад. М.С. Осими

В статье рассмотрены, вопросы проектирования малых ГЭС в высокогорных условиях Таджикистан и методики учета формирования стока горных рек в зависимости от их места протекания.

На сегодняшний день все страны предлагают свои методики технико-экономического сравнения и проектирования МГЭС. Во всех странах бывшего СССР разрабатываются разные методики, но единого варианта пока не предложено. В основном широко малую гидроэнергетику использовали до 60-тых годов 20 того столетия, но после ввода больших ГЭС исследование полностью прекратились. Производство гидрооборудования тоже пришло к спаду и требует огромной доработки и разработки новых моделей турбин с более улучшенными характеристиками.

На сегодняшний день технико-экономическое обоснование строительство малых ГЭС требует новых обоснований в зависимости от местности, и от состояния экономики региона.

В связи со специфическими особенностями Таджикистана технико-экономическое обоснование строительство МГЭС в этих условиях требует принятие дополнительных технических и экономических решений. За годы независимости было построено около 300 МГЭС, из которых, больше половина не работают или работают с минимальной мощностью. Причинами, которых могут быть использование некачественных материалов; ГЭС порой возводились по недостаточно разработанными проектами с низким качеством строительно-монтажных работ, оснащались некомплектным оборудованием, нередко переоценивались энергетические возможности водотоков.

Среди факторов, тормозящих гидроэнергетическое освоение малых рек, можно отметить, прежде всего, слабую изученность режима малых рек и влияния МГЭС на природную среду, а не разработанность методики затрудняет прогнозирования многих сторон их воздействия. Отсутствие материалов по режиму малых рек затрудняет, разработку конкретных проектов и оценку степени обеспеченности водными ресурсами отдельных регионов по 90 % ной обеспеченности. В условия Памира, где нет другой альтернативы, кроме использование МГЭС. Расчет водности реки необходимо выбрать по 95 % или даже по 100% обеспеченности.

Положение дел в Республике осложняется отсутствием современных методов оценки стока малых рек, т.к. использование действующих СНиП – рекомендации нередко приводит к грубым просчетам. В Таджики-

стане используют СНиПы России и старые Советские СНиПы, которые не приемлемы в условиях Таджикистана, как с экономической, так и с географической точки зрения. Поэтому необходимо ускорить разработку для конкретных территорий региональных расчетных методов. Ценный материал для изучения режима малых рек дают многолетние наблюдения на водно балансовых станциях и парных бассейнах Госкомгидромета, но сеть этих станций недостаточен для определения энергетического потенциала рек. В наблюдения Госкомгидромета нет достаточных данных по всем малым рекам, что бы определить энергетический потенциал реки, поэтому необходимо хотя бы иметь 10-летние данные наблюдений за стоком воды, чтобы определить гарантированную мощность реки. Ниже мы рассмотрим некоторые вопросы, которые нужно рассмотреть для определения стока реки для условия Памира. Эти факторы являются основополагающими, при формировании стока рек Памира и, исходя из этого, нужно рассчитать ресурс этих рек.

Водосборы рек Горно-Бадахшанской Области расположены в пределах высочайших горных вершин Памира, имеющих среднюю высоту 5,0–5,5 км и отдельные вершинами более 6–7 км. Такое высокогорное положение определяет особенности формирование стока и условий поступления воды в русло. Влияние рельефа выражается в косвенном воздействии на такие метеоэлементы, как осадки, температура воздуха, интенсивность испарения, являющиеся ведущими факторами стока.

Основным источником питания рек являются многочисленные малые ледники и вечные снега, расположенные на гребнях хребтов. Район Западного Памира, где находится больше количество рек, характеризуется резко расчлененным рельефом. Фирновая линия располагаются здесь на высотах 4–4.8 км, и поэтому высотные гребни хребтов несут на склонах большое количество ледников и вечных снегов [3].

Достаточно велики и количества осадков – от 600-800 мм в нижней зоне, до 2000 мм в верхней зоне гор. По типу питания, согласно классификации В.Л. Шульца [1] практически все они являются ледниково-снеговыми.

Норму годового стока неизученных горных рек, можно принимать по [2]. Изменчивость среднегодового стока на Памире относительно невелика и коэффициент вариации изменяется в пределах 0,12-0,25. Это напрямую связано с преобладающим ледниково-снеговым типом питания, т.к. ледники являются мощным фактором, регулирующим сток [4].

В [4] представлены данные о внутригодовом распределении стока (50, 85 %) рек, протекающих в основном по территории Западного Памира.

Следует подчеркнуть, что в силу достаточной зарегулированности стока ледниками и вечными снегами для Памирских рек, внутригодовое

распределение стока не зависит от водности года, что значительно облегчает расчеты. Также очевидна общая закономерность сдвигки максимума стока, с июля на август при продвижении с запада на восток, связанная с увеличением средневзвешенной высоты местности и соответственно возрастающей ролью ледникового стока.

В целом, межень на реках Памира отличается устойчивостью. В этот период происходит постоянный спад уровней воды, минимальные значения их наблюдаются в марте–апреле. Но периодически ход уровней может подвергаться резким колебаниям из-за перекрытий русел рек лавинами или зажоров, связанных с шугоходами. При этом сток может отсутствовать в течении нескольких часов, а то и суток, в случае перекрытия русла лавиной. Кроме этого существуют большие лавинные явления, которых нужно учитывать при технической обосновании проекта. Снежные лавины являются одним из наиболее серьезных препятствий на пути освоения горных районов. Существенное влияние лавины оказывают на гидрологический режим рек. Поэтому их учет необходим при осуществлении гидроэнергетических мероприятий. По степени лавинной опасности территория Памира можно подразделить на районы со значительной, средней и слабой лавинной опасностью. Памир обычно подразделяют на два района – Восточный и Западный. Граница между ними проводится по условной «линии врезания», западнее которой начинаются активная глубинно эрозионная деятельность рек.

На Восточном Памире преобладает средне гористый рельеф, а Западный Памир отличается высокогорьем. Устойчивый снежный покров в долинах Западного Памира наблюдался с ноября по март–май, в долинах Восточного Памира установление снежного покрова охватывают период с августа по октябрь.

На малых реках уровни, после просачивания воды через снежник, как правило, постепенно повышается и сток восстанавливается. Поэтому при проектировании МГЭС нужно учитывать средства для борьбы с шугой и уменьшение стока из-за зажора.

В случае возникновения зажора могут произойти резкие подъемы от 0,5 до 1,5 м, как правило, это бывает в начале межени, при переходе температуры воздуха через 0 °С, когда происходит интенсивное ледообразование.

Кроме определения стока нужно еще определить ряд показателей, которые очень сильно зависят от места строительства и геологических характеристик местности. В горных районах Таджикистана нужно учитывать селевые потоки, которые возникают во время таяния снегов и во время сильных осадков. Сели, или бурные горные потоки, насыщенные твердым материалом, наблюдаются практически по всей территории Бадахшана, за исключением районов Восточного Памира. Практически для всех

районов Западного Памира наиболее широкое распространение имеют сели дождевого генезиса.

Здесь выделяются два периода селеопасности: весенний (апрель-май), когда возможно зарождение мелких грязекаменных потоков ливневого генезиса и летний – наиболее опасный (июль-август), когда зарождаются редкие, но мощные гляциальные сели высокой плотности. Кроме вышеперечисленного в Таджикистане и, особенно на Памире, колебание температуры очень большое и разнятся они от +25 до -60 °С, которое усложняет режим работы МГЭС. Гидротехнические сооружения нужно возводить с учётом устойчивости к таким температурам. В восточной части Памира почти везде наблюдается вечная мерзлота грунта, поэтому при проектировании гидротехнических сооружений (платин, фундамент зданий) нужно учитывать эти факторы, чтобы сооружения были надёжными. Такие допущения были и в советское время при строительстве МГЭС «Акс-Су» в Мургабском районе.

В условия Памира, когда все малые реки питаются от таяния снегов, но как показывает данные наблюдения Госкомгидромета, в некоторых годах в таких районах вообще не выпал снег, что привело к резкому уменьшению стока воды в эти годы и даже просыханию некоторых малых рек. Исходя из этого, нужно более тщательно исследовать режим реки по более большому циклу, что требует много времени и средств.

Таким образом, можно сделать вывод, что до настоящего времени нет общепринятой методики определения основных энергетических характеристик МГЭС, и не привязаны к различным районам.

Литература

1. Шульц В.Л. Реки Центральной Азии. Научно-исследовательский Институт по гидрометеорологии Центральной Азии. Ленинград, СССР, 1965
2. Абдуллаева Ф.С., Баканин Г.Б., Гордон С.М. и т.д.) Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР. Недра, Ленинград, СССР, 1965
3. Годовые гидрологические отчеты (1960-1985). Том 5. Бассейны рек Центральной Азии. Выпуск 0-2, Бассейны рек Амударья и Зеравшан. Управление гидрометеорологической службы Таджикской ССР. Ташкент
4. Комплексная Программа научно-технического развития Таджикской ССР в 1985-2005. Институт Экономики Таджикской ССР. Душанбе 1983.

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛНЕЧНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

Клименко Л.П., Воскобойникова Н.А.

Черноморский государственный университет им. Петра Могилы

В статье рассматривается актуальный вопрос возможности энергообеспечения зданий за счет комплексного использования солнечной и ветровой энергии. На основе разработанной математической модели проводится моделирование энерго- и ресурсосберегающего эффекта от внедрения альтернативных источников энергии в условиях юга Украины

Проблема, которой посвящена статья. Использование возобновляемых источников энергии – ветровой, солнечной, геотермальной, энергии биомассы – позволяет, с одной стороны, отказаться от импорта дорогих ископаемых топлив и обеспечить потребителей гибкими локальными энергетическими установками, а с другой, что наиболее важно – значительно уменьшить загрязнение окружающей среды.

Эффективное использование различных возобновляемых источников энергии в энергообеспечении зданий невозможно без сбалансированного использования этих альтернативных источников наряду с существующими традиционными. Моделирование энергопотребления зданий является нелегкой задачей, которая учитывает не только модель здания и материалов, из которых они сделаны (в том числе изоляции, окон, фундамента и т.д.), но и модель положения здания в пространстве, с учетом хода солнца на протяжении года и метеорологических данных, которые должны быть точными и детальными, включая влажность, ветер, дневные и ночные температуры, а также много другой информации.

Анализ последних исследований и публикаций показывает, что все больше ученых приходят к выводу, что сегодня следует развивать альтернативную энергетику на локальном уровне, т.е. внедрять автономные системы электро- и теплохладоснабжения малой мощности [1-5], но очень мало внимания уделяется вопросу комплексного применения ветровой и солнечной энергии, которые являются наиболее распространенными в исследуемом регионе (юг Украины) [6] и могут взаимозаменять и взаимодополнять друг друга. В своих работах [1, 7-10] авторы рассматривают принципы моделирования энергосистем с использованием солнечной энергии. В работах [5, 11, 12] представлены основы математического моделирования производства электроэнергии ветроустановками. В научных работах [8, 13] обосновывается необходимость использования дублирующих традиционных энергоисточников.

Анализ предыдущих исследований позволяет констатировать следующее: при достаточной изученности особенностей внедрения ветро-энергетических и солнечных установок в системы энергоснабжения, развитой конструкторской и технологической базе, вопросы эффективного энергоресурсосбережения за счет комплексного применения ветровой и солнечной энергии в системах теплохладоснабжения в климатических условиях юга Украины исследованы недостаточно.

Основной целью данной работы является определение энерго-и ресурсосберегающего эффекта от комплексного внедрения солнечных и ветровых установок в системы теплохладоснабжения в условиях юга Украины.

Применение ветрогелиосистем целесообразно для обогрева, горячего водоснабжения и охлаждения зданий. Но ветрогелиосистема, сама по себе, не всегда способна обеспечить все потребности в энергии на теплохладоснабжение здания, поэтому необходимым считается использование традиционных энергоисточников, как компенсирующих. Среди традиционных источников энергии следует выбрать газ (который сжигается в газовом котле), поскольку он является достаточно распространенным видом топлива и при его сжигании в воздух попадает меньше токсичных веществ, а также - электроэнергию из общей электросети, поскольку она доступна с технической точки зрения и может быть подключена к тому же электрическому водонагревателю, что и ветроустановка.

Для моделирования энерго- и ресурсосберегающего эффекта от комплексного внедрения ветрогелиоустановок в системы отопления, горячего водоснабжения и охлаждения зданий разработана энергоэффективная система теплохладоснабжения (рис. 1).

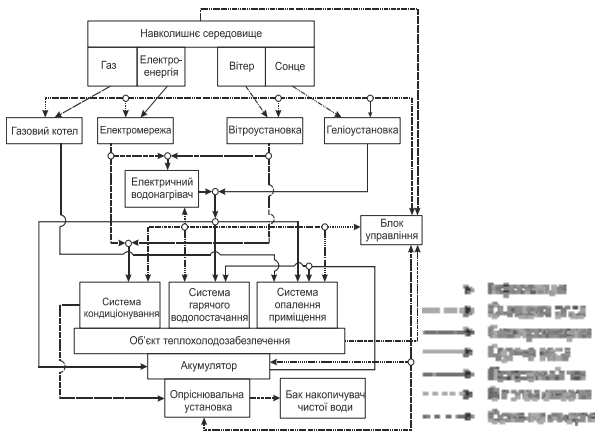


Рис. 1. Общая функциональная схема энергоэффективной системы теплохладоснабжения

Данная система создана на основе существующих технических решений и не требует дополнительных конструкторских разработок.

На основе разработанной функциональной схемы создана математическая модель энергопотоков в системе теплоснабжения, позволяющая моделировать ресурсосберегающий эффект от внедрения ветрогелиоустановок. С целью апробации разработанная математическая модель была использована для моделирования процесса теплоснабжения отдельного жилого дома в климатических условиях г. Николаева. Для расчетов были использованы данные о фактической погоде в Николаеве на протяжении года (частота проведения измерений - каждые 3 часа). По результатам моделирования были построены графические зависимости (рис. 2).

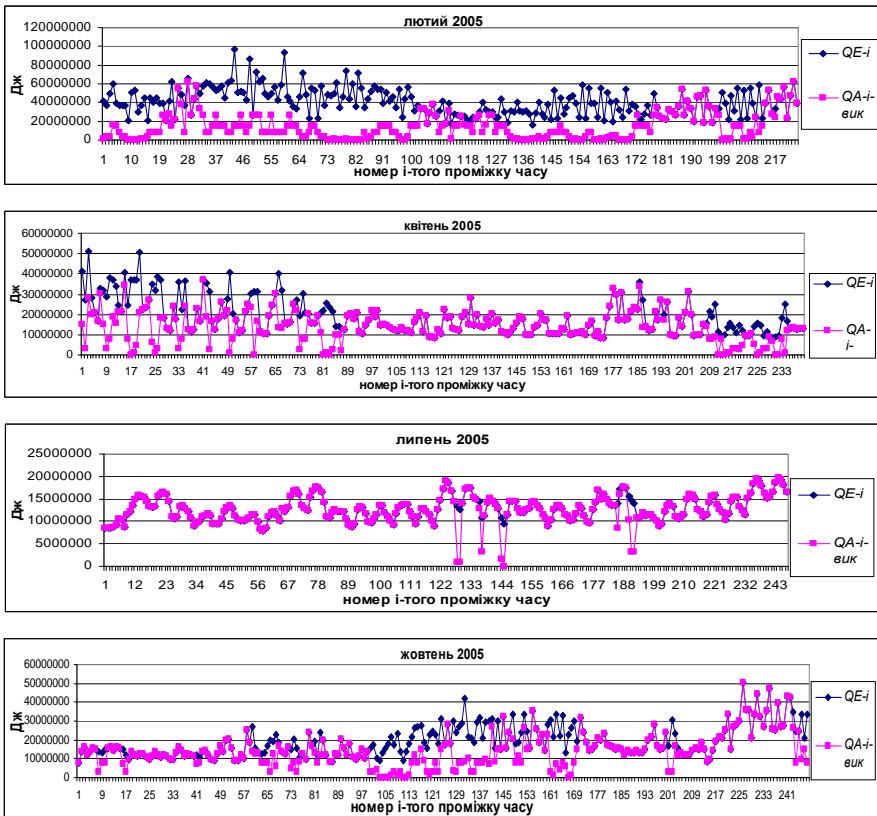


Рис. 2. Уровень энергозатрат Q_{E-i} здания и их обеспечение за счет альтернативных источников энергии $Q_{A-i-вик}$.

Математическое моделирование энергоэффективной системы теплоснабжения отдельного жилого дома показало, что при заданных начальных условиях, энергосберегающий эффект от внедрения ветрогелиосистемы составляет 44 ГДж, тогда как общие энергозатраты на теплоснабжение составляют 67 ГДж, то есть за счет альтернативных источников течение года можно обеспечить 66 % тепловой энергии, необходимой жилому дому.

Ресурсосберегающий эффект при этом составил 716 м³ газа, если вместо альтернативных источников энергии использовать газовый котел, или 1,96 т угля, если вместо альтернативных источников энергии использовать теплоснабжения с централизованной котельной, работающей на угле, или 4,33 т угля, если вместо альтернативных источников использовать электрический водонагреватель, электроэнергия для которого произведена на ТЭС, работающей на угле.

Учитывая положительные результаты моделирования энергосберегающего эффекта от внедрения ветрогелиосистемы на примере отдельного дома, было выполнено математическое моделирование ресурсосберегающего эффекта от внедрения предложенных систем на территории Николаевской области, который составил:

- при сравнении систем энергоснабжения, в которых используется комбинирование альтернативных и традиционных источников с системами энергоснабжения зданий, в которых используются водонагревательные котлы, работающие на природном газе - 110 тыс. м³ природного газа;
- при сравнении систем энергоснабжения, в которых используется комбинирование альтернативных и традиционных источников с системами энергоснабжения зданий, в которых используется тепловая энергия, выработанная на централизованной котельной станции – 122 тыс. м³ природного газа (если котельная работает на газе), или 301 тыс. т угля (если котельная работает на угле);
- при сравнении систем энергоснабжения, в которых используется комбинирование альтернативных и традиционных источников с системами энергоснабжения зданий, в которых используются электрические водонагреватели, работающие от общей электросети – 270 тыс. м³ природного газа (если ТЭС работает на газе), или 666 тыс. т угля (если ТЭС работает на угле).

В результате моделирования для условий Николаевской области рассчитанный энергосберегающий эффект в течение года составил 5,1·10⁶ ГДж.

Выводы. Разработанная математическая модель позволяет моделировать энерго- и ресурсосберегающий эффект от внедрения ветрогелиосистем в системы теплоснабжения зданий. Существует возможность, изменяя технические характеристики системы, достичь необходимого уровня внедрения альтернативной энергии в процесс теплоснабжения зданий.

Комплексное применение ветровой и солнечной энергии в системах теплохладоснабжения с компенсированием энергодефицита от традиционных источников реализует возможность энерго- и ресурсосбережения в условиях юга Украины.

Математическое моделирование показало, что, внедрив ветрогелиосистемы теплохладоснабжения на территории исследуемого региона, возможно будет сэкономить около 50 % традиционных энергетических ресурсов.

Литература

1. Валов М.М. Казанджан Б.И. Системы солнечного теплоснабжения. – М.: Издательство МЭИ, 1991. – 140с.
2. Енергетична безпека України: Чинники впливу, тенденції розвитку / за ред. М.П. Ковалка, А.К. Шидловського, В.П. Кудрі. – К.: НАН України, АТ «Укрэнергозбереження», 1998. – 160с.
3. Саплин Л.А. Экономическое обоснование использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Челябинской области// Вестник ЧГАУ. Т. 16 – Челябинск, 1996. – С.48-55.
4. Забарний Г.М., Шурчков А.В. Енергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України./ Національна академія наук України. Інститут технічної теплофізики. – К., 2002. – 211с.
5. Волков Н., Ковалев И. Ортогональные ветродвигатели малой мощности для регионов с невысоким ветровым потенциалом и расчет их аэродинамических характеристик. The Fifth International Scientific Forum Aims For Future Of Engineering Science. (May 2-8, 2004 - Paris, France). Proceedings. – Paris, France 2004. – с.125-128.
6. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України./ Інститут електродинаміки НАН України. Державний комітет України з енергозбереження. – К., 2000. – 26с.
7. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.
8. Меладзе Н.В. Солнечно-теплонасосная система теплохладоснабжения курортного объекта // Гелиотехника – 1991 - №5 – С.52-55
9. Денисова А.Е. Аккумуляция энергии в гелиосистемах теплоснабжения// Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002. - №2. – с.9-12.
10. Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В.Н., Терлецкая Е.Н. Теплоснабжение: Учебник для вузов. / Под ред. А.А. Ионина. – М.; Стройиздат, 1982. – 336с.
11. Неисчерпаемая энергия. Книга 1. Ветроэлектрогенераторы / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Учебник. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет «Харьковский авиационный институт», Севастополь: Севастопольский национальный технический университет, 2003. – 400с.
12. Преобразование и использование ветровой энергии/ О.Г. Денисенко, Г.А.Козловский, - К.: Тэхніка, 1992. – 174с.
13. Денисова А.Е., Мазуренко А.С. Комбинированные системы теплоснабжения на базе солнечных установок //Экотехнологии и ресурсосбережение – 2002 - №6 – С.14-19.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 691.33

ЗАВИСИМОСТЬ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ В КЕРАМЗИТОБЕТОНЕ

Жихарев А.А.

Кузбасский государственный технический университет

В статье рассматривается коррозия металлической арматуры и зависимость её степени от вида мелкого заполнителя, расхода цемента, наличия добавки и толщины защитного слоя.

Опытным путем установлено, что в керамзитобетоне происходит активная коррозия металлической арматуры внутри изделий, что уменьшает со временем прочность конструкций и их долговечность. Визуально хорошо видно на разрушенных лабораторных образцах (рис.1). Снижается экономическая целесообразность использования керамзитобетона. Встает вопрос о защите металлической арматуры, либо о её замене на альтернативные материалы и способы армирования.



Рис.1. Арматурные стержни из лабораторных образцов

Рассмотрим вопрос о защите арматуры при использовании антикоррозионных добавок. Такими добавками, согласно ГОСТ 24211- 2008 , могут быть нитрит натрия, тетроборат-натрия или более современные материалы на их основе, например, продукция компании BASF.

Для наглядного исследования были изготовлены образцы – балочки 10х10х10 см из керамзитобетона с разным составом, с добавлением доба-

вок и без. Использовался различный мелкий заполнитель (песок, зола унос, пылевидная зола. Все испытания проводились для 2 вариантов: с повышенным и пониженным расходами цемента (1 - 260 и 2 - 200 кг на м³). После определенного числа циклов (25 циклов) попеременного увлажнения и высушивания образцы подвергли испытанию на прочность при сжатии разрушающим методом.

Степень коррозии определялась таким образом. На арматуре образовывались либо пятна коррозии, либо точки, либо коррозия была сплошная, либо не было вообще. В зависимости от этого для наглядности результат вынесен на графики.

Зависимость степени коррозии от вида заполнителя представлена на рис.2. Однозначно можно отметить, что коррозия гораздо сильнее при использовании пылевой золы, по сравнению с другими видами мелких заполнителей.

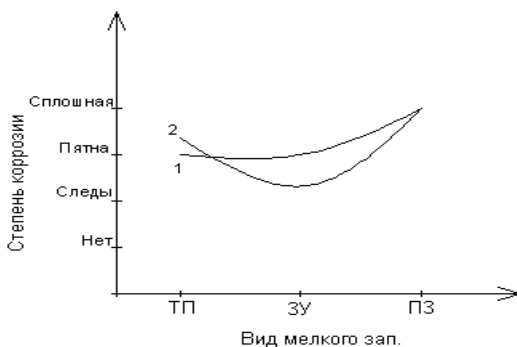


Рис.2. Зависимость степени коррозии от вида мелкого заполнителя

Зависимость степени коррозии от наличия добавки представлена на рис. 3. Можно увидеть, что расход цемента в данном случае особого эффекта не дает, а вот присутствие добавок значительно её снижают. Особенно эффективно действует нитрит натрия с тетрабаратом натрия.

Зависимость степени коррозии от толщины защитного слоя представлена на рис.4. Наибольшая эффективность достигается при слое в 25 мм.

По итогам исследования можно сказать, что полной защиты от коррозии металлической арматуры добиться не получается, хотя можно добиться уменьшение её степени за счет добавок и увеличения толщины защитного слоя бетона.

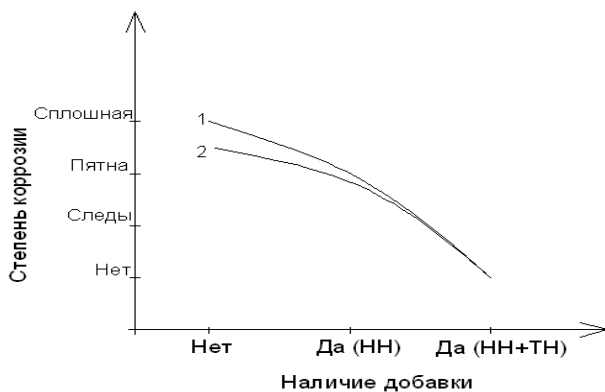


Рис.3. Зависимость степени коррозии от наличия добавки.

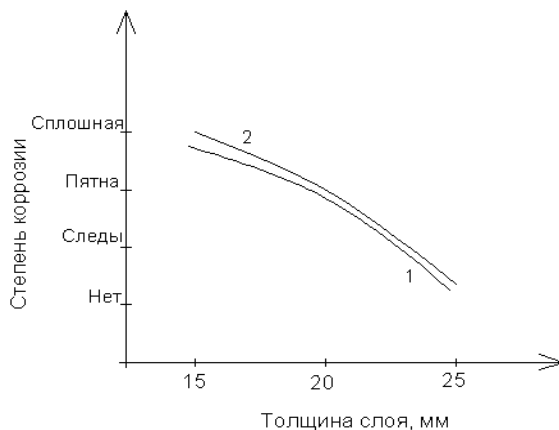


Рис.4. Зависимость степени коррозии от толщины защитного слоя

Литература

1. <http://www.basf-cc.ru>

2. www.unibo.ru

3. Степанова В.Ф. Диссертация на соискание степени «Доктор технических наук» «Теоретические основы и практическое обеспечение сохранности арматуры в бетонах на пористых заполнителях»- М. 2003.-268 с.

МЕХАНИЗМЫ НАПРАВЛЕННОГО НАВЕДЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Елькин А.В., Выровой В.Н.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры.

Проведен анализ влияния геометрической формы бетонных конструкций на характер распределения остаточных (технологических, наследственных, начальных) деформаций. Выявлено, что изменяя геометрические характеристики, можно управлять распределением интегральных деформаций изделий, изменяя тем самым характер структурообразования и свойства конструкций.

Введение. Технологический период получения строительных материалов самой широкой номенклатуры (материалы на основе неорганических и органических вяжущих, керамические материалы и т.п.) и переработки их в изделия сопровождается возникновением и развитием в них начальных (первичных, технологических, предварительных, остаточных) напряжений и деформаций. Эти напряжения присутствуют в изделиях и конструкциях до приложения к ним внешних нагрузок и несут ответственность за обеспечение их эксплуатационной долговечности [1, 2].

По мнению специалистов [3,4,5] одной из причин возникновения технологических деформаций являются объемные изменения твердеющего материала. При этом отмечается, что на распределение интегральных начальных деформаций оказывает влияние геометрия изделия или конструкции. Поэтому существует реальная возможность управления распределением остаточных деформаций за счет изменения геометрических характеристик изделий и конструкций. В связи с этим была определена задача анализа – исследовать влияние особенностей геометрии конструкций на развитие интегральных технологических деформаций и проанализировать это влияние на формирование свойств бетона.

Методика проведения исследований. Для анализа распределения технологических деформаций в строительных изделиях и конструкциях в зависимости от их геометрических особенностей использовали графо-аналитический метод. [4]

Анализ распределения интегральных технологических деформаций проводили в бетонных изделиях размером $100 \times 150 \times 1200$ мм с различными коэффициентами формы [6, 7]. Коэффициент формы K_ϕ определяли отношением длины нижней грани образца l_0 к измененной длине нижней грани l : $K_\phi = l_0/l$. При анализе приняты следующие значения коэффициентов формы: $K_{\phi 1} = 1,0$; $K_{\phi 2} = 0,997$.

Контролировали прочность ультразвуковым и неразрушающим методами.

Изделия изготавливали из бетона класса В25, подвижностью П4. Плотность бетона составила 2400 кг/м³, водопоглощение – 5,9%. Твердение бетонных и железобетонных изделий проходило в нормальных условиях в течение 7 суток. После распалубки изделия хранились в естественных условиях ($t = 20 \pm 2$ °С и относительная влажность $\varphi = 80 \pm 15$ %) в течение 360 суток.

Анализ механизмов формирования интегральных остаточных деформаций.

В качестве базового изделия принят изгибаемый элемент, геометрические характеристики которого приведены на рис.1.

Применение графо-аналитического метода позволяет проследить кинетику формирования полей деформаций по мере развития собственных объемных изменений, сопровождающих твердение цементов. При анализе кинетики развития деформаций во времени исходим из предположения, что на начальных стадиях схватывания и твердения бетонная смесь в изделиях обладает связностью и пластичностью. Это дает основания считать, что на начальных этапах твердения под действием собственных деформаций может происходить формоизменение граней изделия без нарушения целостности материала. Последующие деформации должны проявляться на гранях с измененной формой, что должно отразиться на характере формирования интегральных полей остаточных деформаций.

На рис. 1 показан поэтапный процесс формирования технологических деформаций в изгибаемых элементах с $K_f = 1$.

На рис. 2 показан поэтапный процесс формирования технологических деформаций в изгибаемых элементах с $K_f = 1$.

Изменение формы не привело к снижению градиентов деформаций, что должно уменьшить тем самым, способность материала конструкции к нарушению собственной целостности. Для экспериментального подтверждения проведенного анализа были определены прочностные свойства бетонных балок. Испытания проводились неразрушающими методами по определению скорости прохождения ультразвука и при помощи прибора ИПС-МГ 4.03. Скорость ультразвука в каждой точке вычисляли как среднее из трех определений. По методике определения прочности при сжатии, при помощи прибора ИПС-МГ 4.03, среднее значение вычисляли из шести показаний. Определена скорость ультразвука в бетонных балках с $K_f = 1$ и $K_f = 0,997$.

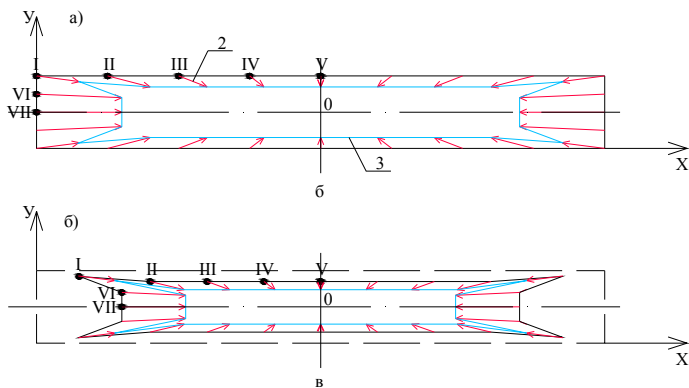


Рис. 1 Характер формирования интегральных полей интегральных остаточных деформаций в базовой балке:
 а – начальный этап формирования технологических деформаций;
 б – последующий этап развития технологических деформаций
 2 – результирующая перемещений выделенных точек; 3 – конфигурация полей остаточных деформаций; I...VII – выделенные точки на поверхности центрального сечения.

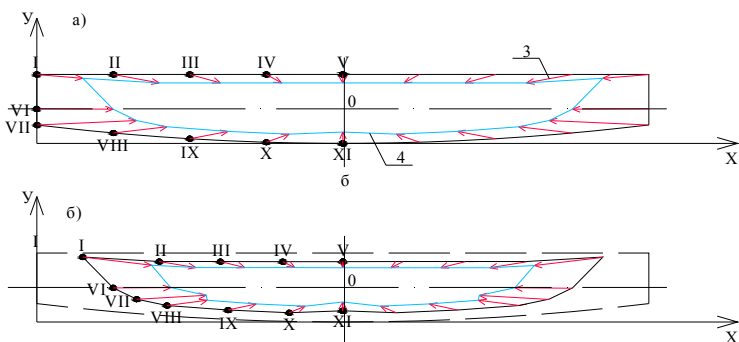


Рис. 2. Характер формирования интегральных полей интегральных остаточных деформаций в балке с измененной гранью
 а – начальный этап формирования технологических деформаций;
 б – последующий этап развития технологических деформаций
 3 – результирующая перемещений характерных точек;
 4 – вид полей остаточных деформаций; I...XI – выделенные характерные точки для анализа относительной величины и направления деформаций.

На рис. 3 приведена схема расположения характерных точек на бетонных балках в которых определяли скорость прохождения ультразвука и прочность при сжатии.

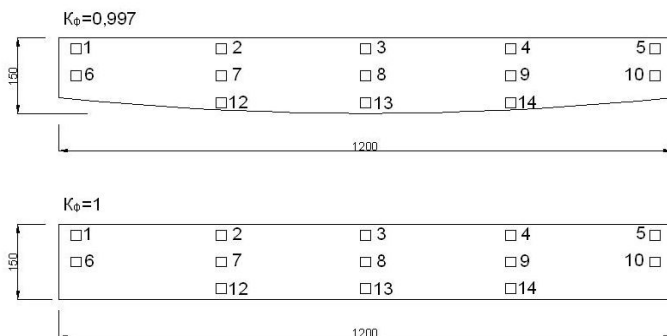


Рис.3. Точки измерения скорости в бетонных балках с $K_{\phi}=0,997$ и $K_{\phi}=1$

В табл. 1 приведены результаты по изменению скорости ультразвука в бетонных балках с различными коэффициентами формы нижней продольной грани.

Анализ результатов показывает, что скорость ультразвука в различных точках в бетонной балке с $K_{\phi}=1,0$ практически одинаковы. Это свидетельствует о достаточно равномерными значениями скорости ультразвука, как вдоль балки, так и по ее различным сечениям.

Скорость ультразвука в балке с измененной формой нижней грани вдоль грани с $K_{\phi}=1,0$ (точки 1, 2, 3, 4, 5) практически не изменяются по сравнению с балкой $K_{\phi}=1,0$. По мере перехода к нижней грани балки скорость ультразвука увеличивается до 11 %. Максимальных значений скорость ультразвука достигает в точках 12, 13, 14.

Проведенные исследования позволяют заключить, что при изменении коэффициента формы одной из продольных граней балки происходит такое распределение остаточных деформаций, при котором происходит самоуплотнение твердеющего бетона, о чем свидетельствует увеличение скорости ультразвука.

Результаты определения прочности бетона в выделенных точках с разными коэффициентами формы при помощи прибора ИПС-МГ4.03 приведены в табл.2.

Анализ полученных результатов показывает, что изменение прочности при сжатии бетона в балке с $K_{\phi}=1,0$ не превышает 11 %. Прочность бетона в центральном сечении балки с $K_{\phi}=1,03$ (точки 12, 13, 14) изменяет-

ся на 12,5 МПа. При этом увеличение прочности до 32 % (точка 13) соответствует участку бетонной балки с повышенной скоростью прохождения ультразвука. Проведенные исследования подтвердили влияние геометрических особенностей изгибаемого элемента на перераспределение в нем остаточных деформаций, что самопроизвольно приводит к изменению плотности и прочности бетона по сечению изделия.

Выводы. Проведенные исследования позволяют заключить, что изменение характера формирования технологических деформаций за счет изменения геометрических характеристик изгибаемых элементов вызывает изменение прочности бетона по сечению изделия.

Экспериментальные исследования показали, что скорость ультразвука на трансформируемой грани балки выше по сравнению со скоростью ультразвука на ровной грани. При этом прочность бетона увеличилась до 32 %.

Распределение объемных изменений, вызванных физико-химическими превращениями твердеющих вяжущих, определяется формой образца, изделия или конструкции, формируя поле остаточных (наследственных, технологических, начальных) деформаций. При этом происходит взаимовлияние различных по виду и природе явлений и процессов, обуславливающих создание интегральной структуры образцов.

Литература

1. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. – Одесса: Город мастеров, 1998. – 168 с.
2. В.М. Виноградов. Остаточные напряжения в деталях из пластических масс / Ж. Пластические массы, 1975, №4. – С.20-31
3. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Фиц С.Б. Бетон в условиях ударных воздействий. Одесса: Внешрекламсервис, 2004.–270 с.
4. Остаточные деформации и их роль в формировании свойств композиционных материалов и конструкций. Выровой В.Н., Макарова С.С., Мартынов В.И., Дорофеев А.В., Острая Т.В., Резникова Л.И. / Сб. науч. тр. Современные строительные конструкции из металла и древесины. Часть 2. – Одесса – 2006. – С. 6-13.
5. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Суханов В.Г. Моделирование конструкций как сложных систем // Вестник ОГАСА, выпуск № 28, 2007. – С. 64 – 70.
6. Поздеев А.А., Няшин Ю.И., Трусов П.В. Остаточные напряжения: теория и приложения. – М.: Наука, 1982. -112 с.
7. Острая Т.В., Выровой В.Н. Характер распределения технологических деформаций в строительных изделиях // Вестник ОГАСА, выпуск № 27, 2007. – С. 252 – 260.
8. И.А. Биргер. Остаточные напряжения / И.А. Биргер. - М.: Машгиз, 1963.-232 с.
9. Роуланс Р. Остаточные напряжения / Роуланс Р. // Экспериментальная механика. - М.: Мир, 1990. - С. 283-335.
10. Давиденков Н.Н. Об остаточных напряжениях / Давиденков Н.Н. // Заводская лаборатория. - 1935. - IV. - №6. - С. 688-693.

Таблица 1. Изменение скорости ультразвука в сечениях бетонных призм с различными значениями коэффициентов форм.

Балки с разл. Кф.	Скорость ультразвука, м/с, в точках															
	№ т.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кф=1		23,4	24	23,1	22,6	22,9	23,5	23	22,9	24,3	23,4	22,7	22,7	21,8	22,5	21,6
Кф=0,997		24,1	23,3	23,8	25	25,8	24,5	24	24	23,5	24,1	-	25,2	24,5	24,5	-

Таблица 2. Влияние коэффициентов формы балок на изменение прочности бетона

Балки с разл. Кф.	Предел прочности бетона при сжатии, МПа, в точках															
	№ т.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кф=1		35,6	35,8	34,9	35,6	34,8	39,2	36,1	36,2	37,1	36,2	35,9	36,1	37,0	36,8	35,9
Кф=0,997		35,8	36,1	38,0	35,9	34,0	40,0	38,8	38,9	45,0	41,0	-	43,0	48,5	47,0	-

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ С РАСТЯЖЕНИЕМ
БЕТОНА В-30****Зиборов Л.А., Теличко В.Г.***Тульский государственный университет, г. Тула,**Рассматриваются результаты экспериментального исследования прочности бетона В-30 при сжатии с растяжением для простого нагружения и предложенного условия прочности.*

В задачу проектирования железобетонных конструкций входит обеспечение прочности по предельным состояниям и снижение материалоемкости. Решение этих вопросов возможно на основе теоретического и экспериментального исследования прочности бетона в условиях сложного напряженного состояния.

Проведение экспериментов по исследованию прочности бетона в условии сложного напряженного состояния имеет определенные технические трудности [3 - 5] по изготовлению образцов и по проведению опытов. Выбор критерия прочности бетона, обладающего различным сопротивлением растяжению и сжатию, не имеет необходимого проектного решения [1, 8, 9].

Условие прочности должно удовлетворять экспериментам и иметь простой аналитический вид, позволяющий использовать его для решения инженерных задач [6, 7].

Среди существующего большого числа [1, 8, 9] теорий прочности с различным сопротивлением одноосному растяжению и сжатию, применяемых к бетону, можно отметить условие Г.А. Генниева [1], в котором используются два базисных параметра, определяемых для простого растяжения и сжатия, и пятипараметрическое условие прочности [2].

Предложено [2] условие прочности в виде поверхности второго порядка.

$$\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + A_{12}\sigma_1\sigma_2 + A_{23}\sigma_2\sigma_3 + A_{13}\sigma_1\sigma_3 + (R_b - R_{bt})(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = R_b R_{bt} \quad (1)$$

где $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ – главные напряжения; R_b – предел прочности при сжатии ($\sigma_1 = \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -R_b$); R_{bt} – предел прочности при растяжении ($\sigma_1 = R_b, \sigma_2 = \sigma_3 = 0$); A_{12}, A_{23}, A_{31} – экспериментально определяемые параметры [2]. Проверка и определение A_{12}, A_{23} для бетона В-30 рассмотрено ранее [3, 4]. Для сжатия с растяжением $\sigma_1 > \sigma_2 = 0 > \sigma_3$ условие (1) имеет вид:

$$\sigma_1^2 + \sigma_3^2 + A_{13}\sigma_1\sigma_3 + (R_b - R_{bt})(\sigma_1 + \sigma_3) = R_b R_{bt} \quad (2)$$

где

$$A_{13} = 2 - \frac{R_b R_{bt}}{T^2}, \quad (3)$$

T – предел прочности при сдвиге ($\sigma_1 = -\sigma_3 = T, \sigma_2 = 0$).

Из условия (1), когда $A_{12} = A_{23} = A_{31} = -1$, для двухпараметрического условия [1] величину T получим

$$T = \sqrt{\frac{R_b R_{bt}}{3}}. \quad (4)$$

Для определения величин A_{13}, R_b, R_{bt} и экспериментальной проверки (1) в виде (2) бетона В-30 при растяжении со сжатием проведены испытания бетонных тонких трубчатых образцов.

Сжатие с растяжением достигалось сжимающей осевой силой прессы и внутреннего давления воздуха, поступавшего в резиновый цилиндр, расположенный внутри трубчатого образца. Осевые усилия от гидростатического давления погашалось специальной конструкцией. Экспериментальные данные обрабатывались как для тонких труб. Размеры трубчатых образцов: общая длина 800 мм; рабочая часть 450 мм; внутренний диаметр 187 мм; толщина стенки рабочей части 11 мм, опорной части 21,5 мм. Образцы бетонировались в вертикальном положении в разборной металлической опалубке штыкованием с вибрацией из цемента М-400, состав бетона (цемент, песок) 1:3, водоцементное отношение 0,33.

Образцы распалубливались в возрасте двух дней, затем хранились влажной среде, из одного замеса готовились три трубчатых образца и контрольных кубика. Размеры и форма трубчатого образца даны на рис. 1.

Испытание на сжатие с растяжением трубчатых образцов проводилось при простом нагружении при различных соотношениях главных напряжений σ_1 / σ_3 . В таблице 1 приведены результаты испытания и даны средние значения $\sigma_1^{(m)}, \sigma_3^{(m)}$ обработка данных по одной серии из трех образцов.

На основании экспериментов параметр A_{13} определяем из условия (3). Для сжатия с растяжением $\sigma_1 > \sigma_2 = 0 > \sigma_3$ с учетом экспериментальных данных и параметров A_{13}, R_b, R_{bt} для бетона В-30 получим условие (3) в таком виде:

$$\sigma_1^2 + \sigma_3^2 - 10,20 \sigma_1 \sigma_3 + 24,50 (\sigma_1 + \sigma_3) = 64,56. \quad (5)$$

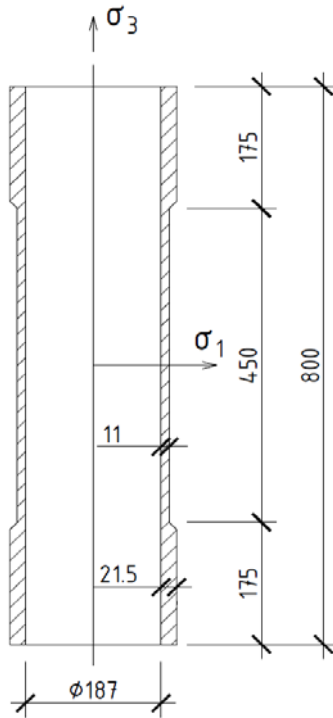


Рис. 1. Размеры трубчатого образца

Таблица 1. Результаты испытания

№ серии	Радиальное растяжение $\sigma_1^{(m)}$, МПа	Осевое сжатие $\sigma_1^{(m)}$, МПа
1	$R_{bt} = 2,40$	0
2	2,38	-0,35
3	2,36	-0,79
4	2,33	-1,41
5	$T = 2,30$	$T = -2,30$
6	2,12	-3,53
7	1,73	-5,21
8	1,42	-9,89
9	1,21	-21,81
10	0	$R_b = -26,9$

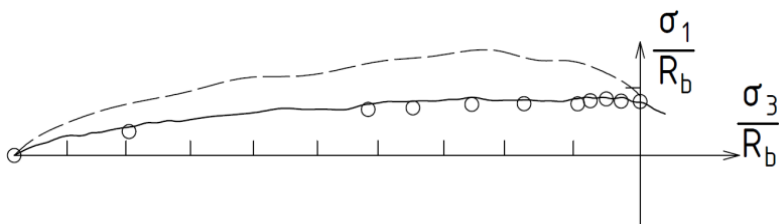


Рис. 2. Результаты испытания на сжатие бетона В-30; а – условие (2), 5; б – двухпараметрическое условие прочности (4) [1].

Итак, прочность бетона для сжатия с растяжением по условию (2) в виде (5) уменьшается в сравнении с простым растяжением или сжатием; прочность бетона при чистом сдвиге можно принять $\sigma_1 = -\sigma_3 = T = 0,9 \div 0,95 R_{bt}$; увеличение расчетных параметров до пяти в условии (1) в виде (2) позволяет получить хорошее совпадение экспериментальных данных и предельного условия (1); условие (1) в виде (2) имеет простой аналитический вид и не вызывает затруднения в расчетах прочности при известных главных напряжениях.

Литература

1. Гениев Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона / Г.А. Гениев, В.Н. Киссюк, Г.А. Тюпин. – М.: Стройиздат, 1974. – 316 с.
2. Зиборов Л.А. Проблемы освоения подземного пространства / Л.А. Зиборов // Труды межд. Конференции. – Тула: ТулГУ, 2000. – С. 54-58.
3. Теличко В.Г., Зиборов Л.А. Условие прочности при двухосном сжатии бетона класса В-30 // 8-ая Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики: «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики». 1-2 ноября. – Тула-Донецк-Минск: Изд-во ТулГУ, Т.2, 2012 – С. 204-207.
4. Теличко В.Г., Зиборов Л.А. О прочности бетона В30 при двухосном растяжении // Сборник материалов XIII Международной научно-технической конференции: «Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии». – Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. – С. 21-22.
5. Кублань И.Я. Разрушение сложно нагруженного бетона / И.Я. Кублань // Исследования по бетону и железобетону. – Рига, 1960. – сб. V. – С. 223-229.
6. Теличко В.Г. Моделирование напряженно-деформированного состояния оболочечных конструкций из железобетона / В.Г. Теличко, А.А. Трещев // Известия ТулГУ. Сер. Строительные материалы, конструкции и сооружения. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – Вып. 8. – С. 147-161.

7. Теличко В.Г. Определение напряженно-деформированного состояния трубчатых железобетонных оболочек при чистом кручении методом конечных элементов / В.Г. Теличко, А.А. Трещев // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Сер. механика предельного состояния. – Чебоксары: ЧГПУ, 2007. – №1. – С. 138-156.
8. Толоконников Л.А. О форме предельной поверхности изотропного тела / Л.А. Толоконников // Прикладная механика. – 1969. – Вып. 10. – Т.5. – С. 123-130.
9. Филоненко-Бородич М.М. Механические теории прочности. / М.М. Филоненко-Бородич. – М.: МГУ, 1961. – 89 с.

УДК 539.384.6

РАСЧЕТ ШАРНИРНО ОПЁРТОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ИЗ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩЕГОСЯ МАТЕРИАЛА НА ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ В СВЯЗАННОЙ ПОСТАНОВКЕ ПРИ КОНЕЧНЫХ ПРОГИБАХ

Делягин М.Ю., Трещёв А.А.

Тулский государственный университет

Рассмотрена задача расчета пологих сферических оболочек из материалов, свойства которых зависят от вида напряженного состояния, на сочетание механической и температурной нагрузок при конечных прогибах. Оценено влияние разносопротивляемости, связанности и геометрической нелинейности на напряженно-деформированное состояние шарнирно опертой сферической оболочки из конструкционного графита АРВ.

У большинства новых материалов проявляется зависимость механических и температурных свойств от вида реализуемого в точке напряженного состояния. Для описания эффекта разносопротивляемости воспользуемся методикой нормированных пространств напряжений [1, 2]. Дополнительно учтем температурные эффекты деформирования, возникающие вследствие связанности полей напряжений и температур, что особенно важно для конструкций энергетической отрасли, а также геометрическую нелинейность, которая свойственна тонкостенным оболочкам.

Уравнения состояния изотропного разносопротивляющегося материала, находящегося в температурном поле, получим в пространстве главных напряжений, применив операции дифференцирования к термодинамическому потенциалу Гиббса [1], в форме $e_k = -\partial\Gamma / \partial\sigma_k$ и $L = \partial\Gamma / \partial T$. Переходя к цилиндрической системе координат и используя статическую гипотезу Кирхгофа-Лява, принимаем $\sigma_z = 0$, тогда, с учетом осесимметричного нагружения получим:

$$\begin{aligned}
e_r &= A\sigma_r + C\sigma_\varphi + A_t\theta^\circ + B\alpha_r\sigma_r + D(\alpha_r + \alpha_\varphi)\sigma_\varphi + \\
&+ (0,5B - D)\left[(1 - \alpha_r^2)\sigma_r - \alpha_\varphi^2\sigma_\varphi\right]\alpha_r + B_t\alpha_r\theta^\circ; \\
e_\varphi &= A\sigma_\varphi + C\sigma_r + A_t\theta^\circ + B\alpha_\varphi\sigma_\varphi + D(\alpha_\varphi + \alpha_r)\sigma_r + \\
&+ (0,5B - D)\left[(1 - \alpha_\varphi^2)\sigma_\varphi - \alpha_r^2\sigma_r\right]\alpha_\varphi + B_t\alpha_\varphi\theta^\circ; \\
L &= (A_t + B_t\alpha_r)\sigma_r + (A_t + B_t\alpha_\varphi)\sigma_\varphi + C_\sigma\theta^\circ / T_0,
\end{aligned} \tag{1}$$

где e_r, e_φ – радиальные и окружные деформации, σ_r, σ_φ – радиальные и окружные напряжения, A, B, C, D, A_t, B_t – константы потенциала [1, 2],

$$\begin{aligned}
A &= 0,5\left(\frac{1}{E^+} + \frac{1}{E^-}\right), & B &= 0,5\left(\frac{1}{E^+} - \frac{1}{E^-}\right), & C &= -0,5\left(\frac{\nu^+}{E^+} + \frac{\nu^-}{E^-}\right), \\
D &= -0,5\left(\frac{\nu^+}{E^+} - \frac{\nu^-}{E^-}\right), & A_t &= 0,5(\alpha_{t1}^+ + \alpha_{t1}^-), & B_t &= 0,5(\alpha_{t1}^+ - \alpha_{t1}^-), & E^+, E^-,
\end{aligned}$$

$\nu^+, \nu^-, \alpha_{t1}^+, \alpha_{t1}^-$ – модули упругости, коэффициенты Пуассона и коэффициенты линейного теплового расширения материала при одноосном растяжении (+) и одноосном сжатии (-) соответственно; $\alpha_r = \sigma_r / S$, $\alpha_\varphi = \sigma_\varphi / S$ – нормированные напряжения, $S = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_\varphi^2}$ – норма пространства напряжений или модуль вектора полного напряжения, L – плотность энтропии, $\theta^\circ = T - T_0$ – величина изменения температуры, T – текущая температура в точке оболочки, T_0 – начальная температура оболочки.

При конечных прогибах и зависимости свойств материала от вида напряженного состояния задача о деформировании пологой сферической оболочки постоянной кривизны становится и геометрически, и физически нелинейной, поэтому решение будем искать в приращениях функций. Линеаризацию проводим на начальном этапе построения разрешающей системы уравнений согласно методу последовательных нагружений В.В. Петрова.

Приращения деформаций $\delta e_r, \delta e_\varphi$ выразим через приращения напряжений $\delta\sigma_r, \delta\sigma_\varphi$ и изменений температур $\delta\theta^\circ$ с учетом уравнений (1):

$$\begin{aligned}
\delta e_r &= \Delta_{11}\delta\sigma_r + \Delta_{12}\delta\sigma_\varphi + \Delta_{13}\delta\theta^\circ; \\
\delta e_\varphi &= \Delta_{21}\delta\sigma_r + \Delta_{22}\delta\sigma_\varphi + \Delta_{23}\delta\theta^\circ;
\end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
\text{где } \Delta_{11} &= \frac{\partial e_r}{\partial \sigma_r} = A + B(\alpha_r^3 + 2\alpha_r\alpha_\varphi^2) + D\alpha_\varphi^3 - D\alpha_r\alpha_\varphi^2 + \\
&+ (0,5B - D)[\alpha_r^3 + 2\alpha_r\alpha_\varphi^2 - \alpha_r^5 - \alpha_\varphi^5 - 4\alpha_r^3\alpha_\varphi^2 + 2\alpha_r^2\alpha_\varphi^3] + B_t\theta^\circ\alpha_\varphi / S; \\
\Delta_{12} = \Delta_{21} &= \frac{\partial e_r}{\partial \sigma_\varphi} = \frac{\partial e_\varphi}{\partial \sigma_r} = C - B\alpha_r^2\alpha_\varphi + D(2\alpha_r\alpha_\varphi + \alpha_r^3 + \alpha_\varphi^3) + \\
&+ (0,5B - D)[- \alpha_\varphi\alpha_r^2 + 3\alpha_r^4\alpha_\varphi - 3\alpha_r^3\alpha_\varphi^2] - B_t\theta^\circ\alpha_r\alpha_\varphi / S. \\
\Delta_{13} = \frac{\partial e_r}{\partial \theta^\circ} &= A_t + B_t\alpha_r; \quad \Delta_{22} = \frac{\partial e_\varphi}{\partial \sigma_\varphi} = A + B(\alpha_\varphi^3 + 2\alpha_r^2\alpha_\varphi) + D\alpha_r^3 - \\
&- D\alpha_r^2\alpha_\varphi + (0,5B - D)[\alpha_\varphi^3 + 2\alpha_\varphi\alpha_r^2 - \alpha_\varphi^5 - \alpha_r^5 - 4\alpha_r^2\alpha_\varphi^3 + 2\alpha_r^3\alpha_\varphi^2] + \\
&+ B_t\theta^\circ\alpha_r / S; \quad \Delta_{23} = \frac{\partial e_\varphi}{\partial \theta^\circ} = A_t + B_t\alpha_\varphi.
\end{aligned}$$

Выразим из уравнений (2) приращения главных напряжений:

$$\begin{aligned}
\delta\sigma_r &= B_{11}\delta e_r + B_{12}\delta e_\varphi + B_{13}\delta\theta^\circ; \\
\delta\sigma_\varphi &= B_{21}\delta e_r + B_{22}\delta e_\varphi + B_{23}\delta\theta^\circ,
\end{aligned} \tag{3}$$

где $B_{11} = \Delta_{22} / \Delta$; $B_{12} = -\Delta_{21} / \Delta$; $B_{21} = -\Delta_{12} / \Delta$; $B_{22} = \Delta_{11} / \Delta$;
 $B_{13} = (\Delta_{13}\Delta_{21} - \Delta_{23}\Delta_{11}) / \Delta$; $B_{23} = (\Delta_{23}\Delta_{12} - \Delta_{13}\Delta_{22}) / \Delta$; $\Delta = \Delta_{11}\Delta_{22} - \Delta_{12}\Delta_{21}$.

Компоненты тензора деформаций представим в рамках формализма Т. Кармана [4]:

$$e_r = u_{,r} - kw + 0,5w_{,r}^2 - zw_{,rr}; \quad e_\varphi = \frac{u}{r} - kw - \frac{z}{r}w_{,r}, \tag{4}$$

где u, w – радиальные перемещения и прогибы срединной поверхности, k – кривизна оболочки, r – радиальная координата, z – вертикальная координата, отсчитываемая от срединной поверхности оболочки.

Пренебрегая малыми высшего порядка, получим выражения для приращений деформаций:

$$\begin{aligned}
\delta e_r &= (\delta u)_{,r} - k\delta w + w_{,r}(\delta w)_{,r} - z(\delta w)_{,rr}; \\
\delta e_\varphi &= \frac{\delta u}{r} - k\delta w - \frac{z}{r}(\delta w)_{,r}.
\end{aligned} \tag{5}$$

Определим приращения усилий:

$$\begin{aligned} \delta N_r &= \int_{-h/2}^{h/2} \delta \sigma_r dz; & \delta N_\varphi &= \int_{-h/2}^{h/2} \delta \sigma_\varphi dz; \\ \delta M_r &= \int_{-h/2}^{h/2} \delta \sigma_r z dz; & \delta M_\varphi &= \int_{-h/2}^{h/2} \delta \sigma_\varphi z dz. \end{aligned} \quad (6)$$

Уравнения равновесия для сферической оболочки под воздействием равномерно распределенной нагрузки с учетом геометрической нелинейности имеют вид:

$$\begin{aligned} M_{r,rr} - M_{\varphi,r} / r + 2M_{r,r} / r + k(N_r + N_\varphi) + N_r w_{,rr} &= -q; \\ N_{r,r} + (N_r - N_\varphi) / r - k[M_{r,r} + (M_r - M_\varphi) / r] &= 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Пренебрегая малыми высшего порядка, получим линеаризованные уравнения:

$$\begin{aligned} (\delta M_r)_{,rr} - (\delta M_\varphi)_{,r} / r + 2(\delta M_r)_{,r} / r + \\ + k(\delta N_r + \delta N_\varphi) + (\delta N_r) w_{,rr} + N_r (\delta w)_{,rr} &= -\delta q; \\ (\delta N_r)_{,r} + (\delta N_r - \delta N_\varphi) / r - k[(\delta M_r)_{,r} + (\delta M_r - \delta M_\varphi) / r] &= 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Уравнение притока тепла определим, подставляя выражение для плотности энтропии разносопротивляющегося материала в уравнение теплопроводности Фурье:

$$\lambda \theta_{,zz} - \rho C_\sigma \theta_{,t} - \left(A_t (\sigma_r + \sigma_\varphi)_{,t} + B_t (S)_{,t} \right) T_0 + U = 0, \quad (9)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, C_σ – теплоемкость материала при постоянном напряжении, U – удельная мощность источников тепла.

Уравнение теплопроводности в приращениях примет вид:

$$\begin{aligned} \lambda (\delta \theta)_{,zz} - \rho C_\sigma (\delta \theta)_{,t} - \\ - \left[A_t (\delta \sigma_r + \delta \sigma_\varphi)_{,t} + B_t (\alpha_r (\delta \sigma_r)_{,t} + \alpha_\varphi (\delta \sigma_\varphi)_{,t}) \right] T_0 + U = 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Два уравнения равновесия и уравнение теплопроводности должны решаться совместно для учета связанности полей напряжений и температур. Подставляя в уравнения (8) и (10) зависимости (3), (5), (6) получим систему линеаризованных дифференциальных уравнений в частных производных относительно приращений прогибов, радиальных перемещений и изменений температур:

$$\left\{ \begin{aligned}
& J_{11}(\delta w)_{,rrrr} + K_{11}(\delta w)_{,rrr} + K_{12}(\delta w)_{,rr} + K_{13}(\delta w)_{,r} + \\
& + K_{14}(\delta w) + J_{14}(\delta u)_{,rrr} + K_{15}(\delta u)_{,rr} + \\
& + K_{16}(\delta u)_{,r} + K_{17}(\delta u) = \delta q - K_{q1}; \\
& K_{21}(\delta w)_{,rrr} + K_{22}(\delta w)_{,rr} + K_{23}(\delta w)_{,r} + K_{24}(\delta w) + \\
& + K_{25}(\delta u)_{,rr} + K_{26}(\delta u)_{,r} + K_{27}(\delta u) = -K_{q2}; \\
& \lambda \cdot (\delta \theta^\circ)_{,zz} + K_{31} \cdot (\delta \theta^\circ)_{,t} + K_{32} \cdot (\delta u)_{,rt} + K_{33} \cdot (\delta w)_{,t} + K_{34} \cdot (\delta w)_{,rt} + \\
& + K_{35} \cdot (\delta w)_{,rtt} + K_{36} \cdot (\delta u)_{,t} + U + K_{37} \cdot (\delta u)_{,r} + \\
& + K_{38} \cdot (\delta u) + K_{39} \cdot (\delta w)_{,r} + K_{310} \cdot (\delta w) + \\
& + K_{311} \cdot (\delta w)_{,r} + K_{312} \cdot (\delta \theta^\circ) = 0,
\end{aligned} \right.$$

где J_{ij} , K_{ij} - функции накопленного к рассматриваемому моменту нагружения напряженного состояния.

Разрешающую систему линейных дифференциальных уравнений необходимо дополнить граничными и начальными условиями в приращениях. Граничные условия для шарнирного опирания по контуру запишутся следующим образом:

$$\delta w = 0; \quad \delta M_r = 0; \quad \delta u = 0.$$

Для центра оболочки:

$$(\delta w)_{,r} = 0; \quad \delta u = 0.$$

Температурные начальные условия в приращениях примут вид:

$$\delta \theta^\circ (z = h/2) = 0; \quad \delta \theta^\circ (z = -h/2) = 0.$$

С помощью метода конечных разностей перейдем к системе линейных алгебраических уравнений. Решать систему будем дважды на каждом этапе нагружения согласно двухшаговому методу последовательного возмущения параметров В.В. Петрова [4]. Это позволит многократно сократить погрешность линеаризации методом последовательных нагружений и уменьшить требуемое количество шагов по нагрузке и затраты машинного времени. Для полного учета эффекта разносопротивляемости на первом этапе необходимо дополнительно решить задачу о малых прогибах оболочки итерационным методом упругих решений А.А. Ильюшина. Алгоритм программы был реализован в среде MATLAB.

С помощью разработанной программы была рассчитана шарнирно опертая пологая сферическая оболочка радиусом в плане $b = 1$ м со стрелой подъема 0.08 м и толщиной 0.04 м из конструкционного графита АРВ

с характеристиками: $E^+ = 0.375 \text{ ГПа}$, $E^- = 0.613 \text{ ГПа}$, $\nu^+ = 0.2$, $\nu^- = 0.35$, $\alpha_{T1}^+ = 4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_{T1}^- = 6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Максимальная поперечная нагрузка была ограничена величиной 195 кПа. Начальная температура оболочки 300 К. На верхней поверхности температура понижалась до 285 К, а на нижней повышалась до 325 К.

Чтобы количественно оценить различные эффекты, учитываемые в расчете, задача рассматривалась в четырех различных постановках. Первый вариант постановки задачи – геометрически нелинейный расчет с учетом разнсопротивляемости и связанности. Этот вариант принимался за базисный и на всех рисунках условно обозначался «СРС». Для оценки энергетических эффектов деформирования рассматривалась несвязанная задача термоупругости разнсопротивляющегося материала, а результаты решения несвязанной задачи на графиках обозначаются «НРС». Результаты решения связанной задачи без учета разнсопротивляемости с осредненными термомеханическими характеристиками из опытов на одноосное растяжение и одноосное сжатие на рисунках обозначены «ОСР». Такая модель позволит вычислить влияние разнсопротивляемости на напряженно-деформированное состояние оболочки. Для выявления поправок в распределениях усилий вследствие конечных деформаций рассматривается геометрически линейная связанная задача термоупругости оболочки с учетом зависимости свойств материала от вида реализуемого в точке напряженного состояния. На графиках такая постановка задачи обозначается «ЛИН».

На рис. 1 показаны прогибы оболочки. Наибольшее влияние на величину прогиба оказывает учет разнсопротивляемости. Отличие от решения с осредненными характеристиками составило 54 %. Наименее значительно в рассматриваемой задаче проявляется эффект связанности. Расхождение между связанным и несвязанным решением не превышает 5 %. Поправка для величины максимального прогиба за счет геометрической нелинейности составила 25 %.

На рис. 2 представлено распределение радиальных напряжений на верхней и нижней поверхностях оболочки вдоль радиуса. Поправки в радиальные напряжения за счет учета зависимости свойств материала от вида напряженного состояния достигают на верхней поверхности 22 %, на нижней – 12 %. Расхождения между геометрически линейным расчетом и расчетом по нелинейной теории типа Т. Кармана для величины напряжений не превосходят 20 %. Влияние связанности проявляется незначительно. Расхождение между несвязанной и связанной постановками задачи в величине радиальных напряжений составляет 5 %.

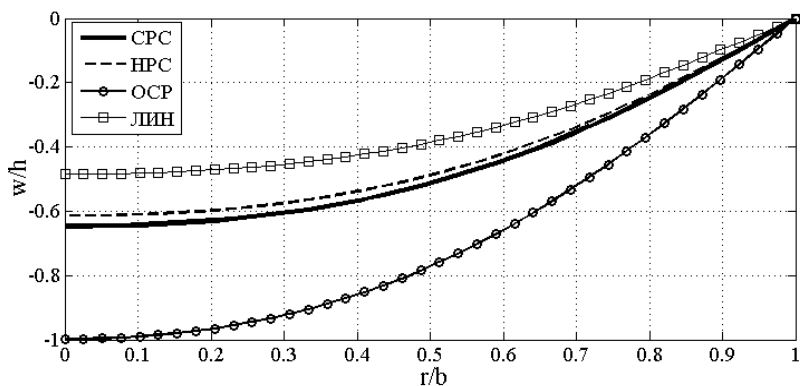


Рис. 1. Прогибы оболочки

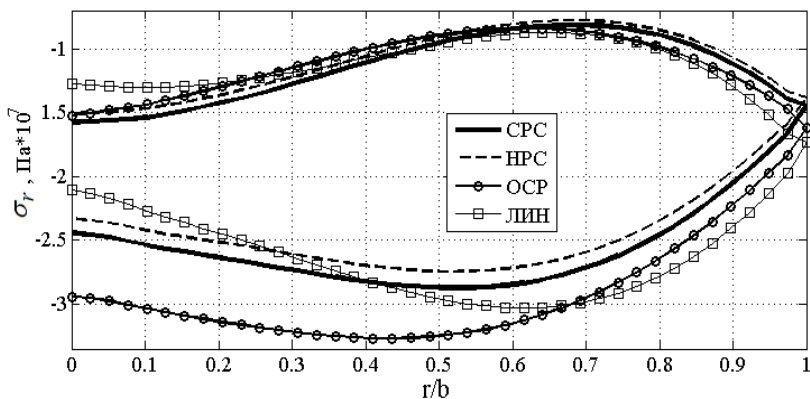


Рис. 2. Радиальные напряжения

На рис. 3 показано распределение окружных напряжений на верхней и нижней поверхностях оболочки вдоль радиуса. Поправки для окружных напряжений за счет разносопротивляемости достигают 23 %. Расхождение между геометрически линейным и нелинейным расчетами для величин окружных напряжений достигает 25 %. Учет связанности полей напряжений и температур вносит поправки до 5 % в распределение окружных напряжений.

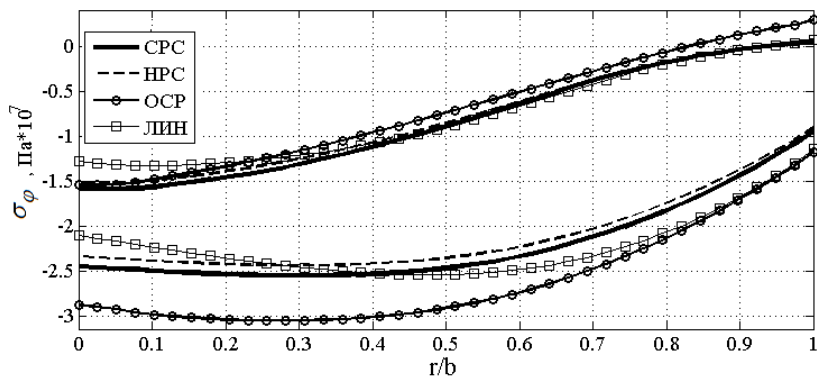


Рис. 3. Окружные напряжения

Были выявлены значительные эффекты, вызванные разноспротивляемостью материала исследуемой конструкции. Фактором, в наибольшей степени определяющим несущую способность сферической оболочки, являются радиальные напряжения. Поправки в радиальные напряжения при шарнирном опирании составили 22 %, а при жестком защемлении они достигали 56 % [5]. На основании этих фактов можно сделать вывод, что количественные проявления рассматриваемого эффекта усиливаются при более сложных видах напряженного состояния.

Литература

1. Матченко Н.М., Трещев А.А. Теория деформирования разноспротивляющихся материалов. Прикладные задачи теории упругости. М.: Тула: РААСН; ТулГУ, 2004. 211 с.
2. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения. М.: Тула; РААСН; ТулГУ, 2008. 264 с.
3. Karman Th. Festigkeitsprobleme in Maschinenbau. Enzyklopadie der Mathematischen Wissenschaften. Bd IV. Mechanik, Teilband 4, Hft 3, Art 27, Punkt 8. Ebene Platten. Leipzig: B. G. Teubner, 1910. S. 311-385.
4. Петров В.В., Кривошеин И.В. Методы расчета конструкций из нелинейно деформируемого материала // Учеб. пособие. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. 208 с.
5. Трещёв, А.А. Решение связанной задачи термоупругости для сферической оболочки из разноспротивляющегося материала с учетом геометрической нелинейности / А.А. Трещёв, М.Ю. Делягин // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я.Яковлева. Серия Механика предельного состояния. Чебоксары: ЧувГПУ. 2012. №3(13). С. 18-26.

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СООТНОШЕНИЯ ТЕРМОУПРУГИХ ИЗОТРОПНЫХ СУЩЕСТВЕННО НЕЛИНЕЙНЫХ РАЗНОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

Делягин М.Ю., Теличко В.Г., Астахов Д.С.

Тульский государственный университет

Получены определяющие соотношения для существенно нелинейных изотропных разнотермоупругих материалов. Рассмотрена методика построения конечного элемента для решения связанных задач термоупругости материалов, свойства которых зависят от вида напряженного состояния.

Во многих новых конструкционных материалах проявляется зависимость механических и температурных свойств от вида реализуемого в точке напряженного состояния [1, 2]. Характер деформирования этих материалов обладает явно выраженным нелинейным характером. В связи с этим классические модели механики деформируемого твердого тела могут приводить к большим неточностям в расчетах. Для построения определяющих соотношений, адекватно описывающих поведение таких материалов при термомеханическом нагружении, предлагается использовать потенциал Гиббса в форме [3]:

$$\begin{aligned} \Gamma = & (A_e + B_e \cdot \xi) \cdot \sigma_0^2 + (C_e + D_e \cdot \xi + E_e \cdot \eta \cdot \cos(3\varphi)) \cdot \tau_0^2 + \\ & + \left[(A_e + B_e \cdot \xi) \cdot \sigma_0^2 + (C_e + D_e \cdot \xi + E_e \cdot \eta \cdot \cos(3\varphi)) \cdot \tau_0^2 \right]^n + \\ & + C_\sigma \cdot \frac{\theta^2}{T_0} + ((b_{11} \cdot \xi + b_{12}) \cdot \sigma_0 + b_{11} \cdot \eta \cdot \tau_0) \cdot \theta. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь A_e, B_e, C_e, D_e, E_e – константы линейной части потенциала, A_p, B_p, C_p, D_p, E_p – константы нелинейной части потенциала, b_{11}, b_{12} – константы части потенциала, связывающий поля напряжений и температур, C_σ – теплоемкость материала при постоянном давлении, $\xi = \cos \psi = \sigma/S_0$, $\eta = \sin \psi = \tau/S_0$ – гармонические функции, которые трактуются как нормированные нормальные и касательные напряжения на октаэдрической площадке; $\cos 3\varphi$ – фазовый инвариант, $\sigma_0 = \sigma_{ij} \delta_{ij} / 3$ – средние нормальные напряжения; σ_{ij} – компоненты тензора напряжений; δ_{ij} – символ Кронекера; $S_0 = \sqrt{\sigma_0^2 + \tau_0^2}$; $\tau_0 = \sqrt{S_{ij} \delta_{ij} / 3}$ – октаэдрические касательные напряжения; $S_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij} \sigma_0$ – компоненты девiatora напряжений, $\theta = T - T_0$ – изменение температуры от начального ненапряжённо-

го состояния; T – конечная температура в точке тела; T_0 – начальная температура в точке тела в ненапряжённом состоянии.

На основе предложенного потенциала (1) строятся определяющие соотношения для изотропных разнсопротивляющихся материалов, находящихся в поле действия температур. Для решения широкого круга задач механики деформируемого твердого тела предлагается построить новый конечный элемент в виде тетраэдра с четырьмя узлами. Система разрешающих уравнений МКЭ для связанной термоупругости при статических нагрузках записывается в виде:

$$\begin{bmatrix} [0] & [0] \\ [C^{uu}] & [C^t] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{\dot{u}\} \\ \{\dot{T}\} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} [K] & [K^{ut}] \\ [0] & [K^t] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{u\} \\ \{T\} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \{F\} \\ \{Q\} \end{Bmatrix}, \quad (2)$$

где $\{u\}$ – вектор перемещений; $\{T\}$ – вектор температур; $\{\dot{u}\}$ – вектор скоростей изменения перемещений; $\{\dot{T}\}$ – вектор скоростей изменения температур, в расчетах для аппроксимации производных по времени будем применять неявную разностную схему; $\{F\}$ – вектор узловых механических нагрузок; $\{Q\}$ – вектор узловых температурных нагрузок;

$[K] = \iiint_{vol} [B]^T [D][B] dx \cdot dy \cdot dz$ – матрица жесткости КЭ в виде тетраэдра при механическом нагружении; $[B]$ – матрица деформаций, $[D]$ – матрица упругости;

$[K^{ut}] = -\iiint_{vol} [B]^T \{\beta\} ([C]^T) dx \cdot dy \cdot dz$ – термоупругая составляющая матрицы жесткости; $\{\beta\} = [D]\{\alpha\}$,

$\{\alpha\} = \{\alpha_{11} \quad \alpha_{22} \quad \alpha_{33} \quad 0 \quad 0 \quad 0\}^T$, $\alpha_{ij} = \frac{b_{i1} \xi \sigma_{ij}}{3\sigma} + \frac{1}{3} b_{i2} \delta_{ij}$, $i = 1, 2, 3$ – коэффициенты линейного теплового расширения материала по направлениям координатных осей, зависящие от вида напряженного состояния, $[C]$ – матрица интерполяционных функций;

$[K^t] = \iiint_{vol} [B_T]^T [D_T][B_T] dx \cdot dy \cdot dz$ – элемент матрицы теплопроводности;

$[B]_T = \{L\}\{C\}\{C\}^T\{T\}$;

$$\{L\} = \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \quad \frac{\partial}{\partial y} \quad \frac{\partial}{\partial z} \right\}^T \quad - \quad \text{вектор оператор;} \quad [D_r] = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{33} \end{bmatrix},$$

$\lambda_{11}, \lambda_{22}, \lambda_{33}$ – коэффициенты теплопроводности материала по направлениям координатных осей; $[C^{tu}] = -T_0 [K^{tu}]^T$ – элемент матрицы термоупругого затухания; $[C^t] = \rho \iiint_{vol} C_\sigma \{C\} \{C\}^T dx \cdot dy \cdot dz$ – элемент матрицы температурного затухания. Для определения матрицы $[D]$ получим зависимости между деформациями и напряжениями с помощью дифференцирования потенциала Гиббса без температурной составляющей:

$$e_{ij} = A_{ijkm} \sigma_{km}; \quad (i, j, k, m = 1, 2, 3),$$

где

$$[A_{ijkm}] = [D]^{-1} = \begin{bmatrix} A_{1111} & A_{1122} & A_{1133} & A_{1112} & A_{1123} & A_{1113} \\ A_{2211} & A_{2222} & A_{2233} & A_{2212} & A_{2223} & A_{2213} \\ A_{3311} & A_{3322} & A_{3333} & A_{3312} & A_{3323} & A_{3313} \\ A_{1211} & A_{1222} & A_{1233} & A_{1212} & A_{1223} & A_{1213} \\ A_{2311} & A_{2322} & A_{2333} & A_{2312} & A_{2323} & A_{2313} \\ A_{1311} & A_{1322} & A_{1333} & A_{1312} & A_{1323} & A_{1313} \end{bmatrix};$$

$$A_{1111} = \frac{1}{3} \left[\begin{aligned} & -B_e \cdot \xi^3 + \frac{4}{3} C_e + \frac{1}{3} D_e \cdot (1 + 3 \cdot \xi^2) \cdot \xi - \\ & - \frac{2\sqrt{6}}{3} E_e \cdot (\alpha_{33} + \alpha_{22}) - E_e \cdot \cos(3\varphi) \cdot \eta^3 + \\ & + \frac{1}{\sigma_{11}} \left(+2 \cdot A_e \cdot \sigma_0 + 3 \cdot B_e \cdot \sigma_0 \cdot \xi + D_e \cdot \tau_0 \cdot \eta + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot E_e \cdot S_0 \right) \end{aligned} \right] +$$

$$+ \frac{Y_u^{n-1} \cdot n}{3} \cdot \left[\begin{aligned} & -B_p \cdot \xi^3 + \frac{4}{3} C_p + \frac{1}{3} D_p \cdot (1 + 3 \cdot \xi^2) \cdot \xi - \\ & - \frac{2 \cdot \sqrt{6}}{3} E_p \cdot (\alpha_{33} + \alpha_{22}) - E_p \cdot \cos(3\varphi) \cdot \eta^3 + \\ & + \frac{1}{\sigma_{11}} \cdot \left(2 \cdot A_p \cdot \sigma_0 + 3 \cdot B_p \cdot \sigma_0 \cdot \xi + D_p \cdot \tau_0 \cdot \eta + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot E_p \cdot S_0 \right) \end{aligned} \right];$$

$$\begin{aligned}
A_{1122} &= A_{2211} = \frac{1}{3} \left[-\frac{2}{3} D_e \cdot \xi - \sqrt{6} \cdot E_e \cdot \alpha_{22} + \frac{2\sqrt{6}}{3} E_e \cdot \alpha_{33} - \frac{2}{3} C_e \right] + \\
&+ \frac{Y_u^{n-1} \cdot n}{3} \left(-\frac{2}{3} D_p \cdot \xi - \sqrt{6} \cdot E_p \cdot \alpha_{22} + \frac{2\sqrt{6}}{3} E_p \cdot \alpha_{33} - \frac{2}{3} C_p \right); \\
A_{1133} &= A_{3311} = \frac{1}{3} \left[-\frac{2}{3} D_e \cdot \xi + \frac{2\sqrt{6}}{3} E_e \cdot \alpha_{22} - \sqrt{6} \cdot E_e \cdot \alpha_{33} - \frac{2}{3} C_e \right] + \\
&+ \frac{Y_u^{n-1} \cdot n}{3} \left(-\frac{2}{3} D_p \cdot \xi + \frac{2\sqrt{6}}{3} E_p \cdot \alpha_{22} - \sqrt{6} \cdot E_p \cdot \alpha_{33} - \frac{2}{3} C_p \right); \\
A_{1112} &= A_{2111} = -\frac{\sqrt{6}}{9} \cdot E_e \cdot \alpha_{12} - Y_u^{n-1} \cdot n \cdot \frac{\sqrt{6}}{9} E_p \cdot \alpha_{12}; \\
A_{1123} &= A_{2311} = -\frac{10\sqrt{6}}{9} \cdot E_e \cdot \alpha_{23} - Y_u^{n-1} \cdot n \cdot \frac{10\sqrt{6}}{9} E_p \cdot \alpha_{23}; \\
A_{1113} &= A_{3111} = -\frac{\sqrt{6}}{9} E_e \cdot \alpha_{13} - Y_u^{n-1} \cdot n \cdot \frac{\sqrt{6}}{9} E_p \cdot \alpha_{13}; \\
A_{2222} &= \frac{1}{3} \left[\frac{4}{3} C_e + \left(\frac{1}{3} + \xi^2 \right) D_e \cdot \xi - B_e \cdot \xi^3 + \right. \\
&+ E_e \left(\sqrt{6} \cdot \alpha_{11} + \sqrt{6} \cdot \alpha_{22} - \frac{2\sqrt{6}}{3} \cdot \alpha_{33} + \cos(3\varphi) \cdot \eta^3 \right) + \\
&\left. + \frac{1}{\sigma_{22}} \left(2 \cdot A_e \cdot \sigma_0 + 3 \cdot B_e \cdot \sigma_0 \cdot \xi + D_e \cdot \tau_0 \cdot \eta - S_0 \cdot E_e \cdot \sqrt{2} \right) \right] + \\
&+ \frac{Y_u^{n-1} \cdot n}{3} \left[\frac{4}{3} C_p + \left(\frac{1}{3} + \xi^2 \right) D_p \cdot \xi - B_p \cdot \xi^3 + \right. \\
&+ E_p \cdot \left(\sqrt{6} \cdot \alpha_{11} + \sqrt{6} \cdot \alpha_{22} - \frac{2\sqrt{6}}{3} \cdot \alpha_{33} + \cos(3\varphi) \cdot \eta^3 \right) + \\
&\left. + \frac{1}{\sigma_{22}} \left(2 \cdot A_p \cdot \sigma_0 + 3 \cdot B_p \cdot \sigma_0 \cdot \xi + D_p \cdot \eta \cdot \tau_0 - E_p \cdot S_0 \cdot \sqrt{2} \right) \right]; \\
A_{2233} &= A_{3322} = \frac{1}{3} \left(-\frac{2}{3} D_e \cdot \xi + \frac{2\sqrt{6}}{3} E_e \cdot \alpha_{11} - \frac{2}{3} C_e \right) + \\
&+ \frac{Y_u^{n-1} \cdot n}{3} \left[-\frac{2}{3} D_p \cdot \xi + \frac{2\sqrt{6}}{3} E_p \cdot \alpha_{11} - \frac{2}{3} C_p \right];
\end{aligned}$$

$$A_{2212} = A_{1222} = \frac{5\sqrt{6}}{9} E_e \cdot \alpha_{12} + Y_u^{n-1} \cdot n \cdot \frac{5\sqrt{6}}{9} E_p \cdot \alpha_{12};$$

$$A_{2223} = A_{2322} = \frac{5\sqrt{6}}{9} E_e \cdot \alpha_{23} + Y_u^{n-1} \cdot n \cdot \frac{5\sqrt{6}}{9} E_p \cdot \alpha_{23};$$

$$A_{2213} = A_{1322} = -\frac{4\sqrt{6}}{9} E_e \cdot \alpha_{13} - Y_u^{n-1} \cdot n \cdot \frac{4\sqrt{6}}{9} E_p \cdot \alpha_{13};$$

$$A_{3333} = \frac{1}{3} \left[\begin{aligned} & \frac{4}{3} C_e + \left(\frac{1}{3} + \xi^2 \right) D_e \cdot \xi - B_e \cdot \xi^3 + \\ & + E_e \cdot \left(\frac{\sqrt{6}}{3} \alpha_{11} - \frac{2\sqrt{6}}{3} \alpha_{22} + \sqrt{6} \cdot \alpha_{33} - \eta^3 \cdot \cos(3\varphi) \right) + \\ & + \frac{1}{\sigma_{33}} \left(2 \cdot A_e \cdot \sigma_0 + 3 \cdot B_e \cdot \sigma_0 \cdot \xi + D_e \cdot \eta \cdot \tau_0 - E_e \cdot S_0 \cdot \sqrt{2} \right) \end{aligned} \right] +$$

$$+ \frac{Y_u^{n-1} \cdot n}{3} \left[\begin{aligned} & \frac{4}{3} C_p + \left(\frac{1}{3} + \xi^2 \right) D_p \cdot \xi - B_p \cdot \xi^3 + \\ & + E_p \cdot \left(\frac{\sqrt{6}}{3} \alpha_{11} - \frac{2\sqrt{6}}{3} \alpha_{22} + \sqrt{6} \cdot \alpha_{11} - \eta^3 \cdot \cos(3\varphi) \right) + \\ & + \frac{1}{\sigma_{33}} \left(2 \cdot A_p \cdot \sigma_0 + 3 \cdot B_p \cdot \sigma_0 \cdot \xi + D_p \cdot \eta \cdot \tau_0 - E_p \cdot S_0 \cdot \sqrt{2} \right) \end{aligned} \right];$$

$$A_{3312} = A_{1233} = -\frac{4\sqrt{6}}{9} E_e \cdot \alpha_{12} - Y_u^{n-1} \cdot n \cdot \frac{4\sqrt{6}}{9} E_p \cdot \alpha_{12};$$

$$A_{3323} = A_{2333} = \frac{5\sqrt{6}}{9} E_e \cdot \alpha_{23} + Y_u^{n-1} \cdot n \cdot \frac{5\sqrt{6}}{9} E_p \cdot \alpha_{23};$$

$$A_{3313} = A_{1333} = \frac{5\sqrt{6}}{9} E_e \cdot \alpha_{13} + Y_u^{n-1} \cdot n \cdot \frac{5\sqrt{6}}{9} E_p \cdot \alpha_{13};$$

$$\begin{aligned}
A_{1212} &= \frac{1}{3} \left[2 \cdot D_e \cdot (1 + \xi^2) \cdot \xi - 2 \cdot B_e \cdot \xi^3 + 4 \cdot C_e + \right. \\
&\quad \left. + \frac{\sqrt{6}}{3} E_e \cdot (7\alpha_{11} + \alpha_{22} - 8\alpha_{33} - \sqrt{6} \cos(3\varphi) \cdot \eta^3) \right] + \\
&\quad + \frac{Y_u^{n-1} \cdot n}{3} \left[2 \cdot (1 + \xi^2) \cdot D_p \cdot \xi - 2 \cdot \xi^3 \cdot B_p + 4 \cdot C_p + \right. \\
&\quad \left. + \frac{\sqrt{6}}{3} E_p \cdot (7\alpha_{11} + \alpha_{22} - 8\alpha_{33} - \sqrt{6} \cdot \cos(3\varphi) \cdot \eta^3) \right]; \\
A_{1223} &= A_{2312} = E_e \cdot \sqrt{6} \cdot \alpha_{13} + Y_u^{n-1} \cdot n \cdot E_p \cdot \sqrt{6} \cdot \alpha_{13}; \\
A_{1213} &= A_{1312} = E_e \cdot \sqrt{6} \cdot \alpha_{23} + Y_u^{n-1} \cdot n \cdot E_p \cdot \sqrt{6} \cdot \alpha_{23}; \\
A_{2323} &= \frac{1}{3} \left[-2 \cdot B_e \cdot \xi^3 + 4 \cdot C_e + \frac{2}{3} D_e (1 + \xi^2) \cdot \xi + \right. \\
&\quad \left. + \frac{\sqrt{6}}{3} E_e \cdot (-2 \cdot \alpha_{11} + \alpha_{22} + \alpha_{33} - \sqrt{6} \cdot \cos(3\varphi) \cdot \eta^3) \right] + \\
&\quad + \frac{Y_u^{n-1} \cdot n}{3} \left(-2 \cdot B_p \cdot \xi^3 + 4 \cdot C_p + \frac{2}{3} D_p (1 + \xi^2) \cdot \xi + \right. \\
&\quad \left. + \frac{\sqrt{6}}{3} E_p \cdot (-2 \cdot \alpha_{11} + \alpha_{22} + \alpha_{33} - \sqrt{6} \cdot \cos(3\varphi) \cdot \eta^3) \right); \\
A_{2313} &= A_{1323} = E_e \cdot \sqrt{6} \cdot \alpha_{12} + Y_u^{n-1} \cdot n \cdot E_p \cdot \sqrt{6} \cdot \alpha_{12}; \\
A_{1313} &= \frac{1}{3} \left[2 \cdot (\xi^2 + 1) D_e \cdot \xi - 2 \cdot B_e \cdot \xi^3 + 4 \cdot C_e + \right. \\
&\quad \left. + \frac{\sqrt{6}}{3} E_e \cdot (7 \cdot \alpha_{11} - 8 \cdot \alpha_{22} + \alpha_{33} - \sqrt{6} \cdot \eta^3 \cdot \cos(3\varphi)) \right] + \\
&\quad + \frac{Y_u^{n-1} \cdot n}{3} \left[2 \cdot (\xi^2 + 1) D_p \cdot \xi - 2 \cdot B_p \cdot \xi^3 + 4 \cdot C_p + \right. \\
&\quad \left. + \frac{\sqrt{6}}{3} E_p \cdot (7 \cdot \alpha_{11} - 8 \cdot \alpha_{22} + \alpha_{33} - \sqrt{6} \cdot \eta^3 \cdot \cos(3\varphi)) \right]; \\
Y_u &= \sigma_0^2 \cdot A_p + \sigma_0^2 \cdot \xi \cdot B_p + \tau_0^3 \cdot C_p + D_p \cdot \sigma_0 \cdot \tau_0 \cdot \eta + \tau_0^2 \cdot \eta \cdot E_p \cdot \cos(3\varphi); \\
\alpha_{ij} &= \sqrt{3} \cdot \sigma_{ij} / S_0.
\end{aligned}$$

С помощью полученного конечного элемента можно исследовать НДС конструкций сложной формы, в том числе с криволинейным контуром и отверстиями. Математическая модель программно реализуется в среде Visual C++. Для апробации математической модели предполагается сравнить полученные решения с результатами работ [4, 5], в которых ис-

следовались конструкции из квазилинейных изотропных разноспротивляющихся материалов с помощью метода конечных разностей.

Литература

1. Hart, P.E. The affect of pre-stressing on the thermal expansion and Young's modulus of graphite / P.E. Hart // Carbon. 1972. Vol. 10. P. 233-236.
2. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А. Трещев. М.: Тула; РААСН; ТулГУ, 2008. 264 с.
3. Трещёв, А. А. Термоупругий потенциал деформации для нелинейных материалов, находящихся в условиях термомеханического нагружения / Трещев А.А., Теличко В.Г., Чигинский Д.С., Астахов Д.С. // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2012. № 4. с. 66–73.
4. Трещёв, А.А. Решение связанной задачи термоупругости для сферической оболочки из разноспротивляющегося материала с учетом геометрической нелинейности / А.А. Трещёв, М.Ю. Делягин // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я.Яковлева. Серия Механика предельного состояния. Чебоксары: ЧувГПУ. 2012. №3(13). С. 18-26.
5. Чигинский, Д.С. Связанная задача термомеханического изгиба тонких прямоугольных пластин из изотропных разноспротивляющихся материалов / Д.С. Чигинский, А.А. Трещёв, В.Г. Теличко // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 2. Проблемы специального машиностроения. Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. С. 494-502.

УДК 539.3: 624.073

ДЕФОРМИРОВАНИЕ АРМИРОВАННЫХ БАЛОК-СТЕНОК ИЗ НЕЛИНЕЙНОГО МАТЕРИАЛА С УЧЕТОМ ТРЕЩИН

Трещев А.А., Неделин А.В., Злобин С.Ф.

Тулский государственный университет

Рассматривается задача о деформировании железобетонных балок-стенок. При этом бетон рассматривался как упруго-пластический разноспротивляющийся дилатирующий материал. Предложена математическая модель описания плоского напряженного состояния, базирующаяся на треугольных симплексах конечных элементах.

Общая техническая теория деформирования железобетонных балок-стенок с трещинами достаточно полно разработана Н.И.Карпенко [1]. В представленном работе предлагается исследовать напряженно-деформированное состояние (НДС) железобетонной балки-стенки с учетом основных предпосылок нелинейной механики разноспротивляющихся армированных материалов при минимальном привлечении технических гипотез [1]. При этом принималось во внимание низкая трещиностойкость

бетона, возможность образования трещин в нем и развитие пластических деформаций в арматурных стержнях.

При деформировании бетон ведет себя как нелинейный начально изотропный материал, чувствительный к виду напряженного состояния. Поэтому для определения НДС бетона примем определяющие соотношения разносопротивляющихся материалов в виде [2 – 5]:

$$W = (A_e + B_e \xi) \sigma^2 + (C_e + D_e \xi + E_e \eta \cos 3\varphi) \tau^2 + \\ + [(A_p + B_p \xi) \sigma^2 + (C_p + D_p \xi + E_p \eta \cos 3\varphi) \tau^2]^n, \quad (1)$$

где $\sigma = \sigma_{ij} \delta_{ij} / 3$; $\tau = \sqrt{S_{ij} S_{ij} / 3}$; $S_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij} \sigma$; $\xi = \cos \psi = \sigma / S_0$; $\eta = \sin \psi = \tau / S_0$; $\cos 3\varphi = \sqrt{2} \cdot S_{III} / \tau^3$; $S_{III} = S_{ik} S_{kj} S_{ij}$; $S_0 = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$; $A_e, B_e, C_e, D_e, E_e, A_p, B_p, C_p, D_p, E_p$ – константы материала, определяемые по результатам обработки диаграмм деформирования материалов при одноосном растяжении, сжатии и простом нагружении [2 – 5]; n – показатель степени нелинейности материала. Для вычисления констант потенциала использовался метод наименьших квадратов.

При исследовании НДС балок-стенок влияние ползучести бетона не рассматривалось.

В общем случае, зависимости между деформациями и напряжениями для бетона можно получить, применив к соотношениям (1) формулы Кастильяно:

$$e_{ij} = W_{,\sigma_{ij}}, \quad (i, j = 1, 2, 3); \quad \{e\} = [C] \{\sigma\}, \quad (2)$$

где $[C]$ – матрица податливостей, зависящих от вида напряженного состояния, который устанавливается в зависимости от значений функций ξ , η , $\cos 3\varphi$.

Используя уравнения связи (2), рассмотрим деформирование тонких балок-стенок при плоском напряженном состоянии, выполненных из бетона с пределом прочности на осевое сжатие $R=28,4$ МПа [6], армированных по середине толщины сеткой из стальных стержней при их взаимно ортогональном расположении. Применительно к рассматриваемому бетону константы потенциала (1) имеют значения [5].

Оставаясь в рамках теории малых упругопластических деформаций, примем уравнения связи между компонентами тензора деформаций и перемещениями в условиях плоской задачи примем в виде:

$$e_{11} = u_{,1}; \quad e_{22} = v_{,2}; \quad \gamma_{12} = u_{,2} + v_{,1}, \quad (3)$$

где u, v – перемещения точек срединной плоскости балки-стенки.

Обращая уравнения (2) с учетом соотношений (3) получим зависимости между напряжениями и деформациями при плоском напряженном состоянии:

$$\{\sigma\} = [D(\sigma)]\{e\}, \quad (4)$$

где $[D(\sigma)]$ – матрица жесткостей материала размером 3×3 , зависящая от вида напряженного состояния, степени нагружения, характера армирования, появления трещин в бетоне и пластических деформаций арматуры; $\{\sigma\} = \{\sigma_{11} \sigma_{22} \tau_{12}\}^T$; $\{e\} = \{e_{11} e_{22} \gamma_{12}\}^T$.

В соответствии с условиями задачи и при условном отсутствии объемных сил, уравнения равновесия элемента балки-стенки представляются следующим образом:

$$\sigma_{11,1} + \tau_{12,2} = 0; \quad \tau_{12,1} + \sigma_{22,2} = 0. \quad (5)$$

Для решения поставленной задачи принята конечно-элементная модель кусочно-неоднородных балок-стенок с двумя степенями свободы в узле. Основу этой модели составляют треугольные симплекс конечные элементы. Область, ограниченная контуром балки-стенки разбивалась на треугольные конечные элементы. При этом перемещения в произвольной точке элемента $u(x_1, x_2)$ и $v(x_1, x_2)$ представлялась через перемещения узлов элемента $\{U\}$ следующим образом:

$$\{u \ v\}^T = [N]\{U\}, \quad (6)$$

где $\{U\} = \{u_i \ v_i \ u_j \ v_j \ u_k \ v_k\}$; i, j, k – номера узлов конечного элемента.

Для треугольного элемента интерполяционная симплексная функция перемещений принималась в линейной форме: $u = \alpha_1 + \alpha_2 x_1 + \alpha_3 x_2$; $v = \alpha_4 + \alpha_5 x_1 + \alpha_6 x_2$. Функции формы $[N]$ принимаются в традиционном виде [7]:

$$[N] = \begin{bmatrix} N_i & 0 & N_j & 0 & N_k & 0 \\ 0 & N_i & 0 & N_j & 0 & N_k \end{bmatrix}, \quad (7)$$

где $N_i = (a_i + b_i x_1 + c_i x_2)/(2\Delta)$, ($i \rightarrow j \rightarrow k$), Δ – площадь треугольного элемента; $a_i = x_{1j}x_{2k} - x_{1k}x_{2j}$; $b_i = x_{1i} - x_{2k}$; $c_i = x_{1k} - x_{2j}$.

Воспользовавшись уравнениями (3) и продифференцировав соответствующим образом матрицу $[N]$ получим зависимости между деформациями элемента и перемещениями его узлов:

$$\{e\} = [B]\{U\}, \quad (8)$$

где

$$[B] = \frac{1}{2\Delta} \begin{bmatrix} b_i & 0 & b_j & 0 & b_k & 0 \\ 0 & c_i & 0 & c_j & 0 & c_k \\ c_i & b_i & c_j & b_j & c_k & b_k \end{bmatrix}; \quad 2\Delta = \det \begin{vmatrix} 1 & x_{1i} & x_{2i} \\ 1 & x_{1j} & x_{2j} \\ 1 & x_{1k} & x_{2k} \end{vmatrix}.$$

Общая формулировка МКЭ принята на основе вариационного принципа Лагранжа. При этом потенциальная энергия тела Π определяется разностью внутренней энергии деформации W и работы внешних сил A : $\Pi = W - A$. Энергия деформации элемента объема dV определяется известным способом: $dW = \{e\}^T \{\sigma\} / 2$. Очевидно, что без учета массовых сил для выражения работы внешних сосредоточенных и поверхностных сил получим [7]:

$$A = \{U\}^T \{P\} + \int_S \{U\}^T [N]^T \{p\} dS, \quad (9)$$

где $\{p\}$ – вектор внешней поверхностной нагрузки в проекциях на декартовые оси координат; S – контур внешней границы конечного элемента.

С учетом вышеизложенного потенциальная энергия конечного элемента, с учетом условий (8) и (4), сводится к следующему виду–:

$$\Pi = \frac{1}{2} \int_V \{U\}^T \{B\}^T [D(\sigma)] [B] \{U\} dV - \{U\}^T \{P\} - \int_S \{U\}^T [N]^T \{p\} dS \quad (10)$$

Минимизируя функционал (10) по вектору $\{U\}$ и приводя поверхностную распределенную нагрузку к сосредоточенным узловым силам, для плоского напряженного состояния конечного элемента толщиной h получим:

$$[K]\{U\} = \{P\}, \quad (11)$$

где $[K] = [B]^T [D(\sigma)] [B] h \Delta$ – матрица жесткости конечного элемента.

Решение разрешающей системы алгебраических уравнений с учетом получения глобальной матрицы жесткости и соответствующих граничных условий для узловых перемещений и сил производилось методом Гаусса.

Общая нелинейная задача решалась методом пошаговых нагружений с учетом итерационного процесса в форме переменных параметров

упругости. Модель деформирования балок непосредственно привязана к железобетонным элементам.

Сложность задачи приводит к необходимости введения технических гипотез: а) нагружение балок-стенок считалось простым при активной деформации, поэтому для описания свойств основного материала принимался потенциал деформаций (1); б) при уменьшении нагрузки или при снижении напряжений в стадии после образования трещин принималось во внимание линейное условие разгрузки; в) армирование балок-стенок принималось под любым углом к ортогональной системе координат; г) при расчете пренебрегали контактными напряжениями между бетоном и арматурой, а следовательно, арматура моделировалась сплошным размазанным слоем, обладающим структурной анизотропией, с учетом принятого коэффициента армирования; д) считалось, что арматурные стержни воспринимают только нормальные напряжения, а их коэффициенты Пуассона принимались равными нулю; е) напряжения в армированных элементах определялись суммой напряжений в основном материале (бетоне) и в арматуре, а за условие совместности принималось равенство деформаций этих двух материалов, проскальзывание арматуры в конечном элементе без трещин не допускалась, что распространялось и на армированные элементы с трещинами; ж) за условие трещинообразования в конечном элементе принимался критерий П.П.Баландина [8] применительно к напряжениям в бетоне; и) влияние растянутого основного материала на участках между трещинами учитывалось при помощи параметра поврежденности и коэффициента В.И.Мурашева [9]; л) при наличии трещин основной материал моделировался ортотропным телом, неработающим на сдвиг в направлении перпендикулярном трещине; м) арматура моделировалась идеально упруго-пластическим телом.

Анализ работы балок-стенок позволяет выделить из совокупности конечных элементов три характерные группы: 1) элементы, работающие без трещин; 2) элементы, работающие с трещинами в бетоне при упругом сопротивлении арматуры; 3) элементы, работающие с трещинами в бетоне при пластическом сопротивлении арматуры.

Рассмотрим каждый из этих типов элементов. Для железобетонных элементов без трещин в силу принятых гипотез (см. гипотезу «е») матрицу упругости можно определить следующим образом: $[D]=[C]^{-1}+[D_S]$, где $[D_S]=[D_S]_{1122}+[D_S]_{1212}$ – матрица упругости арматуры в глобальной системе координат; $[D_S]_{1212}=[T][D_S^q]_{1212}[T]^T$;

$$[D_S]_{1122} = \begin{bmatrix} E_S \mu_{11} & 0 & 0 \\ 0 & E_S \mu_{22} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; [D_S^q]_{1212} = \begin{bmatrix} E_S \mu_{12} & 0 & 0 \\ 0 & E_S \mu_{21} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos^2 \alpha & \sin^2 \alpha & -\sin 2\alpha \\ \sin^2 \alpha & \cos^2 \alpha & \sin 2\alpha \\ \sin 2\alpha / 2 & -\sin 2\alpha / 2 & \cos 2\alpha \end{bmatrix};$$

E_S – модуль упругости арматуры; $\mu_{ij} = A_{sij} / (S_{ij} h)$ – коэффициент армирования в соответствующем направлении; A_{sij} – площадь сечения арматурного стержня в соответствующем направлении; S_{ij} – шаг стержней; $[D_S^q]_{1212}$ – матрица упругости для арматуры в собственной системе координат, в которой ось x_1^q , направленная вдоль арматурных стержней, наклоненных к оси x_1 глобальной системы под углом α .

После срабатывания критерия (см. гипотезу «ж»)

$$\sigma_{b11}^2 + \sigma_{b22}^2 + \sigma_{b33}^2 + 3(\tau_{12}^2 + \tau_{23}^2 + \tau_{31}^2) - (\sigma_{b11}\sigma_{b22} + \sigma_{b22}\sigma_{b33} + \sigma_{b33}\sigma_{b11}) - (R_{bt} + R_b)(\sigma_{b11} + \sigma_{b22} + \sigma_{b33}) + R_{bt}R_b = 0 \quad (12)$$

происходит образование трещин перпендикулярных направлению главных растягивающих напряжений (здесь σ_{bij} – напряжения в бетоне; $\sigma_{b33} = \tau_{31} = \tau_{23} = 0$). Если оба главных напряжения являются растягивающие, то трещины образуются перпендикулярно направлению наибольших из них. Здесь R_{bt}, R_b – предел прочности бетона при осевом растяжении и сжатию, соответственно. При этом в условии (12) вводятся напряжения в бетоне железобетонного элемента.

Считается, что трещины распространяются в пределах конечного элемента параллельно друг другу. Для треснувших элементов сохраняется справедливыми потенциальные соотношения, но только для направлений вдоль трещин, в котором не нарушена сплошность бетона. В этом направлении физически нелинейные свойства бетона учитывались с помощью секущего модуля упругости E_b и секущего коэффициента Пуассона ν_b , определяемых из уравнения

$$e_{22}^* = C_{12}^* \sigma_{b11}^* + C_{22}^* \sigma_{b22}^* = (\sigma_{b22}^* - \nu_b \sigma_{b11}^*) / E_b, \quad (13)$$

или $E_b = 1/C_{22}^*$; $\nu_b = -C_{12}^*/C_{22}^*$, где C_{ij}^* – компоненты повернутой матрицы податливостей в ортогональной системе координат, в которой ось x_2 совпадает с направлением трещины; σ_{bij}^* – напряжения в бетоне, вычисленные в повернутой системе координат.

Компоненты C_{ij}^* рассчитываются так же, как и коэффициенты C_{ij} (2), но при замене σ_{ij} на σ_{bij}^* . При этом напряжения σ_{bij}^* определялись с учетом поворота системы координат:

$$\begin{aligned}\sigma_{b11}^* &= \sigma_{b11} \cos^2 \alpha + \sigma_{b22} \sin^2 \alpha + \tau_{12} \sin 2\alpha; \\ \sigma_{b22}^* &= \sigma_{b11} \sin^2 \alpha + \sigma_{b22} \cos^2 \alpha - \tau_{12} \sin 2\alpha,\end{aligned}\quad (14)$$

где $\alpha = \arctg[(\sigma_{b1} - \sigma_{b11})/\tau_{12}]$; $\sigma_{b1} = [\sigma_{b11} + \sigma_{b22} + \sqrt{(\sigma_{b11} - \sigma_{b22})^2 + 4\tau_{12}^2}]/2$ – главные напряжения в бетоне.

В направлении, перпендикулярном трещине, модуль деформаций бетона представим значением $E_b \omega$, где ω – параметр степени разрушения бетона ($0 < \omega \leq 1$). С учетом вышеизложенного, в исходной системе координат имеем матрицу $[C^o]$, компоненты которой определяются по правилам преобразования системы координат через коэффициенты C_{ij}^*

$$[C^o] = \begin{bmatrix} C_{11}^o & C_{12}^o & C_{13}^o \\ & C_{22}^o & C_{23}^o \\ Sim & & C_{33}^o \end{bmatrix}; \quad \begin{aligned} C_{11}^* &= 1/(E_b \omega); & C_{12}^* &= -\nu_b/E_b; \\ C_{22}^* &= 1/E_b; & C_{33}^* &= 2(1 + \nu_b)/E_b. \end{aligned}\quad (15)$$

Здесь следует иметь в виду, что в области треснувших конечных элементов могут возникать эффекты локальной разгрузки. Это происходит в тех случаях, когда после вычисления напряжений в бетоне треснувшего железобетонного конечного элемента они оказываются ниже, чем соответствующие величины до образования трещин. Тогда компоненты матрицы податливостей бетона $[C]$ должны итерационным способом уточняться с учетом условия разгрузки [2 – 5]. В матрице упругости арматуры при строго взаимно ортогональном расположении стержней для треснувшего железобетонного элемента отличными от нуля являются только два коэффици-

ента: $D_{S11}^o = E_{S11}\mu_{11}$; $D_{S22}^o = E_{S22}\mu_{22}$, где E_{S11}, E_{S22} – секущие модули деформаций арматуры в соответствующих направлениях ($E_{Skk} = E_S$ при $e_{kk} < e_t$; $E_{Skk} = \sigma_t / e_{kk} + E_t(1 - e_t / e_{kk})$ при $e_{kk} \geq e_t$, где σ_t – предел текучести арматуры, E_t – модуль упрочнения, e_t – деформации, соответствующие пределу текучести, $k = 1, 2$).

Окончательно матрицу упругости треснувшего железобетонного элемента получим в виде

$$[D] = [C^o]^{-1} + [D_S^o]. \quad (16)$$

Параметр поврежденности ω определяется через коэффициент Мурашева:

$$\psi_s = E_{S\mu} / (E_b \omega + E_{S\mu}), \quad (17)$$

где $E_{S\mu}$ – модуль упругости арматуры в направлении, перпендикулярном трещине; $E_{S\mu} = E_{S11}\mu_{11}\cos^4\alpha + E_{S22}\mu_{22}\sin^4\alpha$.

Разрешая уравнение (18) относительно параметра ω , получим

$$\omega = (1/\psi_s - 1)(E_{S11}\mu_{11}\cos^4\alpha + E_{S22}\mu_{22}\sin^4\alpha) / E_b. \quad (18)$$

Для определения величины ψ_s использовалась эмпирическая зависимость [9]:

$$\psi_s = 1 - 0,7R_{bt} / \sigma_{11}^*, \quad (19)$$

в которой подразумевается, что $\sigma_{b11}^* = 0,7R_{bt}$,

где $\sigma_{11}^*, \sigma_{b11}^*$ – нормальные напряжения в железобетоне и чистом бетоне соответственно в направлении, перпендикулярном трещине. Так как распределение напряжений заранее неизвестно, то параметр поврежденности ω с учетом ψ_s (17) – (19) рассчитывался на каждой ступени нагружения методом последовательных приближений.

Следует заметить, что для железобетонных конечных элементов с трещинами при увеличении нагрузки происходит более интенсивный рост главных растягивающих напряжений в направлениях вдоль трещин, где нет повреждений бетона. Поэтому при возможном повторном срабатывании критерия (12) могут возникнуть вторичные трещины, пересекающие первичные (в балках-стенках такая ситуация практически не встречается). В этих элементах будем считать, что работает только арматура, т. е. матрицу упругости примем в виде $[D] = [D_S^o]$.

Для расчета железобетонных балок-стенок их плоскость покрывалась конечно-элементной треугольной сеткой из 200 элементов. Алгоритм решения реализован в интерактивной среде для инженерных расчетов MATLAB 5.2.

Результаты расчета анализировались на примере деформирования прямоугольной балки-стенки S103 [1] со свободным опиранием по двум угловым точкам. Соотношение размеров балки были приняты следующими: $L=2$ м; $H=1$ м; $h=0,08$ м; $l_{оп}=0,1$ м. Армирование балки-стенки принято сеткой из стержней диаметром 6 мм с шагом в обоих направлениях 100 мм; временное сопротивление бетона на растяжение – $R_{bt} = 2,2$ МПа; на сжатие – $R_b = 32$ МПа; коэффициент армирования - $\mu_{11} = \mu_{22} = 0,00353$; предел текучести арматуры $\sigma_t = 510$ МПа; модуль упругости арматуры – $E_S = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; модуль упрочнения – $E_t = 1,24 \cdot 10^4$ МПа; $e_t = 0,04113$. Загружение принималось в виде сосредоточенной силы в центре с начальной нагрузкой $P = 50$ кН и шагом $P = 5$ кН. Достоверность полученных решений проверена экспериментально. Кроме того, проведено сравнение расчетов с теорией Н.И. Карпенко [1]. Рассмотрены зависимости прогибов балки-стенки в середине пролета от величины нагрузки P и распределение трещин.

Анализ полученных результатов приводит к существенному выводу о том, что предложенная математическая модель достаточно адекватно отображает деформирование железобетонных балок-стенок без привлечения дополнительных эмпирических гипотез.

Литература

1. Карпенко Н.И. Теория деформирования железобетона с трещинами / Н.И.Карпенко. – М.: Стройиздат, 1976. – 208 с.
2. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А.Трещев – М.; Тула: РААСН; ТулГУ, 2008. – 264 с.
3. Матченко Н.М., Толоконников Л.А., Трещев А.А. Определяющие соотношения изотропных разносопротивляющихся сред. Нелинейные соотношения / Н.М.Матченко, Л.А.Толоконников, А.А.Трещев // Изв. РАН. МТТ. - 1999. - № 4. - С. 87 – 95.
4. Трещев А.А. Анализ определяющих соотношений для нелинейных изотропных разносопротивляющихся материалов в задачах термоупругости / А.А.Трещев, В.Г.Теличко, Д.С.Чигинский // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2011. – Вып. 2. – С. 547 – 555.
5. Матченко Н.М., Трещев А.А. Деформирование полухрупких дилатирующих материалов / Н.М.Матченко, А.А.Трещев // Огнеупоры и техническая керамика. – 2000. - № 5. – С. 19 – 22.

6. Касимов Р.Г. Прочность и деформативность бетона при трехосном сжатии: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: НИИЖБ, 1976. – 180 с.
7. Неделин А.В. Напряженное состояние пластинки из дилатирующего материала, ослабленного отверстием / А.В.Неделин, А.А.Трещев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2001. – №8. – С.16-20.
8. Баландин П.П. К вопросу о гипотезах прочности / П.П.Баландин // Вестник инженеров и техников. – 1937. - № 1. – С. 19 – 24.
9. Мурашев В.И. Трещиноустойчивость, жесткость и прочность железобетона / В.И.Мурашев – М.: Машстройиздат, 1950. – 218 с.

УДК622.7: 622

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРИСТЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Березовский Н.И., Воронова Н.П., Костюкевич Е.К., Грибкова С.М.,
Лесун Б.В.**

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Рассмотрены возможные варианты использования местных видов топлива (фрезерного торфа и топливных брикетов) при производстве пористых строительных материалов на основе аглопорита. Приведены основные технические данные этих компонентов, которые входят в состав сырьевой смеси. Показаны основные возможные направления использования местных видов топлива и топливных брикетов на тепловых электростанциях.

В настоящее время в мировом масштабе вклад торфа в производство и использование энергии незначителен, и составляет примерно одну тысячную от энергии, потребляемой в мире, но в отдельных странах на его долю приходится от 10 до 20 % (Финляндия, Швеция, Ирландия). В качестве местного коммунально-бытового топлива используется фрезерный торф, кусковой торф и топливные брикеты. Потребителями топливного торфа являются тепловые электростанции, котельные, коммунально-бытовые потребители печного топлива, торфобрикетные заводы, поселковые котельные поселков торфопредприятий.

Анализ потребления торфяного топлива в Республике Беларусь показывает, что наибольшим спросом пользуется торфяной брикет. Так, по статистическим данным, в балансе использования торфа в энергетических целях в стране доля топлива, отпущенного населению, составляет 55,3 %, из них 65,9 % – брикеты. Полностью обеспечивая потребности внутреннего рынка, предприятия торфяной отрасли осуществляют поставку торфобрикетов на экспорт (Литва, Латвия, Эстония, Польша, Словакия, Швеция, Финляндия и другие).

Местные виды топлива являются одним из основных составляющих для производства топливных брикетов. Имеющиеся топливные ресурсы не могут поддерживать существующие объемы добычи сырья. Поэтому из-за

сложных ситуаций в потреблении топливно-энергетических ресурсов в последние годы все более остро возникает необходимость совершенствования технологических процессов обогащения сырья, внедрения новых, менее энергоемких технологий, оптимального и экономного использования энергоресурсов и оборудования.

В последние годы торфяное топливо (брикеты, кусковой торф) использовались в основном для целей отопления населением и коммунально-бытовыми организациями.

Мировой опыт использования торфа, широкая распространенность его в Беларуси доказывают необходимость повышения эффективности и объемов использования этого природного сырья в энергетике.

В соответствии с Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 №3, “Экономия и бережливость – главные факты экономической безопасности государства” была разработана и утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь №94 от 23.01.2008. Концепцией энергетической безопасности предусматривается увеличение добычи торфа до 4.4 млн. т.

Следует отметить, что Министерство энергетики РБ с целью использования топливных брикетов в “большой энергетике” провела реконструкцию Жодинской ТЭЦ с установкой парового котла производительностью 60 тонн пара в час, использующего в качестве топлива, измельченные топливные брикеты. Годовая потребность в брикетах составит более 120 тыс. т, или 10 % от годового объема производства.

Фрезерный торф должен соответствовать СТБ 017–2006, топливные брикеты ТУ РБ 02999284.311–2000. Основные контролируемые параметры фрезерного торфа: влажность (не более 50 %); зольность (не более 23 %); насыпная плотность при условной массовой доле влаги 40 % (не менее 250 кг/м³).

Основные контролируемые параметры топливных брикетов марки БТ-7: влажность (не более 20 %); зольность (не более 23 %); механическая прочность (не менее 94 %).

Согласно Государственной программе «Торф» на период до 2020 г. в Беларуси предусмотрен рост объемов потребления торфа на энергетические цели, намечено повысить производительность и снизить энергоемкость производства топливных брикетов.

Необходимо отметить, что в Беларуси геологическими изысканиями выявлены угленосные отложения различного возраста. Однако, из-за их маломощности промышленная добыча угля пока не организована. Торф, по сравнению, с бурым углем - наиболее молодой вид ископаемого минерального топлива, залежи его формируются в современную эпоху. Почти 12,5 % территории Беларуси покрыто торфяниками.

Анализ теплотехнических характеристик торфа позволяет допустить использование торфа как технологического топлива при производстве аглопорита и керамического кирпича (табл. 1).

Таблица 1. Средний состав торфа, теплота сгорания при его различной влажности

W _p	Состав рабочей массы, %						Теплота сгорания O _{рп} , ккал/кг
	C _p	H _p	S _p	O _p	N _p	A _p	
10	46,3	4,8	0,2	26,8	2,0	9,9	4130
20	41,1	4,3	0,2	23,8	1,8	8,8	3610
30	36,0	3,8	0,2	20,8	1,5	7,7	3080
40	30,9	3,2	0,2	17,8	1,3	6,6	2560
50	25,7	2,7	0,1	14,9	1,1	5,5	2030
60	20,5	2,1	0,1	11,9	1,0	4,4	1500

Например, теплота сгорания горючей массы торфа колеблется от 3500 до 3700 ккал/кг, т.е. в сравнительно незначительных пределах. Теплота сгорания рабочей массы торфа колеблется в широких пределах в зависимости от влажности массы и её зольности.

При производстве аглопорита на Минском заводе строительных материалов используется сырье месторождения «Фанипольское» желтовато-серого цвета, местами светлосерого, рыхлое, комковатое. Оно характеризуется равномерной микроструктурой. Глинистое вещество его имеет полиминеральный состав и представляет собой неоднородную смесь гидрослюда и каолита. Сырье месторождения «Фанипольское» относится к группе сырья со средним содержанием включений, по размеру включений к группе с крупными, мелкими и средними включениями: по виду включений – к группе с включениями железистых и кварцевых минералов, по содержанию тонкодисперсных фракций – к группе грубодисперсного глинистого сырья, по пластичности – к группе непластичного глинистого сырья, по огнеупорности – к группе тугоплавкого сырья.

Химический состав глинистого сырья месторождения «Фанипольское» представлен в табл. 2.

Число пластичности сырья от 0 до 12. Огнеупорность 1400-1460 °С. Карьерная влажность 18-23 %.

Зерновой состав глинистого сырья месторождения «Фанипольское» представлен в табл.3.

Таблица 2. Химический состав глинистого сырья месторождения «Фанипольское»

Содержание оксидов, %								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	ППП	Na ₂ O K ₂ O	Сумма
78,03	8,57	0,48	2,16	2,80	1,0	3,70	1,11 2,25	99,87
80,05	8,92	0,34	2,44	1,40	0,7	2,44	1,04 2,41	99,94

Таблица 3. Зерновой состав глинистого сырья месторождения «Фанипольское»

Содержание фракций, %					
Размер частиц, мм					
более 0,25	0,23-0,01	менее 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	менее 0,001
1,23	73,22	25,55	8,00	8,45	9,10
1,20	63,85	32,95	9,63	11,50	11,80

Лабораторно-технологические и полупромышленные исследования проводились с использованием низинного и верхового торфа. Выбор низинного торфа объясняется в основном опытом производства брикетов торфяных для коммунально-бытовых нужд. Измельченные до 8 мм брикеты представляют также интерес для производства алопорита вместо антрацита, бурого и каменного угля, т.к. обладают достаточной теплотворной способностью. Фрезерный торф как сырье для брикетирования характеризуется нормируемыми показателями: степенью разложения залежи, фракционным составом и теплотой сгорания. На современном технологическом оборудовании брикетных заводов представляется возможным брикетировать фрезерный торф всех типов. Наиболее же эффективно перерабатывать торф средней и повышенной степени разложения. Предел зольности фрезерного торфа для брикетирования установлен с учетом того, что зола является балластным компонентом, снижающим теплоту сгорания топлива. Для торфобрикетных предприятий норма предельной зольности фрезерного торфа устанавливается в зависимости от естественной зольности залежи по данным паспортизации, но не более 23%. Наиболее успешно перерабатывается в брикеты фрезерный торф равномерного фракционного состава, состоящий из части размером до 8 мм. Из такого торфа получается сушенка с минимальной влагоразмерностью по фракциям, что обеспечивает по-

лучение наиболее прочных брикетов. Измельчение способствует повышению плотности и влагоустойчивости.

Одним из основных требований к фрезерному торфу как сырью для брикетирования является постоянство показателей его качества. В табл. 4 приведены средние значения показателей степени разложения R, зольности A, влажности W, кислотности солевой вытяжки рН и теплоты сгорания Q^r горючей массы для низинного торфа по группам.

Таблица 4. Технические свойства низинных торфов используемых для производства аглопорита

Показатели	Средние значения показателей		
	древесная	травяная	моховая
R, %	45	29	21
A, %	9,6	6,7	6,5
W, %	87	91	92
рН	5,3	3,0	4,9
Q ^r , кДж/кг	23,20	23,36	22,69

В табл. 5 приведены средние значения полной влагоемкости торфов.

Таблица 5 - Полная влагоемкость низинных торфов, кг/кг

Показатели	По группам		
	древесная	травяная	моховая
Средняя полная влагоемкость, кг/кг	8,5	12,5	11,4

Показатели элементного и группового химического составов органической массы низинного торфа представлены в табл. 6. Групповые компоненты и элементный состав представлены в табл.7.

Основные технологические параметры производства аглопорита разрабатывались применительно к агломерационной машине СМ-961. Так, высота спекаемого слоя составляла 300 мм, разрежение при зажигании – 60 мм вод. ст., при спекании – 200 мм вод. ст., выгрузка спека осуществлялась в основном через 45 мин.

При частичной замене угля «АШ» торфом оптимальный ввод его в шихту составляет 50 % всего топлива, при этом по дробленому, в основном с учетом теплотворной способности, плотности и грансостава, увеличение расхода составляет в 1,5, по фрезерному – в 2 раза по сравнению с углем «АШ».

Таблица 6 - Показатели элементного и группового химического составов органической массы низинного торфа, %

Показатели	Средние значения по группам		
	древесная	травяная	моховая
Элементный состав			
C	58,4	57,8	36,7
H	5,7	5,9	3,7
N	2,7	2,7	2,2
S	0,7	0,4	0,6
O	32,5	33,2	34,8
Групповой состав			
Б	3,7	4,4	3,9
ЛГ	20,9	26,4	29,3
РВ	9,1	14,8	17,1
ГК	41,6	38,9	36,1
ФК	17,4	14,3	16,5
Ц	1,5	2,4	4,0
Л	13,9	12,7	9,2

Условные обозначения: С – углерод, H – водород, N – азот, S – сера, O – кислород, Б – битумы, РВ и ЛГ – водорастворимые и легкогидролизные вещества, РВ – редуцирующие вещества, ГК – гуминовые кислоты, ФК – фульвокислоты, Ц – целлюлоза, Л – лигнин.

Таблица 7. Групповые компоненты и элементный состав, % на органическое вещество

Битумы	Легко гидролизуемые вещества	Гуминовые вещества	Трудногидролизуемые вещества	Негидролизуемый остаток	C	H	N	S+O
3,9	37,7	25,2	8,9	28,5	52,1	6,3	4,3	36,8

Оптимальная влажность шихты зависит от влагоемкости торфа при применении дробленой массы брикетов влажность увеличивается по сравнению с шихтой общепринятой (суглинок – возврат - уголь «АШ») практически незначительно, при применении же фрезерного торфа увеличивается до 20 %.

Верхний предел крупности гранул торфа 3-10 мм, наличие мелочи менее 1 мм нежелательно (увеличивается выход возврата, уменьшается

вертикальная скорость спекания шихты).

Для стабилизации процесса спекания шихты с частичной заменой угля «АШ» торфом необходимо обеспечить дополнительный нагрев поверхности зажигаемого слоя шихты в сравнении с шихтой общепринятой (суглинок-возврат-уголь «АШ»).

На основные качественные характеристики аглопорита при частичной замене угля «АШ» торфом решающее влияние оказывает режим зажигания шихты.

Результаты заводских испытаний с использованием сырьевой смеси фрезерного торфа и дробленных топливных брикетов показали, что прочность и плотность аглопорита и керамического кирпича соответствуют республиканским стандартам.

УДК622.7: 622

ВОЗМОЖНОСТЬ РАСШИРЕНИЯ ИНТЕРВАЛА ПРИГОДНОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Березовский Н.И., Воронова Н.П., Костюкевич Е.К., Грибкова С.М., Лесун Б.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Представлены комплексные малоотходная технология добычи и переработки нерудных строительных материалов, где вскрышная порода при добыче силикатного песка может использоваться в технологии получения некоторых пористых строительных материалов на основе аглопорита и керамического кирпича, метод определения теплофизических характеристик различных материалов.

Большое количество отходов и потерь на горно-перерабатывающих предприятиях обуславливает необходимость решения проблемы: рационального использования минеральных ресурсов.

Аглопоритовый щебень и песок – искусственные пористые материалы, полученные дроблением спеков, образующихся в результате термической обработки гранулированных шихт из алюмосиликатных и силикатных материалов природного происхождения или отходов промышленности методом агломерации. Применяют их в качестве заполнителя при изготовлении конструкционно-теплоизоляционных и конструкционных легких бетонов, а также в качестве утепляющих засыпок.

Структурно-механические свойства сырьевых материалов определяют соответствующие методы их подготовки к термической обработке. Основная технологическая операция при производстве аглопорита это спекание шихты на решетке агломерационной машины непрерывного действия, где теплота сгорания топлива должна быть выше 4000 ккал/кг. Спеканию подвергаются малопластичные глинистые породы, которые при обжиге не вспучиваются. Некоторые вскрышные породы горных предпри-

ятий Республики Беларусь, где добывают гравийно-песчаные смеси, отвечают этим требованиям. За счет горения угля, который вводится в шихту, развивается температура до 1300 К. Это приводит к спеканию шихты в виде пористой остеклованной массы. Следует отметить, что протекающие процессы тепломассопереноса не заканчиваются в зонах сушки и нагрева, а накладываются друг на друга и в большей части по всей длине ленты развиваются параллельно.

При производстве аглопорита преимущественно применяют природные глинистые породы, хотя с экономической точки зрения для этой цели целесообразно использовать отходы промышленности. Добавки выбирают с учетом наличия местных сырьевых ресурсов и характеристик основных компонентов шихты. При избыточном количестве топлива в топливосодержащем сырье в шихту вводят возврат, а также горелую или глинистую породу, а при недостатке топлива – уголь или углесодержащую добавку. Введение в шихту древесных опилок (до 10 %) и лигнина (до 25 % по объему) увеличивает пористость и ускоряет процессы горения топлива и спекания. Добавка сухой золы тепловых электростанций (ТЭС) снижает влажность обводненных глин и расход топлива за счет содержащихся в ней прокаленных минералов и несгоревшего углерода. Добавки вводят для улучшения гранулирования и повышения прочности гранул при их транспортировании и обжиге. Содержание топлива в шихте при использовании глинистых пород обычно 6-8 %, золы ТЭС – 10-12 % по массе. Предельный размер гранул (зерен) шихты не должен превышать 10-12 мм, а размер составных ее частей: исходного сырья – 5, угля – 3, твердых добавок от 5 (плотных) до 10 (пористых) мм.

В настоящее время в Беларуси активно развиваются исследования, направленные на экономию технологического привозного топлива, при одновременной замене дефицитных видов на местные, например, торф, сапрпель, промышленные отходы, содержащие значительное количество органических веществ (лигнин, древесные опилки и др.)

При агломерации силикатного сырья замена антрацитового штыба на местные виды топлива является актуальной проблемой, однако, использование топлива с малой теплотворной способностью требует разработки способов более эффективного их сжигания в агломерируемом слое шихты.

Систематизация накопленного экспериментального материала позволила выявить ряд общих закономерностей, характерных для агломерации шихт как на основе глинистого, так и железорудного сырья. Так, по мере уменьшения крупности топливных частиц заметно повышается восстановительный потенциал продуктов горения и снижается высота окислительной зоны, снижение крупности топлива с 7,2-9 мм до 4,8-6,0 мм приводит к уменьшению степени использования углерода с 7 до 14 %.

Аналогичные результаты приводятся по данным при сжигании топлива различной крупности с одновременным замером температур в слое и состава отходящего газа. С повышением крупности топлива абсолютные температуры в зоне горения возрастают, а газовая фаза обогащается двуокисью углерода. Теоретические расчеты подтверждают снижение температурного уровня процесса при использовании мелкого топлива в сравнении с более крупным.

Известно, что по степени углефикации можно прогнозировать возможную скорость спекания шихты, а, следовательно, и скорость горения топлива на основе тех или иных отходов углеобогащения. Так, низкометаморфизованные отходы с содержанием углерода в горючей массе менее 75 % позволяют (при прочих оптимальных условиях) достичь вертикальной скорости спекания шихты 13-23 мм/мин; среднеметаморфизованные отходы с содержанием углерода в горючей массе 75-90 % – 8-15 мм/мин; высокометаморфизованные отходы с содержанием углерода в горючей массе более 90 % – 4-10 мм/мин.

При спекании суглинков с использованием углей с содержанием летучих до 28-30 % процесс агломерации интенсифицируется. При увеличении же содержания летучих в углях свыше 28-30 %, например до 37 %, процесс агломерации замедляется. И в первом случае, и во втором наблюдается значительный унос летучих в газоходы. Изучение химической активности и процессов газообразования при сжигании топлива различного вида в агломерируемом слое шихты показало, что с ростом химической активности топлива и с уменьшением его крупности восстановительная способность продуктов горения усиливается, что находит свое выражение в увеличении отношения CO/CO_2 . Выше произведенные закономерности указывают на целесообразность использования, как торфа, так и сапропелей в качестве технологического топлива при рациональных способах их окисления и сжигания летучих.

На аглопоритовых предприятиях в качестве технологического топлива с малой теплотворной способностью применяется каменный и бурый уголь. Например, бурый уголь имеет следующие характеристики: марка угля – Б2, содержание серы на рабочую массу – 1-2 %; содержание углерода на рабочую массу – 41,1 %; содержание водорода на рабочую массу – 2,4 %; содержание азота на рабочую массу – 9,1 %; влажность на рабочую массу – 36 %; зольность на рабочую массу – 10 %; выход летучих на рабочую массу – 33 %; низшая теплота сгорания – 3380 ккал/кг.

При замене антрацита топливом с содержанием 28-30 % летучих процесс агломерации суглинков интенсифицируется, но зона горения растягивается. При увеличении содержания летучих в углях более 28-30 % процесс агломерации замедляется. Качественная характеристика аглопо-

рита, спекаемого с различными видами технологического топлива, практически не изменяется.

Однако при замене антрацита топливом с большим содержанием летучих часть их не успевает сгореть. Поэтому использовать топливо с большим содержанием летучих по общепринятой технологии производства аглопорита с учетом экологических соображений не целесообразно. Исследования показывают, что применение смеси топлива, состоящей из одной части антрацита и двух частей угля с большим содержанием летучих, за счет повышения температуры горения топлива в слое позволяет добиться большей полноты сгорания летучих.

Анализ теплотехнических характеристик торфа позволяет допустить использование торфа как технологического топлива при производстве аглопорита. Например, теплота сгорания горючей массы торфа колеблется от 3500 до 3700 ккал/кг, т.е. в сравнительно незначительных пределах. Теплота сгорания рабочей массы торфа колеблется в широких пределах в зависимости от влажности массы и ее зольности.

В процессе исследования получения аглопоритового щебня и песка с использованием фрезерного торфа определен оптимальный состав шихты по результатам предварительных исследований.

Необходимо отметить, что оптимальная влажность сырьевой смеси зависит от вида применяемого торфа. Высота укладываемого слоя для шихты с применением торфа не превышает 310 мм, что сказывается на скорости ее спекания. Разрежение при агломерации составляет 0,02 МПа.

Температура зажигания шихты 1000-1100 °С. Расход газа при этом не увеличивается. Вертикальная скорость спекания шихты составляет 4-6 мм/мин. Съем продукции по составам шихты составил 180-210 кг/м² с учетом выхода недожога.

Полученные аглопоритовый щебень и песок с применением фрезерного торфа и древесных опилок по показателям прочности и плотности соответствовал требованиям стандарта, согласно которому по показателям насыпной плотности аглопоритовый щебень и песок относятся к марке 600 (фракция 20-40 мм и 10-20 мм); к марке 700 (фракция 5-10 мм); к маркам 1000-1100 (фракция менее 5 мм). По показателям прочности аглопоритовый щебень относится к марке 75 (фракция 20-40 мм и 10-20 мм); к марке 200-250 (фракция 5-10 мм).

Представляет также практический интерес использование в технологии увеличение крупности частиц (фракционного состава) торфа до 10 мм с целью повышения его массы, что вызовет повышение температуры в спекаемом слое, изменение режимов полукоксования торфа и параметров агломерационного процесса, в частности выхода недожога. Большое значение имеет также изучение качественных показателей аглопорита, спекаемого с

различными видами технологического топлива, в которых различное содержание летучих веществ, что может увеличить выход недожога и повлиять на экологическую обстановку территории.

Работа действующих аглопоритовых предприятий, которые используют в качестве технологического топлива низкосортные угли позволяет рекомендовать проведение исследований по разработке технологических параметров производства аглопорита при замене угля и древесных опилок на местные виды топлива (фрезерный торф – топливный, для компостирования, топливные дробленые брикеты, сапрпель и др.).

Опыт показывает, что неудачное конструктивное решение или неправильный режим охлаждения шихты приводит к низкому качеству полученного спекшегося прочного пористого конгломерата. Особое значение приобретает теплофизическое обоснование рациональных режимов охлаждения. В связи с этим актуальной задачей является исследование распределения поля температур внутри шихты в зависимости от различных скоростей движения ленты агломерационной машины, а, следовательно, от времени охлаждения.

Математическая модель процессов охлаждения с движущейся лентой в общем случае должна содержать сопряженные системы уравнений, описывающие различные физические процессы: затвердевание шихты; оплавление поверхности; перераспределение примесей, газов и др. Недостаточная изученность ряда физических явлений, сложность системы дифференциальных уравнений вынуждают упростить математическую формулировку задачи, описывающую охлаждение шихты.

В последнее время наблюдается тенденция изучения динамики затвердевания с помощью численных методов решения краевых задач для уравнения теплопроводности. Этот подход связан со значительными затратами времени на составление и отладку программ. Однако во многих случаях реальных теплотехнологических процессов не требуется та высокая степень точности, которую дают аналитические либо численные методы моделирования. В таких случаях можно воспользоваться упрощенными, так называемыми, инженерными способами расчетов, позволяющими проектировщику или технологу с достаточной для практических целей степенью точности определить технологически важные параметры процесса.

При исследовании процесса охлаждения шихты после расплава и сгорания вкраплений, необходимо знать, как перемещается в расплаве фронт затвердевания, как распределяются температуры в сечении твердой корки и каково время окончания затвердевания.

Процесс спекания шихты в производстве аглопорита с применением агломерационной машины делится на 4 этапа:

1. Испарение гигроскопической влаги при температурах до 100 °С.

2. Подогрев слоя шихты при температуре от 100 до 800 °С (в этот период происходит дегидратация глинистых минералов и гидроокислов железа).
3. Воспламенение топлива, находящегося в шихте (в этот период при температуре 800-1600 °С железные окислы восстанавливаются до закисного состояния и способствуют образованию жидкой фазы, происходит спекание зерен внутри отдельных частиц и контактное спекание их между собой, в результате сыпучий слой превращается в спекшийся пористый конгломерат).
4. Охлаждение конгломерата (в этот период завершаются процессы кристаллизации магнетита и акристобалита, α кварц переходит в β кварц, при этом кристаллическими фазами являются: кварц, полевой шпат, кристобалит и муллит).

Сейчас в республике особую актуальность приобретают вопросы расширения исследований по экономии технологического топлива и замене дефицитных и дорогостоящих импортных на местные виды, такие как различные виды торфа, сапрпель, отходы торфобрикетного производства, которые имеют высокую теплоту сгорания и содержащие значительное количество органических веществ. При использовании силикатного сырья или утилизации вскрышных пород в агломерации замена импортных видов топлива на местные являются актуальной проблемой, а использование топлива с низкой теплотворной способностью требует разработки новых способов по обогащению, усреднению и определению оптимальных сырьевых составов с целью более эффективного их сжигания в агломерируемом слое шихты.

В цехе теплоизоляционных материалов ОАО «Минский завод строительных материалов» были проведены промышленные испытания щебня и песка аглопоритовых с использованием фрезерного торфа ОАО «Торфобрикетный завод Усяж» и выпущена опытная партия аглопорита в количестве 230 м³.

В процессе проведения испытаний контролировались следующие технологические параметры:

- дозировка компонентов шихты;
- влажность компонентов шихты;
- гранулированный состав шихты;
- влажность шихты;
- скорость движения машины;
- высота слоя спекаемой шихты;
- разрежение в вакуум-камерах агломерационной машины.

Определялись:

- визуальная характеристика коржа со стороны разгрузки машины;
- качественные показатели полученного аглопорита.

Использовались вскрышные породы (суглинки) месторождения гравино-песчаных смесей «Фаниполь», которые по физико-химическому составу могут использоваться для производства аглопорита. В качестве добавок использовался низинный фрезерованный торф степенью разложения 20 %, влажностью 50 %, зольность 10 %. В состав брикетов входил фрезерованный торф (90%) и древесные опилки (10 %). В смеси состав бурого угля был уменьшен на 3 % и добавлены дроблённые брикеты фракционным составом 0-5 мм.

Известно, что при исследовании веществ неоднородной структуры, пористых тел, к которым относится торф, существенную роль играет коэффициент теплопроводности. Существует ряд методов для определения коэффициента теплопроводности, которые исследуют зависимость коэффициента от температуры, влажности, структуры торфа по отдельности. Эквивалентный коэффициент теплопроводности (λ_s) складывается из компонентов молекулярной (λ), конвективной (λ_k) и лучистой (λ_l) теплопроводности:

$$\lambda_s = \lambda + \lambda_k + \lambda_l.$$

В капиллярно-пористом теле при малых перепадах температуры передача тепла конвекцией и излучением в порах тела мала по сравнению с передачей молекулярной теплопроводностью.

Нами предложен комплексный метод определения теплофизических характеристик различных материалов, с помощью которого был исследован торф кусковой, измельченный, фрезерный и брикетированный. Известно, что изменение коэффициента теплопроводности в зависимости от температуры и влагосодержания описывается соотношением:

$$\lambda = \lambda_0 + A t u e^{-bu},$$

где λ_0 – коэффициент теплопроводности абсолютно сухого тела при 0 °С, ккал/м·ч·°С;

A и b – постоянные,

t – температура, °С;

u – влагосодержание торфа, %.

В расчетах использовались измерения при температурах 10 и 15 °С, соответственно со средним влагосодержанием 58 и 69 %, $\lambda_0 = 0,06$ ккал/м·ч·°С. Получены аналитические зависимости коэффициента теплопроводности для рассмотренных разновидностей торфа.

Так, для торфа брикетированного получилась аналитическая зависимость коэффициента теплопроводности от температуры и влагосодержания в виде:

$$\lambda = \lambda_0 + 10,59tue^{-1,81u}.$$

Использование таких функциональных зависимостей для теплофизических коэффициентов торфа позволяет оптимизировать процессы сушки и брикетирования торфа.

Предлагаемая комплексная малоотходная технология добычи и переработки нерудных строительных материалов, где вскрышная порода (суглинка) при добыче силикатного песка на карьере «Фаниполь» Минского района могут использоваться в технологии получения некоторых пористых строительных материалов на основе аглопорита и керамического кирпича на ОАО «Минский завод строительных материалов». Также в качестве импортозаменяющих материалов нами предлагается использовать местные виды топлива на основе фрезерного торфа, топливных брикетов и древесные опилки. Это позволит не только уменьшить себестоимость аглопорита и керамического кирпича, но и получить значительный экономический эффект при выпуске единицы продукции.

Литература

1. Березовский, Н.И. Природные ресурсы и их использование / Н.И. Березовский, Е.К.Костюкевич. // Минск : БНТУ. – 2005. – 188 с.
2. Сырьевая смесь для получения аглопорита. – Решение о выдаче патента на изобретение № а20111621 от 31.05.2013 г. Авторы Н.И. Березовский, Н.П. Воронова, Е.С. Драгун, Е.К. Костюкевич и др.
3. Березовский Н.И., Воронова Н.П., Грибкова С.М., Лесун Б.В., Драгун.Е.С. // Некоторые вопросы утилизации сырья при обогащении на горно-перерабатывающих предприятиях Беларуси /Горная механика №3, 2013. –с. 25–35.

УДК 622.258

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Борщевский С.В., Михеева А.А.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

В статье представлены результаты исследований воздействия омагниченной воды на прочностные характеристики бетонной крепи стволов в условиях агрессивной среды.

Важнейшим элементом большинства горнодобывающих предприятий являются вертикальные стволы, которые по своему конструктивному исполнению и безопасности эксплуатации должны отвечать самым высоким требованиям.

В связи с этим все больше актуализируется вопрос разработки и применения наиболее инновационных и высокопрочных материалов для сооружения бетонного крепления вертикальных стволов. Особую роль в

этих исследованиях и разработках играет изучение влияния агрессивных сред на прочность бетона, нахождение путей повышения прочности бетонного крепления за счет использования нестандартных путей и методов.

На многих шахтах Украины глубина осуществляемой разработки достигает 700 м, а на 38 горнодобывающих предприятиях горные работы организованы на глубинах от 1000 до 1300 метров. Максимальная глубина разработки достигает 1400 метров, что создает повышенные требования к прочности и надежности бетонной крепи вертикальных стволов [1; 2].

Бетонная крепь представляет собой искусственно созданную грузонесущую конструкцию, которая необходима для предотвращения обрушения пород, сохранения проектного размера и функционала вертикального ствола. Именно бетонное крепление, его качество и прочность определяет долговечность и надежность использования ствола, стоимость и трудозатраты при его сооружении, эксплуатации. При этом стоимость бетонного крепления может достигать 60 %, а трудоемкость – 40% стоимости проходки [3].

Стоит отметить, что имеющиеся статистические данные демонстрируют, что при строительстве 90 % вертикальных стволов осуществление бетонного крепления выполнялось бетоном марки В15...20 и толщиной до 500 мм и даже более. При этом используется совмещенная технологическая схема. В табл. 1 приведены применяемые составы бетона для крепи вертикальных стволов [4].

Таблица 1. Характеристика типовых составов бетона для крепи вертикальных стволов

Марка бетона	Марка цемента	Осадка конуса, см	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг			
			Цемент	Песок	Щебень	Вода
Донецкшахтострой						
200	400	15...17	400	500	1200	200
200	400	15...17	380	520	1215	235
200	400	15...17	370	525	1220	240
200	400	15...17	450	500	1210	208
200	400	10...12	380	510	1245	195
300	400	15...17	480	490	1140	245
300	400	10...12	450	495	1200	215

Стоит отметить, что в настоящее время около 8 % протяженности стволов, отнесены к 4 категории устойчивости [5]. Такие участки закреплены специальными многослойными конструкциями бетонного крепления на основе тюбингов. Большая часть таких креплений расположена в зонах наносных пород.

При переходе выполнения горных работ на глубину более 1000 метров, возникает необходимость повышения параметров прочности и несущей способности бетонной крепи вертикальных стволов в 2 раза. В связи с этим значительно увеличивается расход арматуры и бетона (приблизительно в 2 раза), растут трудозатраты (в 2 раза), уменьшается производительность работающего на глубине персонала (от 1,3 до 1,8 раз).

В этой ситуации возникает серьезная проблема усложнения конструкции и технологии возведения бетонной крепи, а ее эксплуатационную надежность целесообразно охарактеризовать как низкую и не отвечающую современным эксплуатационным требованиям и безопасности.

Таким образом, в последнее время все большую актуальность приобретают исследования и научные разработки, направленные на создание и разработку конструкций, в частности бетонной крепи вертикальных стволов, с высокими эксплуатационными характеристиками, особенно в условиях возможного протекания коррозионных процессов, формирующихся под действием агрессивных сред. При этом под технологией возведения высокопрочной бетонной крепи следует понимать использование, как передовых строительных материалов, так и инновационно-технических, технологических решений. При этом при разработке подобных конструкций важно проводить детальный анализ условий ее эксплуатации и применения, что позволит сформулировать требования, на основании которых, разрабатывается и производится бетон с высокими показателями прочности.

Именно показатели химического состава дают предположение сделать научное заключение о достоверном обосновании технических условий, с которыми приходится сталкиваться бетонной крепи в период непосредственной эксплуатации. Многие данные свидетельствуют о том, что бетонная крепь подвержена сильнейшему воздействию различных видов агрессивных сред, которые и формируют стартовый механизм возникновения коррозионных процессов, приводят к непосредственному разрушению бетонной крепи вертикального ствола, что может привести к возникновению различного рода аварийных ситуаций и аварий, нарушить работу и привести к полной остановке рудника.

На основании данных имеющихся в инженерно-геологическом паспорте проводится обобщенная оценка условий эксплуатации по

каждому участку вертикального ствола. Исходя из этого, можно представить категории устойчивости пород на различных участках ствола (табл. 2).

Таблица 2. Категории устойчивости пород

Категория устойчивости пород	Оценка состояния устойчивости пород	Величина критерия устойчивости С
I	Устойчивое	до 3
II	Среднеустойчивое	от 3 до 6
III	Неустойчивое	от 6 до 10
IV	Очень неустойчивое	более 10

Анализируя данные табл. 1 (значения критерия устойчивости пород Донбасса) можно сделать вывод, что глубины от 300 до 500 метров соответствуют 1 категории устойчивости, от 800 до 1000 метров – 2, до 1800 метров – 3. Таким образом, основная часть вертикального ствола не расположена в очень неустойчивом состоянии [5] и вполне может быть закреплена обычным бетонным креплением. При этом существование непреодолимого фактора воздействия агрессивной среды на бетонную крепь вертикального ствола создают повышенные требования к прочности бетона и его эксплуатационным характеристикам. Бетонная крепь в этом случае должна обладать не только высокими показателями восприимчивости к большим нагрузкам, в том числе асимметрическим, но и показателями устойчивости к химическому воздействию.

Безусловно, кроме воздействия агрессивных сред, на бетонную крепь оказывают воздействие и водные притоки в забой (на глубинах от 300 до 600 метров), что также необходимо учитывать при производстве бетона для будущей крепи [6].

Анализ имеющихся статистических данных показывает, что на глубинах вертикальных стволов до 1100 метров величины водопритокков – выравниваются. Из этого следует сделать вывод о том, что применяемые конструкции бетонной крепи, а также основной материал – бетон, не отвечают требованиям водонепроницаемости, что в свою очередь интенсифицирует внутри-коррозийные процессы в рассматриваемом материале. Значительный остаточный водопристок приводит к коррозии бетона, внутренней арматуры и армировки, возникает необходимость дополнительных, не запланированных финансовых и материальных затрат, связанных с организацией водоотлива при эксплуатации. Анализ научной литературы по рассматриваемой проблематике наводит на мысль о том, что

воздействие шахтных вод (с учетом их химического состава) является прямой причиной многих нарушений бетонной крепи.

Таким образом, можно выделить основные требования, которые предъявляются к бетонной крепи вертикальных стволов, эксплуатация которых связана с воздействием агрессивной среды:

- высокая несущая способность;
- высокие показатели водонепроницаемости, которые должны быть сохранены на протяжении длительного периода эксплуатации;
- высокие параметры коррозионной устойчивости и прочности бетона.

Для выполнения данных требований, было предложено использование высокопрочного бетона, который обладает высокими показателями прочности, устойчивости к коррозионным процессам, а также позволяет создавать более тонкостенные конструкции. При этом данный бетон может быть получен путем использования омагниченной воды (рис. 1). Конструкции из подобного рода бетона должны быть устойчивыми к различного рода нагрузкам, воздействию широкого спектра агрессивных сред, а также замораживанию и оттаиванию.

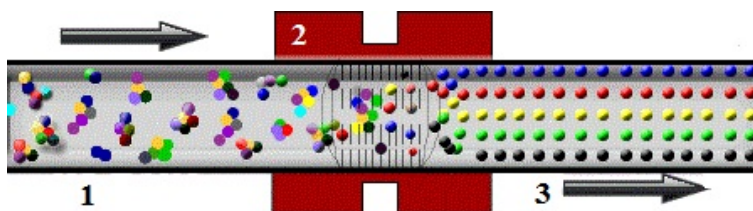


Рис. 1. Омагничиватель. 1 – обычная вода, 2 – магнит, 3 – омагниченная вода

Важно отметить, что наиболее опасно воздействие агрессивных соединений, которые в больших количествах могут содержаться в шахтных водах. При этом установлено, что их проникновение в бетон тем глубже, чем больше показатели пористости бетона. Размеры бетонных пор могут варьироваться: от молекулярных (несколько ангстрем), так и таких, которые можно измерить миллиметрами.

Стоит отметить, что при производстве бетона можно изменять величину и расположение пор цементного камня, что значительно повышает прочность бетона и соответственно бетонной крепи, а также повышает его не восприимчивость к воздействию агрессивных сред. От характеристики пористости цементного камня зависит его коррозионная

стойкость и устойчивость к различного рода химическому воздействию, морозостойкость, водонепроницаемость и газопроницаемость.

В современной практике шахтного строительства высокопрочные бетоны играют важную роль, обладая повышенной плотностью и устойчивостью к воздействию агрессивной среды. Однако, при значительной агрессивности, бетонная крепь может начать разрушаться, что вынуждает находить и разрабатывать эффективные меры от коррозии, или повышать характеристики бетона.

Установлено, что омагниченная вода, используемая при производстве бетона для подземных сооружений, способствует растворению и гидратации цементных материалов с образованием пересыщенных растворов, образованию коагуляционных структур, способствуя упрочнению кристаллизационных структур.

Экспериментально установлено, что омагничивание воды оказывает непосредственное влияние на все вышеперечисленные процессы. Таким образом, изменяются параметры прочности, твердения и свойства цементного камня (рис 2).

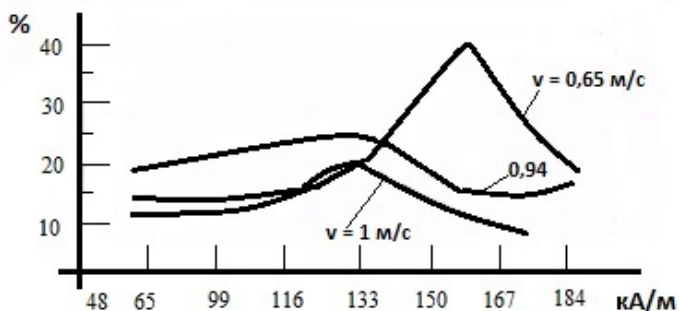


Рис. 2. Повышение прочности цементного камня при различных параметрах магнитной обработки воды

В результате исследования получена зависимость прочности цементного камня при воздействии различных параметров магнитного поля на воду, которая может быть использована при производстве бетона для возведения бетонной крепи вертикальных стволов в условиях агрессивных сред.

Литература

1. Борщевский С.В. Физико-технические и организационные основы интенсивных технологий сооружения стволов в условиях повышенной водоносности породного

- массива: Автореф. дис. докт. техн. наук: Национальный горный университет. - Днепропетровск, 2008. - 31 с.
2. Левит В.В. Геомеханические основы разработки и выбора комбинированных способов крепления вертикальных стволов в структурно неоднородных породах: Автореф. докт. техн. наук. Днепропетровск. 1999. - 36 с.
 3. Сыркин П.С., Ягодкин Ф.И., Мартыненко И.А., Нечаенко В.И. Технология строительства вертикальных стволов. — М.: Недра, 1997. - 456 с.
 4. Меренкова Н.В. Обоснование технологии возведения бетонной крепи вертикальных стволов с отставанием от забоя большими заходками: Автореф. дис. на соис. уч. степ. канд. техн. наук: Новочеркасск 2011. - 16 с.
 5. СНиП П-94-80. Подземные горные выработки / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1982. - 31 с.
 6. Вяльцев М.М. Прогноз и регулирование термонапряженного состояния горных выработок. - М., Недра, 1988. - 200 с.

УДК 666.972

КОМПЛЕКСНАЯ АКТИВАЦИЯ ВЯЖУЩЕГО И РАСТВОРНОЙ СМЕСИ В ТЕХНОЛОГИИ

Елькин В.В., Мартынов В.И.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Проведен анализ влияния комплексной активации вяжущего и растворной смеси на свойства неавтоклавного пенобетона. Выявлено, что изменяя рецептурно-технологические параметры, виды активации, можно управлять водопотребностью растворной смеси, тем самым изменяя свойства пенобетона.

Введение. В последнее время в строительстве начали широко применять конструкции и изделия из ячеистых бетонов, в том числе и из пенобетона. К преимуществам пенобетонных конструкций по сравнению с обычными железобетонными конструкциями можно отнести их небольшой вес и хорошие теплофизические характеристики.

Однако в технологии пенобетона остается достаточно много неизученных вопросов. В работах [1, 2] показано, что на начальной стадии структурообразования материалы плотной и пористой структуры ведут себя по-разному, что отражается на изменении характера влияния различных факторов на их свойства. Например, при плотности пенобетона 500 - 600 кг/м³ повышение водотвердого отношения (водоцементного), в отличие от материалов плотной строения, не приводит к снижению прочности. Причиной подобного поведения является различие в условиях формирования структуры, и как следствие в характере распределения твердой составляющей. На изменение водопотребности растворной смеси также оказывают влияние применение пластифицирующих добавок, механохимиче-

ской активации сырьевых материалов и растворной смеси [3 - 5] и, как следствие, на физико-механические свойства материала.

В связи с этим была проведена серия экспериментов, в которых изучалось влияние "внутренней" и "внешней" [6] активации на изменение водопотребности растворной смеси и основных свойств пенобетона.

Материалы и методики проведения исследований. В качестве вяжущего, при проведении экспериментов, был использован бездобавочный цемент ДО марки М500. В виде наполнителя использовался карбонатный и кварцевый песок. Соотношение между цементом и наполнителем было постоянным и составляло 70 и 30 % соответственно. Пластифицирующей добавкой служил Sika® ViscoCrete®225. В качестве активной минеральной добавки использовали высокодисперсный микрокремнезем. Экспериментальные работы проводили в два этапа. На первом – подбирали состав вяжущего для пенобетона. Для этого вначале приготавливали сухие компоненты, в соответствии с требуемым составом. Активацию сухих компонентов смеси производили в быстроходном активаторе непрерывного действия. Затем полученную смесь затворяли водой и активировали в скоростном смесителе. Полученную растворную смесь использовали для формования балочек размерами 40x40x160 мм. После приобретения разопалубочной прочности образцы извлекали из форм и помещали в камеру нормального твердения. Параметры среды – температура 20 ± 2 °С и влажность – 98 %. После 28 суток твердения образцы испытывали.

На втором этапе изучалось влияние рецептурно-технологических факторов на изменение физико-механических свойств пенобетона. При приготовлении пенобетона необходимое количество воды, перемешивали с компонентами сухой смеси. Водопотребность смеси контролировали по показателю диаметра расплыва раствора по вискозиметру Суттарда. Полученную смесь активировали в трибоактиваторе и вновь определяли изменение диаметра расплыва раствора. После этого в лабораторном пеногенераторе механического действия – диспергационным способом получали техническую пену, плотностью 65 ± 5 кг/м³. Затем пену добавляли в растворную смесь, до получения пенобетонной смеси плотностью 780 ± 10 кг/м³, что обеспечивает получение пенобетона марки D600. После приобретения разопалубочной прочности образцы извлекали из форм и помещали в камеру нормального твердения и испытывали на 28-е сутки твердения. При обработке результатов экспериментов на ЭВМ использовали расчетно-графическую систему COMPEX, а для построения однофакторных зависимостей расчетно-графическую программу EXEL.

Контролируемые параметры растворной смеси: водопотребность растворной смеси по В/Т (водотвердое отношение), прочность на растяжение при изгибе и сжатии на 28-е сутки твердения.

На первом этапе исследований изучалось влияние пластифицирующей добавки, способов активации сухих компонентов и растворной смеси на ее водопотребность, а также на прочность в затвердевшем состоянии. Было проведено два эксперимента: на карбонатном и кварцевом наполнителях. Составы, условия и результаты экспериментов приведены в табл. 1.

Графическая интерпретация результатов изображена на рис. 1 и 2.

График, приведенный на рис. 1, свидетельствует, что механоактивация, как в скоростном смесителе, мокрым способом, так и активация в активаторе для сухих смесей, а так же применение пластифицирующей добавки влияет на изменение водопотребности растворной смеси.

Таблица 1.

№	Пластифицирующая добавка % от вяжущего	Активация в быстросходном активаторе непрерывного действия	Активация в скоростном смесителе	Водо-твердое отношение	Прочность МПа	
					На изгиб	На сжатие
1	0,1			0,35 0,41	1,15 1,1	29,1 25,8
2	0,1			0,22 0,28	1,2 1,15	38 31,6
3		+		0,40 0,41	1,22 1,18	42,2 38,1
4	0,1	+		0,3 0,37	1,3 1,2	47,2 44,3
5			+	0,37 0,43	1,27 1,2	48,1 45,3
6	0,1		+	0,24 0,3	1,36 1,24	52,5 49,6
7		+	+	0,42 0,48	1,3 1,25	57,8 51,1
8	0,1	+	+	0,34 0,4	1,42 1,3	69,1 60,7

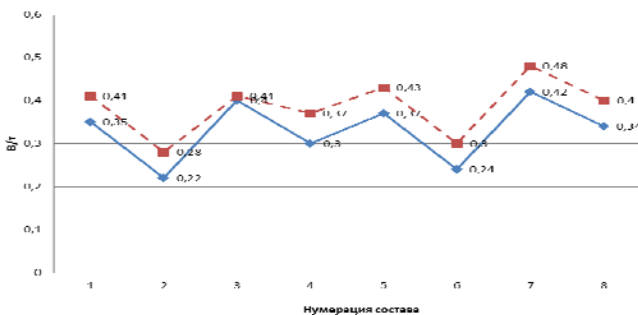


Рис. 1. Водотвердое отношение растворной смеси.
 Кварцевый наполнитель – сплошная линия.
 Карбонатный наполнитель – пунктирная линия

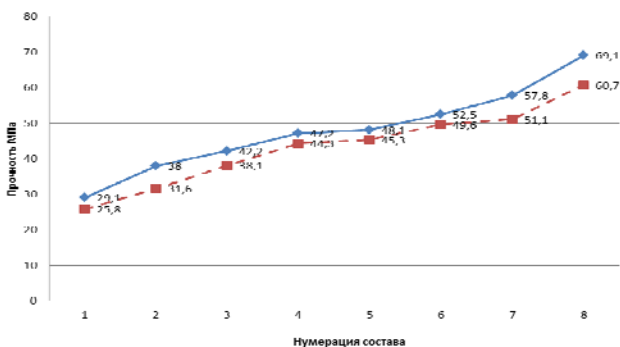


Рис. 2. Прочность при сжатии затвердевшей растворной смеси.
 Кварцевый наполнитель – сплошная линия.
 Карбонатный наполнитель – пунктирная линия.

Также следует отметить, что при использовании кварцевого наполнителя водопотребность меньше, в сравнении с карбонатным наполнителем. Однако, прочность растворной смеси на кварцевом наполнителе несколько больше, чем на карбонатном (рис. 2.)

На следующем этапе исследований определялись свойства пенобетона. Для этого был реализован трехфакторный эксперимент с применением математико-статистических методов планирования эксперимента. При выборе независимых факторов и уровней их варьирования были учтены результаты первых экспериментов. В качестве таких факторов были выбраны: X_1 – диаметр распыла раствора по вискозиметру Сутгарда; X_2 – содержание пластифицирующей добавки; X_3 – содержание активной минера-

льной добавки. Для первого фактора X_1 – интервал варьирования 280 ± 40 , для второго фактора X_2 – интервал варьирования $0,1 \pm 0,1$. Для третьего фактора X_3 – интервал варьирования 5 ± 5 . После реализации и обработки результатов эксперимента были рассчитаны математические модели водотвердого отношения и прочности при сжатии пенобетона на 28 сутки твердения.

Математическая модель водотвердого отношения пенобетона на кварцевом и на карбонатном наполнителе соответственно:

$$В/Т = 0,61 + 0,028x_1 - 0,085x_2 + 0,058x_3 - 0,03x_{33}^2 - 0,25x_{23}$$

$$В/Т = 0,65 + 0,043x_1 - 0,099x_2 + 0,103x_3 + 0,019x_{11}^2 + 0,009x_{22}^2 - 0,035x_{23} - 0,023x_{12} + 0,015x_{13}$$

Математическая модель прочности пенобетона на кварцевом и на карбонатном наполнителе соответственно:

$$R_{сж} = 2,964 - 0,196x_1 + 0,195x_2 + 0,418x_3 + 0,2088x_{23} + 0,0787x_{13} - 0,326x_{33}^2 - 0,0713x_{12}^2$$

$$R_{сж} = 2,71 - 0,072x_1 + 0,126x_2 + 0,371x_3 + 0,1x_{23} - 0,076x_{22}^2$$

На основании математических моделей построены графические зависимости.

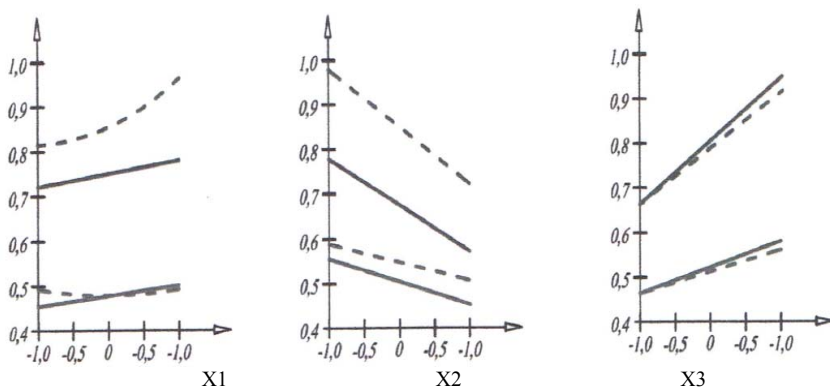


Рис. 3. Однофакторные зависимости водотвердого отношения.
 Кварцевый наполнитель – сплошная линия.
 Карбонатный наполнитель - пунктирная линия

На приведенном рис. 3 видно, что при увеличении диаметра расплава раствора на кварцевом наполнителе, водотвердое отношение линейно возрастает. При использовании карбонатного наполнителя водотвердое отношение, при минимальных и максимальных значениях, отображается в виде параболы. На графике также видно, что карбонатный наполнитель обладает большей водопотребностью по сравнению с кварцевым наполнителем. Пластифицирующая добавка на поликарбоксилатной основе уменьшает водотвердое отношение растворной смеси, как на кварцевом, так и на карбонатном наполнителях.

Это видно на однофакторных зависимостях, где при минимальных и максимальных значениях водотвердое отношение уменьшается, при использовании обоих наполнителей. Высокоактивная добавка, микрокремнезем, увеличивает водопотребность раствора, как на кварцевом, так и на карбонатном наполнителе.

Общая картина влияния переменных рецептурно-технологических факторов на прочность пенобетона наглядно проиллюстрирована на полях изоповерхностей прочности пенобетона на 28-е сутки (рис. 4, 5).

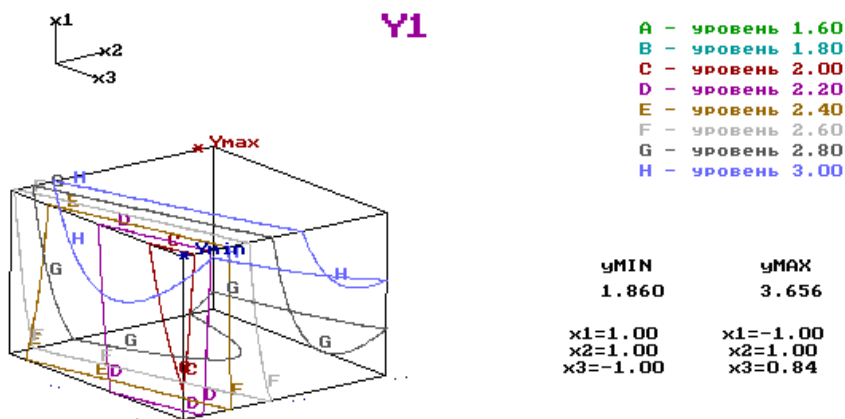


Рис. 4. Изоповерхности прочности пенобетона на кварцевом наполнителе на 28-е сутки

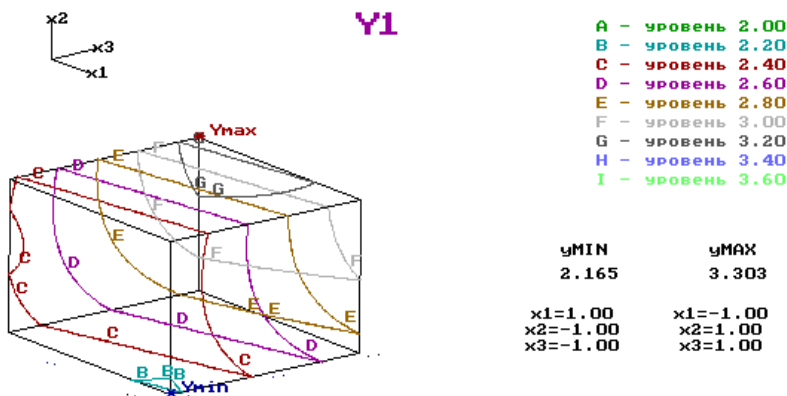


Рис. 5. Иповерхности прочности при сжатии наполнителя пенобетона на карбонатном наполнителе на 28-е сутки

Здесь же приведены условия получения пенобетона с максимальными и минимальными показателями прочности.

Выводы.

1. Результаты эксперимента свидетельствуют, что применение внутренней и внешней активации исходных сырьевых материалов, а также растворной смеси позволяют в значительной мере повысить прочность неавтоклавного пенобетона.

2. В результате реализации эксперимента получен комплекс моделей основных свойств пенобетона на основании которых определены характер и степень влияния переменных факторов на его свойства.

Литература

1. Мартынов В.И., Выровой В.Н., Орлов Д.А. Анализ структурообразования и свойств неавтоклавного пенобетона. М.: Строительные материалы. №1, 2005, с.48-49.
2. Мартынов В.И., Выровой В.Н., Орлов Д.А. Особенности структурообразования и пути улучшения свойств неавтоклавного пенобетона. Киев, Строительные материалы и изделия. №2, 2005, с. 17-21.
3. Выровой В.Н. Бетон в условиях ударных воздействий / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, С.Фиц.-Одесса: Внешрекламсервис, 2004.-271с.
4. Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций / В.С. Дорофеев, В.Н. Выровой. – Одесса: Місто майстрів, 1998.-168с.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Высшая школа, 1978.-454с.
6. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин. – Одеса: „Астропринт”. – 2002. – 99 с.

УДК [691.32:623 073]+[691.217:620.3]

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ С НАНОДОБАВКАМИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ

Прудков Е.Н., Гордеева А.Н.

Тульский государственный университет, Тула

В работе предложены принципы и методы оптимизации составов многокомпонентного мелкозернистого бетона с учетом использования нанодобавок. В качестве нанодобавок использовались золи аморфного нанокремнезема, белая сажа, микрокремнезем. Произведена оценка эффективности влияния нанодобавок на свойства мелкозернистого бетона.

В последние годы активно внедряются в строительство многокомпонентные мелкозернистые бетоны. Новые технико-технологические возможности, особенно переход от обычных бетонов к многокомпонентным составам с широким использованием суперпластификаторов, тонкодисперсных наполнителей, добавок-модификаторов, в том числе нанодобавок, позволяет свести к минимуму недостатки обычных мелкозернистых бетонов (повышенное содержание цемента и воды, как следствие повышенная пористость, водонепроницаемость, снижение прочности, морозостойкости).

Основная задача наномодифицирования – это управление формированием структуры бетона от наноуровня к макроструктуре и кинетикой химического взаимодействия компонентов, сопровождающей процесс твердения бетона. Для получения высокопрочных и высококачественных мелкозернистых бетонов необходимо применять качественные материалы и добавки-модификаторы, при этом наиболее целесообразно использовать тройные системы «суперпластификатор – тонкодисперсный наполнитель – нанодобавки».

Известно, что для исследования многокомпонентных смесей наиболее широкие возможности и преимущества имеет математический метод планирования эксперимента, используемый при установлении оптимальных составов бетонов для прогнозирования заданных свойств [1].

В работе ставилась задача подобрать оптимальный состав наномодифицированного мелкозернистого бетона, твердеющего как в условиях тепловлажностной обработки, так и в условиях естественного нормального твердения с высоким показателем прочности на сжатие и изгиб, с пониженным водопоглощением и пористостью при введении в составы модифицирующих нанодобавок.

Проектируемый состав включал: портландцемент, песок, суперпластификатор «Реламикс», воду и в качестве наномодифицирующих добавок: золь нанокремнезема, белую сажу и микрокремнезем.

Исходными материалами для мелкозернистого бетона служили портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2003.

В качестве мелкозернистого заполнителя применяли речной песок по ГОСТ 8736-93.

Добавка «Реламикс» относится к классу суперпластификаторов по ТУ 5870-002-14153664-04 представляет собой смесь неорганических (роданидов и тиосульфатов) и органических (полиметиленафталинсульфонатов) солей натрия. Добавка «Реламикс» применяется для гомогенного распределения частиц SiO_2 в бетонной смеси. Введение суперпластификатора «Реламикс» также позволяет увеличить подвижность бетонной смеси, снизить водоцементное отношение.

Нанодобавку - золь нанокремнезема получают в виде стабильных концентрированных водных золей из гидротермальных растворов с помощью ультрафильтрационных мембран [3]. Содержание аморфного кремнезема SiO_2 – 225 г/дм³. Плотность раствора золя - 1143 г/дм³. Минимальный размер золей составляет 45 нм и средний размер 60 нм. На частицы с диаметром 45-100 нм приходится 65 % всей массы нанокремнезема.

Белая сажа марки БС-50 по ГОСТ 18307-78 с массовой долей оксида кремния SiO_2 не менее 76 %. Белая сажа состоит в основном из кремнезема в некристаллической форме. Материал обладает чрезвычайно высокой площадью поверхности, что является основой его высокой пуццолановой активности. Частицы белой сажи в большинстве являются сферическими, диаметром в среднем 100 нм. Площадь поверхности частиц белой сажи составляет 20-23 м²/г.

Микрокремнезем (МК) – аморфный кремнезем – образуется как побочный продукт при производстве ферросилиция и осаждается в электрофильтрах. Большую часть образуют частички аморфного оксида кремния круглой формы средним размером 0,1 мкм и удельной поверхностью 16-22 м²/г.

Планирование эксперимента и выбор состава мелкозернистого бетона с применением математико-статистических методов заключается в установлении математической зависимости между заданным свойством бетона и расходом и свойствами составляющих компонентов. Получаемая математическая зависимость используется для назначения и поиска оптимальных составов.

Поскольку ставилась задача определения прочностных характеристик в сравнительно узком диапазоне изменения переменных, принимали для реализации линейный план для $k = 3$.

В качестве переменных выбирали следующие компоненты, % от массы цемента: X_1 – расход золя нанокремнезема, X_2 – расход микрокремнезема, X_3 – расход белой сажи.

Значения интервалов варьирования факторов (переменных) приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Значения интервалов варьирования факторов

Код	Значение кода	Значение факторов		
		X ₁	X ₂	X ₃
Основной уровень	0	0,155	3	0,3
Интервал варьирования	Δ X _i	0,145	2	0,2
Верхний уровень	+	0,3	5	0,5
Нижний уровень	-	0,01	1	0,1

Постоянные параметры: расход портландцемента, песка, воды, су-перпластификатора «Реламикс».

Расчет основного состава мелкозернистого бетона (расход цемента, песка, добавок и т.д.) производили в соответствии с рекомендациями руководства [2].

Исходя из условий, что количество переменных факторов равно 3 и варьирование их происходит на двух уровнях был реализован линейный план первого порядка.

Твердения образцов приняты в соответствии с поставленной задачей в условиях тепловлажностной обработки (ТВО) и в условиях естественного твердения (28 суток твердения в нормальных условиях).

Результаты опытов обрабатывались с использованием методов математической статистики, получая при этом алгебраические уравнения, отражающие связь между исследуемыми свойствами бетона и исходными факторами.

После получения уравнений производили проверку отличия коэффициентов от нуля и пригодности уравнения для описания исследуемых зависимостей (проверка адекватности).

Полученные уравнения регрессии по прочности на сжатие после ТВО и в возрасте 28 суток нормального твердения имеют вид, показанный в формулах (1) и (2).

$$R_{\text{ТВО}} = 38,2 - 1,15 \cdot X_1 + 0,35 \cdot X_2 + 1,025 \cdot X_3 - 0,75 X_1 \cdot X_2 - 1,025 X_1 \cdot X_3 + 0,175 X_2 \cdot X_3 \quad (1)$$

$$R_{28} = 48,775 + 1,825 X_1 + 2,125 X_2 + 2,175 X_3 - 0,225 X_1 X_2 + 0,125 X_1 X_3 - 1,575 X_2 X_3 \quad (2)$$

Анализируя уравнения регрессии по прочности на сжатие после ТВО и в возрасте 28 суток нормального твердения позволило провести некоторый интерполяционный анализ относительно влияния каждого из компонентов (факторов) или их взаимодействия на свойства бетона и сделать следующие выводы по механизму их действия на структуру бетона и на свойства прочности в целом.

За счет большой удельной поверхности (от 50 до 500 м²/г) наночастицы аморфного кремнезема SiO₂ активизируют реакции гидратации силикатов кальция и образование гидратов типа C-S-H. Введение относительно небольшого количества наночастиц от массы цемента приводит к появлению в системе цемент-песок-вода дополнительный значительный по площади реакционно-активной поверхности. Пуццоланический эффект действия аморфного нанокремнезема в бетонах проявляется химическим взаимодействием активного кремнезема с гидроксидом кальция Ca(OH)₂, выделяющимся при гидратации портландцемента. В результате такой пуццоланической активности наночастицы участвуют в реакциях, приводящих к расходованию Ca(OH)₂ и образованию дополнительно количества гидросиликатов кальция типа C-S-H. Наночастицы могут влиять на объемные пропорции трех разновидностей C-S-H: с высокой, ультравысокой и низкой плотностью, повышая объемную долю разновидностей C-S-H с высокой плотностью, что способствует увеличению плотности и прочности бетона.

В результате химической реакции между кремнеземом белой сажи и известью Ca(OH)₂ создается эффект заполнения больших пор. Пуццолановая реакция приводит к преобразованию более плотной фазы извести СН и ее крупных пор в менее плотной фазе C-S-H. Таким образом, происходит превращение фаз с большими порами в системе портландцементного камня в продукты с небольшими порами, что является наиболее логичным объяснением увеличения плотности и прочности бетона.

Микрокремнезем является пуццолановой добавкой с высокой гидравлической активностью, которая ускоряет химически реакции гидратации цемента в начальный период твердения и приводит к возникновению структурно-топологического эффекта (уменьшение порообразования в цементном камне и достижение более высокой плотности цементного камня и контактной зоны).

Применение нанодобавок совместно с суперпластификатором обеспечивает получение суммарного эффекта, который проявляется в повышении уплотнения и упрочнения структуры мелкозернистого бетона, результатом чего является получение высокопрочных и высококачественных мелкозернистых бетонов.

Совокупность существенных признаков влияния нанодобавок проявляется в свойства, которые обеспечивают повышение гидратационной

активности компонентов бетонной смеси и образование структуры мелкозернистого бетона с плотной, прочной упаковкой.

Таким образом, образование плотной структуры мелкозернистого бетона за счет пуццоланического эффекта аморфного кремнезема, содержащегося в нанодобавках и, как следствие, повышение гидратационной активности компонентов бетонной смеси позволяет получить наномодифицированный мелкозернистый бетон, отличающийся повышенной прочностью при сжатии и долговечностью.

Литература

1. Технология бетона. Учебник. Ю.М. Баженов - М.: Изд-во АСВ, 2007 - 528с.
2. Руководство по подбору составов тяжелого бетона / НИИЖБ.-М.: Стройиздат, 1979.- 103с., ил.
3. Шабанов Н.А., Саркисов П.Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема.- М.: ИКЦ "Академкнига", 2004.- 208с.

УДК 621.863

ВЛИЯНИЯ КРАЕВЫХ ШПАНГОУТОВ НА ПРОГИБ СТЕНКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

Фидровская Н.Н.

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина

Прогиб цилиндрической оболочки определен с учетом влияния жесткости заделки краев. При этом дается решение оболочки, нагруженной неравномерным внешним давлением.

Задача определения изгиба цилиндрической оболочки является достаточно сложной, над решением которой работали многие известные ученые, такие как В.З. Власов [1], С.Н. Кан [2], и др.

Теория расчета тонкостенных пространственных систем, разработанная В.З. Власовым, получила большое распространение и позволила определить напряженное состояние различных конструкций при небольших показателях изменяемости нагрузки.

Для более сложных нагрузочных схем вводились дополнительные условия и допущения, например, такие как отсутствие сдвигов в средней тонкостенной конструкции и нерастяжимости оболочки в окружном направлении.

Имеющиеся решения получены для бесконечных оболочек, хотя влияние концов может быть значительным, особенно это касается коротких оболочек.

В реальных конструкциях краевые шпангоуты могут иметь конечную жесткость и в этом случае расчет на прочность оболочки должен это учитывать.

Рассмотрим цилиндрическую оболочку, шарнирно опертую по краям и имеющую в крайних сечениях упругие шпангоуты, а также нагруженную внешним давлением, которое действует по винтовой линии и изменяется по следующему закону

$$p = p_0 e^{-k\mu \frac{l-x}{h} 2\pi} \quad (1)$$

где h -шаг винтовой линии;

l - длина, на которой действует нагрузка;

k, μ -коэффициенты;

p_0 - максимальная нагрузка, действующая на рассматриваемую цилиндрическую оболочку.

Предположим, что закон изменения радиальных перемещений имеет вид:

$$w = \xi(x) \cos n\phi \quad (2)$$

где $\xi(x)$ - статически неопределимая функция, переменная вдоль оси

ϕ - угол, отсчитываемый от вертикальной оси

$n=2,3,4,\dots$ - числа натурального ряда.

Неизвестная функция $\xi(x)$ может быть определена из решения уравнения Эйлера вариационной задачи. Для этого составляем выражение потенциальной энергии [3]

$$\Gamma = \int \left[\frac{1}{2} m_\phi \chi_\phi + \frac{1}{2} m_{x\text{dop}} \chi_x + m_{x\phi\text{dop}} \chi_{x\phi} + \frac{\delta}{2} \sigma_{x\text{dop}} \varepsilon_x + \frac{\delta}{2} \sigma_\phi \varepsilon_\phi - m_{\phi 0} \chi_\phi \right] R d\phi \quad (3)$$

где m_ϕ - поперечный изгибающий момент

$$m_\phi = D(\chi_\phi + \nu \chi_x)$$

D - цилиндрическая жесткость

$$D = \frac{E\delta^3}{12(1-\nu^2)}$$

χ_ϕ - изменение кривизны в окружном направлении

$$\chi_\phi = -\frac{1}{R^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \phi^2} + w \right)$$

χ_x - изменение кривизны срединной поверхности в направлении образующих

$$\chi_x = -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$$

m_{xdop} -дополнительные продольные изгибающие моменты

$$m_{xdop} = D(\chi_x + \nu\chi_\phi)$$

ν - коэффициент Пуассона

$m_{x\phi dop}$ -дополнительные крутящие моменты

$$m_{x\phi dop} = D(1-\nu)\chi_{x\phi}$$

$\chi_{x\phi}$ -величина относительного угла закручивания

$$\chi_{x\phi} = -\frac{1}{R}\left(\frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial^2 w}{\partial \phi \partial x}\right)$$

v - касательные перемещения

σ_{xdop} -дополнительные нормальные напряжения

$$\sigma_{xdop} = E\frac{\partial u}{\partial x}$$

u - перемещения по оси x

σ_ϕ -кольцевые нормальные напряжения

$$\sigma_\phi = \frac{R}{\delta}\left(\frac{\partial Q_{xdop}}{\partial x} + \frac{\partial Q_\phi}{R\partial \phi}\right) + \frac{pR}{\delta}$$

ε_x -относительная деформация вдоль образующих

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}$$

ε_ϕ - относительная деформация в окружном направлении

$$\varepsilon_\phi = \frac{\sigma_\phi}{E} - \nu\frac{\sigma_{xdop}}{E}$$

Q_{xdop}, Q_ϕ -поперечные силы

$$Q_{xdop} = \frac{\partial m_{xdop}}{\partial x} + \frac{\partial m_{x\phi dop}}{R\partial \phi}$$

R -радиус оболочки

δ - толщина стенки оболочки

$$Q_\phi = \frac{\partial m_\phi}{R\partial \phi} + \frac{\partial m_{x\phi dop}}{\partial x}$$

$m_{\phi 0} \chi_{\phi} = pW$ -потенциал внешних сил

Так как в выражении для Γ все усилия и деформации зависят от одной неизвестной функции $\xi(x)$ и ее производных, то уравнение Эйлера для вариационной задачи

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial \xi(x)} - \frac{d}{dx} \left(\frac{\partial \Gamma}{\partial \xi'(x)} \right) + \frac{d^2}{dx^2} \left(\frac{\partial \Gamma}{\partial \xi''(x)} \right) - \dots = 0 \quad (4)$$

Это уравнение приводит к разрешающему линейному дифференциальному уравнению четвертой степени.

$$\frac{d^4 \xi(x)}{dx^4} + a_1 \frac{d^2 \xi(x)}{dx^2} + a_2 \xi(x) = a_3 e^{-k\mu \frac{l-x}{h} 2\pi} \quad (5)$$

где:

$$a_1 = \frac{(n^2 - 1)}{R^2} \left(2 - \frac{9}{2} \nu \right)$$

$$a_2 = \frac{1}{R^4} \left[(n^2 - 1)^2 + \frac{24(1 - \nu^2)}{\delta^2} \right]$$

$$a_3 = \frac{p}{D}$$

Решение этого дифференциального уравнения будет иметь вид

$$\xi(x) = e^{b \cos \beta x} [C_1 \cos(b \sin \beta x) + C_2 \sin(b \sin \beta x)] + e^{-b \cos \beta x} [C_3 \cos(b \sin \beta x) + C_4 \sin(b \sin \beta x)] + A e^{-k\mu \frac{l-x}{h} 2\pi} \quad (6)$$

где

$$A = \frac{a_3}{\left(\frac{2\pi k \mu}{h} \right)^4 + a_1 \left(\frac{2\pi k \mu}{h} \right)^2 + a_2}$$

При наличии упругих краевых шпангоутов составляем граничные условия, которые учитывают равенство радиальных перемещений оболочки и шпангоута.

Постоянные интегрирования определяем из следующих граничных условий

Отсутствие нормальных напряжений

$$\frac{d^2 \xi(x)}{dx^2} = 0, \text{ при } x = 0, L$$

Равенство радиальных перемещений оболочки и шпангоута (естественное граничное условие смешанной вариационной задачи)

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial \xi^1} - \frac{d}{dx} \left(\frac{\partial \Gamma}{\partial \xi^{11}} \right) + \frac{\partial \Gamma_k}{\partial \xi} = 0 \text{ при } x = 0, L$$

Где Γ_k -энергия краевого шпангоута

$$\Gamma_k = \iint \frac{M_k^2}{2EI_0} R d\phi$$

$$M_k = EI_0 \chi_\phi = \frac{EI_0 \xi(x) D(n^2 - 1)}{D_k R^2}$$

EI_0 -жесткость на изгиб краевого шпангоута

$$D_k = Ei_k$$

где i_k -погонный момент инерции сечения краевого шпангоута вместе с обшивкой.

Совместное решение четырех уравнений позволяет определить коэффициенты C_1, C_2, C_3, C_4 в зависимости от размеров шпангоутов, установленных на краях оболочки и их жесткостных параметров.

Параметр жесткости краевого шпангоута может меняться от 0 до ∞ . С увеличением жесткости краевых шпангоутов абсолютные величины дополнительных силовых факторов растут.

Следует иметь в виду, что повышение жесткости краевых шпангоутов вызывает рост дополнительных касательных и нормальных усилий, хотя и уменьшает значение кольцевых изгибающих моментов m_ϕ .

Поэтому в каждом конкретном случае следует оценить, насколько уменьшаются изгибные кольцевые моменты и насколько увеличиваются нормальные и касательные усилия. Может оказаться, что целесообразней ставить краевые шпангоуты менее жесткими.

Как показывают расчеты, переход от шарнирного опирания достаточно длинной оболочки к жесткой заделке ее концов вызывает увеличение потоков дополнительных касательных усилий у краевых шпангоутов в два раза.

Литература

1. Власов В.З., Тонкостенные пространственные конструкции. Гостройиздат, 1958.
2. Кан С.Н. Строительная механика оболочек. М. Машиностроение, 1966.
3. Фідровська Н.М. Циліндрична оболонка під дією вісі несиметричного тиску. Науковий вісник будівництва, ХДТУБА, -2008-№47.- с.151-155.

УДК 691.316

ОТХОДЫ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД, КАК КРЕМНЕЗЁМИСТЫЙ КОМПОНЕНТ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА

Кузнецова Г.В., Голосов А.К., Морозова Н.Н.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Рассматривается вопрос применения отсевов дробления горных пород, с содержанием оксида кремнезёма более 40% в качестве кремнезёмистого компонента при изготовлении силикатного кирпича. Фракционный состав искусственных песков имеет непрерывную гранулометрию, повышенное содержание пылевидных частиц и позволяет применить «прямую» технологию производства силикатных материалов.

Строительный песок является неременной составляющей практически всех строительных материалов. Рост темпов жилищного, гражданского, промышленного и дорожного строительства, производства железобетонных конструкций и других материалов обуславливает рост потребности в строительном песке. Однако, добыча природных песков часто приводит к нарушению экологии регионов, экосистемы берегов рек, размыву пляжей, образованию оползней, выходу грунтовых вод на поверхность и другим неблагоприятным факторам. При разработке карьера организации платят налог на добычу и проводят мероприятия по охране окружающей среды, но вред, нанесенный природе, не поддается денежному исчислению [1].

В настоящее время в связи с ростом объемов дорожного и высотного строительства, интенсивно разрабатываются большие запасы прочных и высокопрочных скальных горных пород (габброгранитов, кварцитов и др.) и развивается производство щебня. Объем его производства по отдельным регионам в 2012 г. достигал 11 млн. м³ [2].

В тоже время огромное количество образуемых при переработке горных пород - отсевов дробления, которые используются не в полной мере и зачастую складываются в отвалах и загрязняют окружающую среду [3].

Для производства силикатного кирпича используют намывные и овражные пески, состоящие в основном из одной или двух размеров фракций. Модуль крупности таких песков составляет 0,7-1,5. При этом расход песка достигает 2,4-2,2 м³/тыс. шт. кирпича. Использование мелких песков требует применения укрупняющих добавок или наличие известково-кремнезёмистого производства.

Пески, используемые для силикатного производства, считаются пригодными при содержании SiO₂ более 30 % [4]. Поэтому отходы дробления горных пород могут быть пригодны в качестве активного заполнителя силикатного кирпича.

В связи с этим нами проведено исследование применения «прямой» технологии производства силикатного кирпича на песке, полученном при дроблении горных пород, таких как диабаз, габбро и т.п.

Использовали две пробы отсевов дробления, возникающего при производстве щебня из горных пород. Фракционный состав проб представлен в табл.1.

Как видно из табл.1, отсевы дробления представляют песчаную фракцию с непрерывный гранулометрический составом и соответствуют требованиям ГОСТ 8736 и ОСТ 21-1-80.

Для установления оптимального состава вяжущего при изготовлении силикатного кирпича на песке из отсевов дробления горных пород были изготовлены прессованные образцы цилиндры 60×60 мм.

Таблица 1. Характеристика фракционного состава проб

№ пробы	Показатель	Размер ячейки сит, мм							Модуль крупности
		5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	менее 0,16	
1	Частный остаток, %	0,4	5,4	11	26	26,75	21,75	9,1	2,24
	Полные остатки в %	-	5,4	16,4	42,4	69,15	90,9	100	
2	Частные остатки в %	1,4	16,0	13,1	16,1	18,9	23,7	12,2	2,42
	Полные остатки в %	-	16,0	29,1	45,2	64,1	87,8	100	
Требования ОСТ 21-1-80		0-10	0-18	10-47	30-80	60-90	70-95		

Образцы изготавливали по двум технологиям. Первая технология «прямая» с использованием в качестве вяжущего молотую известь и вторая - на известково-кремнезёмистом вяжущем. Для прямой технологии использовали тонкомолотую известь с активностью 83 % и временем гаше-

ния 3 мин. Для второй технологии на извести с 83 % активности получили известково-кремнезёмистое вяжущее с активностью 28 %. Результаты приведены в табл.2.

Таблица 2. Результаты испытаний образцов цилиндров на вяжущем разного состава

Наименование показателей	Значение показателей для вяжущего на						
	извести				известково-кремнезёмистом		
Состав вяжущего	1:0				1:1		
Активность вяжущего, %	83				28		
Активность формовочной смеси, %	7	8	9	10	5,6	7	8
Влажность, %	4				6		
Плотность сырца, кг/м ³	2060	2030	1997	1965	2099	2099	2099
Сырцовая прочность, МПа	0,76	0,88	1,0	1,12	0,66	0,93	1,1
Автоклавная прочность, МПа	16,2	16,8	17,4	18,1	27,8	29,7	31,0

Полученные данные показывают, что сырцовая прочность образцов на известково-кремнезёмистом вяжущем больше на 29 % образцов на известковом вяжущем при активности формовочной смеси 7 %. Если сравнивать при этом автоклавную их прочность, то аналогично прочность выше на 54 % у образцов на известково-кремнезёмистом вяжущем. Как показали испытания, все составы имеют достаточную прочность (не менее 0,5 МПа) для изготовления прессованных полнотелых и пустотелых силикатных изделий.

Далее проведено исследование по возможности замены кварцевого песка в составе вяжущего на песок из отходов дробления горных пород. Поскольку вяжущее получают при помоле, то исследована размолоспособность кремнезёмистых материалов (табл. 3).

Таблица 3. Размолоспособность кремнезёмистого материала

Наименование материала	Удельная поверхность порошков, см ² /г, после помола в пружинной мельнице в течении, с:				
	5	10	20	30	40
Отсевы дробления	2870	3150	3704	4479	5170
Песок строительный	230	470	870	1400	1690

Анализ данных табл. 3 показал, что отсева дробления размалываются быстрее, чем прочные кварцевые зёрна, что может обеспечить в производстве вяжущего экономичный расход мелющих тел и энергии.

На песке из отсева дробления с известью изготовили разные составы вяжущих, из которых спрессовали образцы-цилиндры и оценили их физико-механические свойства. Результаты исследования приведены в табл. 4.

Таблица 4. Влияние состава кремнезёмистого компонента на прочностные показатели пресованных образцов

Вид вя- жущего	Активность вяжущего, %	Плотность образцов, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа	
			сырцовая	автоклавная
ИШВ 2:1	38,2	2042	7,7	84,2
ИШВ 1:1	33,0	2037	10,7	117
И	70	1996	12,0	120
И	70	1985	12,6	127

Как видно из полученных результатов прочность образцов на вяжущем, изготовленном с использованием отходов дробления вместо кварцевого песка образцы имеют удовлетворительную сырцовую прочность, но автоклавная прочность ниже на 51 %.

С целью снижения влияния дисперсной составляющей на прочность проведено исследование извести с разной активностью 70, 75 и 83 %. Для этого были изготовлены образцы-цилиндры с разным количеством СаО и подвергнуты автоклавной обработке по режиму 2+6+2. Результаты представлены на рис. 1.

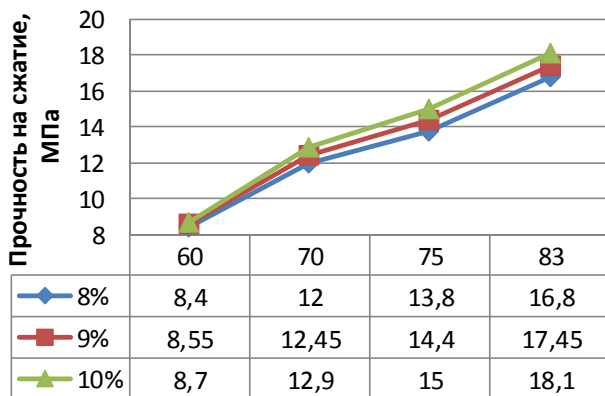


Рис. 1. Влияние активности извести на автоклавную прочность пресованных образцов при разной активности смеси (8, 9 и 10%)

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- применение отсевов дробления в качестве компонента вяжущего, заменяющего кварцевый песок не позволяет получить равнопрочные значения; содержание кремнезёма в горной породе недостаточное для равнозначной замены кварцевого песка на отсеvy дробления;
- использование известкового вяжущего позволяет получить на песках дробления пресованные изделия достаточной сырьевой прочности для производства пустотелых и полнотелых изделий;
- увеличение активности смеси и активности вяжущего увеличивает прочностные показатели пресованных образцов;
- автоклавная прочность образцов на известковом вяжущем обеспечивает получение образцов прочностью соответствующей маркам 150-175.

Литература

1. Воробьев, В.В. Методы получения искусственных песков / В.В. Воробьев, О.П. Шиманович, М.С. Гаркави, А.Ю. Козин // Информационный центр поддержки предпринимательства на рынке минерального сырья и материалов. – <http://www.74rif.ru/pesok-sintet.html/>. – С. 1-3.
2. Загер, И.Ю. Сравнительная оценка продуктов дробления горных пород месторождений нерудных строительных материалов/ Яшинькина А.А., Андропова Л.Н. // Строительные материалы. -2011.-№5. – С. 84-87.
3. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности : учеб.-справ. пособие / Л. И. Дворкин, О.Л. Дворкин. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 368с.
4. Шелер Р. Проект завода по производству силикатного кирпича фирмы ЛАСКО// Строительные материалы.- 2008.-№11. - С. 33-35.

УДК [691.32:623 073]+[691.217:620.3]

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН

Прудков Е.Н., Закуражнов М.С.

Тульский государственный университет, г. Тула

В работе предложены методы проектирования составов многокомпонентного мелкозернистого бетона с учетом использования нанодобавок.

В настоящее время в строительстве активно внедряются многокомпонентные мелкозернистые бетоны. Эти бетоны характеризуются повышенной морозостойкостью и водонепроницаемостью, позволяют сокращать расход клинкерного цемента или увеличивать прочностные показатели.

Переход от обычных бетонов к многокомпонентным составом с использованием добавок: суперпластификаторов, микронаполнителей, наполнителей на наноуровне, позволяет свести к минимуму недостатки

обычных мелкозернистых бетонов, имеющих повышенное содержание цемента и воды, и как следствие повышенную пористость, водопроницаемость, снижение прочности и морозостойкости.

В работе ставилась задача разработать оптимальный состав наномодифицированного мелкозернистого бетона, твердеющего как в условиях тепловлажностной обработки, так и в условиях естественного нормального твердения с высоким показателем прочности на сжатие и изгиб, с пониженным водопоглощением и пористостью при введении в составы модифицирующих добавок: суперпластификатора, тонкодисперсного микронаполнителя и добавок на наноуровне

Проектируемый состав включал: портландцемент, песок, суперпластификатор «Реламикс», воду и в качестве наномодифицирующих добавок: золь нанокремнезема, белую сажу и микронаполнитель - высокоактивный метакаолин (ВМК).

Исходными материалами для мелкозернистого бетона служили портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2003.

В качестве мелкозернистого заполнителя применяли речной песок по ГОСТ 8736-93.

Добавка «Реламикс» относится к классу суперпластификаторов по ТУ 5870-002-14153664-04 представляет собой смесь неорганических (роданидов и тиосульфатов) и органических (полиметиленафталинсульфонатов) солей натрия. Добавка «Реламикс» применяется для однородного распределения частиц SiO_2 в бетонной смеси. Введение суперпластификатора «Реламикс» также позволяет увеличить подвижность бетонной смеси, снизить водоцементное отношение.

Нанодобавку - золь нанокремнезема получают в виде стабильных концентрированных водных золей из гидротермальных растворов с помощью ультрафильтрационных мембран [3]. Содержание аморфного кремнезема SiO_2 – 225 г/дм³. Плотность раствора золя - 1143 г/дм³. Минимальный размер золей составляет 45 нм и средний размер 60 нм. На частицы с диаметром 45-100 нм приходится 65% всей массы нанокремнезема.

Белая сажа марки БС-50 по ГОСТ 18307-78 с массовой долей оксида кремния SiO_2 не менее 76 %. Белая сажа состоит в основном из кремнезема в некристаллической форме. Материал обладает чрезвычайно высокой площадью поверхности, что является основой его высокой пуццолановой активности. Частицы белой сажи в большинстве являются сферическими, диаметром в среднем 50-100 нм. Площадь поверхности частиц белой сажи составляет 20-23 м²/г.

Высокоактивный метакаолин (ВМК) – продукт дегидратации каолиновой глины (природного гидроалюмосиликата). Дегидратированный аморфный алюмосиликат является смесью активного кремнезема и глино-

зема, почти в равных пропорциях, т.е. является не силикатным, а алюмосиликатным пуццоланом. По своей форме метакаолин представляет пластинчатые частицы средним размером 1-2 мкм и удельной поверхностью 12-13 м²/г.

Известно, что для исследования многокомпонентных смесей наиболее широкие возможности и преимущества имеет математический метод планирования эксперимента, используемый при установлении оптимальных составов бетонов для прогнозирования заданных свойств [1].

Планирование эксперимента и выбор состава мелкозернистого бетона с применением математико-статистических методов заключается в установлении математической зависимости между заданным свойством бетона и расходом и свойствами составляющих компонентов. Получаемая математическая зависимость используется для назначения и поиска оптимальных составов.

Поскольку ставилась задача определения прочностных характеристик в сравнительно узком диапазоне изменения переменных, принимали для реализации линейный план для $k = 3$.

В качестве переменных выбирали следующие компоненты, % от массы цемента: X_1 – расход золя нанокремнезема, X_2 – расход метакаолина, X_3 – расход белой сажи.

Значения интервалов варьирования факторов (переменных) приведены в табл. 1.

Постоянные параметры: расход портландцемента, песка, воды, суперпластификатора «Реламикс».

Таблица 1 - Значения интервалов варьирования факторов

Код	Значение кода	Значение факторов		
		X_1	X_2	X_3
Основной уровень	0	0,155	3	0,3
Интервал варьирования	ΔX_i	0,145	2	0,2
Верхний уровень	+	0,3	5	0,5
Нижний уровень	-	0,01	1	0,1

Расчет основного состава мелкозернистого бетона (расход цемента, песка, добавок и т.д.) производили в соответствии с рекомендациями руководства [2].

Исходя из условий, что количество переменных факторов равно 3 и варьирование их происходит на двух уровнях был реализован линейный план первого порядка.

Для изготовления образцов использовались формы для изготовления образцов – балочек размером 160x40x40 мм. Приготовление бетонной

смеси производилось по ГОСТ 31356-2007. Полученной смесью форму заполняли в соответствии с требованием ГОСТ 310.4-81 и уплотняли на лабораторной виброплощадке. Для испытаний в каждом опыте изготавливали по три образца по ГОСТ 310.4-81.

Твердения образцов приняты в соответствии с поставленной задачей в условиях тепловлажностной обработки (ТВО) и в условиях естественного твердения (28 суток твердения в нормальных условиях).

Тепловлажностное твердение образцов осуществлялось в камере КПУ-1М по режиму: 3 часа подъем температуры, 6 часов – изотермический прогрев при температуре 80 °С и 2 часа – остывание. Испытание по определению прочности образцов на сжатие и растяжение при изгибе производилось на испытательном прессе с предельной нагрузкой 1000 кН.

В каждом опыте образцов произведены испытания 3-х образцов на изгиб и полученные после испытания на изгиб шесть половинок балочек испытывались на сжатие. В соответствии с ГОСТ 310.4-81 значения прочности на растяжение при изгибе вычислены как среднее арифметическое значений двух наибольших результатов испытания трех образцов. Значения прочности на сжатие вычислены как среднее арифметическое значение четырех наибольших результатов испытания 6 образцов. Результаты испытаний по плану эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты испытаний по прочности на сжатие

№ опыта	План эксперимента			Прочность на сжатие после ТВО, МПа	Прочность на сжатие в возрасте 28 суток, МПа
	X ₁	X ₂	X ₃		
1	+	+	+	36,5	51,0
2	-	+	+	43,0	52,0
3	+	-	+	37,6	54,8
4	-	-	+	39,8	46,0
5	+	+	-	36,8	54,3
6	-	+	-	37,9	46,6
7	+	-	-	37,3	42,6
8	-	-	-	36,7	43,2
9	0	0	0	41,6	46,6
10	0	0	0	40,0	48,0
11	0	0	0	40,1	48,8

Результаты опытов обрабатывались с использованием методов математической статистики, получая при этом алгебраические уравнения, отражающие связь между исследуемыми свойствами бетона и исходными факторами.

После получения уравнений производили проверку отличия коэффициентов от нуля и пригодности уравнения для описания исследуемых зависимостей (проверка адекватности).

Полученные уравнения регрессии по прочности на сжатие после ТВО и в возрасте 28 суток нормального твердения имеют вид:

$$R_{\text{тво}} = 39,0 - 1,1 \cdot X_1 + 0,4 \cdot X_2 + 1,1 \cdot X_3 - 0,8 X_1 \cdot X_2 - 1,1 X_1 \cdot X_3 + 0,2 X_2 \cdot X_3 \quad (1)$$

$$R_{28} = 49 + 1,9 X_1 + 2,1 X_2 + 2,2 X_3 - 0,2 X_1 X_2 + 0,13 X_1 \cdot X_3 - 1,6 X_2 \cdot X_3 \quad (2)$$

Анализируя уравнения регрессии по прочности на сжатие после ТВО и в возрасте 28 суток нормального твердения позволило провести некоторый интерполяционный анализ относительно влияния каждого из компонентов (факторов) или их взаимодействия на свойства бетона и сделать следующие выводы по механизму их действия на структуру бетона и на свойства прочности в целом.

За счет большой удельной поверхности (от 50 до 500 м²/г) наночастицы аморфного кремнезема SiO₂ активизируют реакции гидратации силикатов кальция и образование гидратов типа C-S-H. Введение относительно небольшого количества наночастиц от массы цемента приводит к появлению в системе цемент-песок-вода дополнительный значительный по площади реакционно-активной поверхности. Пуццоланический эффект действия аморфного нанокремнезема в бетонах проявляется химическим взаимодействием активного кремнезема с гидроксидом кальция Ca(OH)₂, выделяющимся при гидратации портландцемента. В результате такой пуццоланической активности наночастицы участвуют в реакциях, приводящих к расходованию Ca(OH)₂ и образованию дополнительно количества гидросиликатов кальция типа C-S-H. Наночастицы могут влиять на объемные пропорции трех разновидностей C-S-H: с высокой, ультравысокой и низкой плотностью, повышая объемную долю разновидностей C-S-H с высокой плотностью, что способствует увеличению плотности и прочности бетона.

В результате химической реакции между кремнеземом белой сажи и известью Ca(OH)₂ создается эффект заполнения больших пор. Пуццолановая реакция приводит к преобразованию более плотной фазы извести СН и ее крупных пор в менее плотной фазе C-S-H. Таким образом, происходит превращение фаз с большими порами в системе портландцементного камня в продукты с небольшими порами, что является наиболее логичным объяснением увеличения плотности и прочности бетона.

Высокоактивный метакаолин является пуццолановой добавкой с высокой гидравлической активностью, вступающей в химическое взаимодействие с продуктами гидратации клинкерных минералов цемента, а также с щелочными оксидами цемента, что ведет к образованию плотных не-

растворимых водой новообразований, причем установлено, что при этом также образуется соединение – гидрогеленит (гидроалюмосиликат кальция). Следствием такого взаимодействия является существенное уплотнение структуры цементного камня, что ведет к повышению плотности бетона, его водонепроницаемости, коррозионной стойкости и долговечности.

По уравнениям (1), (2) построены графические зависимости в виде диаграмм. При оптимизации составов наибольший интерес представляют диаграммы, изображенные на рис. 1, 2.

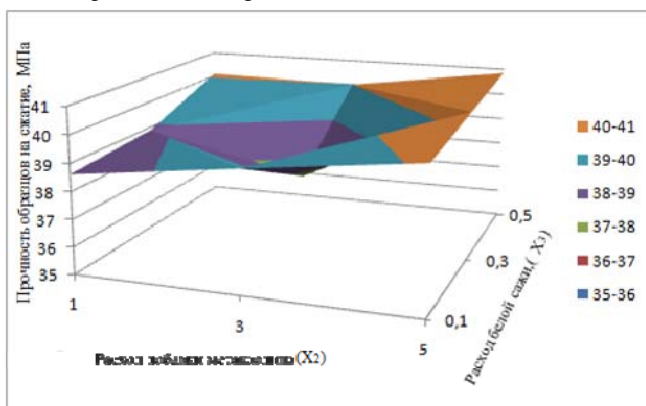


Рис. 1. Зависимость прочности на сжатие после ТВО от расхода метакаолина и белой сажи (при расходе золя нанокремнезема, принятом в нижнем уровне)

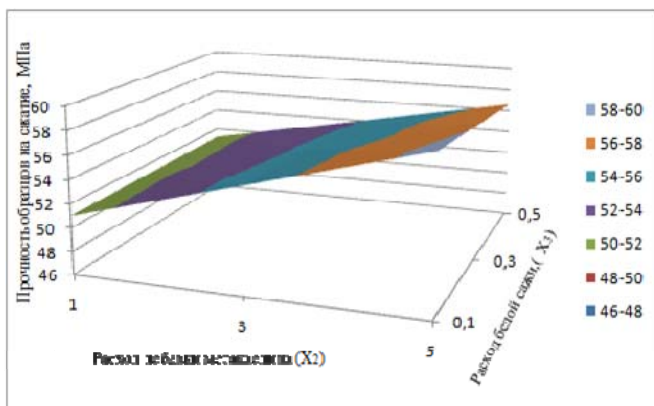


Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие в возрасте 28 суток от расхода метакаолина и белой сажи (при расходе золя нанокремнезема, принятом в нижнем уровне)

Выводы. Применение нанодобавок совместно с суперпластификатором обеспечивает получение суммарного эффекта, который проявляется в повышении уплотнения и упрочнения структуры мелкозернистого бетона, результатом чего является получение высокопрочных и высококачественных мелкозернистых бетонов.

Совокупность существенных признаков влияния нанодобавок и микронаполнителя проявляется в свойства, которые обеспечивают повышение гидратационной активности компонентов бетонной смеси и образование структуры мелкозернистого бетона с плотной, прочной упаковкой.

Таким образом, образование плотной структуры мелкозернистого бетона за счет пуццоланического эффекта аморфного кремнезема, содержащегося в нанодобавках и микронаполнителе и, как следствие, повышение гидратационной активности компонентов бетонной смеси позволяет получить наномодифицированный мелкозернистый бетон, отличающийся повышенной прочностью при сжатии и долговечностью.

На основании полученных данных оптимальный состав мелкозернистого бетона с высокими показателями прочности имеет следующее содержание компонентов, кг в расчете на 1 м³ смеси: портландцемент – 460; песок – 1410; нанокремнезем – 0,53; метакаолин – 20,0; белая сажа – 3,1; суперпластификатор «Реламикс» - 3,6; вода – 176. Такой состав обеспечивает класс бетона по прочности на сжатие В45 (марка М600).

Литература

1. Технология бетона. Учебник. Ю.М. Баженов - М.: Изд-во АСВ, 2007-528с. с иллюстрациями.
2. Руководство по подбору составов тяжелого бетона / НИИЖБ.-М.: Стройиздат, 1979.- 103с., ил.
3. Шабанов Н.А., Саркисов П.Д. Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема.- М.: ИКЦ "Академкнига", 2004.- 208с.

УДК 547.5

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ФИРМ БЮДЖЕТНЫМ МЕТОДОМ

Шульженко Н.А.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Изучены понятия и виды разделов доходной и расходной частей бюджета строительных фирм, рассмотрены вопросы управления отдельными статьями бюджета.

В самом общем виде бюджет представляет собой таблицу (план), в которую сведены предполагаемые доходы и расходы на определенный период. Бюджетный метод руководства представляет собой метод, имеющий определенные цели, отмечающий фактическое положение дел на предприятии и вносящий необходимые коррективы. Бюджетирование представ-

ляет собой метод распределения ресурсов, охарактеризованных в стандартной форме, для достижения целей, также представленных количественно. Расчет бюджета определяется как процесс принятия решений, через который предприятие оценивает целесообразность притока и оттока активов.

На современном строительном производстве или промышленном предприятии задача бюджетирования состоит в повышении эффективности работы предприятия посредством:

- 1) целевой ориентации и координации всех событий на предприятии;
- 2) выявления рисков и снижения их уровня;
- 3) повышения гибкости, приспособляемости к изменениям.

Бюджетный метод имеет ряд достоинств и в настоящее время в условиях нестабильности является важным методом управления предприятием. Его применение эффективно в области:

- 1) финансового менеджмента строительной организации (предприятия);
- 2) управления коммерческой деятельностью;
- 3) организации общего управления;
- 4) управления затратами;
- 5) общей стратегии развития предприятия.

Трудности и недостатки бюджетного метода управления в основном связаны со сложностью и длительностью процесса его внедрения, перестройки организационной структуры управления, значительными затратами.

Для успешного формирования, внедрения и функционирования системы бюджетирования на предприятии необходимо соблюдение следующих условий:

1. совершенствование организационной структуры предприятия;
2. интеграция бюджетирования с организационной и информационной структурами предприятия и схемами исполнения бизнес-процессов;
3. стандартизация данных и их совместное использование всеми бизнес-единицами предприятия.

Одним словом, перед руководителями предприятия стоит сложная задача – грамотно начать внедрение системы бюджетирования, одновременно решая две основные проблемы – организационную и техническую.

Система бюджетирования содействует повышению эффективности производства, обеспечивая:

- регулярное получение достоверной информации о результатах хозяйственной деятельности предприятия;
- выявление и контроль всех финансовых потоков предприятия;
- управление затратами на производство, оборотными средствами, запасами, дебиторской и кредиторской задолженностью;
- оптимизацию налогообложения;

- управление документооборотом внутри предприятия;
- контроль эффективной работы подразделений и их руководителей.

Формирование бюджета осуществляется по схеме, предусматривающей взаимодействие «верхов» и «низов». Данная схема наиболее совершенна, поскольку планирование «снизу» и составление бюджета «сверху» – единый процесс, в котором предусматривается постоянная взаимосвязка и координация наиболее важных для предприятия показателей.

Технология бюджетирования заключается в разработке бюджета и представляет собой не что иное, как совокупность взаимосвязанных процессов, реализация которых происходит в следующем порядке: моделирование и выбор оптимального варианта действий для предприятия, а затем контроль отклонений и регулирование. После завершения периода анализируются отклонения и выявляются причины для корректировки будущих планов. Основными этапами формирования бюджета являются фазы:

- постановки проблемы и сбора исходной информации для разработки проекта бюджета;
- анализа собранной информации, обобщения и формирования проекта бюджета;
- оценки проекта бюджета;
- утверждения бюджета;
- регулирования;
- контроля реализации бюджета.

Основа технологии бюджетирования – непрерывность планирования, т.е. взаимосвязь стратегического, долго- и краткосрочного планирования, анализа и контроля выполнения.

При формировании бюджета предприятия (краткосрочное планирование) опираются на последние данные об ожидаемом исполнении бюджета текущего периода. Анализ ожидаемого выполнения бюджета и причин отклонений позволяет сформулировать цели и задачи бюджета планируемого года. Кроме того, расчеты проводятся как в сопоставимых условиях текущего года, так и с учетом метода дисконтирования денежных потоков и теории рисков, т.е. в различных оценках. Многовариантность позволит повысить возможности предприятия, быстро и с наименьшими потерями адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям.

Бюджет предприятия, как правило, имеет достаточно жесткую форму. Он состоит из двух основных разделов: «Доходы» и «Расходы» и представляет собой сводную форму 2КС. Статьи разделов сводной формы бюджета формируются в зависимости от направлений деятельности предприятия и его масштабов.

Объем реализации продукции (работ, услуг) – главный элемент в разделе «Доходы». От него зависит объем используемых ресурсов и в ко-

нечном счете прибыль. Поэтому особую роль играют оценки конъюнктуры и состояние портфеля заказов.

Для большинства промышленных предприятий именно доход от реализации продукции на внешнем и внутреннем рынках имеет (работ, услуг) по видам платежей включаются полученные предприятием авансы, внереализационные доходы, средства из местного и федерального бюджетов, а также из внебюджетных фондов.

Вторым разделом бюджета являются «Расходы». К статьям расходов предприятия относятся затраты на производство, налоги, выплачиваемые предприятием из прибыли, дивиденды, капитальные вложения и расходы на НИОКР и освоение новой продукции, а также другие расходы (расходы на содержание жилищного фонда и объектов социально-культурной сферы, расходы из фонда потребления и т.д.).

Одной из основных статей расходов являются «Затраты на производство». Определение объемов финансирования по данной статье осуществляется в соответствии с разработанной экономической моделью, включающей в себя расчеты затрат основных и вспомогательных производств по площадочной (цеховой) себестоимости, общехозяйственных и коммерческих расходов, распределения накладных расходов по бизнес-единицам. Себестоимость товарной продукции определяется исходя из установленного экономической службой плана производства, цен на материалы, полуфабрикаты и комплектующие экспликацию машин и механизмов, топливно-энергетических расходов, расходов на заработную плату, расходов на обслуживание производственного процесса, обеспечение нормальных условий труда и техники безопасности, содержание и эксплуатацию средств природы.

Затраты на производство товарной продукции рассчитываются исходя из себестоимости товарного выпуска по предприятию и изменения (прирост или снижение) незавершенного производства по изделиям в разрезе бизнес-единиц согласно разработанным в компании методическим материалам.

Сумма оборотных средств по незавершенному производству может быть фактическая, т.е. по состоянию на определенную дату и расчетная (нормативная). Кроме этого для повышения достоверности расчетов необходимо учитывать особенности формирования оборотных средств на конкретном предприятии, а также влияние внешних факторов. Примером определения такого влияния может служить расчет инфляционных ожиданий. К возмущениям со стороны внешних источников для предприятия можно отнести и требования поставщиков о закупках материалов определенными партиями, часто превышающими нормативные потребности предприятия. В связи с влиянием указанных факторов необходимо коррек-

тировать нормативы на коэффициенты инфляции и партионности, применение которых снижает риск ошибки при формировании расходов бюджета.

Общехозяйственные (управленческие) расходы – это расходы на содержание работников аппарата управления и прочего общезаводского персонала предприятия, транспортное обслуживание их деятельности; эксплуатационные расходы по содержанию зданий, сооружений, оборудования, инвентаря общезаводского назначения; командировочные расходы; расходы на содержание охраны, на подготовку кадров, на охрану труда; расходы по оплате консультационных, информационных, аудиторских, банковских услуг, услуг других сторонних организаций; отчисления во внебюджетные фонды; установленные законодательством налоги, сборы и другие обязательные платежи.

Коммерческие (внепроизводственные) расходы – это расходы по сбыту продукции (упаковка, хранение, транспортировка до станции или порта отправления и погрузка, если это включено в условия поставки), представительские и рекламные расходы.

Общая потребность в средствах на выпуск установленного объема товарной продукции рассчитывается с учетом оборотных средств, имеющих на начало периода и запланированных на его конец

Следующим шагом является расчет результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятия без учета налогообложения, что позволяет сократить сроки прогнозирования платежей в бюджеты всех уровней и, соответственно, уменьшить до минимума издержки, связанные с возможными в этой части ошибками.

По статье налоги в бюджете предприятия отражаются налоги, не включаемые в соответствии с действующим законодательством в затраты на производство. К таким налогам относят налог на имущество, налог на содержание жилищного фонда и объектов социально-культурной сферы с учетом расчета льгот на содержание объектов социальной сферы по утвержденным нормам на планируемый период, налог на прибыль.

К обязательным платежам, отражаемым в бюджете предприятия, относятся проценты по кредитам, штрафные санкции, пени, дивиденды и проценты по облигациям, выплачиваемые в планируемом периоде, погашение кредиторской задолженности.

При составлении бюджета предприятия предусмотрено согласование источников получения доходов и статей расходов. Прибыль, полученная от реализации продукции, и амортизационный фонд, сформированный от начисления износа зданий, сооружений, оборудования, транспортных средств, являются целевыми источниками финансирования.

При разработке бюджета проводятся расчеты по прибыли предприятия, т.е. определяется налогооблагаемая прибыль, размер налога на при-

быль, прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия, и производится плановое распределение прибыли по фондам.

По итогам сформированного бюджета для увеличения наглядности сопоставления планируемых доходов и расходов в процессе формирования бюджета заполняется матрица, позволяющая выявить остаток или дефицит денежных средств, проанализировать расходы по статьям затрат, их очередности, а также наметить мероприятия по снижению затрат с учетом их важности для поставленной предприятием цели и рассчитать эффективность этих мероприятий.

Сводный бюджет проходит согласование со службами предприятия, участвующими в его формировании, после чего он предоставляется на рассмотрение правления и на утверждение Совету директоров.

Следующей стадией планирования финансово-хозяйственной деятельности предприятия является процесс регулирования, т.е. разработка детального плана реализации бюджета, подготовка приказов и распоряжений по его выполнению, а также внесение дополнений и изменений в ранее принятые приказы и распоряжения. На основании утвержденного руководством предприятия бюджета строятся ежемесячные планы доходов и расходов, которые утверждаются директором предприятия и являются обязательными для исполнения всеми службами. Через эти планы осуществляется управление затратами на предприятии, а значит обеспечивается достижение необходимого уровня экономических показателей (объем продаж, чистая прибыль, рентабельность активов, норма Прибыли на обновление), без чего невозможно гибкое развитие предприятия.

Ввод объектов в эксплуатацию и закрытие выполненных этапов строительно-монтажных работ сопровождается расчетом затрат на производство в составе расходной части бюджета.

Выпуск продукции или оказание услуг предполагает соответствующее ресурсное обеспечение, величина которого оказывает существенное влияние на уровень развития экономики предприятия. Поэтому каждое предприятие или производственное звено должно знать, во что обходится производство продукции (работ, услуг). Данный фактор особенно важен в условиях рыночных отношений. В связи с этим увеличивается важность построения правильной системы учета и представления информации о затратах.

При группировании затрат на российских предприятиях ключевое понятие – «себестоимость». Это важный планово-экономический показатель предприятия, обобщающий его издержки на производство и реализацию продукции, выполнение работ и услуг. Она представляет собой суммарную стоимостную оценку использования в процессе изготовления и

сбыта товаров природных, трудовых, производственных, финансовых и других ресурсов.

Связь между категориями себестоимости товарной продукции, реализованной продукции, затрат на производство и прибылью от реализации за период раскрывается следующими зависимостями:

$$\Pi_p = \text{РП} - S_{\text{рп}}, \quad (1)$$

где Π_p – прибыль от реализации за период; РП – выручка от реализации за период (объем реализованной продукции); $S_{\text{рп}}$ – себестоимость реализованной продукции.

$$S_{\text{рп}} = S_{\text{тп}} - \Delta\text{ОГП}, \quad (2)$$

где $S_{\text{тп}}$ – себестоимость товарной продукции; $\Delta\text{ОГП}$ – изменение остатков готовой продукции.

$$\Delta\text{ОГП} = \text{ОГП}^{\text{к}} - \text{ОГП}^{\text{н}}, \quad (3)$$

где $\text{ОГП}^{\text{к}}$, $\text{ОГП}^{\text{н}}$ – соответственно остатки готовой продукции на конец и начало периода.

$$S_{\text{тп}} = S_{\text{пр}} - \Delta\text{ОС}, \quad (4)$$

где $S_{\text{пр}}$ – затраты на производство за период; $\Delta\text{ОС}$ – изменение запасов (оборотных средств) незавершенного производства, сырья, материалов и полуфабрикатов.

$$\Delta\text{ОС} = \Delta\text{НЗП} + \Delta\text{ЗАП}, \quad (5)$$

где $\Delta\text{НЗП}$ – изменение остатков незавершенного производства; $\Delta\text{ЗАП}$ – изменение остатков запасов сырья, материалов, полуфабрикатов.

$$\Delta\text{НЗП} = \text{НЗП}^{\text{к}} - \text{НЗП}^{\text{н}}, \quad (6)$$

где $\text{НЗП}^{\text{к}}$, $\text{НЗП}^{\text{н}}$ – соответственно остатки незавершенного производства на конец и начало периода.

$$\Delta\text{ЗАП} = \text{ЗАП}^{\text{к}} - \text{ЗАП}^{\text{н}}, \quad (7)$$

где $\text{ЗАП}^{\text{к}}$ – $\text{ЗАП}^{\text{н}}$ – соответственно остатки запасов сырья, материалов и комплектующих на конец и начало периода.

$$S_{\text{пр}} = Z_{\text{пр}} - \Delta\text{ОС} - \Delta\text{ОГП} = Z_{\text{пр}} - \Delta\text{ОС}, \quad (8)$$

где $\Delta\text{ОС}$ – изменение запасов (оборотных средств).

$$\Delta\text{ОС} = \Delta\text{НЗП} + \Delta\text{ОГП} + \Delta\text{ЗАП}. \quad (9)$$

В итоге используя формулы (1) – (9), получим производственный результат за период:

$$P_p = PP - (Z_{np} - \Delta OC) = PP - S_{pn} \quad (10)$$

Таким образом, себестоимость реализованной продукции зависит от затрат на производство и изменения оборотных средств (8), а себестоимость товарной продукции отличается от себестоимости реализованной продукции на величину изменения остатков готовой продукции (2).

Схематично связь между рассмотренными показателями представлена на рис.1.

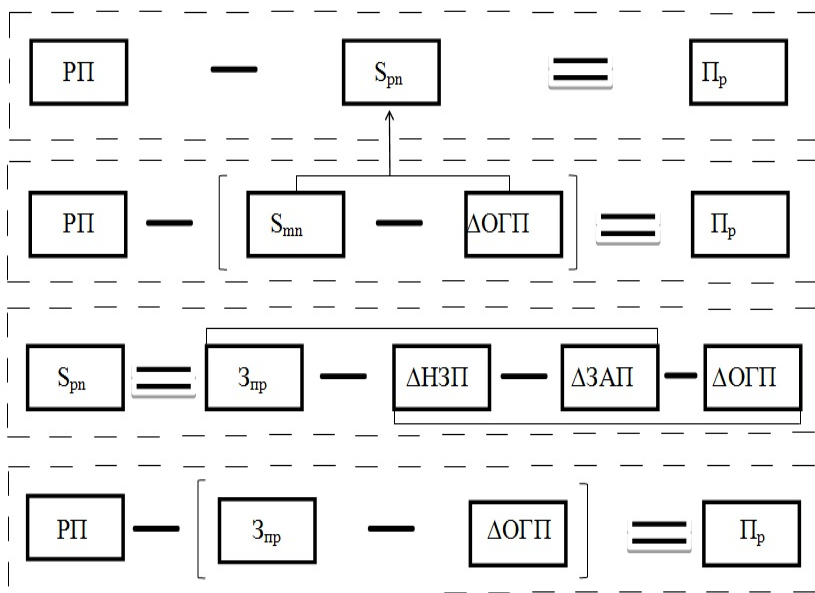


Рис. 1. Взаимосвязь между основными показателями затрат на производство и результатом производственной деятельности

Планирование затрат на производство при формировании бюджета – один из приоритетных и трудоемких процессов, соединяющих совокупность различных методов и форм экономических расчетов, большие объемы обрабатываемых данных и многовариантность конечного решения с формированием отдельных статей бюджета, например в разделе затрат по амортизации и объемам незавершенного строительства. Вместе с тем позитивные сдвиги в подходах к бюджетированию позволяют рекомендовать распространение этого опыта в сферу контроллинга строительного производства.

Основные выводы:

1. Бюджетирование в условиях рынка строительной продукции является одним из подходов к снижению себестоимости и оценки эффективности работы, как представителей стройиндустрии, так и строительномонтажных организаций.

2. При внедрении методов бюджетирования в условия производства строительных и специальных работ необходима корректировка ковракторным статьям формирования расходной и доходной частей бюджета подрядных фирм.

Литература

1. РД–11–03–2006. Порядок и ведение дел при осуществлении государственного строительного надзора.
2. РД–11–05–2007. Порядок ведения общего и специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте капитального строительства.
3. Ширшиков Б.Ф. Организация, планирование и управление строительством: учебник для ВУЗов – М.: Издательство АСВ.2012-528с.

УДК 539.384.6

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБОЛОЧЕК СРЕДНЕЙ ТОЛЩИНЫ

Шершевский М.Б., Теличко В.Г.

Тульский государственный университет

В работе представлено получение основных выражений метода конечных элементов для гибридного треугольного конечного элемента с пятью степенями свободы в точке.

1. Матрица жесткости конечного элемента

Внутри конечного элемента вектор обобщенных сил представим следующим образом [2]:

$$\{M\} = [P]\{\beta\}, \quad (1)$$

где $[P]$ – матрица некоторых функций от координат точки элемента;

$\{\beta\}$ – вектор коэффициентов, подлежащих определению.

Вектор обобщенных деформаций представим в виде

$$\{\varepsilon\} = [D]^{-1}\{M\} = [E]\{M\}. \quad (2)$$

Учитывая, что матрица $[E]$ представляет собой интеграл по толщине плиты, определим энергию деформации для объема конечного элемента как интеграл по его площади

$$U = \frac{1}{2} \int_S \{M\}^T [E] \{M\} dS. \quad (3)$$

П. Тонгом и Т. Пианом показано в работах [5,6], что конечные элементы данного класса основаны на функционале вида

$$\Pi = \sum_n \left(U_n - \int_{V_n} \{\Phi\}^T \{t\} dS + \int_S \{\bar{\Phi}\}^T \{t\} dS \right), \quad (4)$$

где V_n – граница объема элемента; S – часть V_n , подвергнутая действию внешнего вектора сил $\{\bar{\Phi}\}$; n – количество элементов; $\{t\}$ – граничные перемещения, связанные с узловыми перемещениями $\{q\}$ выражением

$$\{t\} = [L] \{q\}. \quad (5)$$

Вектор сил на границе элемента $\{\Phi\}$ определится из уравнения (1)

$$\{\Phi\} = [R] \{\beta\} \quad (6)$$

где $[R]$ – матрица $[P]$ для контура V_n элемента.

Подставляя выражения (1), (3), (5), (6) в уравнение (4), получим

$$\Pi = \sum_n \left(\frac{1}{2} \{\beta\}^T [H] \{\beta\} - \{\beta\}^T [T] \{q\} + \{\Phi_0\}^T \{q\} \right), \quad (7)$$

где

$$[H] = \int_S [P]^T [E] [P] dS; \quad (8)$$

$$[T] = \int_{V_n} [R]^T [L] dS; \quad (9)$$

$$\{\Phi_0\}^T = \int_S \{\bar{\Phi}\} [L] dS. \quad (10)$$

Определяя вариации функционала (7) по параметрам $\{\beta\}$, $\{q\}$ и приравнивая эти вариации нулю, можно получить выражение вида [3]:

$$\sum_n [T]^T [H]^{-1} [T] \{q\} = \sum_n \{\Phi_0\}, \quad (11)$$

откуда выделяется матрица жесткости элемента

$$[K] = [T]^T [H]^{-1} [T]. \quad (12)$$

Кроме того, при определении вариации функционала (7) по неизвестным коэффициентам $\{\beta\}$ можно установить связь этих коэффициентов с узловыми перемещениями

$$\{\beta\} = [H]^{-1} [T] \{q\}. \quad (13)$$

Подставляя коэффициенты $\{\beta\}$ (13) в соотношения (1) приходим к зависимостям вида

$$\{M\} = [P][H]^{-1} [T] \{q\}. \quad (14)$$

Таким образом, вектор обобщенных сил $\{M\}$ определяется непосредственно после вычисления узловых перемещений.

2. Определение матрицы $[H]$

Представим вектор обобщенных сил $\{M\}$ через неизвестные коэффициенты $\{\beta\}$ в виде

$$\begin{aligned} M_{11} &= \beta_1 + \beta_4 x_1 + \beta_9 x_2; \\ M_{22} &= \beta_2 + \beta_5 x_2 + \beta_{10} x_1; \\ M_{12} &= \beta_3 + \beta_{12} x_1 + \beta_{11} x_2; \\ Q_1 &= \beta_4 + \beta_{11}; \quad Q_2 = \beta_5 + \beta_{12}; \\ N_{11} &= \beta_6; \quad N_{22} = \beta_7; \quad N_{12} = \beta_8. \end{aligned} \quad (15)$$

Тогда на основании уравнения (1) имеем:

$$[P] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & x_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & x_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & x_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x_2 & x_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad (16)$$

$$\{\beta\} = \{\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5 \beta_6 \beta_7 \beta_8 \beta_9 \beta_{10} \beta_{11} \beta_{12}\}^T \quad (17)$$

Подставляя (16) в соотношение (8) и учитывая, что

$$S_0 = \int_S x_1 dx_1 dx_2 = \int_S x_2 dx_1 dx_2 = 0,$$

$$S = \int_S dx_1 dx_2 = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} 1 & x_{1i} & x_{2i} \\ 1 & x_{1j} & x_{2j} \\ 1 & x_{1k} & x_{2k} \end{vmatrix} - \text{площадь треугольника},$$

$$S_1 = \int_S x_1^2 dx_1 dx_2 = \frac{S}{12}(x_{1i}^2 + x_{1j}^2 + x_{1k}^2), \quad S_2 = \int_S x_2^2 dx_1 dx_2 = \frac{S}{12}(x_{2i}^2 + x_{2j}^2 + x_{2k}^2), \quad (18)$$

$$S_3 = \int_S x_1 x_2 dx_1 dx_2 = \frac{S}{12}(x_{1i} x_{2i} + x_{1j} x_{2j} + x_{1k} x_{2k}),$$

получим выражения для элементов квадратной матрицы двенадцатого порядка $[H]$.

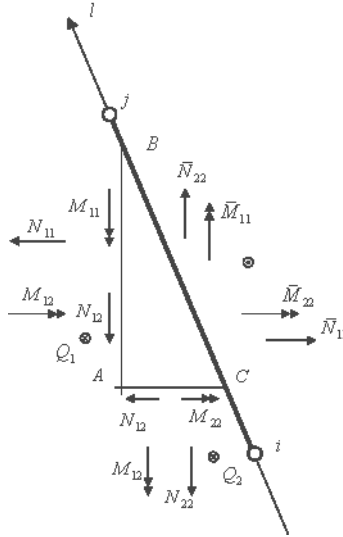


Рис. 1. Схема усилий и перемещений на стороне конечного элемента

3. Определение матрицы $[T]$

Определение элементов матрицы $[T]$ непосредственно по формуле (9) достаточно трудоемко, так как квадратная матрица $[L]$ для треугольного конечного элемента с пятью степенями свободы в узле имеет порядок

15. Матрицу $[T]$ можно получить другим способом. Для этого запишем выражение работы вектора обобщенных сил $\{M\}$ вдоль контура конечного элемента, а затем выделим из этого выражения векторы $\{B\}^T$ и $\{q\}$, а то, что останется (см. уравнение (7)) окажется матрицей $[T]$. Из условия равновесия элементарного треугольника ABC , приведенного на рис. 1, вытекают следующие равенства:

$$\begin{aligned}
 \bar{M}_{11} &= M_{11}C_{ij} + M_{12}S_{ij}; & \bar{M}_{22} &= -M_{22}S_{ij} - M_{12}C_{ij}; \\
 \bar{N}_{11} &= N_{11}C_{ij} + N_{12}S_{ij}; & \bar{N}_{22} &= N_{22}S_{ij} + N_{12}C_{ij}; \\
 \bar{Q} &= Q_1C_{ij} + Q_2S_{ij}, \\
 C_{ij} &= \cos \varphi_{ij}; & S_{ij} &= \sin \varphi_{ij}.
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

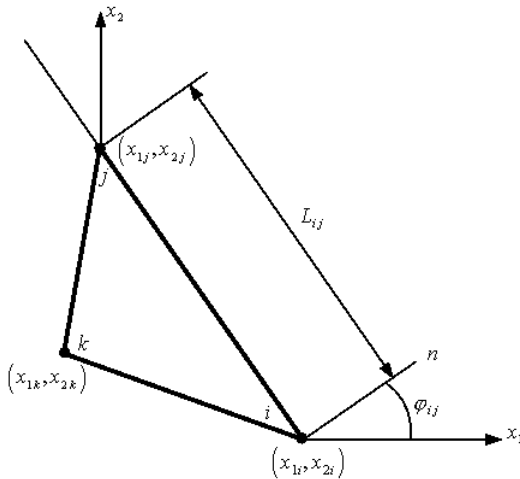


Рис. 2. Схема треугольного конечного элемента в плоскости $x_1 0 x_2$

Учитывая зависимости (19), определим работу распределенных вдоль стороны $i - j$ сил и моментов следующим образом (см. рис. 2):

$$A_{ij} = L_{ij} \int_0^1 [(Q_1 C_{ij} + Q_2 S_{ij})w - (M_{12} C_{ij} + M_{22} S_{ij})\psi_1 + (M_{12} S_{ij} + M_{11} C_{ij})\psi_2 + (N_{11} C_{ij} + N_{12} S_{ij})u_1 + (N_{22} S_{ij} + N_{12} C_{ij})u_2] d\xi, \quad (20)$$

где $\xi = l/L_{ij}$ – безразмерная координата, измеряемая вдоль стороны конечного элемента $i - j$.

Очевидно, что работа усилий и моментов, совершаемая на соответствующих перемещениях вдоль всего контура треугольного конечного элемента, такова:

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31} \quad (21)$$

Зададим вектор перемещений в i -ом узле конечного элемента

$$\{q_i\} = \{w_i \ \psi_{1i} \ \psi_{2i} \ u_{1i} \ u_{2i}\}^T = \{q_{i1} \ q_{i2} \ q_{i3} \ q_{i4} \ q_{i5}\}^T. \quad (22)$$

Тогда вектор узловых перемещений всего конечного элемента можно представить так:

$$\{q\} = \{q_1 \ q_2 \ q_3 \ \dots \ q_{15}\}^T. \quad (23)$$

Аппроксимацию граничных перемещений примем с учетом узловых перемещений в следующей форме [5]:

$$\begin{aligned} w &= [(1-\xi) \ \xi] \{w_i \ w_j\} + L_{ij} \xi (1-\xi) (\theta_i - \theta_j) / 2; \\ \psi_1 &= [(1-\xi) \ \xi] \{\psi_{1i} \ \psi_{1j}\}; \ \psi_2 = [(1-\xi) \ \xi] \{\psi_{2i} \ \psi_{2j}\}; \\ u_1 &= [(1-\xi) \ \xi] \{u_{1i} \ u_{1j}\}; \ u_2 = [(1-\xi) \ \xi] \{u_{2i} \ u_{2j}\}; \end{aligned} \quad (24)$$

где $\theta_i = \psi_{1i} c_{ij} + \psi_{2i} s_{ij}$; $\theta_j = \psi_{1j} c_{ij} + \psi_{2j} s_{ij}$; L_{ij} – длина стороны $i - j$.

Представим текущие координаты x_1, x_2 на стороне $i - j$ через координаты узлов в виде

$$x_1 = x_{1i} - L_{ij} \xi s_{ij}; \ x_2 = x_{2i} + L_{ij} \xi c_{ij}; \quad (25)$$

Подставляя зависимости (15), (20), (24), (25) в уравнение (21), учитывая при этом (23) и выделяя векторы $\{\beta\}^T, \{q\}$, получим выражения для элементов матрицы $[T]$ порядка 12×15 .

4. Вычисление матрицы упругости [B]

Для конкретизации структурной анизотропии материала исследуемых оболочечных конструкций примем ортотропное тело.

Уравнения состояния выберем согласно гипотезам [4, 5], в форме близкой к обобщенному закону Гука для анизотропных материалов при малых деформациях.

В произвольной ортогональной системе координат закон упругости для анизотропного разнородного материала при линейной аппроксимации диаграмм деформирования запишем в виде:

$$e_{ij} = C_{ijkl}(\alpha_{ij})\sigma_{km}; (i,j,k,m = 1,2,3); \quad (26)$$

где

$$C_{kkkk} = A_{kkkk} + B_{kkkk}\alpha_{kk};$$

$$C_{ijij} = A_{ijij} + B_{ijij}(\alpha_{ii} + \alpha_{jj}); i \neq j;$$

(здесь и далее по индексам не суммировать);

$$C_{iiij} = A_{iiij} + B_{iiij}(\alpha_{ii} + \sqrt{2}\alpha_{ij}); i \neq j; C_{ijij} = A_{ijij} + B_{ijij}\sqrt{2}\alpha_{ij}; i \neq j;$$

$$C_{iijk} = A_{iijk} + B_{iijk}(\alpha_{ii} + \sqrt{2}\alpha_{jk}); j \neq k;$$

$$C_{ijkm} = A_{ijkm} + B_{ijkm}\sqrt{2}(\alpha_{ij} + \alpha_{km}); i \neq j; k \neq m;$$

$$C_{ijkm} = C_{kmij};$$

A_{ijkl}, B_{ijkl} - компоненты тензоров четвертого ранга, определяющие физико-механические характеристики материалов из простейших экспериментов (в общем случае число независимых констант равно 42);

Для ортотропного тела на основании (26) получим [4]

$$e_{11} = (A_{1111} + B_{1111}\alpha_{11})\sigma_{11} + [A_{1122} + B_{1122}(a_{11} + \alpha_{22})]\sigma_{22};$$

$$e_{22} = [A_{1122} + B_{1122}(a_{11} + \alpha_{22})]\sigma_{11} + (A_{2222} + B_{2222}\alpha_{22})\sigma_{22};$$

$$e_{12} = (A_{1212} + B_{1212}\sqrt{2}\alpha_{12})\tau_{12}; e_{13} = (A_{1313} + B_{1313}\sqrt{2}\alpha_{13})\tau_{13}; \quad (27)$$

$$e_{23} = (A_{2323} + B_{2323}\sqrt{2}\alpha_{23})\tau_{23}.$$

В этом случае число независимых характеристик материала равно восемнадцати. При этом константы для ортотропного тела вычисляются следующим образом:

$$A_{kkkk} = (1/E_k^+ + 1/E_k^-) / 2; B_{kkkk} = (1/E_k^+ - 1/E_k^-) / 2;$$

$$A_{ijij} = -(v_{ij}^+ / E_j^+ + v_{ij}^- / E_j^-) / 2; B_{ijij} = -(v_{ij}^+ / E_j^+ - v_{ij}^- / E_j^-) / 2;$$

$$A_{ijij} = (1/E_{ij}^+ + 1/E_{ij}^-) - 0,25 \left[\begin{aligned} &(1/E_i^+ + 1/E_j^+ + 1/E_i^- + 1/E_j^-) - \\ &-2(v_{ji}^+ / E_i^+ + v_{ji}^- / E_i^-) \end{aligned} \right];$$

$$B_{ijij} = \sqrt{2}(1/E_{ij}^+ - 1/E_{ij}^-) - 0,125\sqrt{2} \left[\begin{aligned} &(1/E_i^+ + 1/E_j^+ - 1/E_i^- - 1/E_j^-) - \\ &-4(v_{ji}^+ / E_i^+ - v_{ji}^- / E_i^-) \end{aligned} \right]; \quad (28)$$

где $v_{ij}^+ / E_j^+ = v_{ji}^+ / E_i^+$; $v_{ij}^- / E_j^- = v_{ji}^- / E_i^-$.

E_i^\pm , v_{ij}^\pm - модули деформаций и коэффициенты поперечной деформации при одноосном растяжении и сжатии в направлениях соответствующих главных осей анизотропии.

Таким образом, подставляя в уравнение (12) выражения для матриц $[T]$, $[H]$ и $[B] = [C_{ijkm}]^{-1}$ получаем выражение для матрицы жесткости КЭ.

5. Алгоритм определения НДС конструкций из материалов с усложненными свойствами на основе предложенной модификации КЭ

В рамках указанных гипотез алгоритм решения задачи об определении НДС конструкции из материалов с усложненными свойствами условно расчленим на следующие шаги:

1. Формирование задания на расчет конструкции.
2. Формирование матрицы связи узлов конечных элементов.
3. Формирование граничных условий.
4. Задание нагружения конструкции.
5. Формирование матриц жесткости конечных элементов.
6. Формирование глобальной матрицы жесткости всей конструкции.
7. Расчет вектора узловых перемещений.
8. Расчет деформаций, напряжений.
9. Пересчет матрицы упругих свойств материалов, сохранение результатов, при необходимости возврат к пункту 5 (если не достигнута сходимость по методу И.А. Биргера "переменных параметров упругости").
10. Оценка полученных результатов.

Такое расчленение алгоритма решения задачи позволяет повысить помехозащищенность вычислительного процесса и дает возможность искусственно прервать ход решения, оценить динамику сходимости, корректировать дальнейшие вычислительные процессы, начиная их с прерванной операции.

В целом решение задачи осуществлялось методом «переменных параметров упругости» – вариантом метода последовательных приближений И.А. Биргера.

Литература

1. Постнов В. А., Хархурим И. Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций. – Л.: Судостроение. – 1974. – 344 с.
2. Секулович М. Метод конечных элементов. – М.: Стройиздат, 1993. – 664 с.
3. Cook R.D. Two hybrid elements for analysis of thick thin and sandwich plates // Int. J. num. Meth. Engng. – 1972. – Vol. 5. – P. 277-288.

4. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения. М.; Тула: РААСН – ТулГУ. 2008. 264 с.

5. Теличко В.Г., Трещев А.А. Расчет напряженно-деформированного состояния цилиндрических оболочек из разносопротивляющегося материала. // Вестник Центрального регионального отделения РААСН // – Воронеж-Тверь: РААСН-ТГТУ. - 2007. – Вып. 6. – С. 217-225

УДК 658.21

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ В ЛИНЕЙНЫХ СТРУКТУРАХ СТРОИТЕЛЬСТВА ПУСКОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Шипулин Н.А.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В статье рассмотрены модели и методы управления в структурах строительства. Проанализированы достоинства и недостатки линейной структуры управления. Предложены рекомендации по более эффективному использованию линейной структуры.

Успешное решение задач по преодолению проблем в экономике России непосредственно связано с эффективным функционированием ее инвестиционно-строительной сферы. Создание качественно нового производственного аппарата отраслей материального производства и обслуживания требует проведения большого объема работ по строительству новых пусковых объектов, реконструкции, расширению и техническому перевооружению действующих предприятий, организаций, их основных средств. Одним из важнейших условий эффективного функционирования строительства является действенность системы управления им.

Ключевыми понятиями структуры управления являются элементы, связи (отношения), уровни и полномочия. Структура системы управления состоит из отдельных работников, образующих аппарат управления, и технических средств управления. Работник управления выполняет какую-то часть функций управления и занимает должность, которая связана с конкретными правами и обязанностями. Техника управления охватывает всю совокупность орудий труда и технических средств, используемых в процессах управления. В настоящее время техника управления все в большей мере влияет на структуру управления.

Различают следующие типы структур управления: линейную, функциональную, линейно-функциональную, или линейно-штабную, и комбинированную.

При линейной (иерархической) структуре (рис. 1) отдел имеет одну вышестоящую и несколько нижестоящих инстанций. Все вопросы реша-

ются по одной линии связи. Каждый руководитель получает информацию только от непосредственных подчиненных и управляет их деятельностью, т.е. все функции управления и подчинения сосредотачиваются у руководителя, создается вертикальная линия управления и прямой путь воздействия на подчиненных. Линейная структура образует четкую последовательную иерархию: вышестоящий руководитель не имеет права отдавать распоряжения каким-либо исполнителям, минуя их непосредственного руководителя.

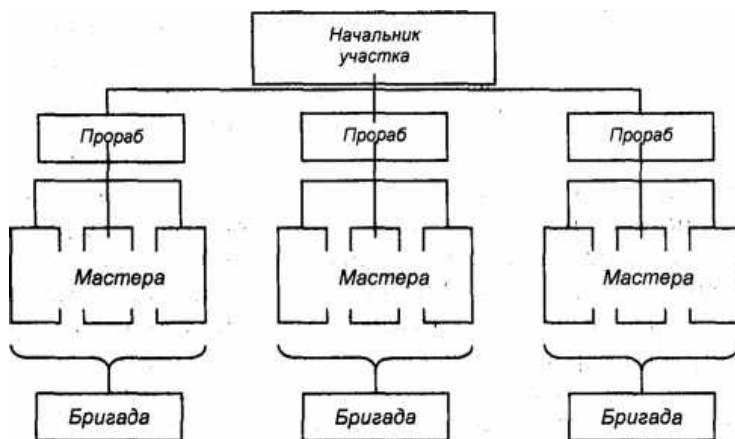


Рис. 1. Пример линейной структуры управления

Функциональная структура предусматривает разделение работ по функциям. В органе имеются звенья, которые специализируются на планировании, учете и т. д. Решения, подготовленные этими звеньями, обязательны для выполнения нижней ступенью управления.

В линейно-функциональной (рис. 2) или линейно-штабной структуре за основу берется линейная структура, но при каждом звене руководства создается штаб, состоящий из отделов, специализированных по отдельным функциям. Линейный руководитель рассматривает и утверждает подготовленные штабом решения, которые передаются подчиненным линейным руководителям, а на их основе принимаются решения в масштабе своего уровня также с участием штаба.

В матричных структурах управления, основанных на принципах программно-целевого управления, предусмотрены связи, обеспечивающие увязку функциональных и линейных подразделений в рамках выполняемой задачи.

Простейшей структурой управления является линейная. Она представляет собой скелет организации как таковой и четко ориентирована на построение вертикальных связей.

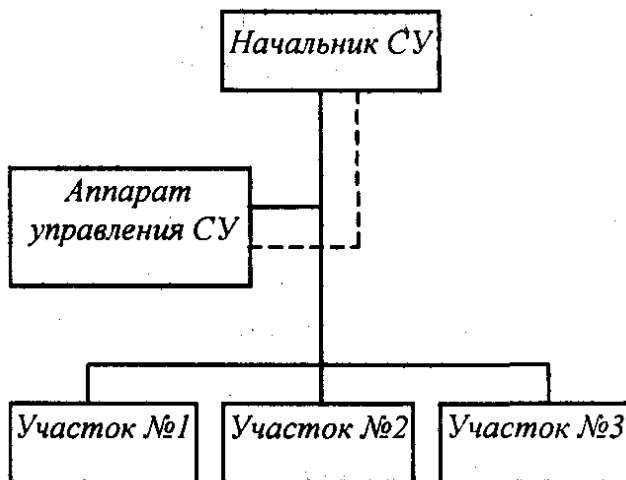


Рис. 2. Пример линейно-функциональной структуры управления

Организация в чистом виде как противоположность рыночному механизму взаимодействия между элементами системы - это линейная организация. Линейные структуры были построены в соответствии с принципами управления, сформулированными еще в начале XX века немецким социологом Максом Вебером, который ввел концепцию рациональной бюрократии – свод законов, принципов и критериев иерархической или бюрократической структуры управления.

При увеличении объемов эксплуатационных мероприятий, например, при принятии на обслуживание новых объектов, соответственно увеличиваются численность эксплуатационного персонала и их территориальная разобщенность. В такой ситуации непосредственный оперативный контакт руководителя с каждым работником становится почти невозможным. Поэтому применяется многоуровневая иерархическая система управления, в которой вышестоящий руководитель осуществляет единоличное руководство подчиненными ему нижестоящими руководителями, а нижестоящие руководители подчиняются только одному лицу - своему непосредственному вышестоящему руководителю. Многоуровневая линейная структура управления имеет только вертикальные связи между элементами и строится по принципу иерархии. Эта структура характеризуется чет-

ким единоначалием. Каждый работник или руководитель подчиняется непосредственно только одному вышестоящему лицу и через него связан с более высокими уровнями управления. Таким образом, в аппарате управления создается иерархическая лестница по подчиненности и ответственности.

В процессе управления производством применяются организационные (административные), экономические и социально-психологические методы, которые неразрывно связаны между собой и взаимно дополняют друг друга.

К достоинствам линейной структуры можно отнести: единство распорядительства, четкость подчинения, оперативность в принятии решений. К недостаткам относятся: высокая информационная нагрузка руководителя, большой поток документов, разобщенность горизонтальных связей в производственных системах, при большом числе уровней управления удлиняется процесс принятия и реализации управленческих решений;

Таким образом, экономическая эффективность линейных организационных структур управления тем существеннее, чем меньше число уровней иерархии (время проведения решений), чем уже профиль работ (загрузка руководителя), - внутренние факторы, и чем стабильнее рыночные условия (частота проведения решений) – внешние факторы. Примером снижения числа уровней иерархии и повышением эффективности деятельности служит решение Джека Уэлча, руководившего компанией General Electric с 1981 г. по 2001 г.. За это время он сократил число уровней иерархии с 29 до 6, сократил численность с 440000 до 313000 человек и повысил прибыль с 1,65 млрд долларов до 7,3 млрд долларов.

Для приспособленности линейной структуры управления строительством к её развитию необходимо:

1. сократить число уровней иерархии;
2. эффективно использовать организационные, экономические и социально-психологические методы;
3. переходить от линейной организационной структуры управления, имеющей только линейные структурные подразделения и только вертикальные связи управления, на другие структуры управления.

Литература

1. В. М. Серов. Организация и управление в строительстве. Учебное пособие. 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
2. Н.А. Шульженко, Н.В. Гненков. Теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве. Учебное пособие. АОС Тула, Тульский полиграфист, 2010. – 356 с.
3. Шамарина, Л. В. Создание эффективной организационной структуры управления. / Экономика. Государство. Право. - 2010, №2. - 31 с.

Пушилина Ю.Н., Исаев А.О.

Тулский государственный университет, Россия

В статье описана сущность фундамента утепленная шведская плита (УШП), приведен ряд основных преимуществ данной плиты и краткая технология.

В настоящее время, устройство фундаментной плиты целесообразно при сооружении небольших и компактных в плане домов или других построек, когда не требуется устройство высокого цоколя, и сама плита используется в качестве пола. Фундаментные плиты среди других типов фундаментов для коттеджного строительства выгодно отличаются наличием жесткой пространственной решетки армирования по всей плоскости, что обеспечивает возможность восприятия вертикальных нагрузок сезонных перемещений грунтов без внутренних деформаций, за что и получили название «плавающие». Это делает монолитные плиты одними из самых надежных фундаментов.

Последним словом в устройстве плитных фундаментов стали утепленные фундаментные шведские плиты, иначе называемые энергосберегающими плитами. Собственно, технология эта не нова – этот способ с успехом применяют в Европе. В Швеции, откуда родом эта технология, климатические условия и свойства грунтов схожи с Российскими, поэтому резонно будет предположить, что шведскую плиту в нашей стране ждет большое будущее!

Шведская плита — это утепленный монолитный фундамент низкого заглубления, в которую сразу закладывают теплые полы, водопровод и канализацию. Благодаря огромной несущей способности фундаментной плиты, ее можно применять на слабых, насыпных и пучинистых грунтах, в холодных регионах с сезонным промерзанием грунта и потенциальными возможностями морозного пучения, с любыми показателями химической агрессивности почвы, так как фундаментная плита защищена со всех сторон инертным к химическим воздействиям материалом — экструдированным пенополистиролом. Он идеально подходит для коттеджного и малоэтажного строительства (рис.1).

Суть технологии в производстве этой плиты в том, что очень широко используются современные теплоизоляционные материалы, плюс к этому прямо в плиту встраивают все коммуникации, включая систему водяного подогрева пола. Стоимость такой конструкции в нашей стране пока еще относительно высока, но это достаточно легко обосновать, просто перечислив все положительные свойства шведских плит.

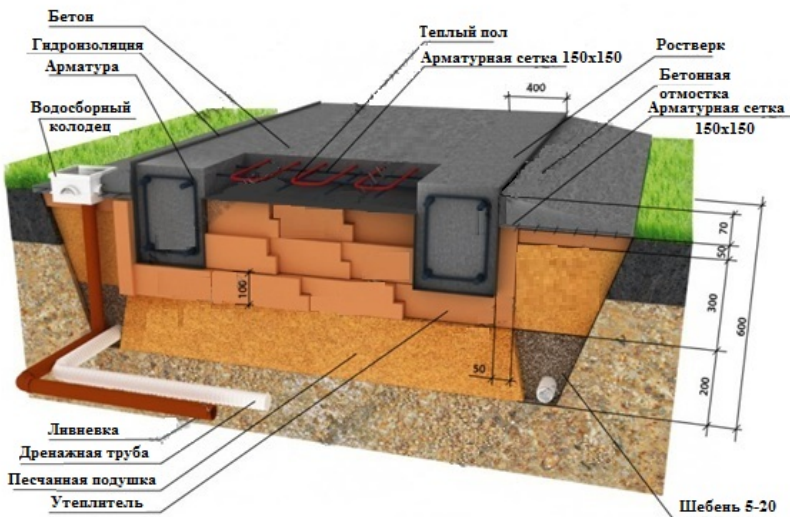


Рис. 1. Утепленная шведская плита

Процесс закладки такого фундамента занимает очень мало времени.

Технология закладки проста и не требует ни сложного оборудования, ни тяжелого физического труда, ни дополнительных расходов на материалы. Обычно в цену уже включено все, в том числе трубы, коммуникации и прочее. После заливки плиты и ее отвердения получается готовый пол – ровный, теплый и красивый. Можно сразу включать подогрев и стелить напольное покрытие, любое: паркет, линолеум, ламинат. Благодаря применению современных тепло- и гидроизоляционных материалов вкупе со встроенной системой «теплых полов» в таком доме никогда не будет холодно, почва под домом не промерзнет, и экономия на отоплении будет очень существенной. Для сравнения: коэффициент теплопроводности обычной плиты – от 0,52, до 0,32, теплопроводность шведской плиты составляет всего 0,17-0,10.

К преимуществам УШП относятся:

- УШП с утеплением снаружи является аккумулятором тепла, что обеспечивает стабильность поддержания температуры в доме;
- отсутствие необходимости в стяжке для теплых полов;
- отсутствие мостиков холода в углах, в стыках пола и стен;
- сокращение срока строительства;
- большая толщина утеплителя сокращает потери тепла — экономия денег на отопление;

-улучшенная гидроизоляция плиты за счет экструзионного пенополистирола;

-упрощенное расположение труб теплого пола (по всей поверхности пола, а не только через дверные проемы, если монтировать их в стяжку);

-удобнее работать на одной большой площадке, чем делать несколько стяжек внутри, соответственно экономия времени и рабочей силы — следовательно также снижение затрат;

-наличие бокового утепления от промерзания;

-уменьшение толщины плиты, т.к. жесткий утеплитель является также распределителем нагрузки на грунт и создает подушку, которая движется независимо от грунта, не передавая деформации на саму плиту;

-плита находится всегда в одном температурном режиме, то есть практически не разрушается;

-перед заливкой под плиту закладывают канализацию, дренаж, а в тело плиты водопровод и электрокабеля – все коммуникации скрыты.

Монтаж УШП относительно несложен и может быть выполнен своими силами. Шведская плита требует ровного основания, поэтому вначале расчищают площадку и роют котлован. Затем делают двуслойную подушку. Чтобы предотвратить капиллярный подсос влаги в песок, нижний слой (15 см) выполняют из гравийного щебня фракцией 20–40, который выполняет функцию дренажа. Затем сыплют слой песка такой же толщины, который создает ровное основание для укладки пенополистерола.

Особенностью УШП является то, что трубы под все коммуникации (канализацию, газ, электричество, воду) закладываются на стадии устройства песчаной подушки, когда еще отсутствует видимый контур дома в виде опалубки. Чтобы сделать правильную разметку стен, выносят дом «в натуру»: натягивают веревочки, которые показывают, где находятся внутренние стены. Когда будет очерчен виртуальный дом из веревочек, можно будет правильно разместить коммуникации. После устройства песчаной подушки и прокладки коммуникаций по периметру будущего дома выполняют монтаж опалубки. Вместо досок предпочтительно использовать ламинированную фанеру.

После установки опалубки выполняют теплоизоляцию из экструдированного пенополистерола. Утеплитель стелют в два слоя, общая толщина составляет 20 см. После укладки пенополистерола производят монтаж арматуры и заземления. Арматуру диаметром 12 мм крепят на специальные подставки. Заземление представляет собой три уголка, которые вбивают в землю и обваривают стальной полосой. Эту полосу уже подводят к щитку.

На последнем этапе монтируют трубы для водяных теплых полов, которые подсоединяют к коллектору. Обязательным условием УШП является наличие низкотемпературного напольного отопления.

Теперь можно заливать бетон. Лучше использовать бетононасос. Заливка бетона в ребра и в саму плиту выполняется одновременно. Готовой утепленной шведской плите дают отстояться 3-5 часов, затем выравнивают специальным инструментом. После этого можно снимать опалубку.

Литература

1. Стандарт организации. Проектирование и монтаж фундаментов мелкого заложения. Железобетонная плита по экструдированному пенополистиролу STYROFOAM GEO на грунте.- Москва,2008.
2. www.rushome.ru

УДК 697.133

СПОСОБЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УТЕПЛЕНИЯ СТЕН ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ К ВОПРОСУ ОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ

Пушилина Ю.Н., Котенева О.В.

Тульский государственный университет, Тула, Россия

Рассматриваются основные способы утепления стен жилых зданий. Проведена оценка применимости каждого способа.

Для жителей России с ее климатическими особенностями всегда остро стояла проблема тепла в жилом доме. В прошлые века эту проблему в частности решали возведением толстых (в полтора метра шириной) стен из кирпича. В настоящее время проблема тепла в жилом доме может быть решена с помощью различных систем утепления с использованием современных теплоизоляционных материалов. В зависимости от региона проживания для поддержания нормальной температуры в жилом доме подбирается оптимальная толщина и вид утеплителя, при этом должны также учитываться материал, из которого построен жилой дом, а также толщина несущих стен.

В Российской Федерации теплоизоляция стен осуществляется с помощью трех различных систем утепления в соответствии с расположением теплоизоляционного материала [1].

Рассмотрим первый способ: изоляционный материал располагается на внешней поверхности стены путем присоединения дюбелями к покрытой клеем стене, затем изоляционный материал проклеивается, на него накладывается декоративная штукатурка, которая впоследствии покрывается краской (рис. 1). В результате наружная система утепления формирует компактный изоляционный слой, благодаря которому достигается значительное снижение теплопотерь.

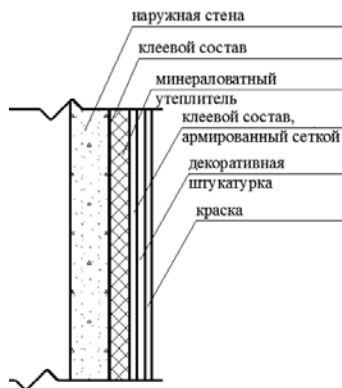


Рис. 1. Утепление стен снаружи

Рассматривая данный способ можно сделать вывод, что этот вариант имеет много преимуществ: долговечность здания - фасад защищается от негативного влияния атмосферных воздействий; повышение изоляционных свойств - в связи с введением дополнительных слоев увеличивается шумо-, гидро-, паро- и теплоизоляция; полезная площадь помещения не изменяется. Но главным достоинством данного метода является вынесение точки росы на внешний слой наружного утепления. К сожалению, данный способ утепления имеет недостаток, а именно – невозможно проводить работы при плохих погодных условиях.

Второй способ - способ дополнительного утепления внутренних поверхностей стен (рис. 2).

Однако такие системы имеют ряд проблем. Одной из причин является наличие мостика холода, который не может быть полностью устранен. Другая проблема заключается в разности температур в конструкции стены. Свойства ограждающих конструкций, наружная поверхность которых подвергается внешнему воздействию окружающей среды, ухудшаются.

Но наиболее серьезной проблемой такого утепления является риск появления конденсата в теплоизоляционном слое. Теплоизоляция внутри помещения применяется для существующих зданий, когда невозможен способ дополнительного утепления снаружи. В этом случае должны быть приняты меры для устранения мостиков холода, которые встречаются примыканиях полов, колонн и балок [2]. Также к негативным сторонам утепления внутренних поверхностей стен можно отнести заметное уменьшение полезной площади помещений. Но, в отличие от первого способа, работы могут производиться при любых погодных условиях.

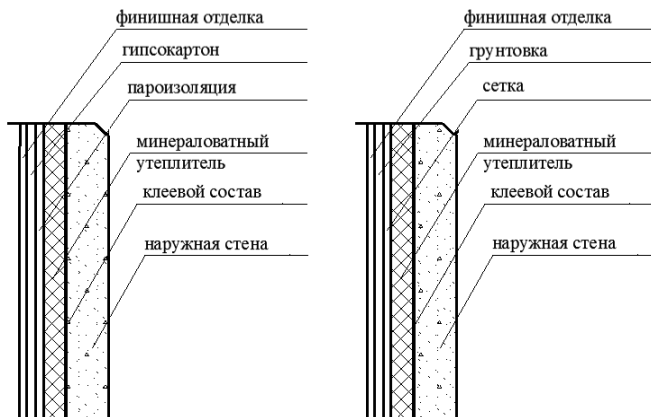


Рис.2. Варианты утепление стен изнутри

Третий способ изоляции - многослойная стеновая конструкция. Тепловая изоляция находится между двумя конструктивными слоями (чаще всего бетона). Однако такой способ изоляции также имеет недостатки: возможность образования конденсата, который может образовываться на внутренней поверхности, покрытой непроницаемой или непрветриваемой оболочкой, что может привести к ухудшению свойств конструкции [3, 4].

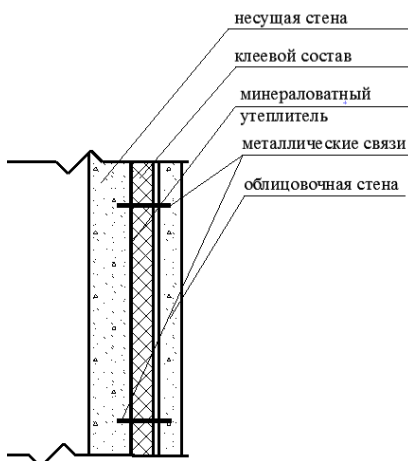


Рис.3. Многослойная стеновая конструкция

Следовательно, долговечность и эксплуатационная надежность системы теплоизоляции зависит от количества «мостиков холода» теплоизоляционной оболочки, которые являются очагами интенсивного старения слоя утеплителя и преждевременного разрушения системы.

Таким образом, с точки зрения теплофизических процессов наиболее эффективным является наружное утепление как панельных, так и кирпичных стен жилых домов.

Литература:

1. Умнякова, Н.Г. Теремок. «Эффективная теплоизоляция Rockwool. Рекомендации специалистов и строителей» / Н.П. Умнякова. М. : Rockwool, 2000.-48 с.
2. Некрасов, М. Теплоизоляционные материалы: сравнительные характеристики / М. Некрасов // Технологии стр-ва. 2003. - № 2(24). - С.20 - 25.
- 3.http://www.builderclub.com/statyi/tehnologii-troitelstva/utepleniye-doma-chno-nuzhnoznat-ob-utepleni-doma/#content_item_3706.
4. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-126-teploizolyacia>

УДК 336:658

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ

Криворучко А.В.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,
г. Харьков, Украина*

В статье рассматривается возможность определения и усовершенствования сущности каждого из инструментов управления бизнесом как единого организма управления различными процессами строительной организацией.

Обеспечение устойчивого развития строительной компании в современной экономической системе становится особенно актуальной проблемой. В среде неопределенности и кризисных ситуациях формируется неустойчивость предприятия, что требует изучения его состояния и разработки мероприятий по обеспечению устойчивого развития. Уже существуют практические исследования, которые направлены на решение данного вопроса. Но до сих пор не существует четких рекомендаций по комплексной динамичной оценке уровня устойчивого развития строительной организации. Поэтому определение возможности и сущности каждого из инструментов управления предприятием как единого организма управления строительной организацией является достаточно актуальными для данного исследования.

Анализ последних исследований и публикаций указывает на то, что практически работ по этой проблематике не существует. Из всех работ выделяется работа [4], но в данной работе указаны только основные общие

теоретические положения и разработаны рекомендации по комплексной оценке уровня устойчивого развития промышленных предприятий.

Цель данного исследования заключается в исследовании структуры механизма обеспечения финансовой устойчивости и выявлении особенностей его функционирования строительных предприятиях, а также направлений его совершенствования в условиях современной экономики.

Проведенное исследование позволяет выделить основные мероприятия, а также методы и инструменты которые позволяют сформировать механизм устойчивого развития строительной организацией.

К инструментам управления улучшения финансового состояния на предприятии, используются во время внутренней координации всех процессов на предприятии, можно отнести бухгалтерский учет, структуру предприятия и мотивацию сотрудников (рис. 1).

Первым из инструментов управления финансовыми потоками (а именно расходами) является бухгалтерский учет, так как он является центром аккумулирования финансовых ресурсов на предприятии.

Некоторые ученые считают, что низкий уровень развития управленческого учета, когда компании не в состоянии оценить результаты своей деятельности, способствует возникновению банкротства. Отмечается также, что правительство не может регулировать методы управленческого учета, поскольку они являются уникальными (этого мнения придерживается, например Rūta Kalčinskaitė [19]).



Рис. 1. Перечень логистико-ориентированных процессов [и] инструментов управления строительной компанией

Нужно отметить, что существует мнение об обязательности тесной взаимосвязи между бухгалтерским учетом и логистикой. Это мнение поддерживают иностранные исследователи. Например, Cullen John, Bernon Mike, Gorst Jonathan в своем исследовании [16] утверждают, что в управленческом учете имеет четко определенную роль управления улучшением логистических процессов и наоборот. Kevin Yates и Mitchell Phoenix [18] утверждают, что управление бухгалтеров теперь ближе к бизнесу, чем когда-либо прежде, так как они могут улучшить способность принимать оперативные эффективные решения. Авторы выделяют в статье четыре элемента процесса принятия решений: ясное понимание цели, а именно конечную цель; владение информацией, поступившей на данный момент; идеи о том, как именно цель может быть достигнута; выполнение заданий без отклонения от принятого решения. Более подробно особенности этого инструмента управления были рассмотрены в работах [11, 13].

Традиционно, полученная информация бухгалтерского учета помогает проведению финансово - экономического анализа. Нужно отметить, что всегда актуальным является вопрос получения своевременной информации о финансовой устойчивости предприятия. Но надо отметить тот факт, что традиционные методы анализа более применимы для расчетов в текущем времени, то есть для текущего управления (проведение подобного анализа целесообразно проводить несколько раз в месяц), а при оперативном управлении (подобный анализа целесообразно проводить ежедневно, а по некоторым показателям возможен даже несколько раз в сутки) не дают возможности рассчитать динамические показатели и оценить финансовое состояние предприятия. Анализ последних исследований показал, что работы, в которых рассматривалась данная проблема практически не существует. Но уже некоторые исследователи работают над этой проблемой, например [2].

Суть методики анализа, предложенной в работе [2], была разработана с применением российской нормативной базы, поэтому для украинских предприятий без дополнительных исследований она не может быть применена.

Нужно отметить, что проведение динамического оперативного анализа возможно с помощью применения алгоритма проведения экспресс-анализа финансовой устойчивости предприятия, который состоит из 9 этапов (более подробно сущность каждого из этапов анализа были рассмотрены в работах [5, 6, 8, 9]).

Традиционно для проведения оперативного анализа следует применять внутренние формы отчетности, анализа и аудита. Основной задачей внутренней формы отчетности, анализа и аудита является получение объективной информации о финансово-экономическом

состоянии предприятия за расчетный период в понятном, доступном для пользователей виде.

Но существует несколько проблем, которые не позволяют в полном объеме эффективно использовать данные внутренней формы отчетности, анализа и аудита для получения оперативной информации. Перечень проблем, их сущность и предложен комплекс мероприятий по решению этих проблем был более подробно рассмотрен в работе [7, с. 4-5].

Ведение оперативного учета финансовой устойчивости предприятия требует создания такой бухгалтерской системы, с помощью которой можно получить оперативную общую информацию. Для решения этой проблемы нужно создать обобщающий документ, который с одной стороны позволит получить оперативную информацию, а с другой – объединить и воспроизвести целостной информационную картину финансового состояния предприятия.

Кроме того, для понимания финансово - экономической ситуации на предприятии внутреннюю документацию необходимо связать с бюджетами продаж, закупок и доходов. Самое ценное, что дает предприятию бюджетирование – это координация всех сторон деятельности, усилий всех подразделений на достижение конкретного результата и, как следствие, повышение эффективности и финансовой устойчивости, т.е. назначение бюджетирования – предоставить более - менее подробную финансовую часть бизнес-плана, которая предназначена обеспечить такой поток ресурсов, благодаря которому возникнет приемлемый уровень затрат для получения достаточной прибыли. Возможную структуру и последовательность формирования бюджета предприятия приведены на рис. 2.

Другими словами, бюджетирование должно быть плотно «привязанным» к управленческому бухгалтерского учета. Подобного мнения придерживаются [0, с. 37], которые утверждают, что бюджетирование и управленческий учет тесно связаны и взаимозависимы, причем бюджетирование является базисом управленческого учета. Нормативная часть последнего, к сожалению, имеет преимущественно статический характер. В профессиональной литературе содержатся примеры попыток ввести алгоритмы, реализация которых позволяла бы строить динамический по своему характеру учет [2].

О необходимости использования в современных условиях динамичного подхода отмечают и западные ученые, например [17]. Что касается процесса бюджетирования на предприятиях, то этому вопросу уже уделено много исследований, например исследования [15] посвящено изучению особенностей капитала бюджетного процесса.

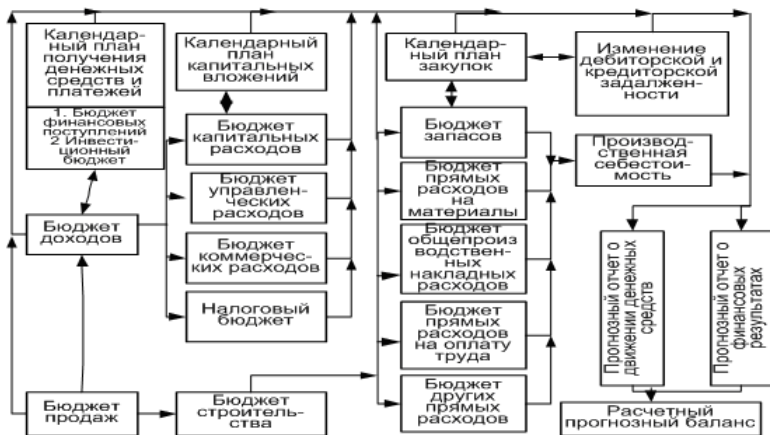


Рис. 2. Структура и последовательность формирования бюджета предприятия (на основе материалов работы [3] с корректировкой на специфику строительного предприятия)

Факт	План	Бюджет доходов	Бюджет продаж	Бюджет строительства	...	Значение фактических отклонений бюджета
Бюджет доходов						
Бюджет продаж		Логическое поле				
Бюджет строительства						
...						
Значение ожидаемых отклонений бюджета						

Рис. 3. Пример бюджетной матрицы

Чтобы обеспечить динамическое управление бюджетами предприятия целесообразно использовать матричный подход и строить бюджетные матрицы примеру, который приведен на рис. 3. В такой матрице можно фиксировать значения ожидаемых и фактических отклонений всех бюджетов предприятия и строить (внутри поля, обведено толстой линией) план их корректировки по алгоритмам, которые известны из линейного про-

граммирования. Для практической реализации такого подхода потребуются соответствующие IT-технологии (см., например, работу [10, с.271]). Более подробно этот вопрос исследовался в работе [12].

Следующим инструментом управления предприятия является управление структурой, так как четко определенная структура помогает слаженной работе всех отделов предприятия. Под слаженной работой отделов предприятия следует понимать не только своевременно подготовленную документацию, но и доступность к ней. Однако на практике оказывается, что не каждый отдел предоставляет документацию по первому требованию другого отдела. В результате этого могут возникнуть дополнительные расходы, связанные с необходимостью проведения повторных расчетов (исследований), что мешает оперативному управлению.

Для решения этой проблемы необходимо объединить в единую документарную сеть все отделы, чтобы с каждого рабочего места была возможность выхода в общую систему. Однако с целью предотвращения возможных злоупотреблений служебным положением следует ограничить доступ сотрудников различных отделов в общую систему. Каждый сотрудник должен иметь доступ к общей документации только в пределах той документации, которая ему необходима для выполнения производственного задания. Нужно определить круг общей документации предприятия, которая необходима различным отделам строительной организации при решении производственных вопросов. Это делается для того, чтобы с одной стороны выявить и ликвидировать повторения действий по заполнению документации через закрепление операции по одному из отделов строительной организации, а с другой стороны – определить четкий круг внутренних пользователей документации.

Для успешного формирования каждого из структурных блоков предприятия необходимо определить их функции, перечень подразделений входящих в состав каждого блока. Затем необходимо разработать и утвердить документы, которые будут регламентировать деятельность каждого отдела и его подразделений, а также должностные инструкции каждого из сотрудников: в процессе подготовки, согласования и утверждения этих документов будет подниматься различные вопросы, например: численность работников, их квалификация, фонд оплаты труда, обязанности и ответственность сотрудников и прочее.

Необходимо отметить, что не существует единого образца для формирования структуры управления строительной организацией. В каждой конкретной ситуации структура предприятия, количество служб, их функции будут зависеть от различных факторов: законодательства, внутренней и внешней политики предприятия. Чтобы структура

предприятия и каждого структурного подразделения была оптимальной необходимо четко определить задачи каждого отдела и структурного подразделения отдела, вытекающие из стратегических целей, возможность делегирования полномочий, необходимых для реализации этих задач, круг обязанностей сотрудников, а также систему оценки деятельности каждого из отделов. В работе [13] предложила возможную схему организационно - управленческой структуры строительной организации, в которой предложила сформировать несколько отделов строительной организации, которые должны возглавлять: главный архитектор, директор технического надзора, коммерческий директор, исполнительный директор, финансовый директор, директор по управлению персоналом, юрист, руководитель логистического отдела.

Нужно отметить, что некоторые исследователи считают, что в любых компаниях должен быть отдел логистики, основной целью которого являются поставки продукции в нужное время с минимальными затратами. В статье Adebambo Olayinka Somuyiwa [14] предложил для реализации этой цели построить модель, с помощью которой возможно смоделировать различные экономические ситуации, то есть сотрудники могут сравнить возможности транспортировки конкретного продукта (ов), чтобы получить самую низкую общую стоимость. Компания может, например, использовать эту модель при принятии решения о распределении продукции. Кроме того, должна быть поддержка группы распределения поставщиков логистических услуг, с целью обеспечения экономии за счет масштаба и сферы, в конечном счете, приводит к снижению затрат и повышению клиентам «удовлетворения». Кроме того в статье подчеркивается, что многомерность логистической деятельности, затрудняет управление.

На основании поведенного исследования возможно утверждать, что для эффективной работы предприятия сотрудники должны иметь доступ к документации для того, чтобы принимать оперативные решения. Решение этого вопроса возможно только через создание единой системы документооборота, что позволит определенным группам управленцев не проводить повторные исследования/расчеты, а воспользоваться уже существующими результатами. Круг вопросов, которые должны решаться в рабочем процессе, может быть закреплен за каждым отделом с помощью должностных инструкций.

Надо отметить, что доходность предприятия характеризуется не только расчетными экономическими показателями, например, рентабельностью, но и способностью сотрудников предприятия быстро и качественно удовлетворить требование покупателей на приобретение товара, ведь не всегда в процессе оформления контракта участвует один

отдел. Для стимулирования эффективной работы сотрудников для уменьшения затрат и используется еще один инструмент - мотивация. То есть, если отражать расходы по каждому из отделов /сотрудников, возможно, проследить за качественным выполнением всех бизнес - процессов. В качестве премии предоставлять денежные бонусы - премии. Если в процессе деятельности будут возникать какие-то штрафные санкции, то денежное вознаграждение сотрудника будет уменьшаться, поэтому он вынужден для получения высокого бонуса наградные оптимизировать свою деятельность самостоятельно.

Представленный механизм управления устойчивым развитием предприятия позволил выделить и обосновать рекомендации по комплексной динамичной оценке уровня устойчивого развития строительной организации, при этом сам механизм рассматривается как единый организм управления различными процессами строительной организации.

Литература

1. Васильева В.В., Гаврилова О.А. Методические подходы к интеграции систем управленческого учета, бюджетирования и сбалансированных показателей как эффективных инструментов управления на предприятии // Вестник АГТУ. Сер.: Экономика. – 2010. – № 1. – С.36-46.
2. Грачев А.В. Финансовая устойчивость предприятия: критерии и методы оценки в рыночной экономике. – Изд. 2-е. – М.: Издательство «Дело и Сервис», 2008.
3. Ковтун С. Бюджетування на сучасному підприємстві, або як ефективно управляти фінансами. – Х.: Фактор, 2005.
4. Кондаурова Д.С. Совершенствование механизма устойчивого развития промышленного предприятия // Экономика, управление, финансы: материалы междуна. заочн. научн. конф. (г. Пермь, декабрь 2012 г.). – Пермь: Меркурий, 2012. – С. 130-132.
5. Криворучко А.В. Концептуальный подход к формированию динамических бухгалтерских показателей// Бизнес Информ. – 2009. – № 3. – С.52 - 58.
6. Криворучко Г.В. Формування динамічних показників на базі бухгалтерської документації // Проблеми розвитку ринку фінансових послуг в Україні. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 17-18 листопада. – Харків: АвДА СПДФО Михайлов Г.Г., 2009. – С.606-612.
7. Криворучко Г.В., Миланич Т.А. Про необхідність створення єдиної системи документообігу на підприємстві // *Materials VII Miedzynarodowej naukowipraktycznej konferencji «Perspektywiczne opracowania sa nauka i technikami - 2011».* *Ekonomiczne nauki.: Przemysl. Nauka i studia.* –2011.– Volume 13.– С.3-11.
8. Криворучко Г.В., Миланич Т.А. Розрахунок та управління динамічними фінансовими потоками підприємства // *Економіка: проблеми теорії та практики.* Збірник наукових праць. – Випуск 262: В 12 т. – Том 7. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2010. – С.1859 – 1873.
9. Миланич Т.А., Криворучко Г.В. Логістико-орієнтований підхід до формування динамічних показників на базі бухгалтерської документації./ *Фінанси підприємств:*

проблеми теорії та практики: Монографія. – Харків: «АдВА» Михайлов Г.Г., 2011. – С.50-67.

10. Савчук В.П. Управление прибылью и бюджетирование. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.

11. Серіков А.В., Криворучко Г.В. Інструментарій управління фінансовими потоками сучасної будівельної фірми // Проблеми розвитку ринку фінансових послуг. Матеріали Регіональної науково-практичної конференції 15-16 листопада 2012р. – Харків: ТО Ексклюзив,2012/ХНУБА,2012. – С.265-272.

12. Серіков А.В., Криворучко Г.В. Концептуальні засади динамічного управління фінансами малого підприємства// Актуальні проблеми економіки. – 2010. – № 1. – С. 254 - 263.

13. Серіков А.В., Криворучко Г.В. Сучасні інструменти управління фінансовими потоками будівельної фірми. / Фінанси підприємств: проблеми теорії та практики. Монографія. – Харків: ТО Ексклюзив,2012/ХНУБА,2013. – С.87-106.

14. Adebambo Olayinka Somuyiwa. Problems and Prospects of Logistics in Nigeria: Explorative Analysis // Journal of Management and Society. Vol. 1. – 2010.– № 2.– P. 17-26.

15. Agnė Keršytė. Capital budgeting process: theoretical aspects // Kaunas University of Technology, Faculty of Economics & Management. – Kaunas: leidykla „Technologija“. – 2011. – P.1130-1134.

16. Cullen John, Bernon Mike, Gorst Jonathan. Tools to manage reverse logistics. // Research executive summaries series. Volume 6. – 2010. – №3. – P.1-7.

17. He Juan1, Jiang Xianglin, Zhu Daoli, Wang Jian, Chen Lei. Finance,production, manufacturing and logistics: VaR models for dynamic Impawn rate of steel in inventory financing // Business Management and Economics. Volume 3. – 2012.– № 3. – P. 127-137.

18. Kevin Yates Managing director, Mitchell Phoenix. Decisive leadership: making for management effective decision accountants.// Financial Management. – 2011. – September. – P.52-53.

19. Rūta Kalčinskaitė. VALDYMO APSKAITOS ELEMENTŲ TAIKYMAS MAŽOSE IR VIDUTINĖSE ĮMONĖSE // Kaunas University of Technology, Faculty of Economics & Management. – Kaunas: leidykla „Technologija“. – 2009. – P. 64-70.

УДК 539.3

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ДАВЛЕНИИ НА ПОЛУПРОСТРАНСТВО

Теличко В.Г., Ходорович П.Ю.

Тульский государственный университет

Рассматривается модификация объемного конечного элемента в форме тетраэдра для расчета пространственных конструкций из анизотропных разносопротивляющихся материалов. Построена модель решения задачи определения НДС полупространства, находящегося под местным давлением.

Для повышения эффективности строительства существенно важным является совершенствование методов проектирования оснований и фундаментов, стоимость устройства которых может достигать до 20—30 % стоимости зданий и сооружений. Сложность инженерно-геологической обстановки площадок строительства, уникальность и масштабность совре-

менных сооружений (АЭС, ТЭС, установки на шельфе и др.), повышение технологических нагрузок и этажности зданий требуют возможно полного учета реальных свойств грунтов оснований, что можно обеспечить только при использовании новейших достижений в области механики грунтов, горных пород и численных методов расчета.

Согласно [2] анизотропные грунты и породы широко распространены в коре и в верхней мантии Земного шара. Кроме того они обладают разносопротивляемостью [3]. Для решения поставленной задачи авторы предлагают использовать модифицированную конечно-элементную модель построенную на базе стандартного объемного изопараметрического элемента в форме тетраэдра с 3-ми степенями свободы в узле, использующего положения общей трехмерной теории упругости [9].

Рассмотрим объемный конечный элемент в виде тетраэдра (рис. 1) с 4-мя узлами в вершинах [4]. Вопросы, связанные с получением матрицы жесткости, решены в работе [6].

Для иллюстрации предлагаемого подхода рассмотрим задачу о давлении на полупространство (рис. 2). Исходные данные для расчета принимались следующие: размеры в плане 20000x5000 мм, по высоте 7 слоев по 2000 мм, размер зоны давления 2000x500. Интенсивность равномерно распределенной нагрузки q принималась равной 700 кПа.

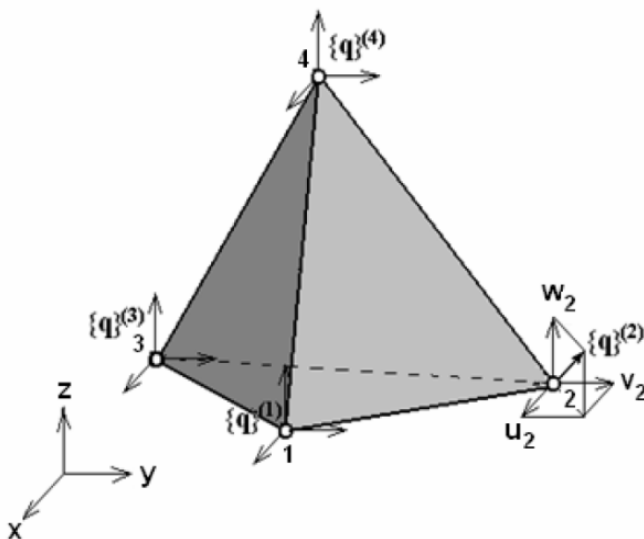


Рис. 1. Конечный элемент в виде тетраэдра

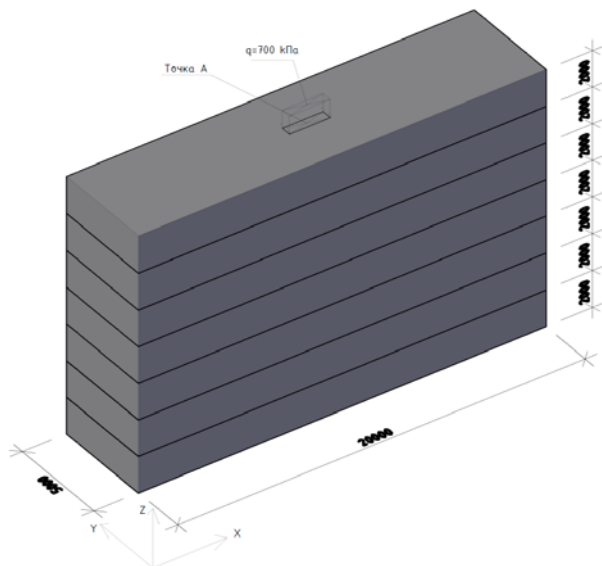


Рис. 2. Расчетная схема

Некоторые результаты расчета представлены на рис. 3-4.

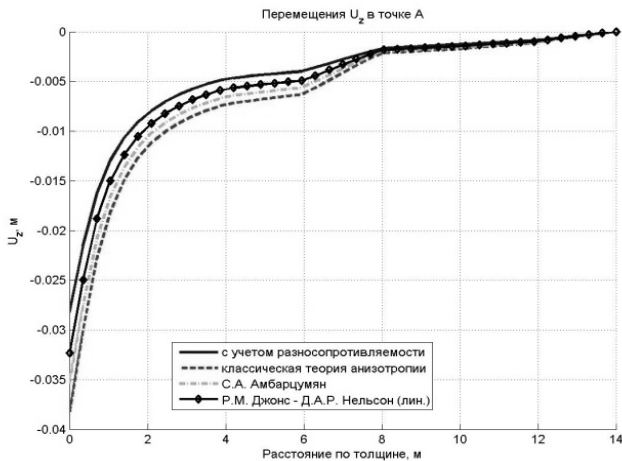


Рис. 3. Изменение вертикальных перемещений по толщине в точке А

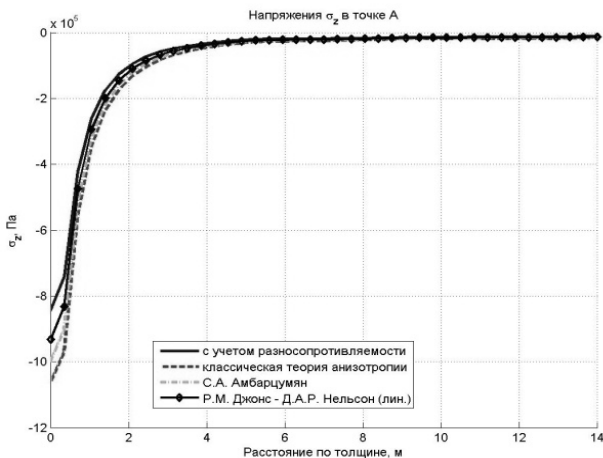


Рис. 4. Изменение напряжений σ_z по толщине в точке A

В частности, показаны изменения вертикального перемещения U_z и напряжения $\sigma_z = \sigma_{33}$ по толщине модели полупространства. Проведено сравнение результатов полученных для нескольких различных теорий: А.А. Трещева [5], классической теории анизотропии, а также результатами основанными на определяющих соотношениях С.А. Амбарцумяна [1] и Р.М. Джонса - Д.А.Р. Нельсона (в квазилинейной постановке) [7].

Проведенные авторами исследования напряженно-деформированного состояния модели полупространства из нескольких слоев разнотолщинных анизотропных (ортотропных) материалов показали, что предлагаемый подход, основанный на положениях трехмерной теории упругости и определяющих соотношениях А.А. Трещева [5] вполне адекватен и обладает рядом преимуществ над существующими теориями благодаря повышенной точности и удобству использования метода конечных элементов. Также показано, что при проведении расчетов пренебрегать учетом явления разнотолщинности никак нельзя, так как это может привести к значительным погрешностям в определении параметров напряженно-деформированного состояния (до 30 % по напряжениям и перемещениям).

Материалы статьи могут быть полезны для специалистов в области прогнозирования поведения конструкций, а также для выполнения проек-

тировочных и проверочных расчетов в различных областях механики строительства и других отраслях народного хозяйства.

Литература

1. Амбарцумян С.А. Основные уравнения и соотношения разномодульной теории упругости анизотропного тела / С.А. Амбарцумян // Изв. АН СССР. МТТ. – 1969. – № 3. – С. 51-61.
2. Бугров А.К. Анизотропные грунты и основания сооружений. / А.К. Бугров, Голубев А.И. // СПб.: Недра, 1993. — 245 с.: ил.
3. Вялов С. С. Реологические основы механики грунтов: Учеб. пособие для строительных вузов. / С.С. Вялов // М.: Высш. школа, 1978.— 447 с, ил.
4. Клованич С.Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики. / С.Ф. Клованич // Библиотека журнала "Світ геотехніки", 9-ый выпуск. – Запорожье: Издательство журнала "Світ геотехніки", 2009. – 400 с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-966-7732-72-2
5. Трещев, А. А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения : монография / А. А. Трещев // РААСН, ТулГУ .— М. : Изд-во ТулГУ, 2008 .— 264 с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7679-1283-4.
6. Трещев А.А., Теличко В.Г., Царев А.Н., Ходорович П.Ю. Конечно-элементная модель расчета пространственных конструкций из материалов с усложненными свойствами // Известия ТулГУ. Технические науки. – Тула: Изд-во ТулГУ. – 2012. Вып. 10. – С. 106-115.
7. Jones R.M. Modeling Nonlinear Deformation of Carbon-Carbon Composite Materials / R.M. Jones // AIAA Journal. – 1980. – Vol. 18. – № 8. – P. 995-1001.

УДК 539.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ

Трещев А.А., Теличко В.Г., Ходорович П.Ю., Царев А.Н.

Тулский государственный университет

Рассматривается модификация объемного конечного элемента в форме тетраэдра для расчета пространственных конструкций из анизотропных разносопротивляющихся материалов. Построена модель решения задачи определения НДС полупространства, находящегося под местным давлением.

Для повышения эффективности строительства существенно важным является совершенствование методов проектирования оснований и фундаментов, стоимость устройства которых может достигать до 20—30 % стоимости зданий и сооружений. Сложность инженерно-геологической обстановки площадок строительства, уникальность и масштабность современных сооружений (АЭС, ТЭС, установки на шельфе и др.), повышение технологических нагрузок и этажности зданий требуют возможно полного учета реальных свойств грунтов оснований, что можно обеспечить только

при использовании новейших достижений в области механики грунтов, горных пород и численных методов расчета.

Согласно [5] анизотропные грунты и породы широко распространены в коре и в верхней мантии Земного шара. Кроме того они обладают разносопротивляемостью [6]. Многие исследователи не без оснований высказывают мнение, что все грунты (нескальные породы), обладают в той или иной степени анизотропией свойств с учетом того, что при формировании в прошлые геологические эпохи они в большей или меньшей мере испытывали сложное нагружение, сформировавшее неоднородное и анизотропное напряженное состояние. Анизотропия в грунтах — скорее правило, чем исключение. К грунтам, у которых она ярко выражена, относятся ленточные глинистые отложения, лёссы и лёссовидные грунты, торфянистые, мерзлые, солонцеватые и некоторые другие разновидности. Анизотропия присуща многим полускальным и скальным породам в силу преимущественной ориентации минералов и свойств текстуры породы (слоистость, полосчатость и т. п.), трещиноватости, наличия дефектов структуры и др.

Для решения поставленной задачи авторы предлагают использовать модифицированную конечно-элементную модель построенную на базе стандартного объемного изопараметрического элемента в форме тетраэдра с 3-мя степенями свободы в узле, использующего положения общей трехмерной теории упругости [9].

Математическая модель конечного элемента

Рассмотрим объемный конечный элемент в виде тетраэдра (рис. 1) с 4-мя узлами в вершинах [7].

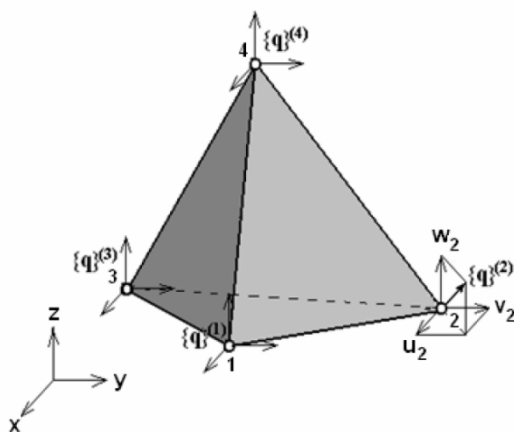


Рис. 1. Конечный элемент в виде тетраэдра

Вектор-столбец узловых перемещений i -го элемента имеет вид

$$\{q\}_i = \left\{ \left\{ q \right\}_i^{(1)} \quad \left\{ q \right\}_i^{(2)} \quad \left\{ q \right\}_i^{(3)} \quad \left\{ q \right\}_i^{(4)} \right\}, \quad (1)$$

где каждый из векторов представляется тремя проекциями $\left\{ q \right\}_i^{(k)} = \left\{ q_1^{(k)} \quad q_2^{(k)} \quad q_3^{(k)} \right\} = \left\{ u_k \quad v_k \quad w_k \right\}$.

Аналогичную структуру имеет вектор узловых сил

$$\{R\}_i = \left\{ \left\{ R \right\}_i^{(1)} \quad \left\{ R \right\}_i^{(2)} \quad \left\{ R \right\}_i^{(3)} \quad \left\{ R \right\}_i^{(4)} \right\}, \quad (2)$$

где $\left\{ R \right\}_i^{(k)} = \left\{ R_1^{(k)} \quad R_2^{(k)} \quad R_3^{(k)} \right\}$. Связь между векторами (1) и (2) $\left\{ R \right\}_i = [K]_i \left\{ q \right\}_i$ осуществляется с помощью матрицы жесткости $[K]_i$. Вопросы связанные с получением матрицы жесткости решены в работе [9].

Для иллюстрации предлагаемого подхода рассмотрим задачу о давлении на полупространство (рис. 2). Исходные данные для расчета принимались следующие: размеры в плане 20000x5000 мм, по высоте 7 слоев по 2000 мм, размер зоны давления 2000x500. Механические характеристики материалов приведены в таблице 1. Интенсивность равномерно распределенной нагрузки q принималась равной 700 кПа.

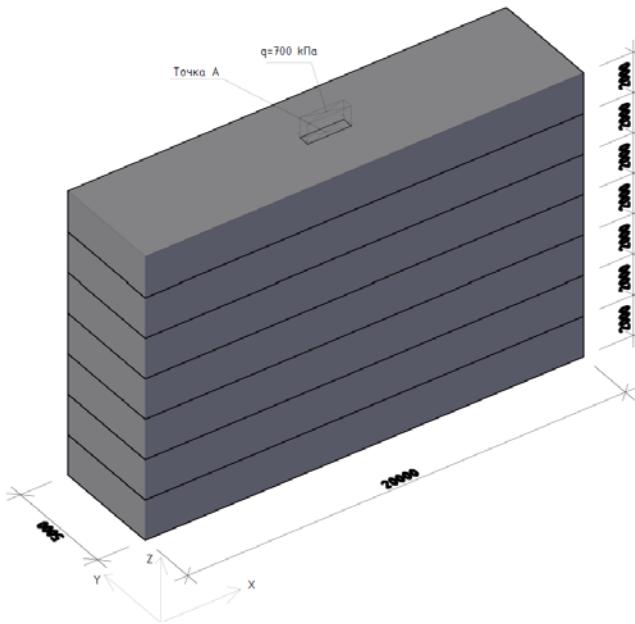


Рис. 2. Расчетная схема

Некоторые результаты расчета представлены на рис. 3-4.

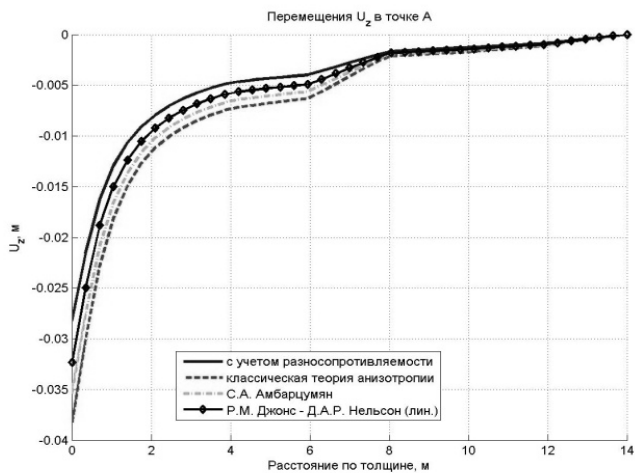


Рис. 3. Изменение вертикальных перемещений по толщине в точке А

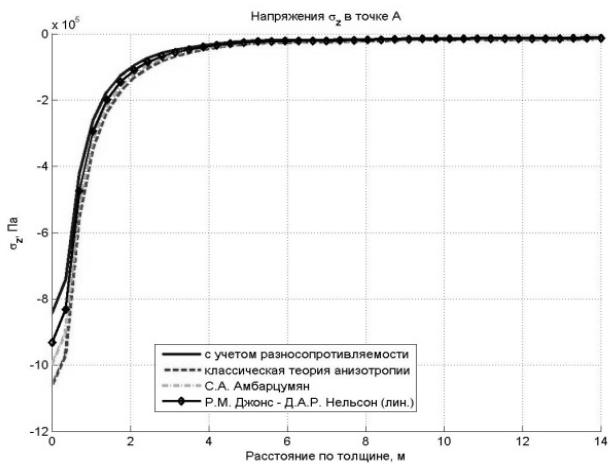


Рис. 4. Изменение напряжений σ_z по толщине в точке А

В частности, показаны изменения вертикального перемещения U_z и напряжения $\sigma_z = \sigma_{33}$ по толщине модели полупространства. Проведено сравнение результатов полученных для нескольких различных теорий: А.А. Трещева [8], классической теории анизотропии, а также результатами основанными на определяющих соотношениях С.А. Амбарцумяна [1] – [4] и Р.М. Джонса - Д.А.Р. Нельсона (в квазилинейной постановке) [10] – [15].

Проведенные авторами исследования напряженно-деформированного состояния модели полупространства из нескольких слоев разносопротивляющихся анизотропных (ортотропных) материалов показали, что предлагаемый подход, основанный на положениях трехмерной теории упругости и определяющих соотношениях А.А. Трещева [8] вполне адекватен и обладает рядом преимуществ над существующими теориями благодаря повышенной точности и удобству использования метода конечных элементов [9].

Также показано, что при проведении расчетов пренебрегать учетом явления разносопротивляемости никак нельзя, так как это может привести к значительным погрешностям в определении параметров напряженно-деформированного состояния (до 30% по напряжениям и перемещениям).

Материалы статьи могут быть полезны для специалистов в области прогнозирования поведения конструкций, а также для выполнения проективных и проверочных расчетов в различных областях механики строительства и других отраслях народного хозяйства.

Литература

1. Амбарцумян С.А. Основные уравнения и соотношения разномодульной теории упругости анизотропного тела / С.А. Амбарцумян // Изв. АН СССР. МТТ. – 1969. – № 3. – С. 51-61.
2. Амбарцумян С.А. Об одной модели наследственно-упругого тела, разносопротивляющегося растяжению и сжатию / С.А. Амбарцумян // ПИММ. – 1971. – Т. 35. – Вып. 1. – С. 49-60.
3. Амбарцумян С.А. Разномодульная теория упругости / С.А. Амбарцумян // М.: Наука, 1982. – 320 с.
4. Амбарцумян С.А. Основные уравнения теории упругости для материалов, разносопротивляющихся растяжению и сжатию / С.А. Амбарцумян, А.А. Хачатрян // Инж. журнал МТТ. – 1966. – № 2. – С. 44-53.
5. Бугров А.К. Анизотропные грунты и основания сооружений. / А.К. Бугров, Голубев А.И. // СПб.: Недра, 1993. — 245 с.: ил.
6. Вялов С. С. Реологические основы механики грунтов: Учеб. пособие для строительных вузов. / С.С. Вялов // М.: Высш. школа, 1978.— 447 с, ил.
7. Клованич С.Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики. / С.Ф. Клованич // Библиотека журнала "Світ геотехніки", 9-ый выпуск. – Запорожье: Издательство журнала "Світ геотехніки", 2009. – 400 с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-966-7732-72-2

8. Трещев, А. А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения : монография / А. А. Трещев // РААСН, ТулГУ .— М. : Изд-во ТулГУ, 2008 .— 264 с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7679-1283-4.
9. Трещев А.А., Теличко В.Г., Царев А.Н., Ходорович П.Ю. Конечно-элементная модель расчета пространственных конструкций из материалов с усложненными свойствами // Известия ТулГУ. Технические науки. – Тула: Изд-во ТулГУ. – 2012. Вып. 10. – С. 106-115.
10. Jones R.M. A Nonsymmetric Compliance Matrix Approach to Nonlinear Multimodulus Orthotropic Materials / R.M. Jones // AIAA Journal, 1977. – Vol. 15. - № 10. –P. 1436-1443.
11. Jones R.M. Modeling Nonlinear Deformation of Carbon-Carbon Composite Materials / R.M. Jones // AIAA Journal. – 1980. – Vol. 18. – № 8. – P. 995-1001.
12. Jones R.M. Stress-Strain Relations for Materials with Different Moduli in Tension and Compression / R.M. Jones // AIAA Journal, 1977. – Vol. 15. – № 1. – P. 16-25.
13. Jones R.M. Theoretical-experimental correlation of material models for non-linear deformation of graphite / R.M. Jones, D.A.R. Nelson // AIAA Journal. – 1976. – Vol. 14. – № 10. – P. 1427-1435.
14. Jones R.M. Material for nonlinear Deformation / R.M. Jones, D.A.R. Nelson // AIAA Journal. – 1976. – Vol. 14. – № 6. – P. 709–716.
15. Jones R.M. Further characteristics of a nonlinear material model for ATJ-S Graphite / R.M. Jones, D.A.R. Nelson // Journal Composit Materials – 1975. – Vol. 9. – № 7. – P. 251–265.

УДК 539.3

ПОТЕНЦИАЛ ДЕФОРМАЦИЙ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНО ОРТОТРОПНЫХ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

Трещев А.А., Лисицкий В.С.

Тулльский государственный университет

Построен новый потенциал деформаций для нелинейно ортотропных материалов, описывающий их деформирование с учетом чувствительности механических характеристик к виду напряженного состояния. Предложенный потенциал апробирован на примере углерода AVCO Mod 3a и может быть использован для расчета конструкций с учетом физической нелинейности.

В строительстве и других отраслях промышленности в настоящее время получили широкое применение конструкционные материалы, механические свойства которых не соответствуют классическим представлениям об упругопластическом деформировании твердых тел.

Построение математической модели состояния конструкционных материалов, универсально работающей при различных условиях нагружения, представляет собой одно из важнейших направлений механики деформированного твердого тела. Требуется установить

взаимнооднозначные соотношения между компонентами напряженного и деформированного состояния с указанием системы экспериментов, достаточной для определения констант, входящих в уравнения состояния и характеризующие механические свойства рассматриваемого материала.

Определяющие соотношения для нелинейно ортотропных материалов можно представить через потенциал деформаций:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots, \quad (1)$$

где $W = W(\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}, \tau_{12}\tau_{21}, \tau_{23}\tau_{32}, \tau_{31}\tau_{13}, \tau_{12}\tau_{23}\tau_{31})$, W_n – однородный многочлен степени $n+1$ по напряжениям.

Коэффициенты, входящие в разложение (1) являются параметрами материала, которые зависят от вида напряженного состояния и подлежат экспериментальному определению. Так для физически квазилинейных материалов имеем:

$$W_1 = A_1\sigma_{11}^2 + A_2\sigma_{22}^2 + A_3\sigma_{33}^2 + A_4\sigma_{11}\sigma_{22} + A_5\sigma_{22}\sigma_{33} + A_6\sigma_{33}\sigma_{11} + A_7\tau_{12}\tau_{21} + A_8\tau_{23}\tau_{32} + A_9\tau_{31}\tau_{13}. \quad (2)$$

Число слагаемых в разложении (1) с ростом n быстро увеличивается. Так, для $n=2$ имеем:

$$W_2 = B_1\sigma_{11}^3 + B_2\sigma_{22}^3 + B_3\sigma_{33}^3 + B_4\sigma_{11}^2\sigma_{22} + B_5\sigma_{11}\sigma_{22}^2 + B_6\sigma_{22}^2\sigma_{33} + B_7\sigma_{22}\sigma_{33}^2 + B_8\sigma_{33}^2\sigma_{11} + B_9\sigma_{33}\sigma_{11}^2 + B_{10}\sigma_{11}\sigma_{22}\sigma_{33} + B_{11}\sigma_{11}\tau_{12}^2 + B_{12}\sigma_{11}\tau_{23}^2 + B_{13}\sigma_{11}\tau_{31}^2 + B_{14}\sigma_{22}\tau_{12}^2 + B_{15}\sigma_{22}\tau_{23}^2 + B_{16}\sigma_{22}\tau_{31}^2 + B_{17}\sigma_{33}\tau_{12}^2 + B_{18}\sigma_{33}\tau_{23}^2 + B_{19}\sigma_{33}\tau_{31}^2 + B_{20}\tau_{12}\tau_{13}\tau_{23}. \quad (3)$$

При $n=3$ число слагаемых достигает уже 42.

В разложениях (2) и (3) для разносопротивляющихся материалов параметры A_k и B_k не являются константами, а представляют собой функции от комбинаций нормированных напряжений [2, 3]:

$$\alpha_{ij} = \sigma_{ij} / S; \quad (i, j = 1, 2, 3), \quad (4)$$

$$\text{где } S = \sqrt{\sigma_{ij}\sigma_{ij}} = \sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 + \sigma_{33}^2 + 2\tau_{12}^2 + 2\tau_{23}^2 + 2\tau_{13}^2}. \quad (5)$$

Очевидно, что нормированные напряжения связаны условием нормировки [2, 3]:

$$\alpha_{ij}\alpha_{ij} = \alpha_{11}^2 + \alpha_{22}^2 + \alpha_{33}^2 + 2\alpha_{12}^2 + 2\alpha_{23}^2 + 2\alpha_{13}^2 = 1. \quad (6)$$

Параметры A_k и B_k представим следующими функциями:

$$\begin{aligned}
 A_k &= A_{kk} + A_{km}\alpha_{nn} && - \text{для } k = 1,2,3; \\
 A_k &= A_{kk} + A_{km}(\alpha_{nn} + \alpha_{pp}) && - \text{для } k = 4,5,6; \\
 A_k &= A_{kk} + A_{km}\sqrt{2}\alpha_{np} && - \text{для } k = 7,8,9; \\
 B_k &= B_{kk} + B_{km}\alpha_{nn} && - \text{для } k = 1,2,3; \\
 B_k &= B_{kk} + B_{km}(\alpha_{nn} + \alpha_{pp}) && - \text{для } k = 4-9; \\
 B_k &= B_{kk} + B_{km}(\alpha_{nn} + \alpha_{pp} + \alpha_{qq}) && - \text{для } k = 10; \\
 B_k &= B_{kk} + B_{km}(\alpha_{nn} + \sqrt{2}\alpha_{qp}) && - \text{для } k = 11-19; \\
 B_k &= B_{kk} + \sqrt{2}B_{km}(\alpha_{np} + \alpha_{qr} + \alpha_{st}) && - \text{для } k = 20.
 \end{aligned} \tag{7}$$

Уравнения связи компонентов тензоров деформаций и напряжений для нелинейно ортотропных материалов могут быть определены в главных осях анизотропии на основе потенциала деформаций (1) – (3) в соответствии с формулами Кастильяно:

$$e_{ij} = \frac{\partial W}{\partial \sigma_{ij}}; \quad (i, j = 1,2,3). \tag{8}$$

Константы потенциала деформаций определяются по результатам обработки данных испытания образцов ортотропного материала на одноосное растяжение и одноосное сжатие поочередно вдоль главных осей анизотропии и под углом 45 к ним с использованием метода наименьших квадратов. Последние опыты можно заменить экспериментами по сдвигу в главных плоскостях анизотропии.

Рассмотрим композитный материал – углерод AVCO Mod 3a [6, 7].

Графическая зависимость напряжений от деформаций при нелинейной аппроксимации для осевых растяжения или сжатия вдоль главной оси анизотропии x_1 представлена на рис.1.

Графическая зависимость напряжений от деформаций при нелинейной аппроксимации для осевых растяжения или сжатия вдоль главной оси анизотропии x_2 представлена на рис.2.

Графическая зависимость напряжений от деформаций для сдвига в плоскости: а) x_1x_2 ; б) x_2x_3 в) x_1x_3 на рис. 3.

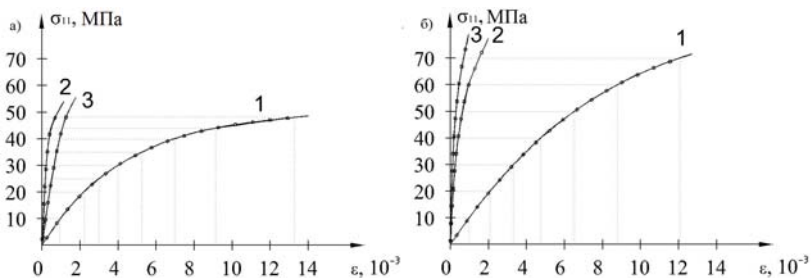


Рис. 1. Кривые напряжение-деформация в направлении оси x_1 :
 а) растяжение; б) сжатие;
 1 – продольная деформация e_{11} ; 2, 3 – поперечная деформация e_{22} и e_{33} ;
 — — — экспериментальные данные, —□— — нелинейные аппроксимации.

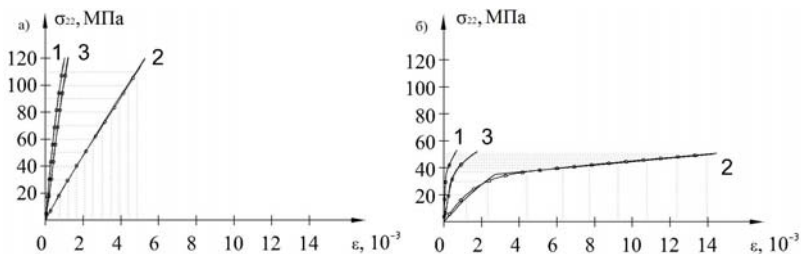


Рис. 2. Кривые напряжение-деформация в направлении оси x_2 :
 а) растяжение; б) сжатие;
 2 – продольная деформация e_{22} ; 1, 3 – поперечная деформация e_{11} и e_{33} ;
 — — — экспериментальные данные, —□— — нелинейные аппроксимации.

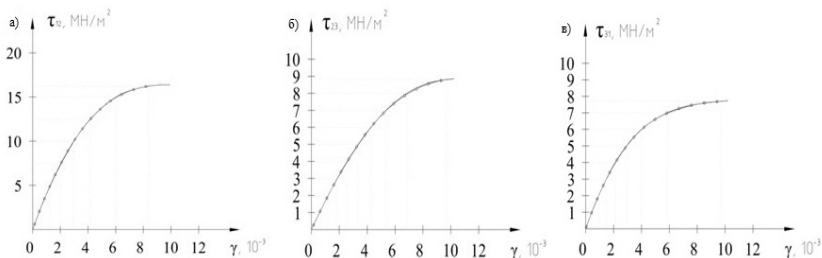


Рис. 3. Кривые напряжение-деформация в плоскости:
 а) x_1x_2 ; б) x_2x_3 в) x_1x_3 ;
 — — — экспериментальные данные, —□— — нелинейные аппроксимации.

Таким образом, предложенные зависимости деформаций от напряжений достаточно точно описывают диаграммы деформирования нелинейно ортотропного композита углерод AVCO Mod 3a [6, 7].

Из анализов проведенных исследований можно утверждать, что нелинейная аппроксимация кривых деформирования дает результаты, максимально приближенные к экспериментам. Поэтому очевидно, что предложенная модель структурно ортотропных упруго-пластических разнсопротивляющихся материалов, может быть использована для расчета ответственных конструкций, работающих при сложных напряженных состояниях. При построении материальных функций, проводилась проверка энергетической непротиворечивости по Дуккеру.

$$\delta e_{ij} \delta \sigma_{ij} = \frac{\partial^2 W}{\partial \sigma_{km} \partial \sigma_{ij}} \delta \sigma_{km} \delta \sigma_{ij} \geq 0. \quad (9)$$

Предложенные уравнения связи деформаций с напряжениями с учетом полученных из экспериментов констант для композита AVCO Mod 3a [6, 7] удовлетворяют ограничениям (9).

Литература

1. Амбарцумян С.А. Теория анизотропных пластин: прочность, устойчивость, колебания / С.А. Амбарцумян // М.: Наука, 1967. 266 с.
2. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А. Трещев // Москва – Тула: РААСН – ТулГУ. 2008. – 264с.
3. Трещев А.А. Анизотропные пластины и оболочки из разнсопротивляющихся материалов / А.А. Трещев // Москва – Тула: РААСН – ТулГУ. 2007. – 160с.
4. Schmuesser D.W. Nonlinear Stress-Strain and Strength Response of Axisymmetric Bimodulus Composite Material Shells / D.W.Schmuesser // AIAA Journal. – 1983. – Vol. 21. – №12. – P. 1742 – 1747.
5. Reddy L.N., Bert C.W. On the Behavior of Plates Laminated of Bimodulus Composite Materials / L.N.Reddy, C.W.Bert // ZAMM. – 1982. – Vol. 62. – № 6. – P. 213 – 219.
6. Jones R.M. A Nonsymmetric Compliance Matrix Approach to Nonlinear Multimodulus Ortotropic Materials / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1977. – Vol. 15. - № 10. – P. 1436 – 1443.
7. Jones R.M. Modeling Nonlinear Deformation of Carbon-Carbon Composite Material / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1980. – Vol. 18. - № 8. – P. 995 – 1001.
8. Jones R.M. Bucling of Stiffened Multilayered Circular Shells with Different Ortotropic Moduli in Tension and Compression / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1971. – Vol. 9. - № 5. – P. 917 – 923.
9. Амбарцумян С.А. Основные уравнения и соотношения разномодульной теории упругости анизотропного тела / С.А.Амбарцумян // Изв. АН СССР. МТТ. - № 3. – С. 51 – 61.

УДК 622.02:531

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ЗАКЛАДОЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

¹Ермолович О.В., ²Ермолович Е.А.

¹ООО Торговый дом «Карина», ²Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Приводятся результаты экспериментальных исследований прочности и трещиностойкости закладочных композиционных материалов на основе техногенных отходов.

Исследованию физико-механических свойств закладочных композитов в научной литературе уделяется достаточно внимания. Однако, как правило, в работах отсутствуют данные определения трещиностойкости искусственного массива, характеризующей сопротивление закладки разрушению при совместном воздействии знакопеременных растягивающих и сжимающих усилий.

Косвенно о трещиностойкости материалов можно судить по коэффициенту трещиностойкости $K_{тр}$ из соотношения (чем выше отношение, тем выше трещиностойкость) [1]:

$$K_{тр} = R_{изг}/R_{сж}; \quad (1)$$

где $R_{изг}$ – предел прочности при изгибе, МПа;

$R_{сж}$ – предел прочности при сжатии, МПа.

Для определения прочности при изгибе и сжатии были изготовлены образцы в виде призм квадратного сечения с геометрическими размерами 40x40x160 мм в количестве 6 штук каждого состава в соответствии с ГОСТ 5802-86. Формование производилось без вибрирования, смесь уплотнялась легким постукиванием о стол. Формы маркировались и помещались в климатическую камеру, в которой выдерживались в течение 2-3 суток до достижения распалубочной прочности образцов. В камере поддерживалась температура $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ и относительная влажность 90-95 %. После расформовки образцы маркировались и помещались в климатическую камеру для дальнейшего твердения в течение 90 суток, по истечении которых определяли пределы прочности при сжатии и изгибе с использованием испытательной машины Инстрон 5882 и вычисляли коэффициент трещиностойкости согласно формуле (1).

В качестве компонентов закладочных композитов использовалось следующее сырье:

1. Гранулированный доменный шлак ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК) ГОСТ 3476-74

2. Щебень шлаковый для производства цемента НЛМК фракция 0-5 мм ТУ 14-106-651-2003

3. Шлак конверторный А для производства строительных материалов НЛМК ТУ 14-106-593-99

4. Доломитовая мука АО «Доломит»

5. Цемент ПЦ400-Д20 ЗАО «Белгородский цемент»

6. Отходы обогащения ОАО «Комбинат КМАруда», отобранные из буферной емкости.

7. Отходы обогащения ОАО «Комбинат КМАруда», отобранные из хвостохранилища «Грачев лог».

В табл. 1, 2 приведены валовой состав композитов и результаты испытаний образцов.

Таблица 1 Составы закладочных композитов

Номер состава	Состав закладочных композитов и количество компонентов на м ³
1	Шлак гранулированный молотый–386 кг; отходы Грачев лог–200 кг; вода–484 л.
2	Шлак гранулированный молотый –396 кг; отходы Грачев лог–1186 кг; доломитовая мука–44 кг; вода–461 л.
3	Шлак гранулированный молотый–368 кг; отходы Грачев лог–1106 кг; цемент–100 кг; суперпластификатор СП-1–1 кг; вода–461 л.
4	Шлак гранулированный молотый –394 кг; отходы буферная емкость–1183 кг; цемент–105 кг; вода–460 л.
5	Шлак гранулированный молотый–397 кг; отходы Грачев лог–1190 кг; цемент–106 кг; вода–476 л.
6	Шлак гранулированный молотый–406 кг; отходы Грачев лог–1220 кг; доломитовая мука–45 кг; вода–436 л
8	Шлак конверторный А –435 кг; отходы Грачев лог–1305 кг; цемент–116 кг; вода–382 л.
11	Щебень шлаковый –327 кг; отходы Грачев лог–1166 кг; цемент–233 кг; вода–452 л.
12	Отходы буферная емкость–1330 кг; цемент–405 кг; вода– 424 л.
13	Отходы буферная емкость–1403 кг; цемент–280 кг; вода–424 л.

Таблица 2. Результаты определения прочности и трещиностойкости закладочных композитов

Номер состава	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент трещиностойкости
1	1,71	4,53	0,377
2	1,79	7,11	0,252
3	3,10	8,11	0,382
4	3,10	10,93	0,284
5	2,90	11,89	0,243
6	2,55	7,60	0,336
8	1,32	1,67	0,790
11	2,80	7,94	0,352
12	2,93	11,0	0,266
13	2,93	9,48	0,309

Анализ данных показывает, что бесцементные закладочные композиционные материалы характеризуются хорошим соотношением прочности и трещиностойкости (составы 1, 6). Суперпластификатор СП-1 и крупный заполнитель улучшают все исследованные характеристики (составы 3, 8). Большое же количество цемента, повышая прочность закладочных композитов на основе техногенных отходов, одновременно увеличивает их хрупкость (составы 12, 13). Для улучшения трещиностойкости искусственного закладочного массива на основе отходов обогащения железистых кварцитов с содержанием цемента более 250 кг целесообразно вводить в закладочные композиты армирующие элементы.

Исследование физико-механических свойств закладочных композиционных материалов проводилось с использованием оборудования Центра коллективного пользования НИУ «БелГУ» «Диагностика структуры и свойств наноматериалов».

Литература

1. Комохов П.Г. Бетон: классика и современность // Популярное бетоноведение, 2008. URL: <http://www.allbeton.ru/article/47/13.html>. (Дата обращения 20.09.2013).

ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 504:614

ОБРАЗОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИИ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА КАФЕДРЕ «ЭКОЛОГИЯ» БНТУ С ЦЕЛЬЮ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Морзак Г.И., Ролевич И.В., Зеленухо Е.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

Обобщена роль кафедры «Экология» БНТУ в развитии системы образования в области экологии и радиационной безопасности, повышении статуса образования и просвещения в этой области, формировании эффективно функционирующей системы образования, реально содействующей устойчивому развитию страны. Проведенная работа обеспечивает превращение образования и просвещения в области экологии и радиационной безопасности в один из ключевых элементов долгосрочной стратегии устойчивого развития страны.

Экологическое образование является непрерывным процессом обучения, самообразования, накопления опыта и развития личности, направленным на формирование ценностных ориентаций, норм поведения и получение специальных знаний по охране окружающей природной среды и природопользованию, реализуемых в экологически грамотной деятельности [1]. Радиационная безопасность, как раздел экологического образования, призвана научить студентов обеспечению радиационной безопасности окружающей среды, защите ее и неживых объектов от вредных эффектов ядерной радиации. Такое внимание к радиационной безопасности объясняется увеличивающейся областью применения ионизирующей радиации в медицине, исследованиях и промышленности и расширяет защиту окружающей среды и человека от естественной радиации.

Поэтому именно кафедра «Экология» БНТУ уделяет большое внимание развитию новой системы образования в области радиационной безопасности, повышению статуса образования и просвещения в этой области, формированию эффективно функционирующей системы экологического образования, реально содействующей устойчивому развитию страны. Последнее обеспечивается превращением образования и просвещения в области экологии и радиационной безопасности в один из ключевых элементов долгосрочной стратегии устойчивого развития (УР) страны.

Кафедра «Экология» БНТУ ведет подготовку инженерных кадров по специальности 1-57 01 02 «Экологический менеджмент и аудит в промышленности». За время учебы студенты осваивают социально-гуманитарные дисциплины – 15,5 %, естественно-научные дисциплины – 18,2 %, цикл общепрофессиональных и специальных дисциплин – 39,3 % учебного времени, включая 24 дисциплины, такие как «Физико-

химические процессы в окружающей среде», «Экономика природопользования», «Технические основы охраны окружающей среды», «Комплексное управление отходами», «Экологическая сертификация и управление качеством», «Экологический аудит предприятия», «Мониторинг и методы контроля окружающей среды», «Химия аналитическая и физико-химические методы анализа», «Ресурсоведение и основы устойчивого развития», «Экологическое право», «Перспективные и экологически чистые технологии в машиностроении», «Оценка жизненного цикла продукции», «Экологический менеджмент», «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность» и др. В результате, у студентов формируются компоненты экологической культуры (рис. 1).



Рис. 1. Компоненты экологической культуры

Экологическое образование на кафедре является частью общей системы высшего образования в БНТУ. Обеспечивает устойчивое развитие экономики и общества в связи с интенсивным развитием хозяйственной деятельности людей, деградацией природных экосистем, авариями и катастрофами на промышленных объектах, оказывающими разрушительное воздействие на окружающую среду и приводящими природу к состоянию кризиса, грозящего экологической катастрофой.

В процессе образования в области экологии и радиационной безопасности на кафедре «Экология» учитывают, что УР – процесс изменений, в котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений. Идеи УР определяют развитие общества в XXI веке. Они направлены на УР каждого человека и человечества в целом. Трехединая концепция УР включает в себя экономическую, социальную и экологическую составляющие. Национальная стратегия устойчивого социально-

экономического развития на период до 2020 г. (НСУР-2020), принятая в Республике Беларусь, разработана в соответствии с Законом Республики Беларусь «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Республики Беларусь».

Концептуальная модель системы непрерывного образования в области радиационной безопасности в Республике Беларусь включает все виды образования и воспитания, которые человек получает от рождения до смерти: дошкольное, среднее, начальное и среднее специальное, высшее, академическое, дополнительное и прочее; предусматривает преемственность и интеграцию дошкольных и школьных образовательных учреждений, повышение качества получаемых знаний по экологии и радиационной безопасности, развивает систему дистанционного обучения [2, 3].

Переход к непрерывному профессиональному образованию в области экологии и радиационной безопасности предполагает развитие системы повышения квалификации, в первую очередь, для преподавателей школ и вузов, расширение возможности получить дополнительное (платное) профессиональное образование, в том числе в организациях, не являющихся учебными и в нетрадиционных учебных заведениях, «университетах без стен», «школах гибкого обучения» и т.п.

Особое значение для успешной реализации образования в области экологии и радиационной безопасности имеет высшая школа. Она должна знакомить студентов с влиянием ионизирующих излучений на биологические системы и процессы. Важны при этом и межпредметные связи кафедр «Экология» с кафедрами физики, химии и др.

Образование в области экологии и радиационной безопасности в нашей стране включает профессиональное образование и обучение, профессионально-техническое образование и обучение, а также социальное образование и коммуникации. Оно обеспечивается превращением образования и просвещения в один из ключевых элементов долговременной стратегии развития страны. Профессиональное образование и обучение требует обеспечения базового и непрерывного обучения, прежде всего для тех, кто несет ответственность за управление оборудованием, организацию курсов повышения квалификации для педагогов и персонала, обеспечения непрерывного образования для лиц, ответственных за работу ядерных объектов.

Современное развитие общества требует новой системы образования в области экологии и радиационной безопасности – «инновационного обучения». Оно сформировало бы у обучаемых способность к проективной детерминации будущего, ответственность за него, веру в себя и свои профессиональные способности влиять на это будущее. «Теория практики», включающая современную педагогику, социальное проектирование, менеджмент системы образования и др., дает возможность представить в

совокупности новую систему образования: определить цели, структуры системы, принципы ее организации и управления. Она является инструментом реформирования и адаптации системы образования к изменяющимся условиям жизни.

Реформа высшего образования, в том числе и в области экологии и радиационной безопасности, обрела статус государственной политики, ибо государство осознало, что уровень высшего образования в стране определяет ее будущее развитие. Радиационная безопасность в своем развитии уже прошла три основных этапа: 1) первые двадцать лет XX века – радиационная безопасность обеспечивала безопасность ограниченного числа людей, в основном, медиков-рентгенологов и пациентов; 2) середина прошлого столетия характеризовалась развитием атомной промышленности и ядерной энергетики, обусловившими необходимость радиационной безопасности большого контингента профессиональных работников, а испытания ядерного оружия в 60–70-х годах XX века – охрану здоровья населения всего земного шара; 3) стремительный рост ядерной энергетики привел к необходимости обеспечить радиационную безопасность окружающей среды.

Важным является внедрение индикативного управления в образование в области экологии и радиационной безопасности. Оно ориентирует на такой подход к планированию научно-образовательной деятельности, при котором целевые ориентиры и текущие задачи связывают с ожидаемыми от них социально- и научно значимыми результатами. Индикативное управление рассматривается как метод регулирования образования. В основе его находится совокупность выработанных в результате прогнозирования взаимоувязанных и сбалансированных целей управления, критериев оценки эффективности управления, механизмов взаимодействия с другими методами регулирования: мониторингом, концепцией образования и др. Индикативное управление образованием в области радиационной безопасности должно быть основано на согласованном действии органов государственной власти и институтов, организующих систему образования, направленных на формирование устойчивого развития образования и повышение его качества [4].

Выделяют аналитическую стадию индикативного управления – планирование. Индикативное планирование рассматривается как аналитическая стадия индикативного управления и носит рекомендательный характер. Концептуальные характеристики индикативного планирования являются универсальными для образования в области радиационной безопасности. Индикативное планирование в управлении образованием, декомпозируемое во всех блоках, позволяет скоординировать управляющие процессы для достижения эффективного развития образования в области эко-

логии и радиационной безопасности как институализированного сектора образования в целом.

Индикативное управление обучением в области экологии и радиационной безопасности подразумевает разработку целевых программ по обучению квалифицированных экспертов, ответственных лиц за радиационную безопасность, персонала и квалифицированных операторов атомных электростанций, топливных установок цикла и промышленности, медицинских работников, персонала, управляющего радиоактивными отходами, демонтирующих и ремонтирующих установки, служащих регулирующего органа, персонала аварийного реагирования и населения, проживающего в экологически неблагоприятных регионах, на загрязненных радионуклидами территориях или в регионах функционирования радиационноопасных объектов.

Исследования показали, что образованием в области экологии и радиационной безопасности должны быть охвачено практически все граждане республики, что предполагает его внедрение не только на традиционных уровнях образования (школа, средние, средне-специальные, высшие учебные заведения и система повышения квалификации и переподготовки кадров), но и среди населения, путем широкого информирования и просвещения.

Образование в области экологии и радиационной безопасности подчиняется единым нормам и правилам, соответствует определенным требованиям и распространяется на все уровни образования: среднее, средне-специальное, высшее и повышение квалификации и переподготовку кадров.

Для того, чтобы образование в области экологии и радиационной безопасности обеспечило трансформацию социальных (государственных) целей в педагогические необходимо совершенствовать учебные планы и программы по экологии и радиационной безопасности. Они в специфической, педагогической форме должны отражать содержание и характер труда в сфере деятельности, прямо или косвенно связанной с экологией, радиоэкологией, радиационной безопасностью, использованием ионизирующего излучения и его источников и т.д.

Структура образования в области экологии и радиационной безопасности обусловлена их спецификой. Образование в области экологии и радиационной безопасности необходимо включать на каждом уровне выборочно на основе заранее сформированного комплекса естественнонаучных базовых знаний и умений:

1) В программы общего и среднего специального образования курсы экологии и радиационной безопасности вводят в качестве обязательного самостоятельного предмета в старших классах (курсах) по единой утвер-

жденной программе с соответствующим комплексом методического обеспечения.

2) В высших учебных заведениях курс экологии и радиационной безопасности является обязательным и вводится в соответствии с едиными требованиями к содержанию этого курса с учетом специальностей конкретных ВУЗов.

3) В систему повышения квалификации и переподготовки кадров курс экологии и радиационной безопасности вводится дифференцированно в соответствии с программами соответствующих министерств и ведомств, в ведении которых находятся организации и учреждения, направляющие своих специалистов с установленной периодичностью для повышения квалификации или переподготовки.

4) В профильных учебных заведениях или подразделениях курс экологии и радиационной безопасности является составным элементом специализированных программ обучения в соответствии с профессионально квалификационными характеристиками или моделями выпускаемых специалистов [5].

Предлагается в областных центрах и крупных городах республики организовать учебно-консультационные и информационные кабинеты по экологии и радиационной безопасности, защите от ионизирующего излучения в качестве постоянно действующих пунктов распространения опыта и информации, по работе с населением. В оздоровительных центрах и школах следует ввести специализированные курсы радиационной безопасности, рассчитанные на детей различного возраста и обеспеченные специально разработанными учебными пособиями, памятками и рекомендациями.

Необходимо выделить дополнительные уровни образования в виде различных групп населения, для которых следует разработать специфические средства информирования и просвещения: 1) проживающих на радиационно-загрязненных территориях; 2) эвакуированных и переселенных граждан; 3) участников ликвидации аварии на ЧАЭС; 4) проживающих в 30-км зонах от действующих АЭС. Данную работу следует поручить специализированным (профильным) ВУЗам или подразделениям ВУЗов, учреждениям, министерствам и ведомствам через сеть создаваемых информационных центров и кабинетов, а также через средства массовой информации и путем издания научно-популярной литературы.

Потребность нашей республики в подготовке широкого круга специалистов в области экологии и радиационной безопасности, обращения с ионизирующим излучением и его источниками и т.д. требует создания профильных учебных заведений и кафедр. Требуется дальнейшего развития внутригосударственной и межгосударственной интеграция в области обучения радиационной безопасности в профильных учебных заведениях всех

уровней профессионального образования, развитие системы подготовки и переподготовки преподавательских и научных кадров, повышение качества образования и развитие учебно-методического обеспечения учебных заведений, расширение и активизация международного сотрудничества в образовательной, научно-исследовательской и практической сферах.

В процессе образования в области экологии и радиационной безопасности на кафедре «Экология» используются: электронное интерактивное обучение, методы изучения конкретных ситуаций, проблемное обучение, методы проектов, программированное обучение, контекстное обучение, исследовательские методы обучения, методы «учения с посредником», модульное обучение.

Система оценки качества образования в области экологии на кафедре включает самооценку обучающихся и обучающихся, внутренний мониторинг качества, внутренние оценки образовательных программ, оценку индивидуальных достижений обучающихся, оценку качества деятельности обучающихся, оценку удовлетворенности качеством образованности выпускников кафедры «Экология» на предприятиях.

Следовательно, кафедра «Экология» БНТУ принимает активное участие в развитии системы образования в области экологии и радиационной безопасности, повышении статуса образования и просвещения в этой области, формировании эффективно функционирующей системы экологического образования, реально содействующей устойчивому развитию страны. Проведенная работа обеспечивает превращение образования и просвещения в области экологии и радиационной безопасности в один из ключевых элементов долговременной стратегии устойчивого развития страны.

Литература

1. Зайцева, О.В., Непрерывное образование: основные понятия и определения // Вестник ТГПУ. – 2009. – №7.
2. Егоров, В.В., Скибицкий, Э.Г., Храпченков, В.Г., Педагогика высшей школы: учебное пособие. – Новосибирск, 2008.
3. Филатова, Л.О., Преемственность общего и среднего и вузовского образования // Педагогика. – 2004. – №8.
4. Пионова, Р.С., Педагогика высшей школы. – Мн., 2005.
5. Смирнов, С.Д., Педагогика и психология высшего образования // 2005, 2-е изд.

УДК 378.2

ТЕХНИЧЕСКОЕ И ГОРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ

Вчера, сегодня. Завтра? Цифры и факты.

Копылов А.Б.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

«Масштабы и развитие горной промышленности определяют богатство страны, ее могущество и процветание».

Акад. Н.В. Мельников

«Я могу ответственно заявить, что более работоспособных, квалифицированных, порядочных инженеров не найти ни в одной стране мира»

проф., лауреат Нобелевской премии

В.В. Леонтьев о горных инженерах России.

В статье затронуты вопросы технического и горного образования в царской России, Советском Союзе и современной России. Рассмотрен вопрос подготовки горных инженеров по ФГОСу третьего поколения.

Подготовка кадров для нужд общества всегда остается одной из главных задач развития цивилизации. В последние годы образование во все большей мере определяет положение любой страны в цивилизации. По мнению ученых, главным источником развития общества является человеческий фактор, особенно главная его составляющая - профессионально подготовленная личность. Исследования проблем экономического роста многих стран привели к выводу, что качество рабочей силы влияет на развитие производства примерно на одну треть, из чего следует, что Советский лозунг 30-х годов «Кадры решают все!» не потерял актуальность и сегодня.

В 2013 году ровно 100 лет, как Российская Империя была на пике социально-экономических показателей. Она лидировала в мире как по темпам промышленного роста (9 %), так и по темпам прироста населения (1,65 % - 3 млн.чел./год). Также Россия по уровню развития инженерно-технического образования входила в пятерку ведущих стран мира. Профессия инженера была престижной, высокооплачиваемой и имела высокий социальный статус, что привлекало к освоению инженерной специальности не только дворянскую молодежь, но и молодежь из низших слоев общества, для которых техническое образование играло роль социального лифта.

В 1913 г. в России было 15 инженерно-промышленных вузов, в которых обучалось до 24 тыс. студентов, доля студентов государственных вузов, обучавшихся по инженерно-техническим специальностям, составляла около 33% от всех обучающихся. Существовали в России и 54 него-

сударственных вуза, но в них обучалось в общей сложности около 2 тысяч студентов по инженерно-техническому профилю, что составляло около 4 % от всех обучающихся. Конкурс в инженерно-промышленные вузы, особенно столичные, составлял 4-5 человек на одно место. Обучение было платным, но стоило в среднем 100 рублей в год (50 долларов США), аналогичное образование в США стоило в среднем тысячу долларов в год. Неимущие студенты в России освобождались от платы за обучение и им выдавалась стипендия (отдельные виды стипендий достигали 300 рублей в год).

Царское правительство уделяло особое внимание расширению и повышению качества инженерно-технического образования. Преподаватели вузов считались госслужащими высокого ранга и получали достойную оплату (профессор - несколько тысяч рублей), что было сопоставимо с зарплатой заместителя министра. Доцент имел чин надворного советника, что было равнозначно званию подполковника в армии, а профессор мог стать тайным советником, что соответствовало званию генерал-майора.

После крушения царской империи в Советской России инженерно-техническое образование было реорганизовано и адаптировано к потребностям советской плановой экономики. В 1927 году в стране было 26 технических вузов и около 47 тысяч студентов.

В стране строились сотни заводов, электростанций, прокладывались железные дороги, линии метро. Одновременно увеличивалось и число специалистов с высшим образованием, занятых в народном хозяйстве, и к 1940 году составило 909 тыс. чел. Но качество выпускаемых технических специалистов не в полной мере соответствовало потребностям промышленного производства. Поэтому Совет народных комиссаров в 1932 году принял специальное постановление, согласно которому на долю практических занятий и производственной практики должно отводиться не менее 30-40 % учебного времени высших и средних специальных учебных заведений технического профиля.

Для восполнения дефицита профессорско-преподавательского состава при вузах стали открываться отделы аспирантур, а на преподавательскую работу в институты технического профиля стали направлять специалистов-производственников. Повысилась оплата труда преподавателей высшей школы, и были восстановлены доплаты за учёные степени и звания. Более 90 % студентов технических вузов получали стипендию (300-400 рублей в год при средней зарплате по стране 396 рублей), а обучающиеся в вузах, организованных при заводах, имели повышенную (на 15 %) стипендию.

За период с 1930 по 1940-е годы количество технических вузов в СССР увеличилось в 4 раза и превысило полторы сотни.

В годы Великой отечественной войны и в послевоенный период

подготовка инженерно-технических кадров сократилась в 2-3 раза, и в 1945 году было выпущено менее 20 тысяч специалистов инженерно-технического профиля. Но уже к 1950 году подготовка кадров почти достигла довоенного уровня: выпуск специалистов с высшим техническим образованием составил 37 тысяч, а в 1960 году выпуск инженеров превысил 120 тысяч человек. К концу 1950-х годов СССР по числу инженеров смог достичь уровня США, а в 1960-х годах даже их превзойти, в дальнейшем же к концу 80-х это преимущество было постепенно утрачено не только в количественном, но и в качественном отношении.

К началу 1980-х годов базовый размер стипендии в вузе составлял 40 рублей, а для осваивавших острodefицитные технические и иные специальности он был равен 50 рублям (на выпускном курсе стипендия повышалась до 55 рублей). Кроме того, сдававшие сессию без троек получали 25% надбавки, а отличники - надбавку в 50 %. Доля студентов, получавших стипендию, составляла около 80 %.

Заметно улучшилось материальное положение преподавателей, в 1950-е годы зарплата преподавателя вуза без степени была в 1,5 раза выше средней заработной платы по стране. Профессора стали пользоваться преимуществами и в получении квартир (обладателям докторских и кандидатских степеней полагались дополнительные квадратные метры).

Доля студентов, обучавшихся по инженерно-техническим профессиям, весь послевоенный период стабильно превышала 40%, а вместе со студентами вузов сельского и лесного хозяйства составляла более 50%. Больше всего инженерно-технических специалистов училось в 1980/1981 учебном году, после чего началась постепенная тенденция снижения доли студентов инженерно-технического профиля в отечественной высшей школе.

Сформировавшаяся за 70 лет система Советского инженерного образования была достаточно эффективной, о чём свидетельствуют общепризнанные достижения СССР в науке и технике, по многим позициям Советский Союз занимал лидирующие в мире позиции.

Престижность инженерных профессий снизилась в последнее десятилетие существования СССР. Причина - «уровниловка», уменьшение доходов высококвалифицированных специалистов. Если в 1940 году инженерно-технический работник (ИТР) получал вдвое больше рабочего в промышленности, то в 1985 году разница в средних окладах инженеров и рабочих в промышленности составляла всего 10 %. В 1913 году среднестатистический оклад инженера на заводе в 10 раз превышал средний заработок малоквалифицированного рабочего и в 2-3 раза - квалифицированного. Очень мало стали получать молодые специалисты, только что окончившие учебные заведения. Инженерная должность стала рассматриваться в общественном мнении как не престижная, а характеристика человека: «он про-

стой инженер» являлась синонимом неудачника.

В отличие от инженеров в царской России, характеризовавшихся широким эрудированием и хорошим знанием европейских языков, советские инженеры, как правило, являлись узкими специалистами, почти не владеющими иностранными языками. Но, не смотря на это качество профессиональной подготовки в высшей школе было по-прежнему высоким, а за рубежом диплом инженера советского вуза считался престижным. В советских вузах в 1990 году обучалось до 126,5 тыс. иностранных студентов, в вузах США в этот же период обучалось 419,6 тыс., а во Франции - 136,9 тыс.

Развал СССР и переход к рыночной экономике привёл к катастрофическим последствиям не только отечественную экономику, но и сказался на инженерно-техническом образовании. Выпуск технических специалистов с высшим образованием сократился почти вдвое: с 42 % в 1988 году до 22 % в 2008 году. Но в то же время выпуск дипломированных экономистов, управленцев и других специалистов гуманитарно-социальной направленности увеличился с 26 % до 48 % (до 540 тыс. чел.) и это только в государственной системе образования. Причем к массовому обучению экономистов, менеджеров, юристов активно подключились почти 500 негосударственных высших учебных заведений, вновь появившихся в России в 1990-х годах, в них специалистов этих направлений в 2008 году было выпущено еще 155 тыс. чел. Всего же в негосударственных вузах, обучается около 1,3 млн. студентов и из них по инженерно-техническим профессиям - чуть более 1 %.

Несмотря на сокращение с 1989 по 2012 годы числа молодых россиян в возрасте до 24-х лет и уменьшение численности выпускников 11-х классов российских школ и гимназий - потенциальных абитуриентов отечественных вузов почти в 2 раза, общая численность российских студентов за два последних десятилетия возросла в 2,6 раза. Но этот рост не был обусловлен реальными потребностями национальной экономики. В результате на 10 тысяч населения приходится 630 учащихся в высших учебных заведениях, и Россия по этому показателю опережает все развитые страны мира. Массовость высшего образования привела к снижению уровня его подушевого финансирования (в расчёте на одного студента - в несколько раз меньше, чем в большинстве ведущих западных и азиатских стран).

В России за последние 20 лет ежегодный выпуск дипломированных инженерно-технических специалистов увеличился до 255,3 тыс. - в 2008 г., достигнув, таким образом, уровня 1970 года, когда дипломы советских инженеров получили 257,4 тыс. чел.

Технологическое отставание России и сырьевая «однобокость» её экономики закономерно привели к ухудшению качества инженерно-технического образования и снижению степени его современному научно-

техническому прогрессу.

Существовавшая в советский период весьма эффективная система профессиональной ориентации молодежи, в современной России оказалась лишней и была полностью разрушена. Этому способствовала деградация производства, что резко снизило спрос на инженерно-технические кадры и радикальное изменение ценностных ориентаций российских юношей и девушек: технические профессии и систематический труд на производстве утратили всякую привлекательность. Популярность набрали профессии банковских работников, менеджеров, предпринимателей, а также работа в качестве чиновника в различных органах управления и контроля.

Это подтверждает кампания приёма в вузы в 2011/2012 году максимальное число заявок на одно бюджетное место было на специальностях экономико–гуманитарного направления и колебалось от 12 до 28, а среднее число заявок на одно бюджетное место по специальностям инженерно-технического профиля не превышало 5.

Контрольные цифры приёма в вузы на 2013/2014 учебный год на бюджетные места составили 490,8 тысяч человек. При этом на инженерно-технические специальности приходится 42,8 % от бюджетных мест, что соответствует доле учебных мест инженерно-технического профиля в советских вузах. На долю специальностей направления 130400 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых» приходится 5,25 % от поступивших на все бюджетные технические специальности.

Горное образование

На всем протяжении развития цивилизации обеспечение общества природными ресурсами является первостепенной задачей. Этой проблемой занимается Горное дело - область деятельности человека по освоению недр Земли, включая все виды техногенного воздействия на земную кору, но главным образом извлечения полезных ископаемых, их первичную переработку и научные исследования, связанные с геотехнологиями.

Любые сценарии развития общества невозможны и не будут реализованы без дальнейшей эксплуатации недр. Трудоемкое освоение недр требует привлечения значительных трудовых ресурсов: труд горняков тяжел физически, опасен и в отдельных случаях не может быть механизирован или автоматизирован. Поэтому перед обществом, наукой, производством стоит задача кардинального повышения наукоемкости производства, формирования предпосылок для гуманизации труда горняков, повышения общественного статуса и престижа их деятельности по освоению недр, т.е. формирования мировоззрения соответствующего требованиям современности.

Всего в мире насчитывается 166 горнодобывающих стран. Из них 107 стран добывают от 1 до 10 минералов, причем 18 из них добывают по одному минералу. 35 стран добывают от 10 до 20 минералов, 14 стран от

20 до 30, и всего 10 стран, каждая из которых добывает свыше 30 видов минералов, в число которых входит и Россия.

Минерально-сырьевой комплекс страны обеспечивает 22,4 % от объема промышленного производства, при этом добыча твердых полезных ископаемых составляет 4,4 % от объема промышленного производства в стране. На предприятиях горнопромышленного комплекса, как и в других отраслях, трудовые ресурсы являются важнейшим элементом производственных сил, так как в значительной степени определяют темпы роста производства и производительности труда, качество продукции и другие показатели, отражающие успешность предприятия и его конкурентоспособность. В настоящее время в минерально-сырьевом секторе России занято более 1 миллиона человек, доля же специалистов с высшим образованием колеблется от 15 до 19 %.

Горная промышленность одна из старейших отраслей промышленности, имеющая свою историю.

Развитие горнозаводского дела и разделение труда в XVI веке привело к потребности в горнорабочих, обладающих определенными знаниями и навыками, необходимыми при производстве горных работ. Что и привело к возникновению начальных форм обучения горнозаводскому делу в Европе. Первое горное училище в Западной Европе было создано в 1716 году в Яхимове Чехия (предшественница Горной академии, открытой в 1849 г., и Горного университета города Прибрам переведенного в 1945 году в Оставу, ныне - Технический университет). В 1735 г. была открыта горная школа в Банской Штявнице (Словакия), которую в 1770 г. императрица Мария Терезия преобразовала в Академию. Здесь работали лучшие преподаватели Европы, в том числе один из создателей современной химии Антуан Лоран Лавуазье. По образу Академии была создана Политехническая школа в Париже. В 1765 в году во Фрайберге (Саксония) создается горная академия (Технический университет Фрайбергская горная академия), предшественниками академии был стипендиальный фонд, созданный в 1702 г. для подготовки горных специалистов, и химическая лаборатория И.Ф. Генкеля, основанная в 1733 для исследовательских и учебных целей; в которой обучался и великий русский ученый М. В. Ломоносов (1739-40).

С развитием горного дела в России в начале XVIII века требовалось всё большее количество специалистов, и по указанию Петра I Никитой Демидовым была построена в г. Невьянске горная школа для обучения «добрых и смышленных работников». В 1715 г. открывается горнозаводская школа в г. Петрозаводске при Олонецком заводе. В 1721 г. В.Н. Татищев на Урале создает горнозаводские и словесные школы. В школах изучали

специальные предметы - как искать и распознавать руды, частично - ведение горного дела, а в основном - общеобразовательные предметы.

Во второй половине XVIII века в Российской империи началось бурное развитие промышленности, особенно горного дела. Нужны были специалисты высокой квалификации. Приглашение в Россию инженеров-иностранцев дорого обходилось государственной казне. Поэтому группа башкирских рудопромышленников во главе с Исмаилом Тасимовым обратилась в Берг-Коллегию с предложением о создании училища по подготовке горных специалистов. Сенат одобрил это предложение и представил императрице Екатерине II доклад «Об учреждении Горного училища при Берг-Коллегии», который она утвердила, со сроком обучения 4 года, и числом учащихся 24 человека на казенном содержании и не более 30 учащихся за свой счет. Торжественное открытие состоялось 28 июня 1774 года и было приурочено ко дню восшествия на престол императрицы.

С этой даты и идет отсчет времени создания первого технического вуза в России.

Согласно уставу Горного училища в вуз разрешалось принимать детей дворян и разночинцев, владевших латинским, французским и немецким языками, а также основами арифметики, геометрии и химии. В первый набор училища вошли 23 чел., в т.ч. 19 студентов Московского университета, все студенты являлись российскими подданными в возрасте от 16 до 23 лет.

Устав горного училища предусматривал весьма серьезную теоретическую подготовку (математика, механика, физика, химия, металлургия, минералогия, рисование, иностранные языки). Специальная подготовка «горного офицера» предусматривала полный комплекс знаний и умений, в равной степени необходимых и для руководителя разведочной экспедиции, и для устроителя рудника, и для маркшейдера, и для мастера горной добычи, и для металлурга.

Учебный процесс в Горном училище сочетал в себе теоретические и практические занятия. Для лучшей практической подготовки студентов в самом училище проводили примерную промывку и плавку руд. Расходные материалы для практических занятий, ежегодно по 100 пудов, доставлялись с казенных и частных заводов.

Устав горного училища требовал от преподавателей формировать у студентов профессиональные инженерные качества. Для этого по инициативе первого директора училища М.Ф. Соймонова во дворе вуза был построен «примерный рудник», в забоях выработки которого находились вмязанные естественные штуфы различных горных пород ископаемых рудных элементов. Финансирование училища осуществлялось за счет государственной казны, а также регулярными отчислениями от доходов

уральских горнопромышленников. На нужды училища шли также деньги от продажи части Гороблагодатского железа. Помощь инженерному вузу оказывали меценаты со всей России.

Каждые полгода студенты сдавали экзамены, которые проводились в присутствии президента Берг-Коллегии и ее членов. На сессии также приглашались крупные ученые и специалисты горного дела.

Дальнейшее развитие горного дела в России требовало все большего числа инженеров, поэтому с годами вуз претерпевал изменения. Если при создании училища насчитывалось всего 23 студента, то через 10 лет их было уже 60.

В 1804 был принят новый устав и Горное училище стало именоваться «Горный кадетский корпус». В 1833 г. Горный Кадетский корпус переименован в Горный институт, в 1896 г. - «Горный институт императрицы Екатерины II». В 1918-1924 г. название было «Петроградский горный институт», с 1924 г. - «Ленинградский горный институт», и в 1956 г. ему было присвоено имя Г.В. Плеханова, учившегося в институте с 1874 по 1876 гг. Сегодня это национальный минерально-сырьевой университет «Горный» - одно из лучших в мире учебных заведений по техническому оснащению и уровню подготовки специалистов

Царское правительство осознавало важность горной отрасли для России. Поэтому в 1899 г. открывается Екатеринославское высшее горное училище, в 1900 г. - горный факультет в Томском техническом институте, а в 1907 г. - в Донском политехническом институте.

Советское правительство одним из первых своих декретов в 1918 году объявило о создании в Москве Горной академии. Уже к 1930 году реорганизуется академию, и на базе этого учебного заведения создают в столице шесть уникальных вузов: горный, чёрной металлургии, цветной металлургии и золота, торфяной, нефтяной, геологоразведочный.

Для обеспечения горной промышленности квалифицированными кадрами в довоенный и послевоенный период были организованы новые горные институты и факультеты в Свердловске, Донецке, Харькове, Тбилиси, Магнитогорске, Кривом Роге, Кемерово, Караганде, Перми, Туле и других городах Советского Союза.

Подготовка горных инженеров осуществлялась по семи основным специальностям: 0201. Маркшейдерское дело; 0202. Разработка месторождений полезных ископаемых; 0203. Разработка торфяных месторождений; 0204. Обогащение полезных ископаемых; 0205. Разработка нефтяных и газовых месторождений; 0206. Строительство горных предприятий; 0506 Горные машины и оборудование.

Обучение проводилось по единым учебным планам, разработанным еще в 50-х годах прошлого столетия и постепенно корректируемым под

нужды производства и в свете развития научно-технического прогресса. Так в учебных планах 1953 года общее количество аудиторных часов доходило до 4500 по разным специальностям горного профиля. На дисциплины гуманитарно-экономического цикла отводилось 750 часов, на естественно научные еще 1800 часов, на дисциплины специализации выделялось до 400 часов все остальное время занимали дисциплины профессионального цикла. В конце 80-х годов прошлого века аудиторная нагрузка снизилась до 4300 часов, но появилась самостоятельная подготовка студентов, на которую выделялось до 2600 часов. Но на дисциплины гуманитарно-экономического цикла уже отводилось около 900 часов, а на естественно-научные только 1300 часов, на дисциплины специализации выделялось всего 200 часов, а все остальное время занимали дисциплины профессионального цикла. В учебных планах также появились дисциплины по выбору вуза, на которые отводилось около 40 часов. Раз в несколько лет министерство образования рассылало по вузам директивные материалы с примерным учебным планом и аннотациями учебных дисциплин, практик и дипломного проектирования. Т.е. государство создавало единое образовательное пространство для всей территории Советского Союза. Что позволяло предъявлять единые требования к качеству выпускаемых специалистов. В конце 80-х гг. в СССР инженеров по горным специальностям готовили свыше 50 вузов.

После распада Советского Союза основу системы подготовки горных инженеров в России составляют исторически сложившиеся университетские центры, реализующие программы подготовки специалистов по направлению «Горное дело». Выпуском горных инженеров в России занимаются 25 высших учебных заведений. До 2010 года подготовка горных инженеров велась по семи основным специальностям: 130401 - Физические процессы горного или нефтегазового производства; 130402 - Маркшейдерское дело; 130403 - Открытые горные работы; 130404 - Подземная разработка месторождений полезных ископаемых; 130405 - Обогащение полезных ископаемых; 130406 - Шахтное и подземное строительство; 130408 - Взрывное дело, а также по специальности 150402 - Горные машины и оборудование (направление «Технологические машины и оборудование»).

В ряде вузов Российской Федерации в том числе и готовивших горных инженеров, с 1992 года была введена многоступенчатая система обучения, а после подписания Россией Болонской Декларации в 2003 году на эту систему перешли все вузы страны. И в зависимости от срока обучения студенты заканчивали вуз с квалификацией бакалавра, инженера или магистра. Однако фактически бакалавры по горным специальностям не выпускались, подавляющее их большинство продолжали обучение и закан-

чивали вуз с квалификацией «горный инженер». Количество выпускаемых магистров было относительно невелико. Это происходило потому, что бакалавры горного дела не получали необходимого глубокого образования в области горных технологий и не имели достаточной практической подготовки, что предопределяло их невостребованность. С другой стороны магистратура доказала свою эффективность, особенно в части подготовки молодых ученых и молодых научно-педагогических кадров.

Так как за подписанием Декларации и переходом на многоуровневую подготовку не последовало действий, направленных на регламентирование деятельности бакалавров и магистров, выпускаемых из технических вузов, производственники, ранее хорошо знавшие, как использовать выпускника вуза, имеющего квалификацию «инженер» оказались не готовыми использовать выпускников вузов, имеющих степень бакалавра или магистра. Более того, бакалавров с самых высоких трибун в вузах и в производственной среде начали называть «недоученными инженерами», что привело к ещё большему снижению престижа инженерной профессии в обществе.

До 2010 года система высшего профессионального образования диктивно ориентировалась на усиление роли системы подготовки специалистов по двум уровням: первый уровень - бакалавриат, второй уровень - магистратура.

В последние два десятилетия неоднократно возникала дискуссия о необходимости перехода к образовательной модели горного инженера широкого профиля.

Устоявшегося понятия «широкий профиль» инженера вообще и горного инженера, в частности, нет. Есть субъективные мнения, основанные на различных подходах к целевой направленности и необходимости подготовки такого специалиста. Что же представляет собой инженер широкого профиля и нужен ли он вообще?

В романе Жюль Верна «Таинственный остров» выведен своего рода эталон такого инженера. Одним из выдающихся среди них был инженер по имени Сайрес Смит. Что же знал и умел этот человек? Он знал математику, физику, химию, механику, географию, астрономию, геологию, гончарное дело и ничуть не хуже разбирался в растениеводстве. Ему было знакомо горнометаллургическое дело и электротехника. Под его руководством были возведены различные деревянные строения, построен корабль, и сконструирован проволочный телеграф.

Вот, пример пользы широкого образования. Инженер Смит, безусловно, одаренный человек, обладал хорошими способностями к обучению и, очевидно, хотел учиться. Сочетание природного ума с приобретенными в процессе обучения знаниями и, что особенно важно, умением учиться

дало прекрасный результат. Фундаментальные знания, научное мышление и практический опыт и сегодня являются надежным фундаментом высокого качества подготовки специалистов.

Именно результаты фундаментальных исследований обеспечивают высокий темп развития производства, возникновение совершенно новых отраслей техники. Все больше фундаментальных знаний начинают использоваться для практических целей, трансформируясь в инженерные проекты.

В современных условиях высшее образование должно базироваться на фундаментальных знаниях, обладать определенной гибкостью и универсальностью, ориентироваться на формирование общей и профессиональной культуры. Противоречие между широкопрофильным и профессиональным образованием существовало всегда. Ориентация на узких профессионалов отражала уровень понимания социальной защищенности в предыдущие десятилетия, в настоящее время социально защищенным может быть лишь широко образованный человек, способный перестраивать направление и содержание своей деятельности. В этих условиях становится очевидной необходимость перехода от узкопрофессионального обучения к фундаментальной подготовке специалистов, основанной на изучении и практическом овладении базовыми закономерностями развития природных, технических и социальных систем. Кроме того, фундаментализация образования эффективно способствует формированию творческого инженерного мышления, ясного представления о месте своей профессии в системе общечеловеческих знаний и практики.

Со времени введения многоуровневого образования звучат различные предложения по образовательной модели горного инженера широкого профиля, но суть их сводится к одному - ликвидировать отраслевые особенности базовой подготовки, сохранив только профилизации или, в крайнем случае, специализации базирующиеся на концепции освоения и сохранения недр, реализованной в новой классификации горных наук: недра - это совокупность георесурсов. Освоение георесурсов - область деятельности горного инженера. Следовательно, широта и глубина подготовки горного инженера должна обеспечить ему возможность деятельности по освоению любого вида георесурсов.

Горный инженер – это специалист с высшим образованием, у которого предполагается наличие знаний из области геологии, знание различных методов и технологий разработки, методов обогащения полезных ископаемых, состава и свойств горной породы, проблем, связанных с безопасностью и окружающей средой, и который способен проектировать горные работы и руководить ими. Работники инженерной области должны, прежде всего, иметь основательные общие знания основ математики и ес-

тественных наук. Следует иметь профессиональные экономические знания, знать касающееся профессии законодательство, управление проектом, безопасность труда, охрану окружающей среды. Необходимо умение работать на компьютере и знании иностранных языков. Горный инженер должен понимать принципы функционирования всех объектов управления и знать, как принимать решения в зависимости от конкретных условий.

В конце 2009 года вышло Постановление Правительства Российской Федерации № 1136, которое передало всей системе подготовки горных инженеров России особый статус. Согласно этому документу с 2010 года подготовка горных инженеров в стране осуществляется непрерывно на протяжении срока обучения 5,5 лет и без выделения промежуточного уровня бакалавр, по федеральному образовательному стандарту третьего поколения.

Все объекты профессиональной деятельности горных инженеров требуют наличия у них глубоких и многогранных знаний специфики условий освоения георесурсов земной коры, способностей обеспечения требуемых уровней промышленной безопасности и экологичности горного производства, а также условий охраны недр. В этой связи уникальность квалификации специалистов предопределяет необходимость подготовки их исключительно по одноуровневой системе, что и является базовым условием федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования специалиста (ФГОС).

После принятия ФГОСа обучение в рамках направления горное дело базируется на двух специальностях: «Горное дело» и «Физические процессы горного или нефтегазового производства», которые в свою очередь включают в себя 12 и 4 специализации соответственно. В специальность «Горное дело» включены следующие специализации: «Подземная разработка пластовых месторождений»; «Подземная разработка рудных месторождений»; «Открытые горные работы»; «Шахтное и подземное строительство»; «Обогащение полезных ископаемых»; «Маркшейдерское дело»; «Взрывное дело»; «Горнопромышленная экология»; «Горные машины и оборудование»; «Электрификации и автоматизации горного производства»; «Транспортные системы горных предприятий».

Особенность стандартов третьего поколения - это компетентностный подход. Компетентностный подход не является принципиально новым для российской высшей школы. Он представляет развитие системы деятельностного подхода к проектированию квалификационных требований к выпускникам вузов, который освоен высшей школой и ее учебно-методическими объединениями и получил реализацию в квалификационных характеристиках выпускников вузов и ГОС ВПО первого и второго поколений. В основу заложен компетентностный подход, при котором

особое внимание уделяется прогнозированию и оценке результатов образовательной деятельности. Тем самым результаты обучения, а не дидактические единицы содержания образования, становятся нормой качества, которая позволяет сопоставлять квалификации, присвоенные в разных вузах, и может служить надежным ориентиром для работодателей. Таким образом, в данной модели акцентируются не столько параметры, задаваемые «на входе» (содержание, объем часов, процесс преподавания), сколько ожидаемые результаты, которые необходимо получить на «выходе» (знания и умения студентов).

Компетенцию можно определить как стремление и готовность применять знания, умения и личные качества для успешной деятельности в определенной области.

В модели компетенции можно классифицировать на две основные группы: общие (универсальные, ключевые, «надпрофессиональные») и профессиональные (предметно-специализированные). Среди общих компетенций предлагается выделять:

- социально-личностные, гуманитарные и коммуникативные, подразумевающие общую культуру, приверженность к этическим ценностям, терпимость, способность к конструктивной критике и самокритике, умение работать в коллективе и т.д.;

- общенаучные, в том числе гуманитарно-социальные и экономические (включающие базовые знания в области математики и естественных наук, гуманитарных и социально-экономических наук); базовые компьютерные и лингвистические навыки; способность понимать и использовать новые знания и т.д.;

- профессиональные компетенции в свою очередь делятся на базовые общепрофессиональные, специализированные (профессионально-профильные) и организационно-управленческие, подразумевающие способность организовать и спланировать работу, извлекать и анализировать информацию из разных источников, применять полученные знания на практике, адаптироваться к новым ситуациям и т.д.

Каждая компетенция выпускника должна обеспечиваться определенным набором дисциплин и практик, объединенных в соответствующие модули, а содержание модулей – полностью соответствовать уровню приобретаемых компетенций. К выявлению общих и специальных компетенций наряду с академическим сообществом будут привлекаться работодатели и выпускники последних лет. В результате система образования сможет более оперативно реагировать на запросы рынка труда и будет придавать гораздо большее значение перспективам трудоустройства своих выпускников, их реальным карьерным устремлениям.

Компетентностный подход предполагает обязательное использование кредитов (зачетных единиц) как меры академических успехов студентов. В кредитах выражается трудоемкость учебной работы, они определяют время, необходимое для освоения определенного учебного материала.

Введение кредитов и модулей позволяет студентам учиться по индивидуальным планам, самостоятельно выстраивая свою образовательную траекторию.

Многогранность подготовки специалистов обусловлена содержанием основных образовательных программ высшего профессионального образования (ООП ВПО), предусматривающей изучение следующих учебных циклов: гуманитарный, социальный и экономический; математический и естественнонаучный; профессиональный. Кроме того, программой предусмотрено изучение разделов: физическая культура; практика и научно-исследовательская работа.

Каждый учебный цикл имеет базовую (обязательную) часть и вариативную (профильную). Вариативная часть, устанавливаемая вузом, дает возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых дисциплин, необходимых выпускнику для успешной профессиональной деятельности.

Исходя из понятия «горный инженер широкого профиля» в Тульском государственном университете на основе ФГОСа подготовлены новые ООП по всем двенадцати специализациям специальности 130400 «Горное дело», что дало возможность выделить два условных направления обучения специалистов: горный инженер механик и горный инженер технолог. Это базируется на разных требованиях при изучении учебных дисциплин по механике и электронике. Так, в первое условное направление вошли такие специализации как: Обогащение полезных ископаемых»; «Горные машины и оборудование»; «Электрификации и автоматизации горного производства»; «Транспортные системы горных предприятий», остальные специализации соответственно вошли во второе направление. Выделение двух условных направлений дало возможность создать такие учебные планы по каждой из двенадцати специализаций, в которых обучение происходит совместно большую часть учебной нагрузки и достигает примерно 4 лет обучения. Разделение на специализации произойдет только после седьмого семестра и на конкурсной основе. Обучение по «единому» учебному плану почти четыре года позволяет вузу корректировать выпуск специалистов по конкретной специализации с учетом предложений, которые появятся на основе экономического развития региона и страны в целом.

Структурой ООП специальности 130400 «Горное дело», определена общая трудоемкость гуманитарного, социального и экономического цикла 27-37 зачетными единицами (при общей трудоемкости ООП 330 зачетных

единиц, а одна зачетная единица - 36 часов). При этом трудоемкость освоения базовой части цикла составляет 22-27 зачетных единиц. На вариативную часть цикла отводится 5-10 зачетных единиц.

Трудоемкость освоения математического и естественно-научного цикла дисциплин определено 75-85 зачетными единицами (базовая часть - 70-80 единиц, вариативная часть - 5-10 единиц).

Наиболее емким, естественно, является профессиональный цикл - 165-175 зачетных единиц (базовая часть - 140-155 единиц, вариативная часть - 25-35 единиц).

На учебную, производственную практику и исследовательскую работу отводится 35-45 единиц.

По каждой базовой части циклов устанавливаются комплексы знаний, умений и навыков. Знания, умения и навыки, приобретаемые при освоении дисциплин вариативных частей и определяются ООП вуза.

Для более полного и успешного освоения ООП при Тульском государственном университете и на базе нескольких горнодобывающих предприятий региона был создан инновационный комплекс «вуз - базовая кафедра - базовое предприятие» и обучение студентов проводят ведущие специалисты, осуществляющие разработку и внедрение на этих предприятиях новых технологий. Союз «вуз - базовая кафедра - базовое предприятие» положительно сказывается не только на преподавании специальных предметов, но и на преподавании дисциплин естественнонаучного цикла. Так же на основе этого комплекса можно проводить необходимые курсы повышения квалификации для преподавателей вузов, ведущих занятия по всем циклам образовательных программ.

Для того чтобы будущий специалист был востребован, ему надо дать широкую мировоззренческую и фундаментальную подготовку, которая научит его работать в потоке непрерывной информации, для чего необходимо на протяжении всей жизни постоянно учиться, а при необходимости переключаться на работу в смежных областях своей профессии.

В связи с переходом страны от традиционной к новой системе образования необходимо понять, что сегодня:

1. Университетское образование это фундамент, на котором специалист получает возможность в дальнейшем постоянно дополнять и совершенствовать свою квалификацию.

2. Задача вуза научить студента принимать правильное профессиональное решение, развивать навыки для конкурентоспособности в будущем.

3. Воспитать хорошего специалиста можно только соединением учебного процесса с производственной практикой, что позволит будущим специалистам видеть возможные проблемы и находить пути их решения.

4. Каждый вуз должен знать, какие специалисты потребуются через

2-5-10 лет, и в соответствии с этим готовить планы их подготовки.

5. Университетский преподаватель не должен быть «транслятором прошлых знаний» он должен быть консультантом, руководителем проектов, исследователем нового в своей специальности. Поэтому эту работу должны выполнять не только штатные преподаватели, но и совместители с производства.

6. Студент, а затем и специалист должен в зависимости от своих интересов, работы сам искать и получать новые знания, т.е. учиться нужно всю жизнь.

7. Для улучшения инженерно-технического образования в стране и повышения его престижности нужно изменить систему технологической подготовки школьников и их профессиональной ориентации, укреплять связи общеобразовательных учебных заведений с техническими вузами и расширять целевой набор студентов и закрепление молодых специалистов на предприятиях с помощью существенного повышения их зарплаты и предоставления льготного жилья.

За время существования демократической России было подготовлено более 65 000 горных инженеров, но ежегодный прием на первый курс и соответственно выпуск специалистов сокращается, а исходя из средней продолжительности работы горного инженера с момента занятия инженерной должности до выхода на пенсию 20-25 лет, годовая потребность в горных инженерах в России при современном уровне развития горного дела в стране составляет 4500-5000 человек в год, а выпускается около 4000, что составляет уровень обеспеченности горной промышленности инженерными кадрами - 80...88 % при условии, что весь выпуск инженеров начал работать по специальности. И если наша страна хочет быть мировым лидером в добыче и переработке минерального сырья, то набор на инженерные специальности горного профиля надо не снижать, а повышать, чтобы обеспеченность кадрами горного производства достигла 95-100 % и нам не пришлось, как на заре XVIII века, приглашать на Российские предприятия иностранных специалистов.

Литература

1. Трубецкой К.Н. Развитие горных наук и проблемы подготовки инженерных кадров в области освоения недр Журнал "Маркшейдерия и недропользование" № 6 - 2009г.

2. Шатилов С.В. Горный инженер должен знать и уметь всё. Парламентская газета №6(2422) от 19.02.2010.

3. Квагинидзе В.С. Педагогическая квалификация преподавателей при практическом обучении как фактор повышения качества подготовки горных инженеров Горный информационно-аналитический бюллетень. № 12/2008 65-72

4. Аренс В.Ж. Чему и как учить современных горных инженеров Горный информационно-аналитический бюллетень. Номер: 1 Год: 2009 90-94

5. Гитис Л.Х. Образование в корпусе горных инженеров корпус горных инженеров Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2010. № 7. С. 71-84.
6. Петров В.Л. Структура и содержание новых стандартов подготовки горных инженеров. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2008. № 10. С. 5-22.
7. Петров В.Л., Гончаренко С.Н., Ярошук И.В. Концепция прогнозирования потребности в кадрах для горно-промышленного комплекса. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2011. Т. 3. № 12. С. 24-32.
8. Петров В.Л., Скачков М.С. Количественные оценки системы подготовки горных инженеров в России. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2010. № 6. С. 7-26.
9. Петров В.Л., Скачков М.С. Высшее горное образование России в 2008 году: цифры и факты. Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2009. № 8. С. 129-146.
10. Арефьев, А. Л. Инженерно-техническое образование в России в цифрах / А. Л. Арефьев, М. А. Арефьев // Высшее образование в России / . – 2012. – № 03. – С. 122-131.
11. . Арефьев А.Л. Об инженерно-техническом образовании в России [Электронный ресурс] / А.Л. Арефьев, М.А. Арефьев. – [М., 2010]. – 23 с. – URL: http://www.socioprognoz.ru/files/File/publ/Inkzenemo_technicheskoe.pdf, свободный.
12. Пучков Л.А., Петров В.Л. Система подготовки горных инженеров России. Стратегический подход в определении прогнозов развития Известия высших учебных заведений. Горный журнал Уральский государственный горный университет 2008 № 1 128-145 Кузнецов Ю.Н., Мельник В.В.
13. Горный инженер - технолог - уникальный специалист по рациональному и безопасному освоению георесурсов недр. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический 2009 №9 10-15
14. Пучков Л. А., Петров В. Л. Тенденции развития высшего горного образования в России Известия высших учебных заведений. Горный журнал Издательство Уральского государственного горного университета 2006 № 4 145-158

УДК 622.331(09)

РОЛЬ ДИСЦИПЛИНЫ «ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ» В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ТОРФЯНОГО ПРОФИЛЯ

Копенкина Л.В.

Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия

Из опыта применения достижений академической и вузовской науки в области истории науки и техники при подготовке квалифицированных кадров торфяной отрасли в Тверском государственном техническом университете

На современном этапе развития российского общества вопрос взаимосвязи науки и образования имеет большое значение. Это обусловлено как развитием самой науки, необходимостью притока в нее высокообразованных специалистов, так и развитием образования, которое совершенствуется во взаимодействии с наукой, с использованием ее достижений. Особую актуальность эта тема приобретает в настоящее время в связи с проводимыми реформами высшего образования.

Необходимость осмысления новых фактов и закономерностей исторического процесса развития науки и техники конкретной области, подведения итогов предыдущего и определения перспектив последующего развития вызывает потребность не только в увеличении конкретных историко-технических и историко-научных исследований, но и в новом качестве их.

История науки и техники – это сравнительно молодая наука, оформившаяся в одну из важнейших отраслей исторического знания приблизительно в конце 1960-х годов, бурно развивающаяся в 1980–1990-е годы и приобретающая все большее значение в наше время.

История науки и техники носит характер междисциплинарности. Это комплексная наука, одновременно гуманитарная, естественная и техническая; интегративная наука, которая объединяет на новом уровне достижения отдельных научных направлений и не является простой суммой знаний; динамично изменяющаяся наука, постоянно пополняющаяся новыми знаниями, концепциями и фактами.

Предметом истории науки и техники является не просто реконструкция прошлого научного знания, но исследование процесса получения и обоснования научного и технического знания в различных культурно-исторических условиях, развития науки и техники с целью выявления тех глубинных тенденций и закономерных связей, которые определяют содержание и направление этого процесса.

Сегодня в нашей стране основная группа исследователей по истории науки и техники сосредоточена в Институте истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН. ИИЕТ – это уникальный междисциплинарный коллектив: здесь работают представители более 17 различных научных специальностей, что охватывает почти весь спектр фундаментальных отраслей естествознания, технических и гуманитарных наук.

В ИИЕТ проводят исследования, освещающие основные события в развитии мирового естествознания, технологии и техники, воссоздающие историю фундаментальных открытий и изобретений, биографии выдающихся деятелей науки и техники, закономерности развития естествознания, технологий, технических наук, инженерной деятельности в контексте истории мировой цивилизации. ИИЕТ координирует работу в области истории науки и техники в России и других странах СНГ, сотрудничает с на-

учно-техническими музеями, консультирует работу по созданию новых экспозиций, помогает проведению юбилейных торжеств, связанных с памятными датами в истории науки и техники. ИИЕТ является ведущим центром международного сотрудничества в сфере историко-научных и историко-технических исследований.

В 1918 г. курс истории техники был включен в учебные планы средних и специальных учебных заведений многих профилей. По инициативе академика В.И. Вернадского была создана Постоянная комиссия по изучению истории знаний, выпустившая несколько томов «Очерков по истории знания» и «Трудов комиссии по истории знаний». В 1928 г. по инициативе В.В. Данилевского были основаны первые кафедры по истории техники на Украине.

Начиная с 1930–1931 учебного года, курс истории техники стал читаться во многих вузах страны, в том числе в Московском горном институте, Московском институте стали, Московском энергетическом институте, Московском институте железнодорожного транспорта, Ленинградском политехническом институте, Ленинградском горном институте и др., в педагогических вузах. Курс истории техники читался в некоторых вузах и во время Великой Отечественной войны.

С 1948–1949 учебного года во многих высших учебных заведениях возобновилось преподавание курса истории техники, что потребовало подготовки учебных пособий и учебников. Преподавателями Московского энергетического института Л.Д. Белькиным, И.Я. Конфедератовым и Я.А. Шнейбергом был создан учебник для энергетических и электротехнических институтов «История техники» [1]. Впоследствии было издано новое учебное пособие [2].

В Тверском государственном техническом университете на выпускающей кафедре торфяных машин и оборудования курс истории науки и техники читается с 1993 года. Для этого были выпущены учебные пособия и монографии [3–6]. Автор данных работ также принимает участие в научно-практических конференциях «История техники и музейное дело», проводимых ИИЕТ в Политехническом музее (г. Москва).

В основной образовательной программе подготовки квалифицированных кадров торфяного профиля «Технологические машины и оборудование для разработки торфяных месторождений» дисциплина «История науки и техники» относится к дисциплинам по выбору вариативной части цикла гуманитарных и социально-экономических дисциплин. Материалы курса используются в следующих, позднее изучаемых, дисциплинах: «Технологические комплексы торфяного производства», «Торфяные машины и оборудование», «Основы проектирования машин для добычи торфа» и др.

Задачи учебного курса по истории науки и техники: научить студента грамотно оценивать события истории науки и техники; пользоваться основными источниками по истории науки и техники; использовать системный подход в оценке развития любой научной дисциплины. История науки и техники раскрывает развитие идей в торфяной отрасли, роль ведущих ученых, устанавливает приоритет в открытиях, изобретениях, теориях на основе изучения первоисточников; выявляет неизвестные ранее факты, технические нововведения, представляющие научную и историческую ценность; воссоздает целостную картину развития отдельной отрасли науки и техники, обосновывает периодизацию ее истории; раскрывает пути эволюции естественных и технических наук, выявляет экономический и социальный эффект научных достижений, условий, форм и способов взаимодействия естественных, технических и общественных наук; основные связи между запросами практики и развитием науки и техники, взаимовлияние науки и техники.

В процессе изучения дисциплины «История науки и техники» на кафедре ТМО ТвГТУ студенты получают комплекс знаний по методологическим основам истории науки и техники; по основным источникам по истории науки и техники, их критическому анализу; математическим методам в историко-техническом исследовании; по развитию системы знаний о полезных ископаемых, их добыче и переработке, технике и технологии торфяного производства.

Студентам прививаются навыки работы с научно-технической литературой, выполнения историко-технического исследования в области торфяного дела, периодизации данного направления, классификации торфяной техники. При выполнении практических работ делаются выводы о взаимодействии развития торфяной науки и техники, влиянии социальных условий на развитие торфяной отрасли, выявляются закономерности изменений технических параметров развития, вклад разных стран в это развитие, этапы и тенденции развития торфяной техники, наиболее перспективные направления совершенствования торфяных машин и оборудования, экологические последствия внедрения новой техники. В соответствии с заданием преподавателя составляется научный реферат, биографический очерк выдающегося деятеля торфяной отрасли. Занятия по истории науки и техники, раскрывая конкретно-исторические условия и механизм научных и технических открытий, наполняют мировоззренческим содержанием специальные курсы в учебном процессе. Материалы по истории техники, в том числе ее новейшей части – массивов патентной информации, дают возможность создания новых и планомерное совершенствование старых имеющихся технических систем путем использования объективных законов развития техники, приемов разрешения технических противоречий.

Это способствует творческому освоению учебного материала, решению задачи основательной подготовки студентов торфяного профиля. Включение истории науки и техники в число дисциплин базового высшего технического образования повышает качество подготовки квалифицированных кадров, приближает сложившуюся систему высшего образования к системе, соответствующей международным стандартам.

Литература

1. Белькинд Л.Д., Конфедератов И.Я., Шнейберг Я.А. История техники: учебник для энергетических и электротехнических вузов и факультетов М.–Л., Госэнергоиздат, 1956. 484 с.
2. История энергетической техники: учебное пособие для энергетических вузов и факультетов /Л.Д. Белькинд, О.Н. Веселовский, И.Я. Конфедератов, Я.А. Шнейберг. М.–Л., Госэнергоиздат, 1960. 664с.
3. Копенкин В.Д., Копенкина Л.В. История науки и техники. Торфяное дело: учебное пособие. Тверь: ТГТУ, 2000. 112 с.
4. Копенкина Л.В. История торфяного дела. Часть 1: монография. Тверь: ТГТУ, 2011. 160 с.
5. Копенкина Л.В. История торфяного дела. Часть 2: монография. Тверь: ТГТУ, 2012. 160 с.
6. Копенкина Л.В. История науки и техники: учебное пособие. Тверь: ТвГТУ, 2013. 160 с.

УДК 811.111:378.147.091.313

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ РЕЧЕВЫХ ГРАММАТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Хоменко С.А., Зубаккина О.А.

Белорусский национальный технический университет

В статье рассматриваются возможности употребления современных инновационных технологий для формирования навыков использования грамматических средств в речи у студентов технических университетов. Показаны их преимущества в обучении иноязычному общению.

Обучение иноязычному общению входит в обязательную программу для всех высших учебных заведений Республики Беларусь. В настоящее время согласно учебной программе основной целью обучения иностранному языку является развитие иноязычной коммуникативной компетенции. Овладение же грамматическими средствами есть одна из целей обучения в рамках развития языковой компетенции, которая является составной частью коммуникативной компетенции.

Обучение грамматике происходит с использованием различных методических приемов и технологий, однако наиболее эффективными явля-

ются те, которые позволяют отработать все компоненты грамматической стороны речи, а также обеспечивают взаимодействие студентов технических специальностей в процессе обучения. К современным инновационным технологиям следует отнести case-study, обучение в сотрудничестве, проектную технологию и различного рода симуляции.

Сущность метода «кейс-стади» заключается в самостоятельной иноязычной деятельности обучаемых в искусственно созданной профессиональной среде, которая даёт возможность соединить воедино теоретическую подготовку и практические умения, необходимые для творческой деятельности в профессиональной сфере. Студентам предлагается осмыслить ситуации профессиональной деятельности, которые предусматривают необходимость решения проблемы. В процессе разрешения возникшей проблемы, обучаемые вынужденно актуализируют необходимый для этого комплекс усвоенных знаний. Формирование речевых грамматических навыков происходит за счет работы над кейсами, содержащими не только грамматический материал, но и научно-техническую информацию, что позволяет обучаемым совершенствовать навыки восприятия текста профессиональной тематики.

Однако следует отметить, что работа с использованием кейс-технологии требует определённого запаса знаний по специальности и достаточного уровня владения английским языком, наличия у студентов навыков самостоятельной работы. Неподготовленность обучаемых, неразвитость их мотивации может привести к поверхностному обсуждению кейса, поэтому кейс-метод на занятиях английского языка рекомендуется применять в группах студентов тех специальностей, где предусмотрено большее количество учебных часов на дисциплину «Иностранный язык».

«Проектная технология» в обучении иностранному языку студентов представляет собой самостоятельную групповую работу по теме-проблеме, выбранной студентами и включающую поиск, отбор и презентацию информации, благодаря чему обеспечиваются межпредметные связи, происходит развитие творческих возможностей студентов. Кроме того, обучаемые учатся анализировать полученную информацию, поскольку в разные моменты познавательной, экспериментальной, прикладной или творческой деятельности они используют совокупность всех интеллектуальных навыков и умений. Умение анализировать полученную информацию – один из главных факторов успешной профессиональной деятельности.

Проектная технология включает в себя несколько видов:

- 1) проекты-сообщения или исследовательские проекты (Information and Research Projects),
- 2) проекты-интервью (Survey Projects),
- 3) проект-производство (Production Projects),

4) проекты-ролевые игры и драматические представления (Performance and Organisational Projects).

Метод проектов ориентирован на самостоятельную деятельность студентов, которая предполагает владение умениями анализа, синтеза, мысленного экспериментирования, прогнозирования. Использование данного метода развивает интеллект студента, его творческие способности и самостоятельность, позволяет обучить умению получать знания через свою деятельность. Эти навыки и умения позволяют будущим специалистам успешно выполнять поставленные перед ними профессиональные задачи [4].

К одному из видов работы, имеющим огромное практическое значение для будущей профессиональной деятельности студентов, относится «симуляция». Симуляция представляет собой проблемную речевую деятельность, которая происходит в четко описанном реалистичном окружении. Она осуществляется в ситуациях максимально приближенным к реальному общению и стимулируется проблемной коммуникативной задачей, которая требует личностного отношения обучаемых к фактам и событиям. Особенно актуально использование элементов рассматриваемой технологии для экономических, таможенных и логистических специальностей, где знание иностранного языка и умение вести диалог является одним из ключевых аспектов профессиональной деятельности. В процессе симуляции студенты получают возможность ассоциировать себя с носителем языка, акцентировать внимание на передаче смысла высказывания, работать в команде для достижения взаимопонимания, приобретать опыт контроля над ситуацией и ее управления, сформировать сознание того, что иностранный язык является движущей силой коммуникации. Эти навыки могут оказать положительное влияние на будущую профессиональную деятельность выпускников технического университета [2].

«Обучение в сотрудничестве» – это такая технология, которая предполагает совместную деятельность всех членов команды по освоению материала и предусматривает достижение определенной цели. Упражнения, применяемые в данной технологии, направлены на формирование стратегии общения в сотрудничестве, благодаря чему происходит вовлечение неактивных обучаемых в обсуждение задачи-проблемы, а гиперактивным студентам дается возможность избежать конфликтов в команде, а также отклонений от заданной темы. Работа в группах позволяет научить эффективному сотрудничеству на основе инструкций, выданных преподавателем перед выполнением задания. Кроме того, студенты учатся быть ответственными не только за свой результат, но и за результат всей группы, так как основными принципами обучения в сотрудничестве являются: одно задание для группы, одно поощрение на группу, распределение ролей. Использование технологии «обучение в сотрудничестве» возможно практи-

чески на всех этапах обучения: от начального до завершающего. В рассматриваемой технологии можно выделить следующие виды учебной работы применительно к грамматике, которые представлены ниже.

1. Обучение в команде (students' team learning). Главная идея данного вида – самостоятельная работа каждого члена группы и постоянное взаимодействие с другими участниками группы. Например, группа делится на 2 команды по 4 человека и получает следующее задание: первая группа занимается исследованием использования времени «Past Perfect», а вторая – использованием «Past Continuous». Инструкция к обоим заданиям состоит в следующем:

- а) выяснить, как образуется данное время;
- б) узнать, когда оно употребляется и какие показатели на это влияют;
- в) обратить внимание на образование вопросительных предложений в данном времени;
- г) составить упражнение на использование этого времени.

Студенты работают над заданной проблемой, после чего начинается ее обсуждение.

2. «Мозаика» (jigsaw). При этом виде работы материал разбивается на фрагменты, каждый член группы получает свой фрагмент и работает над ним, затем все участники команды обмениваются информацией друг с другом. Например, группа делится на 2 команды. Задание для них общее: благодаря исследовательской деятельности повторить использование артикля. Существует 4 карточки-инструкции с заданиями:

- а) установить случаи использования неопределенного артикля;
- б) выяснить, когда употребляется определенный артикль;
- в) изучить использование артикля с именами собственными (с географическими названиями, названиями общественных заведений, с титулами);
- г) изучить употребление артикля в других случаях (с историческими событиями, транспортом, с названием болезней, с такими словами, как morning, evening, afternoon, night).

После окончания работы с использованием данного приема, преподаватель может задавать вопросы по всей теме каждому из участников группы. Более того, возможно проведение теста-среза, либо контрольной работы.

3. «Учимся вместе» (learning together). Данный вид работы подразумевает, что каждая из групп получает задание, являющиеся частью какой-либо большой темы. В результате работы каждой из групп над своей частью материала, достигается усвоение всей темы студентами. Например: группа 12 человек разбивается на 3 группы (слабые, средние и сильные ученики). Каждой группе даем задание: изучить тему употребление прошедшего продолженного времени (Future Simple). Обучаемым раздаются карточки, при заполнении которых в конце работы составляется полная таб-

лица с правилом. Слабой группе даем задание на выяснение случаев употребления Future Simple; группа середнячков выполняет работу по выявлению указателей времени, влияющих на его образование; сильные ученики анализируют схемы предложений;

4. Исследовательская работа обучающихся, являющаяся одной из разновидностей технологии «обучение в сотрудничестве». Исследовательская работа подразумевает самостоятельную работу студентов либо индивидуальную, либо в группах до 6 человек. Одна большая тема разбивается на подтемы, которые, в свою очередь, подразделяются на более мелкие подтемы, для того чтобы каждый участник исследования имел возможность внести свой вклад в разработку темы. Например, для проведения занятия, направленного на систематизацию знаний по теме «Tenses», группа делится на 3 команды. Каждая команда получает отдельное задание:

- 1) проанализировать употребление Present Tenses:
 - a) Present Simple,
 - б) Present Continuous,
 - в) Present Perfect;
- 2) выяснить случаи употребления Past Tenses:
 - a) Past simple,
 - б) Past Continuous,
 - в) Past Perfect;
- 3) выяснить случаи употребления Future Tenses:
 - a) Future Simple,
 - б) Future Continuous.

После проведенного исследования, каждая группа делает доклад-презентацию по своей теме [1].

Преимущества всех перечисленных выше технологий очевидны: происходит социализация студентов; вырабатываются навыки взаимовыручки и взаимопомощи, ответственности за личный результат и общий результат команды; развиваются навыки мыслительности; включается работа памяти; идет мобилизация и актуализация предшествующего опыта и знаний; складывается позитивный микроклимат; увеличивается число ассоциативных связей за счет смены партнеров по общению [3]. Тем не менее нельзя не отметить некоторые трудности, с которыми может столкнуться преподаватель в процессе использования данной технологии:

- a) слабая подготовка студентов, неготовность вести диалог с партнером по общению;
- б) отсутствие у студентов навыков самостоятельной и автономной деятельности, неспособность выбрать нужную информацию из предложенной;

- в) недостаточное количество аудиторных часов, предусмотренных учебным планом по специальности для дисциплины «Иностранный язык»;
- г) невозможность в полной мере реализовать себя каждому члену команды в процессе работы над докладом-презентацией;
- д) психологическая несовместимость участников команд;
- е) невозможность оценить работу отдельного студента, так как выставляется общая отметка за работу всей группе и, соответственно, нивелируется индивидуальный вклад обучаемого.

Уровень владения иностранным языком студентами технических университетов зависит от степени сформированности коммуникативной компетенции с учетом всех ее составляющих. В связи с этим, использование современных инновационных технологий в обучении иноязычному общению, и в частности грамматике, которые позволяют не только создать систему знаний, умений и навыков, но и сформировать набор основных компетенций во всех сферах профессиональной деятельности, представляется оправданным.

Литература:

1. Аниськович, Н.Р. Обучение устному общению в сотрудничестве (на материале английского языка) / Н.Р. Аниськович // *Замежныя мовы ў РБ.* – 2002. – №1. – С. 32 – 38.
2. Леонтьева, Т.П. Коммуникативная игра как один из способов реализации коммуникативного подхода к обучению грамматике / Т.П. Леонтьева // *Учебные грамматики национальных языков: материалы научно-методической конф.*, Минск, 12-13 апреля 1995 г. / Минский гос. лингвистич. ун-т. – Минск, 1996. – С.103 – 107.
3. Пассов, Е.И. Формирование грамматических навыков: учеб. пособие / Е. И. Пассов; под ред. Е.И. Пассова. – Воронеж: НОУ «Интерлингва», 2002. – 40 с.
4. Harmer, Jeremy. *The Practice of English Language Teaching* / Jeremy Harmer. – Longman, 1997. – 296 с.

УДК 378.14:54

РАЗВИТИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ЗНАНИЙ

Митрясова Е.П.

*Черноморский государственный университет имени Петра Могилы,
г. Николаев, Украина*

In article key categories which have to be shown in the content of ecological education are proved and to become a philosophical conceptual basis of giving of a training material in modern conditions. Relevance of an integrated approach to the content of training is presented.

Современное развитие научного знания, социальные изменения обуславливают изменения целей и задач образования. Сейчас среди педа-

гогов ведутся дискуссии о создании новой образовательной парадигмы. В данном контексте важным становится главная цель современного высшего образования, прогностическая, которая заключающаяся в подготовке специалистов, способных к проектировочной детерминации будущего. Не утрачивает актуальности также цель по формированию творческой личности, которая способна целостно воспринимает окружающий мир, а также активно влиять на процессы, происходящие в социальной и профессиональной сферах. Ныне в системе высшего образования сложилась ситуация, когда философская основа содержания учебного материала отсутствует во многих предложенных учебниках по естественнонаучным дисциплинам. В большинстве случаев современные учебники являются зеркальным отражением последних советских времен (с некоторыми терминологическими поправками), когда марксистско-ленинская философия была идеологическим фундаментом развития всех отраслей научного знания.

Цель статьи заключается в определении основ, которые должны стать философским фундаментом формирования содержания естественнонаучного, в том числе экологического образования в высшей школе. Другими словами, нашей задачей является обоснование подхода и тех ключевых позиций, или категорий, которые должны войти в содержание естественнонаучных дисциплин и стать надстройкой фундаментальных знаний.

Как отмечается в публикации В. Г. Кременя, «...содержание образования – одна из сложных научных проблем, которая постоянно предстает перед человечеством в процессе его культурного развития, при этом особую остроту приобретает ориентация образования, которая исторически сложилась не на перспективу развития науки, а на ее ретроспективу. Содержание учебных дисциплин отличаются некоторой консервативностью, связанной с инерцией мышления ее авторов, часто не учитывают динамических соотношений между наукой и состоянием развития технологического прогресса. Отставание в создании оптимального содержания образования вызывается и тенденцией решать эту проблему на основе устоявшейся системы понятий и методов, которые не полностью соответствуют требованиям времени» [2, с. 30].

Для решения проблемы модернизации содержания экологического образования предлагаем внедрение интегрированного подхода к его формированию. Интегрированный подход призван преодолеть существующую практику преподавания дисциплин, дифференциацию содержания обучения, зачастую отрыв его от практической, профессиональной составляющей будущей деятельности специалиста, когда окружающий мир представляется разорванным на множество несвязанных частей.

Сегодня в практике высшей школы имеют место следующие противоречия:

- между современным состоянием подготовки специалистов к профессиональной деятельности на фоне перехода общества на путь устойчивого развития и требованиями практики к подготовке специалистов, которые должны иметь широкое профессиональное мышление, ориентированное на общечеловеческие ценности, развитое отношение профессиональной и моральной ответственности;

- между нынешним традиционным содержанием и методикой изучения дисциплин и новыми требованиями к содержанию образования, которое должно ориентироваться на интегрированные курсы с усилением их практической составляющей, необходимостью поиска нового подхода к структурированию знаний как способа целостного восприятия окружающего мира.

На основании этого в содержании естественных курсов важно раскрывать понятие о путях устойчивого развития человека и природы. Поскольку интегрированный подход – это методологическая основа научных исследований и разработки новых технических решений, он предусматривает широкое привлечение междисциплинарных связей как по горизонтали, так и по вертикали.

Интегрированный подход к содержанию образования также основывается на некоторых особенностях развития современного научного знания, которые заключаются в следующем:

- дифференциация наук сочетается с интегративными процессами, синтезом научных знаний, комплексностью, переносом методов исследования из одной области в другую;

- всестороннее рассмотрение научной проблемы возможно только на основе интеграции выводов отдельных наук и результатов исследований специалистов различных отраслей знаний;

- исследование объектов и явлений осуществляется системно, комплексно;

- целостное исследование объектов способствует формированию синтезного мышления и др.

Интегрированный подход позволяет формировать целостное представление о мире, систему естественнонаучной картины мира. Интеграция знаний на основе междисциплинарных связей охватывает линейные связи по горизонтали и точечные по вертикали, улавливает последовательность этих связей и создает на новом, более высоком уровне целостное видение любых проблем, ситуаций, явлений во всей полноте многогранности и многоаспектности .

Кроме того, содержание обучения должно строиться на таких ведущих принципах, как фундаментализация (поскольку именно фундаментализация обеспечивает целостность учебного материала); гуманитаризация (формирует целостную картину мира, планетарное мышление) и профессиональная направленность обучения (совершенствует компетенции будущего специалиста).

Для реализации интегрированного подхода и указанных принципов, прежде всего, мы опираемся на идеи коэволюции человека и природы, принципы гармонизации их сосуществования, благодаря чему происходит некоторый отход от предметной дифференциации научного знания и поиск оптимальных путей интеграции знаний.

Принципиально важным для конструирования содержания образования есть понимание необходимости формирования у студентов убеждений о том, что современная цивилизация – это взаимосвязанный организм между всеми элементами этой системы; локальные процессы влияют на глобальную ситуацию и на локальные процессы в других регионах. Пока у студентов не будет сформировано это убеждение, современный специалист останется «локальным» специалистом, не осознающим всех взаимосвязей происходящих в окружающем мире.

Содержание естественнонаучного образования, в том числе экологического, также должно основываться на некоторых основных позициях ноосферной концепции В. И. Вернадского [1]. Учитывая это, содержание обучения должна формироваться таким образом, что позволит подвести студентов к пониманию общенаучных тенденций развития биосферы, а именно:

- общая и главная тенденция развития Земли – это появление все более сложной организации вещества. За счет усложнения вещества усложняется вся система;
- сложное вещество составляет наименьшую часть массы всего вещества, но именно эта сложнейшее вещество определяет состояние системы в целом. Биомасса Земли мала по сравнению с массой Земли, как космического тела – но именно функционирование жизни определяет ход геологических процессов, состав горных пород и атмосферы;
- главное направление развития самой жизни – усложнение организмов, способность к более индивидуальному проявлению;
- появление на Земле человека, способного к сложным информационным операциям, способным отражать в своем сознании окружающий мир и преобразовывать его, подготовлено всей эволюцией живого;
- живое вещество и человек концентрируются в ландшафтной оболочке Земли. Именно в ландшафтах осуществляется преобразование космической энергии Солнца в другие виды энергии, трансформация веществ

ва и перенос вещества и энергии, происходят основные энергетические и геологические процессы. С появлением человека его деятельность определяет направление преобразований в биосфере;

- преобразование биосферы в ноосферу, а биогеосферы на антропогеосферу – это естественный процесс. Человек меняет химические, механические, физические свойства вещества, изменяет направленность и интенсивность потоков энергии – это выполняет и животный и растительный мир, но способ изменения у человека совсем другой;

- человек строит целую систему антропогенных ландшафтов, в которых солнечная энергия аккумулируется удобным для нее способом;

- если происходит деградация природы, человеку некого винить, кроме себя; необходимо понимание того, что происходит. Создать новую постиндустриальную традицию землепользования очень сложно. Необходимо направлять усилия в направлении создания культуры, определяет действия человека, живущего в мире, который постоянно меняется.

Обозначенные тенденции не существуют абстрактно, они являются общими выводами, к которым подводятся студенты при изучении экологических дисциплин, и определяют заключительный уровень (уровень методологического синтеза) интеграции содержания обучения.

Настаивая на необходимости становления профессиональной культуры специалиста, адекватной нынешней экологической ситуации, когда человек должен осознавать себя частью биосферы и понимать свою связь с окружающей средой, считаем, что синергетические представления о коэволюции человека, природы, техносферы должны быть как можно более полно раскрываться в содержании экологических дисциплин. Поэтому обозначим те основные ключевые категории, которые должны стать надстройкой естественнонаучного знания, то есть стать их философской основой.

Таковыми ключевыми категориями являются:

1. Качество жизни. Это понятие - социологическая категория. Оно означает совокупность условий, обеспечивающих комплекс здоровья человека – личного и общественного (М. Ф. Реймерс [4, с. 227]). В контексте экологического образования это понятие касается качества окружающей среды.

2. Экологическая безопасность. Это понятие означает совокупность любых действий, состояний и процессов, которые прямо или косвенно осуществляются человеком и отвлекают вредные воздействия на окружающую среду (И. И. Дедю [6, с. 29]). Кроме того – это понятие означает комплекс состояний, явлений и действий, обеспечивающих экологический баланс на Земле и в любых ее регионах [4, с. 41]. Понимание экологической безопасности является неотделимым атрибутом социального разви-

тия, коренного изменения принципов современной цивилизации, видения их в экологическом ракурсе [5].

3. Взаимосвязи в окружающей среде. Это понятие является также ведущим при изучении естественнонаучных, в том числе экологических дисциплин. При изучении сложных явлений и объектов окружающей среды исследователь всегда может выделить некоторые уровни организации последних. Начиная с изучения атомов и молекул (атомно-молекулярный уровень), исследователь переходит к изучению клеток или кристаллов (надмолекулярный уровень), а далее – тканей, агрегатов и т.д., т.е. поднимается до все более сложных уровней организации материи.

4. Разнообразие соединений. Это понятие особенно характерно для курсов органической химии и биологической химии. Так, причины разнообразия органических соединений заключаются в таких факторах, как характер карбоновой цепи и карбоновых связей, наличие функциональной группы (гидроксильная, карбонильная, карбоксильная, эстерная, аминогруппа и др.), наличие изомерии (структурная: карбоновой цепи, положения кратной связи, положения функциональной группы, межклассовая изомерия, цис- и транс- изомерия, таутомерия, оптическая изомерия т.д.), гомология; полимерия. Однако, несмотря на огромное разнообразие веществ, генетические взаимосвязи свидетельствуют о существовании родства между ними, основой которой является единство элементного состава.

5. Прогнозирование будущего развития человека и природы. Учитывая актуальную потребность в рассмотрении всех аспектов человеческой деятельности с позиции экологических проблем, перед студентами ставятся задачи по прогнозированию развития современных проблем человека и природы через применение экологических знаний, химических и биотехнологий, биохимии и т.д.

6. Идея коэволюции и устойчивого развития природы и человека. Понятие «коэволюция» означает параллельную, совместную эволюцию для системы «общество – природа», элементы которой сочетаются тесными связями. Предполагается, что природа и общество развиваются параллельно, взаимодействуя друг с другом. Расхождение скоростей природного эволюционного процесса, который длится очень медленно, и социально-экономического развития человеческого общества, который осуществляется гораздо быстрее, приводит к неконтролируемому их взаимодействию, к деградации природы, поскольку антропогенный фактор оказывается очень прочным в направлении эволюции [4, с. 247]. Выход состоит в регулирующем, сознательно ограниченном действии техносферы на природу, в построении ноосферы. При этом общество, развиваясь по собственным законам, имеет лимитировать свой экстенсивный рост с учетом обеспечения условно-естественного хода эволюции природы.

В этом плане мы считаем важным через содержание экологических дисциплин показать направления решения проблемы сохранения равновесия в окружающей среде. Это не создание новых, а поддержка и стимуляция существующих природных процессов, направленных на стабилизацию экосистем.

7. Исчерпание природных ресурсов. Это понятие означает процесс, который «возникает в результате несоответствия между доступными запасами природных ресурсов или нормами их изъятия из природных систем и потребностями общества, подрыв производительности и восстановительной способности природы в процессе повышения темпов и объемов добычи или эксплуатации природных ресурсов над темпами и объемами их естественного восстановления. Исчерпание природных ресурсов – одна из основных негативных характеристик современного природопользования в условиях научно-технической революции» [6, с. 131]. Другими словами, «исчерпание природных ресурсов – это несоответствие между доступными их запасами и безопасными нормами изъятия и потребностями человечества» (П. И. Мороз, И. С. Косенко [3, с. 307]). Обсуждая проблему исчерпания природных ресурсов считаем целесообразным обсуждение такого вопроса, как истощение и загрязнение вод и почв. Например, как известно, широкое использование пестицидов, минеральных и органических удобрений – один из характерных факторов интенсификации аграрного производства в мировой практике. Чрезмерное использование пестицидов и удобрений приводит к тому, что они входят в круговорот веществ в природе, становятся составной частью окружающей, вызывают существенные изменения в природных и искусственных экосистемах. Действующие вещества, накапливаясь в избытке в почве, постепенно изменяют его, ухудшая структуру, физико-химические свойства, уничтожая микроорганизмы. Увеличение в почве концентрации удобрений и пестицидов не только приводит к его деградации, а ощутимо сказывается на качестве выращиваемой продукции. Согласно официальной статистике 40 % почв в Украине считаются уже выведенными из строя, вследствие процессов деградации [3].

Обозначенные проблемы целесообразно освещать также при изучении некоторых разделов неорганической и органической химии, а именно: «Химия элементов», «Хлор-, фенолоорганические соединения», «Вода : физико-химические характеристики» и др.

8. Проблема здоровья человека. Относительно содержания экологического образования освещения этой категории непосредственно связано с понятием качества жизни. В этом смысле считаем возможным в содержании обучения очерчивать проблемы токсичности веществ, понятия про синтетические пищевые добавки и т.д.

Таким образом, интегрированный подход к построению содержания экологического образования предполагает, что сквозной смысловой линией естественнонаучных дисциплин является демонстрация в содержании всех вышеперечисленных ключевых категорий. Указанные категории являются центрами интеграции знаний на междисциплинарном уровне и уровне методологического синтеза. Вместе с тем, специфика и перспективы развития интегрированного подхода к содержательной характеристике знаний и умений студентов заключается в демонстрации и формировании последних на примерах объектов окружающей среды (вода, воздух, почва, растение, животное, человек) и процессов, происходящих, прежде всего, в живых организмах с точки зрения профессиональной значимости и направленности на раскрытие современных экологических проблем.

Литература

1. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М.: Наука, 1989. – 258 с.
2. Кремень В. Г. Філософія освіти XXI століття / В. Г. Кремень // Шлях освіти. – 2003. – №2. – С. 2–5.
3. Мороз П. І. Екологічні основи природокористування / П. І. Мороз, І. С. Косенко / За ред. акад. П. І. Мороза: навч. посібник. – Умань: УДАА, 2001. – 456 с.
4. Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
5. Сівак В. К. Основи екологічної безпеки : Навч. посібник / В. К. Сівак, В. Д. Солодкий, Ю. Г. Масікевич, М. В. Білоконь, О. М. Данілова. – Вид. 2-е, переробл. та доповн. – Чернівці : Книги – ХХІ, 2012. – 220 с.
6. Экологический энциклопедический словарь / Под ред. И. И. Дедю. – К.: Гл. ред. МСЭ., 1989 – 408 с.

УДК 159.923.2

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Мартынюк С.С., Сидорская Н.В., Скуратович И.В.

Белорусский национальный технический университет, Минск

Формирование экологического сознания является актуальной задачей в рамках подготовки студентов инженерных специальностей. Современные подходы к улучшению природоохранной деятельности предприятий основываются на предотвращении загрязнения, что должно стать обязанностью работников, непосредственно вовлеченных в технологический процесс. Экологические вопросы должны быть включены в программу прохождения производственных и учебных практик, курсовые и дипломные работы.

Сохранение биосферы является необходимым условием выживания человечества. Современная экология постепенно становится мировоззренческой наукой, интегрирующей результаты разных научных течений и

определяющей поведение человека по отношению к окружающему миру и к самому себе.

Проблема формирования экологического сознания особенно остро возникла в XX столетии, когда человечество стало осознавать пагубные последствия своей деятельности, которые привели к экологическому кризису. Проявления этого кризиса мы можем наблюдать в самых различных сферах жизнедеятельности: загрязнение окружающей среды, исчезновение целого ряда животных и растений, нерациональное использование природных ресурсов и т.д.

Это привело к постановке проблемы (с разными вариантами ее решения) формирования экологического сознания.

Основное негативное воздействие на окружающую среду оказывает деятельность промышленных предприятий. Минимизация выбросов, сбросов и промышленных отходов, улучшение природоохранной деятельности должны стать не только обязанностью инженера-эколога, но и работников, непосредственно вовлеченных в технологический процесс.

На экологическом мышлении основаны современные подходы охраны окружающей среды, такие как система управления окружающей средой на базе международных стандартов ISO серии 14000, наилучшие доступные технические методы - это технологические процессы, методы, порядок организации производства продукции и энергии, выполнения работ или оказания услуг, проектирования, строительства и эксплуатации сооружений и оборудования, обеспечивающие уменьшение и (или) предотвращение поступления загрязняющих веществ в окружающую среду, образования и (или) размещения отходов производства, по сравнению с применяемыми и являющиеся наиболее эффективными для обеспечения нормативов качества окружающей среды при условии экономической целесообразности и технической возможности их применения, расширенная ответственность производителя – стратегия, которая направлена на снижение негативного воздействия, оказываемого продуктом на протяжении всего жизненного цикла путём возложения ответственности за ущерб, наносимый продуктом и особенности по сбору, переработке и окончательной утилизации продукта на его производителя, и ряд других.

В середине XX века основным вариантом улучшения качества окружающей среды являлась установка очистного оборудования. Контроль загрязнения среды осуществлялся после проектирования и разработки продукции или услуги, загрязняющие вещества и отходы не рассматривались как сырьё, а только контролировались. А применение в промышленности технических средств снижения отрицательного воздействия на окружающую среду ограничивалось достижением установленных нормативов. Такой подход имел множество недостатков, основным из которых

являлся переход загрязнения из одной среды в другую, зачастую менее контролируемую.

Современные подходы к решению экологических проблем основываются на предотвращении загрязнения в источнике интегрированными методами. Применение такой стратегии включает в себя не только технические, но и организационные мероприятия, является процессом постоянного улучшения и направлено на достижение более высоких требований, чем требования установленных нормативов.

В современном мире производственный процесс и качество продукции определяется не только потребительским спросом, но и степенью воздействия на окружающую среду и здоровье человека. А улучшение природоохранной деятельности является задачей каждого сотрудника, а не только эколога и внешних экспертов.

Для подготовки студентов специальности «Экологический менеджмент и аудит в промышленности» программа обучения предусматривает изучение, как базисных инженерных дисциплин, так и современных информационных технологий, методов решения экологических и управленческих задач, экономики и организации управления производством, природопользованием, методов моделирования экологических процессов, экономических, правовых и организационных вопросов охраны окружающей среды.

Изучение экологических дисциплин в рамках специальности «Экологический менеджмент и аудит в промышленности» является углубленным и достаточным. Однако для специалистов технического профиля, которые в своей профессиональной деятельности будут управлять производственными процессами, способными оказывать негативное воздействие на окружающую среду, актуальной задачей является улучшение экологического образования. Основопологающей базой при решении профессиональных задач в процессе производственной деятельности будущих инженеров должно стать экологическое мышление.

Базисным курсом для изучения экологических дисциплин для студентов инженерных специальностей является курс «Основы экологии».

Изучение дисциплины «Основы экологии» в технических университетах способствует формированию экологической грамотности инженерных кадров, позволяющей реализовывать основные принципы устойчивого развития Республики Беларусь. Кроме того, полученные знания формируют у будущих специалистов общие универсальные принципы современного природопользования, которые в дальнейшем помогут решать природоохранные и ресурсосберегающие задачи, совершенствовать природоохранную деятельность промышленных предприятий. Дисциплина являет-

ся обязательной для изучения студентами всех технических специальностей первой ступени высшего образования.

Программой по дисциплине «Основы экологии» предусматривается изучение вопросов функционирования природных экосистем и биосферы в целом, ресурсных материальных циклов и распределения энергии, эксплуатации и ограниченности природных ресурсов, антропогенного воздействия на окружающую среду, методов мониторинга и экологического контроля, основных направлений по снижению антропогенного воздействия на биосферу. В программе представлены вопросы формирования экологического императива, а также применения административно-правовых и хозяйственных методов управления качеством окружающей среды.

Главная цель курса «Основы экологии» является профессиональная подготовка специалистов, способных организовывать конкурентоспособное, ресурсо- и энергосберегающее, социально-ориентированное промышленное производство в рамках устойчивого развития и формирование экологической компетентности.

Экологическая компетентность представляет собой осознанное, осмысленное овладение теоретическими знаниями, умениями, способами принятия решений, нравственными нормами, ценностями, традициями, необходимыми для практической реализации экологически целесообразной деятельности.

Формирование экологической компетентности студентов опирается на основные принципы экологического образования и воспитания:

- непрерывность, последовательность, связь с практикой;
- единство общего, профессионального и экологического образования;
- учет национальных интересов, региональных особенностей, использование традиционной культуры природопользования и охраны природы;
- гуманизация, развитие социально-активной личности, экологического сознания, мышления, культуры.

Реализация этих принципов в учебном процессе способствует подготовке специалистов с высоким уровнем экологического сознания и культуры.

Применение современных образовательных технологий: метода проектов, деловых игр, технологии развития критического мышления, информационных технологий, межпредметной интеграции учебных дисциплин способствует формированию экологической компетентности, повышению мотивации к изучаемому материалу.

Междисциплинарные связи помогают в решении основных задач подготовки специалистов, повышают мотивацию к обучению дисциплины.

При изучении учебной дисциплины «Основы экологии» студентами инженерных специальностей учреждений высшего образования традиционная передача необходимого объема экологических знаний недостаточна.

Экологические знания лишь тогда становятся основой экологического сознания, когда они приводят к экологически правильным действиям.

Применение в учебном процессе современных образовательных технологии вырабатывает умения и навыки системного экологического мышления, пробуждает у студентов стремление к поиску новых идей, побуждает к творчеству и коллективному взаимодействию, способствует формированию готовности к собственному оптимальному взаимодействию с природой, посредством усвоения студентами экологических знаний, эмоционально-ценностных отношений, способов деятельности, соответствующих убеждений, потребностей.

Для формирования экологического мышления и экологических компетенций у студентов инженерных специальностей необходимо соблюдать связь образование-наука-производство, включая экологические вопросы в программу прохождения производственных и учебных практик, выполнения курсовых и дипломных работ.

Литература

1. Курилов В.В. Система экологического менеджмента. Международные стандарты ISO серии 14000. Практическое руководство к внедрению / В.В. Курилов, М.В. Чумакова. – Минск: Бизнесофсет, 2008. – 24 с.
2. Ермаков, Д.С. Формирование экологической компетентности учащихся: теория и практика / Д.С.Ермаков. М.: МИОО, 2009. – 180 с.
3. Акимова, Т.А., Хаскин, В.В. Основы экоразвития / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. — М., 2004. — 432 с.
4. Николаева, С.Н. Теория и методика экологического образования детей: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. Заведений / С.Н. Николаева. — М.: Издательский центр «Академия», 2002. — 336с.
5. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.Л. Хотунцев. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 480 с.

УДК 378. 01

ОРГАНИЗАЦИЯ НОРМОКОНТРОЛЯ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ НА ВЫПУСКАЮЩИХ КАФЕДРАХ

Ковалев Р.А., Соколова С.С., Рожков В.Ф.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассматривается процедура проведения нормоконтроля как функция выпускающих кафедр по управлению процессом подготовки ВКР во всей совокупности ее элементов, особенности подготовки графической и текстовой документации. Нормоконтроль предлагается считать важной составляющей в процессе подготовки бакалавров по новым государственным образовательным стандартам

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является самостоятель-

ной комплексной работой студента, выполненной на основе теоретических знаний и практических навыков, полученных им при изучении различных дисциплин, предусмотренных учебным планом, в процессе курсового проектирования и производственных практик, позволяющей оценить степень его подготовленности к работе по специальности.

Отличительным признаком ВКР бакалавра технического профиля является наличие развернутой расчетно-проектной части, при выполнении которой студент демонстрирует не только возможности и умения практического использования методик технических и экономических расчетов, но и знание стандартов, пакетов программного обеспечения и т.д.

Проектная часть ВКР представляет собой инженерно-техническую проработку и обоснование предложений и рекомендаций будущего бакалавра, направленных на создание или модернизацию новых технических объектов, а также решение отдельных задач исследовательского характера.

ВКР считается выполненной, если она содержит все структурные элементы, включает разработку всех разделов основной части и оформлена в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Системы проектной документации для строительства (СПДС) и действующих стандартов высших учебных заведений. Нормоконтроль является заключительным этапом проектирования и проводится с целью проверки правильности исполнения документации в соответствии с требованиями указанных стандартов.

В состав документации ВКР бакалавра технического профиля входит комплект чертежей и пояснительная записка, содержащая описание, таблицы, расчеты, рисунки, схемы, спецификации, приложения.

Комплектность и состав чертежей должен соответствовать заданию на проектирование и соответствующим учебным пособиям или методическим указаниям, учитывающим специфику выпускающих кафедр.

При выполнении графической и текстовой документации следует руководствоваться положениями соответствующих стандартов. Документацию, как правило, выполняют автоматизированным способом на бумажном носителе и/или в виде электронного документа. При выполнении документации в виде электронных документов и передаче документации в архив на электронных носителях должны соблюдаться требования ГОСТ 2.051-2006. Взаимное соответствие между документами в электронной и бумажной формах обеспечивается исполнителем проекта.

Задание на ВКР выдается каждому студенту индивидуально руководителем проекта на бланке, тип и форма которого должны соответствовать стандарту высшего учебного заведения.

В задании указывается:

- тема работы;

- исходные данные для проектирования;
- разделы или вопросы, которые необходимо разработать;
- перечень графического материала;
- срок сдачи студентом законченной ВКР.

Задание подписывается руководителем, студентом и утверждается заведующим кафедрой.

Нормоконтроль – это функция выпускающей кафедры по управлению процессом подготовки ВКР во всей совокупности ее элементов. Анализ работы на соответствие требованиям нормоконтроля длится не более трех календарных дней. К ВКР, предоставляемой на нормоконтроль, предъявляются следующие требования:

- работа должна быть полностью скомпонована (пояснительная записка и приложения) и заключена в переплет с помощью папки-скоросшивателя;
- ВКР должна содержать подписи исполнителя, руководителя и консультантов;
- тема ВКР должна полностью соответствовать приказу по вузу;
- текст ВКР должен быть оформлен в соответствии с требованиями нормативно-технической документации;
- пояснительная записка должна содержать все обязательные структурные элементы (титальный лист, задание на проектирование, содержание, введение, основную часть, библиографический список).

Нормоконтролю подлежат следующие документы выпускных работ:

- пояснительная записка;
- все чертежи графической части работы;
- спецификации.

Цели и задачи нормоконтроля, обязанности, права и ответственность нормоконтролера должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 21.1002-2008.

Нормоконтролер имеет право возвратить на доработку документы, если в них обнаружены отступления от установленных требований стандартов, отсутствуют обязательные подписи, в случае небрежного выполнения, он не несет ответственности за выбор и содержание конструктивных, технологических и других технических решений, принятых в проверяемых работах.

Подпись нормоконтролера на документах ВКР является обязательной.

Нормоконтролер имеет право возвращать ВКР без рассмотрения в случаях:

- нарушения установленной комплектации;
- отсутствия обязательных подписей;
- небрежного выполнения работы.

Нормоконтролер в проверяемом документе наносит карандашом условные пометки к элементам, которые должны быть исправлены или заменены. Сделанные пометки сохраняют до подписания подлинников и снимают их нормоконтролер. В перечне (или журнале) замечаний нормоконтролера против номера каждой пометки кратко и ясно излагается содержание замечаний и предложений нормоконтролера. Работы, успешно прошедшие нормоконтроль регистрируются на выпускающей кафедре и передаются заведующему кафедрой для допуска к защите и рецензирования. При несоблюдении требований нормоконтроля студент не допускается к защите до момента исправления отмеченных недостатков.

Сроки представления ВКР студентами для проведения нормоконтроля устанавливаются:

- для предварительного контроля – согласно графику работы нормоконтролера;
- для окончательного контроля – не позднее 3-5 дней до защиты.

Нормоконтроль документации ВКР проводится в два этапа:

1-й этап – предварительная проверка документации.

Замечания по проверяемой документации нормоконтролер помещает в виде соответствующих пометок на поле чертежа и на листе «Перечень замечаний нормоконтролера по ВКР». При этом нормоконтролер обязан обосновать сделанные замечания. Вносить замечания в проверяемые документы нормоконтролер должен четко и ясно.

Студент не имеет права удалять пометки нормоконтролера до подписания документа.

2-й этап – окончательная проверка документации.

В случае наличия в предъявляемой документации отступлений от стандартов, которые невозможно исправить, нормоконтролер делает соответствующие замечания на листе «Перечень замечаний нормоконтролера по ВКР».

После внесения исправлений или замечаний нормоконтролер подписывает документы в графе основной надписи "Н. Контр." и выставляет оценку («удовлетворительно»/ «неудовлетворительно») в листе «Перечень замечаний нормоконтролера по ВКР».

На втором этапе проверки чертежи графической части работы и пояснительная записка должны быть представлены на нормоконтроль с подписями в графах: "Разраб.", "Проверил".

Ошибки рекомендуется записывать по кодам «Классификатора замечаний нормоконтролера», представляющего собой таблицу, в которой кодами обозначены требования стандартов, подлежащие проверке и, при необходимости, исправлению. Классификатор должен содержать основные позиции проверки, предварительно установленные выпускающей кафедрой.

рой, такие, как комплектность документации, соблюдение требований, предъявляемых к оформлению отдельных разделов графического материала и пояснительной записки и т. д. Указанные в таблице коды нарушений должны быть сгруппированы в блоки или разделы, имеющие нумерацию с первой цифрой, соответствующей разделу, а далее, в пределах раздела – сквозную. Это позволит, с одной стороны, студенту по номеру нарушения быстро найти ошибку, а, с другой стороны, облегчит нормоконтролеру процесс проверки и последующего оформления документации.

В учебно-методической документации вузов должны быть также установлены общие правила оформления документации ВКР: пояснительной записки и графической части. При этом ссылки должны осуществляться только на действующие в настоящее время стандарты, что поможет студентам легко и быстро разобраться в многообразии нормативно-технической документации и сосредоточиться на выборе и содержании конструктивных, технологических и других технических решений, принимаемых в проектах.

В приложениях соответствующих учебно-методических пособий должны быть приведены формы бланков для отдельных разделов документации, а также рекомендуемые образцы оформления элементов текстовой и графической частей, составленные в соответствии со стандартами ЕСКД, СПДС и стандартов вуза.

Особое внимание должно быть уделено оформлению основных надписей на листах графической части и пояснительной записки. Формы основных надписей действующих нормативно-технических документов необходимо адаптировать под специфику выпускающей кафедры и учебного заведения. В угловых штампах графических листов, а также на каждом листе пояснительной записки необходимо в обязательном порядке указывать номер зачетной книжки или студенческого билета исполнителя проекта, что позволит в дальнейшем организовать электронный архив ВКР на выпускающей кафедре.

Литература

1. ГОСТ Р 6.30-2003 Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов
2. СТ ТулГУ 8.2.4-01-2010 Итоговая государственная аттестация выпускника.

УДК 553.3:9(476)

ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Цыбуленко П.В., Кукса А.Н.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

Приведено описание запасов твердых полезных ископаемых Республики Беларусь, перспектив их использования и рассмотрено направление кадрового обеспечения инженерами-горняками для их освоения.

Одной из важнейших составляющих развития экономики Республики Беларусь является эффективное использование минерально-сырьевых ресурсов, имеющихся в недрах Республики.

На территории Республики Беларусь разведаны запасы каменных солей, составляющие свыше 22 млрд. т. Они распространены в пределах Припятской рифовой структуры: Мозырское, Давыдовское, Старобинское месторождения. На Мозырском месторождении ведется добыча поваренной соли методом подземного растворения через рассолодобывающие скважины в объемах 180 тысяч тонн в год.

Наиболее богата Республика Беларусь запасами калийных солей. Промышленные запасы калийных солей, сосредоточенные на Старобинском и Петриковском месторождениях, составляют 6938 миллионов тонн, а с учетом еще более десяти перспективных участков по Припятскому прогибу объемам промышленных запасов солей оценивают примерно в 80 млрд.т.

В настоящее время все объемы калийных солей в Беларуси добываются шахтным способом на пяти шахтных полях РУП «ПО Беларуськалий» на глубине от 250 до 900 м в сложных гидрогеологических условиях с использованием камерных (с короткими очистными забоями), столбовых с длинными очистными забоями и комбинированных систем разработки с применением современного добычного, транспортирующего и перерабатывающего оборудования. Объем добычи руды для производства калийных удобрений составляет до 26,7 млн.т. в год.

Планируется строительство горно-обогачительного комбината мощностью до 3 млн. тонн продукции в год на базе Петриковского месторождения хлоркалия. Стоимость этого проекта премьер Беларуси Мясникович оценил в \$4-5 млрд. Интересуются инвесторы и Октябрьским месторождением.

В октябре 2011 г. Минприроды завершило первый этап конкурса по выбору инвестора по освоению Петриковского месторождения хлоркалия. Тендер выиграл ОАО «Беларуськалий». Горно-обогачительный комбинат будет построен в Петриковском районе недалеко от деревни Муляровка в 2019 г.

Петриковское месторождение калийных солей расположено на северо-востоке Гомельской области, его запасы оцениваются в 1 млрд. т. руды. Территориально оно примыкает к массивом калийных солей Старобинского и других месторождений хлоркалия, входящих в ресурсную базу ОАО «Беларуськалий». Рядом с Петриковским месторождением расположено и Октябрьское месторождение хлоркалия с запасами около 280 млн. т., для освоения которого уже определился инвестор и ведутся проектные разработки.

В республике Беларусь разведаны месторождения бурых углей, из которых можно получать горючий газ и использовать в качестве топлива. Одна тонна бурого угля в результате подземного термического разложения дает до 2000 м³ газа. Прогнозные ресурсы превышают 1350 млн.т. В настоящее время установлены три этажа угленосности. Неогеновые угли залегают на глубине 20-80 м, юрские – на глубине 100-300 м, карбоновые на глубине более 300 м. Наиболее изучены неогеновые угли Житковичского, Бриневского и Тонезского месторождений с общими запасами 152,8 млн.т. Промышленные запасы уже в ближайшие годы могут быть доведены до 150-200 млн.т, что позволит организовать их устойчивую добычу в объеме до 4-5 млн. т в год. Угли высокзолые (средняя 23,8 %), выход горючих веществ на горючую массу от 51,4 до 78,4 %, теплота сгорания от 16,91 до 26,33 МДж/кг.

Республика располагает значительными запасами торфа и по данным академиком НАН Беларуси Лиштвана И.И. и Логинова В.Ф. возможные к разработке запасы составляют 465млн. т, а с учетом уже разработанных и отведенных к разработке месторождений более 600 млн.т. Следует отметить, что уже в настоящее время ежегодный расход торфа значительно превышает его прирост и по данным ИПИПРЭ объем добычи торфа должен стабилизироваться на уровне 12-18 млн.т., по топливному торфу на уровне 4-5 млн.т. Заслуживает внимание, кроме широко разработанной химической переработки, производство горючих газов из торфа. Выход газа из кускового торфа без разложения смолы составляет порядка 1300 м³ на тонну сухого торфа, а с разложением смолы около 2000 м³ при калорийности 1300-1500 ккал/м³. Заторфованность территории республики составляет около 12 %. Торфяные месторождения имеются во всех областях Республики.

Разведаны месторождения горючих сланцев. Площадь сланценосного бассейна более 10 тыс.км² с суммарными прогнозными ресурсами 8780 млн.т. Глубина залегания сланцев 50-600 м, мощность отдельных пластов достигает 0,5-3,0 м. Горючие сланцы Припятского прогиба (Туровское, Любанское месторождения) из-за высокой зольности, низкой теплоты сгорания (средняя – 5,8 МДж/кг) являются малоэффективным твердым топли-

вом, но они представляют интерес как исходное сырье для получения ряда ценных компонентов.

Открыты залежи железной руды. Запасы руды на Околовском месторождении оценивается более чем в 500 млн.т. Содержание железа в рудах 26-30%, но они хорошо обогащаются с получением магнетитового концентрата со средним содержанием железа 70%, пригодного для получения металлизированных окатышей, которые так необходимы белорусской металлургической промышленности.

Решение задач освоения месторождений полезных ископаемых Беларуси требует подготовки национальных инженерных кадров по целому ряду горных специальностей, среди которых подземные и открытые горные работы, горные машины и оборудование, современные геотехнологии, добыча и переработка горных пород, экология и ряд других.

Для подготовки своих инженерных кадров и концентрации усилий в области освоения полезных ископаемых Республики Беларусь в 2002 году в Белорусском национальном техническом университете создан факультет Горного дела и инженерной экологии.

По горным специальностям факультет ведет подготовку специалистов по открытым горным работам, подземным горным работам, обогащению полезных ископаемых, буровым работам. Для кадрового обеспечения Государственной программы «Торф» на 2008-2010 годы и на период до 2020 года на факультете в 2009 году открыта новая специальность 1.36 – 13.01 «Технология и оборудования торфяного производства», выпускники которой уже в 2014 году пополняют ряды торфяных предприятий. По заказу концерна «Белнефтехим», Министерства архитектуры и строительства и других предприятий в 2012 году открыто направление подготовки специалистов 1-510201 – 05 «Маркшейдерское дело». С времени открытия факультета за 11 лет подготовлено для горной отрасли свыше 800 специалистов по дневной форме и свыше 350 по заочной формам обучения. В настоящее время на факультете обучается 112 иностранных студентов.

Подготовка специалистов – горняков среднего звена в республике ведется в Солигорском государственном горнохимическом колледже, в Солигорском государственном профессиональном училище №104 и ГПУ геологии №84 (г. Мозырь).

Дальнейшее развитие в подготовке специалистов – горняков направлено на повышение качества обучения, на открытие новых направлений специальностей, связанных с современными геотехнологиями, компьютеризацией и управлением производственных процессов.

УДК 378.1:622

ФАКТОР ИНТЕГРАЦИИ ОТРАСЛЕВОЙ И ВУЗОВСКОЙ НАУКИ В РАЗВИТИИ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Цыбуленко П.В., Федотова С.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В работе представлен опыт факультета горного дела и инженерной экологии Белорусского национального технического университета по инновационной подготовке горных инженеров, основой которого является тесная взаимосвязь учебного процесса с научными отраслевыми учреждениями.

Инженерное образование относится к области национальных стратегических интересов Республики Беларусь и в условиях перехода страны к устойчивому развитию инженеры становятся ключевыми фигурами в социально-экономической сфере общества. Инновационное инженерное образование - это процесс и результат целенаправленного формирования определенных знаний, умений и методологической культуры, а также комплексная подготовка специалистов в области техники и технологии к инновационной инженерной деятельности за счет соответствующих содержания и методов обучения.

Благодаря глубокому пониманию потребностей промышленных предприятий страны и особенностей современного рынка труда, Белорусский национальный технический университет (БНТУ) стал одним из лидеров образования в Республике Беларусь. В 2002 году в БНТУ создан факультет, осуществляющий подготовку инженеров по горным специальностям для удовлетворения потребности в кадрах горно-добывающей отрасли, являющейся одной из основ экономики страны. Кафедры факультета «Горные работы» и «Горные машины» ведут подготовку инженеров по 3 специальностям и 7 специализациям с присвоением квалификации «горный инженер» и «горный инженер-механик» соответственно. Количество студентов, обучающихся только на дневном отделении факультета, превысило семьсот человек. Широкий спектр подготовки и инновационность в образовательных технологиях обеспечивают выпускникам факультета востребованность ведущими промышленными предприятиями и проектными организациями горной отрасли (ОАО «Беларуськалий», ОАО «Нерудпром», ОАО «БелАЗ», ОАО «Белгорхимпром», РУПП «Гранит», ОАО «Доломит» и др.).

Факультет определил создание филиалов кафедр на предприятиях и организациях отрасли, как одно из приоритетных направлений развития инновационной деятельности в образовательном процессе.

Проблема организации филиалов кафедр на производстве является весьма актуальной в свете проводимой модернизации системы высшего образования и перевода высшей школы на инновационный путь развития.

Проект государственной программы развития высшего образования на 2008-2010 годы и на перспективу до 2015 года предусматривает создание всеми высшими учебными заведениями Республики Беларусь "филиалов кафедр, обеспечивающих образовательный процесс и прохождение производственной практик студентов с 1 по 5 курсы в реальном секторе экономики".

Наиболее эффективной формой взаимодействия выпускающей кафедры вуза и реального сектора экономики оказалась система филиалов в научных отраслевых учреждениях, обеспечившая интеграцию образовательного процесса и научных исследований, проводимых для решения конкретных производственных задач, и используемая для проведения студенческих практик, для выполнения дипломных работ, подготовки аспирантов и соискателей. Они получили возможность работать в сильных научных коллективах, проникнуться атмосферой научного поиска, принять участие в научных исследованиях.

Филиал кафедры «Горные работы» был создан в ОАО «Белгорхимпром» в 1999 году. За более чем 40-летний опыт работы институтом «Белгорхимпром» накоплен большой опыт совершенствования и реорганизации горного производства, а его проектные и научно-исследовательские подразделения обладают значительным научно-техническим потенциалом в области горного производства, технологии переработки минерального сырья, в строительной индустрии. Все проводимые в ОАО «Белгорхимпром» научно-исследовательские работы и разрабатываемая проектно-сметная документация базируются на обобщенном опыте передовых специализируемых организаций, ведущих в своих областях. Для выполнения научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ институт располагает необходимой научно-технической и материальной базой, включающей в себя современные приборы, оборудование и вычислительную технику. Так для комплексного решения широкого круга геологических, маркшейдерских и технологических задач применяется система автоматизированного планирования, проектирования и сопровождения горных работ Mineframe. Система содержит обширный набор инструментов, позволяющих работать с трёхмерными моделями объектов горной технологии. Среди них геологические пробы, рудные тела и пласты, маркшейдерские точки, горные выработки, выемочные единицы, конструктивные элементы и узлы системы разработки, естественные и технологические поверхности (включая карьеры и отвалы), склады (штабели) и развалы горной породы. Для решения задач по оценке устойчивости массива полезного ископаемого в связи с нарушением равновесия при проведении строительства горных выработок и осуществления добычных работ используется универсальная программная система конечно-элементного анализа Ansys. Знакомство с возможностями таких студенты получают при

прохождении практики в филиале кафедры в ОАО «Белгорхимпром». В составе института трудятся квалифицированные специалисты самого различного профиля: в их числе высококвалифицированные специалисты горного, химического, конструкторского, электротехнического и строительного профилей, из них 24 кандидата наук и 6 докторов технических наук.

Форма взаимодействия кафедры «Горные работы» БНТУ и ОАО «Белгорхимпром» в виде создания филиала позволила ликвидировать обычно имеющийся разрыв в 5 - 7 лет между содержанием учебников и текущим состоянием науки. Поэтому укрепление и расширение системы филиалов кафедр является одним из важных направлений эффективного использования научных результатов в учебном процессе. Силами филиала организуются постоянные учебные занятия на шахтах и обогатительных фабриках РУП «ПО «Беларуськалий». Неоценима роль филиала в организации и проведении практик: все студенты, направляемые на практику в филиал, востребованы, т.е. они участвуют в проведении научных и проектных работ института, приобретая тем самым опыт работы. Тематика работ, выполняемых студентами в ходе практики, как правило, становится основой будущих дипломных проектов, а затем и магистерских диссертаций. В свою очередь, кафедра при приеме выпускников в магистратуру и аспирантуру уделяет большое внимание результатам работы студентов в ходе производственных практик и результаты работы студентов в филиале определяют темы будущих научных исследований. Сегодня некоторые выпускники, прошедшие подготовку в том числе и в филиале кафедры, являются ее преподавателями.

УДК 504.61:622.272

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Туляков С.П., Коряков А.Е., Нечаева О.А.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассмотрены вопросы построения обучающих информационных систем, а также специфика их применения для самостоятельной подготовки студентов по курсу «Информационные технологии в экологии».

Исходя из опыта преподавания различных дисциплин в высшей школе, а также учитывая возрастающее значение самостоятельной подготовки студентов, авторы считают, что структура обучающей информационной системы (ОИС) не должна зависеть от конкретного курса, а являться универсальной, т.е. преподаватель должен иметь возможность подключать учебные курсы, редактировать их и при необходимости заменять или удалять, а также иметь доступ к результатам обучения обучаемых.

Обучаемые должны иметь возможность изучать теорию по данному курсу, проходить тестирование по нему и учиться решать задачи. Индивидуальные особенности реализации построения конкретных курсов, в частности, курса «Информационные технологии в экологии» реализуются путем соответствующего построения файла-сценария, наполнения теоретических составляющих модулей курса и реализацией тестирования.

Общие принципы построения ОИС.

В процессе работы с обучающей программой обучаемый должен получить:

- знания по выбранной предметной области
- умения применять различные методы и алгоритмы
- навыки решения задач
- оценку приобретенных знаний, умений, навыков.

Весь материал учебного курса с учетом кредитно-модульной системы формируется как система содержательных модулей, состоящих из нескольких тем; тема разбивается на самостоятельные разделы. Таким образом, ОИС состоит из курсов, каждый из которых разбивается на модули, а каждый модуль - на темы, каждая тема - на разделы. Количество модулей, разделов и тем в общем случае не ограничено. Тема может входить в какой-либо раздел курса, а может являться самостоятельной, т.е. без раздела (такими темами могут быть, например, введение ко всему курсу и итоговый экзамен по материалам всего курса). Система включает комбинированное изучение теоретического материала с прохождением тестового контроля и (или) решением задач.

Для каждой темы указывается список связанных с ней тем, которые обучаемый должен изучить перед изучением данной темы. Если в списке связанных тем присутствует тестирование или решение задач, то они должны быть пройдены с коэффициентом $K > 0,7$. (Данное значение коэффициента является ориентировочным и может быть изменено преподавателем в ту или иную сторону). Пока обучаемый не изучит все связанные темы и не выполнит все связанные контрольные работы, к изучению данной темы он не будет допущен, либо тема не будет засчитана как пройденная.

Структура представления и освоения учебного материала.

Исходя из анализа возможностей, существующих на рынке электронных учебников и обучающих информационных систем, сформулируем основные требования, предъявляемые к структуре предлагаемой ОИС и методике изучения учебного материала:

- обеспечение гибкого структурирования учебного (теоретического и тестового) материала;
- обеспечение возможности последовательного изучения теоретического материала;

- проведение рубежного тестирования после изучения соответствующего раздела, темы, модуля с обеспечением, при необходимости повторного тестирования или повторного изучения материала;
- сбор и представление в удобной форме статистического материала, характеризующего процесс изучения и усвоения учебного материала в следующих разрезах: по отдельному студенту; по студенческой группе; по времени изучения теоретического материала; по степени трудности тестовых материалов;
- использование, по возможности, стандартных программных средств для подготовки теоретического и тестового материала для ОИС;
- разграничение доступа пользователей к различным ресурсам ОИС.

Реализация первого и второго требований в предлагаемой структуре ОИС обеспечивается созданием текстового файла-сценария в закодированном виде во избежание несанкционированных изменений.

Структура записей файла-сценария предусматривает указание для текущего модуля номеров предшествующих модулей (т.е. модулей, без успешного изучения которых невозможно изучение текущего модуля) и последующих модулей (т.е. модулей, изучение которых невозможно без успешного изучения текущего модуля). Например, возможна реализация логики построения курса, указанной на рис. 1.

Так как каждый модуль состоит из тем, а те, в свою очередь, состоят из разделов, то выполнение требования рубежного тестирования обеспечить можно соответствующим построением изучения алгоритма. На рис. 2 приведен алгоритм изучения материалов раздела.

Поскольку контроль качества обучения студентов осуществляется в соответствии с положениями Болонской декларации [4], то шкала оценок составляет:

- 900 -1000 баллов - отлично (А);
- 830 - 899 - хорошо (В);
- 750 - 829 - хорошо (С);
- 680 - 749 - удовлетворительно (D);
- 600 - 679 - удовлетворительно (E);
- 350 - 599 - неудовлетворительно с возможностью повторного модульного тестирования (FX);
- 100 - 349 - неудовлетворительно с обязательным повторным курсом (F).

В соответствии с этой шкалой, материал раздела считается усвоенным, если студент наберет в ходе тестирования 600 и более баллов (из 1000 возможных). В противном случае предусматривается либо повторное тестирование, либо (при достижении низких результатов) – повторное изучение материалов раздела.

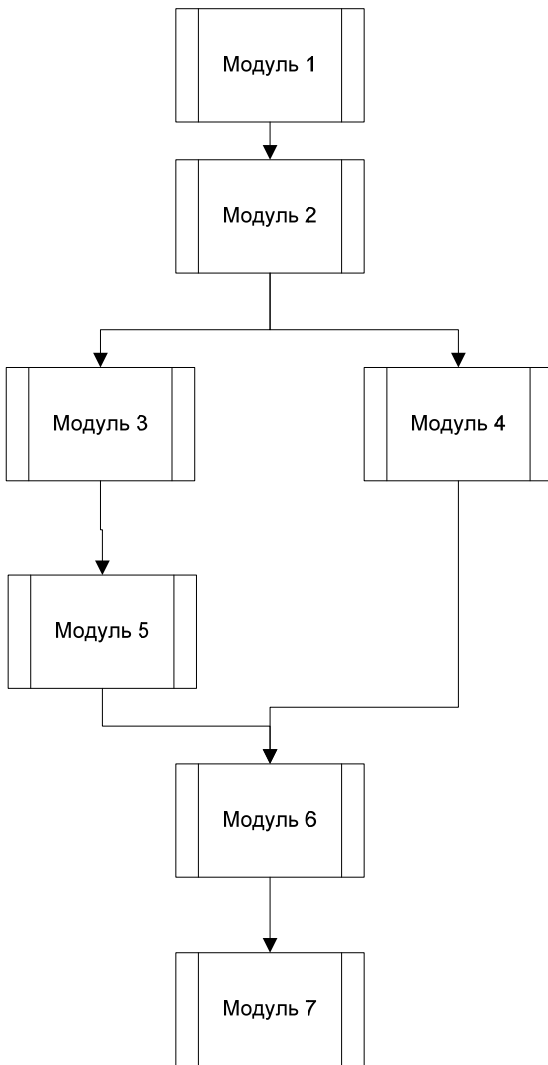


Рис.1. Пример структуры учебного курса

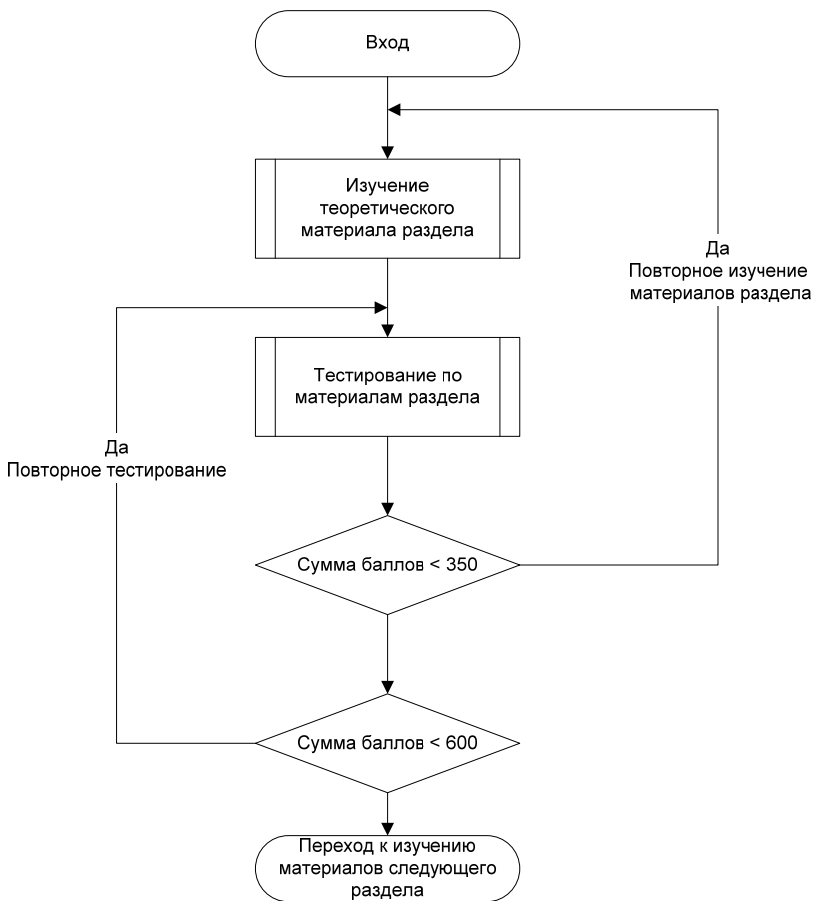


Рис.2. Алгоритм изучения материалов раздела

Успешное изучение всех разделов темы дает возможность перейти к изучению разделов следующих темы (рис. 3).

Следует отметить, что тестирование после изучения всех разделов темы выполняется аналогично предыдущему, однако количество попыток тестирования ограничено (если в файле-сценарии не указано иное число, то максимальное количество попыток равно трем). Алгоритм изучения материалов модуля построен аналогично.

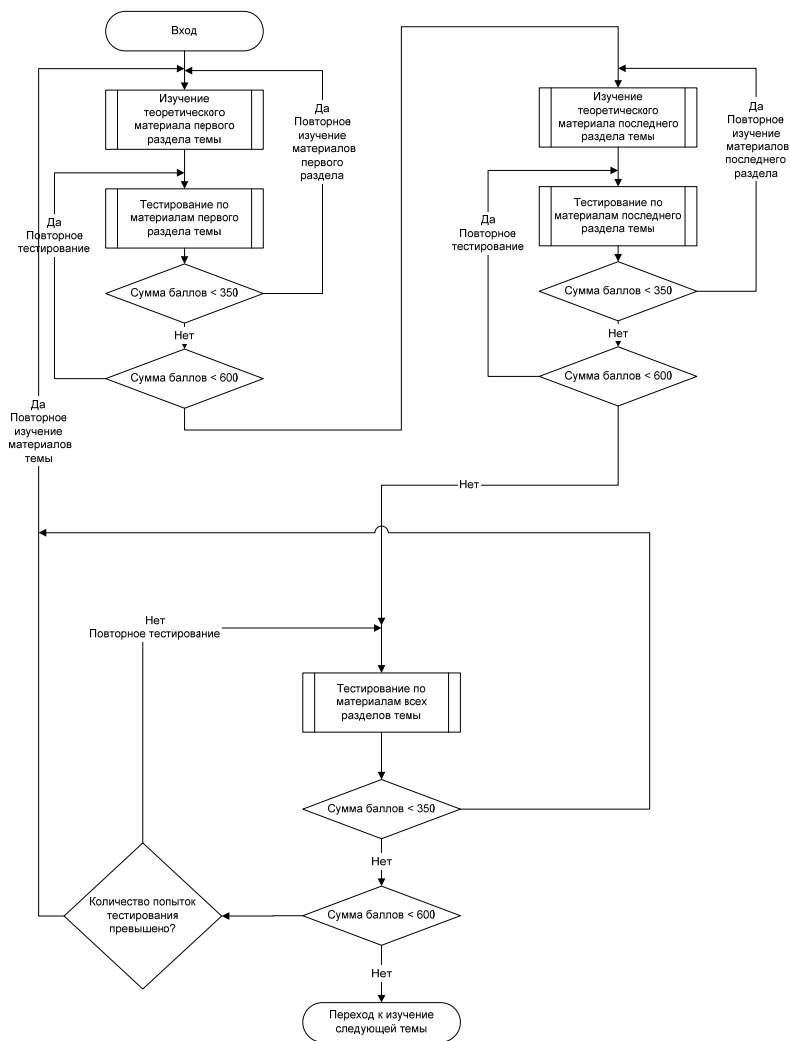


Рис.3. Алгоритм изучения материалов темы

Обеспечение выполнения четвертого требования должно быть осуществлено, во-первых, протоколированием и хронометражем всех действий обучаемого, фиксацией всех обращений обучаемого к ОИС, накопления и сохранения этой информации в закрытой от прямого редактирования форме. Для выполнения этих требований, в частности, и требований вто-

рого и третьего пунктов, необходимо применять методы аутентификации, идентификации и криптографии [1].

Обеспечение выполнения требований пятого пункта по использованию стандартных программных средств при подготовке теоретического и, в особенности, тестового материала для ОИС имеет важное значение и даст разработанной с учетом этих требований системе преимущество перед другими аналогичными системами. Опыт эксплуатации этих систем [2, 3], показывает, что значительная часть сил, средств и времени уходит на подготовку теоретического и тестового материала, в особенности, если он содержит не только текстовый контент.

Применение для подготовки материала текстового процессора WORD, обладающего широкими возможностями по использованию не только текстового, но и практически любого мультимедийного контента (за счет интеграции с операционной системой WINDOWS), позволяет на порядок снизить трудозатраты по сравнению с использованием для этой цели, например, программ-мастеров, конструкторов тестов и т.п.

Литература

1. Климов В.Г. Информационные и коммуникационные технологии обучения: проблемы, методика внедрения, перспективы. Пермь: Изд-во «ОАО Книжное издательство», 2005, 123 с.
2. Матрос Д.Ш. Электронная модель школьного учебника // Информатика и образование. 2000. № 8, 76 с.
3. Христочевский С.А. Электронные мультимедийные учебники и энциклопедии // Информатика и образование. 2000. № 2, 98 с.
4. Сайт Министерства образования и науки Российской Федерации <http://www.russia.edu.ru/information/legal/law/inter/bologna/>

УДК 378:73.1

СОВРЕМЕННАЯ АУДИТОРНАЯ ЛЕКЦИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ВУЗОВСКОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Филатова О.И.

Тульский государственный университет, г. Тула

This article is devoted to the modernization aspects of the lecture's processes on the High School's level in the sphere of Russian and World pedagogical concepts.

Мировой вектор гуманизации и экологизации окружающего пространства и образа жизни, восстановление самоуважения народов, собиранье и продолжение национальных традиций, становление современного гражданского общества, поддержание и развитие креативного потенциала человеческого капитала государства, мобильное следование социально значимым приоритетам, однако, на ниве нашего отечества в значительной

степени нивелируется размытостью (до сих пор неопределенной) магистрального целеполагания. В педагогической (да и в студенческой) аудитории означенный вектор, как тренд Болонских инноваций, поощряет фундаментальный подход к изучению культурно-исторического наследия, возрастая на глубинных – ментальных основаниях бытия и приводя к осознанному выбору личностью самоидентификации на путях самореализации.

Исторически сложившаяся и профессионально состоявшаяся отечественная образовательная система, в активе которой и признанные достижения высшей школы, в современной Российской Федерации претерпевает существенные изменения. Декларируемая модернизация, под воздействием изменений мирового порядка (парадигмально-политические, культурально-экологические и социально-экономические потрясения, вступление нашей страны в ВТО, Болонский процесс), непосредственно отражается на всех гранях педагогического процесса, обостряя его имманентные проблемы.

Важным модернизационным этапом развития современной образовательной системы выступил переход высших учебных заведений на ФГОС ВПО III-го поколения, формируя на путях внедрения и реализации экспертизу конкретных решений и обозначая в форватере специфические черты, прежде всего, традиционных – устоявшихся и апробированных форм работы вузовского преподавателя. Устремление к подготовке квалифицированных и конкурентноспособных молодых граждан привело к совершенствованию нормативно-правовой базы деятельности высшей школы, законодательно регламентируя гуманистические основы и поисково-творческий вектор оперативной работы преподавателя.

Право на образование – одно из основных и неотъемлемых конституционных прав граждан нашей страны, регулируясь законодательством Российской Федерации и нормами международного права. Вступивший в силу 01.09.2013 Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» (ФЗ № 273 от 21.12.2012) в Статье 3 – Основные принципы государственной политики и правового регулирования отношений в сфере образования – провозглашает «признание приоритетности образования (п. 1); гуманистический характер образования, приоритет жизни и здоровья человека, прав и свобод личности, свободного развития личности человека, воспитание взаимоуважения, трудолюбия, гражданственности, патриотизма, ответственности (п. 3)». Статья 2 раскрывает основные рабочие понятия, где образование (п. 1) – «единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенного объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, фи-

зического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов». Статья 3 (ФЗ-273) так определяет взаимные права и свободы субъектов образовательной деятельности: «свобода выбора получения образования согласно склонностям и потребностям человека, создание условий для самореализации каждого человека, свободное развитие его способностей...», также определяя «предоставление педагогическим работникам свободы в выборе форм обучения, методов обучения и воспитания (п. 7)».

Обязанности и ответственность педагогических работников формулирует Статья 48 (ФЗ-273), согласно которой педагогические работники обязаны: «осуществлять свою деятельность на высоком профессиональном уровне, обеспечивать в полном объеме реализацию преподаваемых учебных предмета, курса, дисциплины (модуля) в соответствии с утвержденной рабочей программой (1.1.); развивать у обучающихся познавательную активность, самостоятельность, инициативу, творческие способности, формировать гражданскую позицию, способность к труду и жизни в условиях современного мира, формировать у обучающихся культуру здорового и безопасного образа жизни (1.4.); применять педагогически обоснованные и обеспечивающие высокое качество образования формы, методы обучения и воспитания (1.5.)».

Научно-педагогические работники образовательной организации, наряду с обязанностями, предусмотренными законодательством о науке и государственной научно-технической политике (Статья 50), должны: «формировать у обучающихся профессиональные качества по избранным профессии, специальности или направлению подготовки (3.1.); развивать у обучающихся самостоятельность, инициативу, творческие способности (3.2.)». Так обусловлен гуманистический вектор комплексного педагогического подхода к профессиональному становлению и студента, сопрягающего в будущем свою деятельность личностную социализацию и самореализацию.

Устав ФГБОУ ВПО ТулГУ, принятый конференцией научно-педагогических работников, представителей других категорий работников и обучающихся (от 20 января 2011 года, Протокол № 1) за подписью ректора М.В. Грязева и утвержденный Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (от 17 мая 2011 года № 1626), основными задачами ВУЗа выделяет (1.8.): п. 1) удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии посредством получения образования; п. 3) развитие наук и искусств посредством научных исследований и творческой деятельности научно-педагогических работников и обучающихся, использование полученных результатов в образовательном процессе; п. 5) сохранение и приумножение нравственных,

культурных и научных ценностей общества; п. 6) воспитание у обучающихся чувства патриотизма, любви и уважения к народу, национальным традициям и духовному наследию России, бережного отношения к репутации ВУЗа; п. 7) формирование у обучающихся гражданской позиции, способности к труду и жизни в условиях современной цивилизации и демократии.

Политика в области качества [2] Тульского государственного университета (Приложение 1 к Приказу ректора ТулГУ от 18 февраля 2010 года № 160) определяет, что Тульский государственный университет является динамичным, стабильно развивающимся образовательным, методическим, научным и культурным центром, основной своей целью полагающим «всемерное содействие устойчивому сбалансированному развитию Тульского региона по всем направлениям его жизнедеятельности», реализуя в том такие задачи, как разработка прозрачной и открытой системы гарантий качества образования; внедрение современных методик объективной самооценки университета с целью непрерывного улучшения; постоянная адаптация образовательных программ к изменяющимся условиям; внедрение новых образовательных технологий, направленных на формирование навыков самообразования и обеспечивающих самореализацию личности; непрерывное улучшение качества образовательной деятельности на основе использования результатов научных исследований в учебном процессе.

Следование российской системы образования по Болонскому пути сопровождается переналадкой всей системы преподавания, вызывая появление инновационных функций у ее составляющих. В своей статье «Перспективы понятийно-категориального аппарата дидактики при переходе к новым ФГОС ВПО» В.М. Монахов констатирует: «Любая модернизация образования предполагает эволюционное перерастание отдельных компонентов традиционной методической системы в инновационную либо их одномоментную замену» [1, с. 28]. Бесконечное перманентное совершенствование и развитие компонентов традиционной системы обновляет целеполагание, содержательную структуру, учебную организацию, применяемые методики обучения и формы диагностики достигаемых результатов. Но сие – исторически действующий, социально и профессионально обусловленный процесс, напрямую включающий и лекционную деятельность.

Словари иностранных слов выводят дефиницию «лекция» из латинского «lectio» – чтение, которое происходит в учреждении или в помещении для организации публичных выступлений – лектории. Лекцию как учебное занятие в высшей школе, посвященное устному изложению пред-

мета, как публичное выступление проводит «lector» – лектор, читатель, чтец (в Древнем Риме – невольник-чтец) или чтица – «lectrix».

Понятие специфики (от средневекового латинского «specificum» – особенность) дефинирует исключительное свойство предмета или явления. Лекционная специфика выражает особенные – специфические (от средневекового латинского «specificus» – особенные) черты аудиторного вузовского преподавания, востребуя и создавая профессионально ориентированную спецификацию (от лат. «species» – род, вид и лат. «facere» – делать), определяющую создание курса лекций и чтение лекции в образовательном учреждении как перечень подробностей, деталей, частных, разработка и реализация которых обращает на себя особое внимание.

Современная образовательная парадигма, принятая в мировом профессиональном сообществе, выводит процесс публичного чтения – лекции далеко за первоначальные прикладные рамки. В соответствии с Международной стандартной классификацией занятости (МСКЗ), разработанной под эгидой Международной организацией труда, основными задачами преподавателя высшей школы являются:

- 01) разработка и модификация учебных программ;
- 02) подготовка учебных курсов в соответствии с существующими требованиями;
- 03) проведение лекционных занятий, тьюториалов, семинаров, лабораторных занятий;
- 04) стимулирование дискуссий и развитие независимого мышления в студенческой среде;
- 05) контроль за выполнением студентами экспериментальных и практических работ;
- 06) организация, проведение и оценка экзаменационных работ и тестов;
- 07) руководство исследовательскими работами студентов последипломного обучения или других сотрудников учебного отделения;
- 08) исследование и разработка концепций, теорий и операциональных методов для использования их в промышленности и других отраслях;
- 09) подготовка учебников, учебных материалов или статей;
- 10) участие в работе конференций и семинаров;
- 11) участие в принятии решений, касающихся деятельности учебных отделений колледжа или университета, бюджета и других вопросов;
- 12) оказание помощи в сверхпрограммной активности, такой, например, как дискуссионные общества;
- 13) выполнение родственных задач;
- 14) руководство другими работниками.

Обозрев разработанный полифункционал, следует солидаризироваться с мнением И.В. Сопетченковой [4, с. 97], полагающей приведенный

перечень компетенций не присущим никакой другой профессии, «овладение которой требует не только определенных природных способностей, но и таланта, огромных умственных, физических, эмоциональных и временных затрат».

Перемещение такой работы, как «проведение лекционных занятий», обычно представляющейся основным видом педагогической деятельности, только на третью позицию перечня «основных задач преподавателя высшей школы», видимо, подчеркивает преемственность их последовательности, вписывающей лекторский труд в непрерывный и методически продуманный вузовский процесс, сопрягающий творческое развитие и саморазвитие личности (обучающего и обучаемого), обеспечиваемое целенаправленным единением усилий всех структурных уровней («колледжей и университетов») и системных возможностей образовательной реальности в целом.

Рассматривая методы, способы и формы организации продуктивных учебно-воспитательных взаимодействий, в том числе в высшей школе, В.А. Романов и Т.В. Романова [3, с. 39-41], подчеркивая характерный «для всей истории отечественной педагогики и высшей школы» поиск активизирующих обучение методов, по линии конкретизации принципов проблемно-поискового обучения выделили нижеследующие:

- 01) лекция-беседа или диалог с аудиторией;
- 02) лекция-дискуссия;
- 03) лекция-консультация;
- 04) лекция – групповая консультация («пресс-конференция», как форма разъяснения наиболее сложных или практически значимых вопросов);
- 05) программированная лекция-консультация (сочетание в групповой консультации проблемного обучения и программированного контроля);
- 06) лекция с применением техники обратной связи (в специально оборудованных средствами программированного обучения аудиториях);
- 07) лекция с применением «мозговой атаки» (помогает совместно решать конкретную задачу, вывести правило, обозначить закономерность явлений, комплекс требований, последовательность предстоящих действий);
- 08) лекции с разбором микроситуаций (по форме близка № 2);
- 09) лекция – анализ и обсуждение конкретных ситуаций (по форме близка № 2, представлена на слайде, карте, схеме или устно);
- 10) лекция – решение ситуационных задач;
- 11) лекция – разбор инцидентов, конфликтов и событий;
- 12) лекция – разыгрывание должностных обязанностей на основе выполнения студентами конкретных профессиональных действий и функций в реальных условиях.

Констатация В.А. и Т.В. Романовыми наличествующей реальности, когда «традиционные методы обучения очень далеки от того, чтобы их можно было охарактеризовать эпитетами “активные” и тем более “новые”», привело, как видим, к рекомендациям модернизации лекционного занятия на путях скрещивания его с занятием практическим (№№ 6-12), и даже с контролирующим (№ 5).

Нарастающая актуализация лекционной деятельности вузовского преподавателя обуславливается целым спектром объективных причин, которые чаще всего носят экономический, а не академический характер [5]. Аналитико-статистические наблюдения убедительно свидетельствуют о неуклонном росте загруженности современного российского вузовского преподавателя, вследствие чего доля аудиторных лекционных занятий имеет тенденцию к снижению.

Итак, перевод российской системы высшего образования на ФГОС ВПО III-го поколения демонстрирует многосложный поиск различных направлений реформирования педагогического процесса. Автору данной статьи наилучшим вектором видится опыт модернизации в сопряжении с продолжением сохранения и развития специфики отечественной педагогической традиции.

Литература

1. Монахов В.М. Перспективы понятийно-категориального аппарата дидактики при переходе к новым ФГОС ВПО // Педагогика. – 2012. – № 5. – С. 27-35.
2. Политика в области качества Тульского государственного университета (Приложение 1 к Приказу от 18 февраля 2010 года № 160) [Электронный ресурс] // Internet-сайт. <http://tsu.tula.ru/information/documents/strategic#mission>
3. Романов В.А., Романова Т.В. Методы, способы и формы организации продуктивных взаимодействий и целостных учебно-воспитательных ситуаций в средней и высшей школе // Романов В.А., Романова Т.В. Технологии преподавания психолого-педагогических дисциплин – по циклу общепрофессиональных дисциплин (Федеральный компонент): учебно-методическое пособие. – Тула: ИНОТ РГГУ, 2002. – 125 с. – С. 31-42.
4. Сопетченкова И.В. Глава IV. Педагогика и психология высшей школы // Преподаватель высшей школы как профессия: учебно-методические пособие / под общ. ред. В.М. Петровичева. – Тула: ТулГУ, 2012. – 308 с. – С. 91-120.
5. Филатова О.И. Лекционное занятие по «Истории искусств» в системе инноваций высшей школы // Молодые ученые в решении актуальных проблем педагогики высшей школы: Материалы II Международной научно-практической очно-заочной конференции (22-30 апреля 2013 года). – Тула: ТулГУ, 2013. – 243 с. – С. 93-100.

**ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЛИЧНОСТИ
СТУДЕНТА БНТУ ПОСРЕДСТВОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНО
ОРИЕНТИРОВАННОГО ЧТЕНИЯ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ**

Сурунгович Н.В.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

Статья посвящена исследованию методики преподавания профессионально-ориентированного иноязычного чтения в техническом вузе, его роли как неотъемлемого элемента изучения при подготовке высококвалифицированных кадров, способных к диалогу культур. Рассматривается специфика работы с аутентичным текстовым материалом как инвариантом в процессе обучения. Отмеченные в статье преимущества подчеркивают актуальность применения данного вида учебной деятельности на практике.

Для формирования у студентов БНТУ профессиональной иноязычной компетенции необходимо учитывать специфику факультета, на котором ведется обучение профессионально ориентированному иностранному языку. Машиностроительные, энергетические, инженерно-экономические специальности, программирование и ряд других определяют направление и особенности обучения иностранному языку на данных факультетах.

В условиях глобализации ядром процесса обучения иностранному языку является когнитивный подход, при реализации которого познавательная деятельность студента является ведущей, в то время как преподаватель выступает не только как источник знаний, но и как организатор учебно-познавательной деятельности студента.

Вследствие новизны информации *изучающе-поисковое чтение* на иностранном языке является одним из способов активизации когнитивного подхода, при котором студенты прорабатывают как смысловую, так и языковую стороны аутентичного и незначительно адаптированного текстового материала, который, может ему встретиться в профессиональной деятельности, в дальнейшем занятии языком или в самообразовательных целях. Аутентичные тексты и статьи, которые заимствуются из естественных ситуаций повседневного общения носителей языка и интернациональных научно-популярных журналов, расширяют объем фактических знаний студентов, способствуют формированию лингвострановедческой и социокультурной компетенции и тем самым готовят их к коммуникативной практике.

Развитие умений профессионально ориентированного иноязычного чтения в неязыковом вузе обусловлено необходимостью изучения возрастающего объема информации, поступающей через СМИ и Интернет. Специалисты в области инженерного дела сканируют большое количество иноязычной технической документации с целью получения нужной информации и ведут активную деловую переписку с иностранными партнерами.

Профессионально направленное чтение как особый вид учебной работы на занятиях иностранного языка в техническом вузе представляет собой чтение с целью извлечения профессионально значимой информации и одновременно профессионального видения текста. Для восприятия студентами данный вид чтения сложнее, чем информативное, поскольку предполагает как анализ лингвистики текста, так и правильную интерпретацию, и оценку фактуальной информации. Значительную трудность при изучении аутентичной статьи представляет работа с подбором адекватного перевода многозначных лексических единиц, неологизмов, «ложных друзей переводчика», несовпадения объема семантики терминов в разных языках (engineering – техника, технология, инженерное дело, проектирование, строительство, машиностроение; mechanical – механико-технологический, машиностроительный). Студентам нужно демонстрировать конкретные примеры для выявления скрытых трудностей перевода, в частности, когда возникает противоречие между равнозначностью представленной информации и языковой действительностью. Например, равнозначность в области лексики информационных технологий не означает равнозначности лингвистической (assembly – трансляция с ассемблера: collector – анод; conductor – насадка для аппарата bigmaxus). Данные примеры демонстрируют неоднозначность языковых средств их оформления.

Указанный анализ специфических терминов следует проводить на основе общих требований: устранение буквализмов, тщательный анализ кажущихся эквивалентов, устранение возможного влияния культурологических и национально-правовых систем на терминологию, закрепленную в международных стандартах, а также учет других возможных значений термина.

Необходимо обучать внимательному и одновременно беглому чтению, работе с двуязычным и толковым словарем, а также умению видеть когерентность текста, для того чтобы студент мог извлечь релевантную информацию, организовать ее в определенной последовательности, записать тезисы, подготовить резюме и составить аннотацию по прочитанному тексту.

При обучении студентов неязыкового технического вуза профессионально ориентированному чтению учитываются следующие критерии при отборе текстов: информативность, профессиональная направленность, актуальность, значимость, целостность, смысловая завершенность, логичность, преемственность и определенная прагматическая установка. Так, содержание профессионально-направленных текстов должно раскрывать сущность последних достижений по инженерно-техническим специальностям, чтобы предоставлять студентам возможность для профессионального роста. Тексты должны быть интересными, познавательными, а также затрагивать важные проблемы современности. Актуальный текстовый материал способствует созданию ситуаций проблемного характера, на основе

которых развиваются умения монологической и диалогической речи, раскрывается креативный потенциал студентов. Как, например, создание компьютерных презентаций Power Point по определенной теме-проблеме является одним из показателей профиограммы и инвариантом квалифицированности любого грамотного специалиста. Учет вышеуказанных принципов при селекции корпуса текстов позволяет повысить заинтересованность и мотивационно-побудительную сторону осуществления данного вида деятельности для студента, поскольку отобранный материал содержит коммуникативную задачу, создающую установку на чтение статьи. Данный аспект также ориентирует студента на извлечение отдельного участка информации и, следовательно, определяет стратегию чтения.

Специфику работы с аутентичной профессионально-ориентированной литературой на иностранном языке, на основе которой строится аудиторная и самостоятельная работа студента, определяют его доступность, новизна и коммуникативность. Необходимо стремиться к достижению «золотой середины» между максимально облегченным материалом для чтения с минимальным объемом информации, заложенным в нем, и слишком трудным – с избыточной языковой нагрузкой: поскольку слишком простой текст не вызывает интереса к повествуемому, а чрезмерно сложный – с лексико-грамматической точки зрения заставит студента часто обращаться к справочнику, что снизит значимость содержания текста. Умеренно скоррелированные же в лингвистическом и смысловом плане тексты эффективны для обогащения словарного запаса и расширения кругозора студента. Такие тексты являются средством познания нового и мотивируют к дальнейшему изучению иностранного языка.

Так, автоматизация навыков чтения, выполнение комплекса упражнений при анализе лексико-грамматических структур и явлений, умение реорганизовать мысль автора и выразить свое мнение при помощи языковых средств в ходе обсуждения содержания текста способствуют формированию языковой, лингвистической и компенсаторной компетенции студентов. Следовательно, профессионально-ориентированное чтение подразумевает аналитико-синтетическую деятельность студента, которая основывается на зрительном восприятии графических знаков, известного и частично-неизвестного языкового материала, его синтез и анализ, а также интерпретацию на пути к осмыслению и пониманию прочитанного.

Таким образом, профессионально-направленное чтение на иностранном языке имеет ряд преимуществ. Во-первых, это не только рецептивная, репродуктивная, но и продуктивная деятельность студента, результатом которой является умозаключение. Во-вторых, чтение стимулирует познавательную деятельность студента. В-третьих, обучить студента профессионально-ориентированному чтению значит обучить его речевой

деятельности, т.е. дать ему возможность вступать и вести коммуникацию в сфере делового общения на иностранном языке. В сущности, данный вид учебной деятельности развивает как языковой, так и коммуникативный потенциал студента. Актуальность обучения профессионально ориентированному чтению продиктована экономическими, социально-культурными, интеграционными изменениями, а также мировым статусом английского языка как «lingua franca».

Учитывая специфику профессионально ориентированного обучения иностранным языкам, мы можем рассматривать содержание обучения как совокупность строго отобранного профессионально ориентированного учебного материала (языкового и речевого), а также навыки и умения пользоваться полученными знаниями. В результате достигается владение иностранным языком на уровне, достаточном для осуществления коммуникации в сфере профессиональной деятельности по избранной специальности. Благодаря сформированной кросскультурной компетенции молодые специалисты готовы к диалогу культур: способны строить высказывание и адекватно интерпретировать информацию на иностранном языке в работе.

Литература

1. Фоломкина, С.К. Обучение чтению на иностранном языке в неязыковом вузе /С.К.Фоломкина. – 2-е изд., испр. – Москва: Высшая школа, 2005. – 255 с.

УДК 811.111:62

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Зубакина О.А., Матусевич О.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

В статье идет речь о важности формирования коммуникативной компетенции у студентов технических университетов в призма современного социального заказа общества, а также освещении необходимости предмета «иностранный язык» для реализации поставленной цели.

Научить и приучить работать специалиста в новых сложившихся условиях глобализации, как новой экономической формы взаимодействия государств, является очень непростой задачей. Именно на это нацелены коренные изменения, происходящие в последнее время в сфере образования. Обеспечение стабильного функционирования, развития и совершенствования системы образования как необходимого условия развития общества и государства во многих странах уже давно рассматривается в качестве приоритетного вопроса государственной политики. Реформы образования проводятся сейчас в большинстве развитых стран мира. Общеизвестным является тот факт, что в XXI веке определяющим в конкуренции

государств будут уровень образования нации в целом, а также способность развивать и реализовывать прогрессивные технологии.

Основным результатом деятельности образовательного учреждения должна стать не система знаний, умений и навыков сама по себе, а набор ключевых компетенций в интеллектуальной, гражданско-правовой, коммуникационной, информационной и профессиональной сферах. При этом в содержание образования включены как обязательные дисциплины, так и иностранные языки, и информационные технологии.

Согласно государственной политике Республики Беларусь в области обучения иноязычному общению, предмет «Иностранный язык» входит в обязательную программу для всех высших учебных заведений, в том числе и технических университетов.

Генеральной целью обучения иностранному языку является формирование поликультурной многоязычной личности, способной вести диалог. Для достижения данной цели, важным является овладение обучаемыми коммуникативной компетенцией в единстве ее составляющих:

1) речевая компетенция представляет собой совокупность знаний норм речевого поведения в стране изучаемого языка, а также применение этих знаний в процессе коммуникации;

2) языковая компетенция предусматривает владение правилами функционирования языка в речи и свободное использование языковых умений в коммуникативных целях;

3) социокультурная компетенция – это способность, которая позволяет выйти за пределы собственной культуры и осуществлять медиативную деятельность, не утрачивая собственной культурной идентичности, то есть её формирование также связано с различными дисциплинами и зависит от владения специфическими знаниями;

4) компенсаторная;

5) учебно-познавательная компетенции представляют собой способности, овладение которыми является важной задачей не только в обучении иноязычному общению, но и для учебного процесса в целом.

Данные компетенции предусматривают использование дополнительных вербальных и невербальных средств, а также общих и специальных учебных знаний для решения коммуникативных задач. Для того чтобы сформировать личность, готовую к коммуникации, обучение иностранным языкам должно носить непрерывный характер и осуществляться на всех этапах образовательного процесса.

Принцип непрерывного языкового образования в области иностранных языков соответствует современным потребностям личности и общества. Тот факт, что все большее количество часов отводится на изучение иностранных языков в учреждениях образования, является признаком объ-

активно существующего социального интереса к изучению иностранных языков и подтверждением важности данного предмета для реализации перспективных задач развития личности, таких, например, как рост уровня образованности, повышение требований к общей культуре, формирование готовности к межнациональному и межкультурному сотрудничеству.

Обучение иностранному языку в техническом университете дает большой практический эффект в плане повышения качества владения иностранным языком, создает базу для продолжения его изучения в системе дополнительного образования, а также открывает возможности для обучения второму, третьему иностранным языкам, необходимость владения которыми становится все более очевидной.

Следует отметить воспитательную и информативную ценность обучения иностранному языку, которая проявляется в приобщении студентов технических вузов к мировой культуре через общение на новом для них языке. При этом знакомство с историей, культурой, образом жизни, техническими достижениями в странах изучаемого языка позволяет обучаемым лучше осознавать явления собственной национальной культуры.

Обновление содержания обучения иностранным языкам проявляется в том, что отбор тематики и проблематики иноязычного общения ориентирован на реальные интересы и потребности современного специалиста с учетом различных видов их будущей профессиональной деятельности.

Особое внимание при отборе содержания обучения иностранным языкам в техническом университете наряду с социокультурными знаниями и умениями уделяется специфике направленности языкового материала в соответствии с требованиями профессионального иноязычного общения.

Для формирования личности, способной вести диалог культур, преподавателю иностранного языка не обойтись без современных инновационных технологий в обучении, наиболее распространенными из которых являются «кейс-технология», «проектная технология», «обучение в сотрудничестве», «коммуникативная игра».

Сущность метода «кейс-стади» заключается в самостоятельной иноязычной деятельности обучаемых в искусственно созданной профессиональной среде, которая даёт возможность соединить воедино теоретическую подготовку и практические умения, необходимые для творческой деятельности в профессиональной сфере.

«Проектная технология» в обучении иностранному языку студентов представляет собой самостоятельную групповую работу по теме-проблеме, выбранной студентами и включающую в себя поиск, отбор и презентацию информации, благодаря чему обеспечиваются межпредметные связи, происходит развитие творческих возможностей студентов.

Главной идеей технологии «обучение в сотрудничестве» является учиться вместе, а не просто выполнять какую-то работу совместно для достижения «эффекта социализации», что в конечном итоге ведет к формированию коммуникативных умений в процессе обучения.

«Коммуникативная игра» представляет собой учебное задание, включающее языковую, коммуникативную и деятельностную задачи, обладающие высокой степенью наглядности и позволяющие активизировать изучаемый языковой материал в речевых ситуациях, моделирующих и имитирующих реальный процесс общения, решение которой способствует формированию или совершенствованию речевых навыков в процессе целенаправленного использования заданного языкового материала в речевой деятельности.

Таким образом, специфика направленности языкового материала в условиях новых требований к профессиональной языковой подготовке обязывает:

- стимулировать стремление к совершенствованию своего образовательного уровня в условиях постоянно меняющегося мира;
- развивать настроенность и склонность к самообразованию, а также к самопознанию и автономизации образования;
- расширять культурологическую подготовленность специалистов;
- способствовать более раннему приобщению к новому языковому пространству;
- формировать у студентов готовность к общению на иностранном языке и положительный настрой к дальнейшему его изучению;
- сформировать элементарные коммуникативные умения в основных видах речевой деятельности (говорении, восприятии речи на слух, чтении, письме) с учетом индивидуальных речевых возможностей и потребностей;
- ознакомить с достижениями науки в области их профессиональной деятельности на изучаемом языке;
- приобщить к новому социальному опыту;
- овладеть наиболее употребительной терминологией в рамках профессиональной деятельности, освоить продуктивный терминологический минимум в объеме не менее 1000 лексических единиц;
- получить представление об основных грамматических категориях изучаемого языка, распознавать изученную лексику и грамматику при чтении и восприятии речи на слух и использовать их в устном общении;
- освоить элементарные сведения о стране изучаемого языка;
- использовать современные инновационные технологии и технические средства обучения для формирования и развития коммуникативной компетенции студентов технических университетов.

В заключение ещё раз следует отметить, что для осуществления продуктивного межкультурного общения с учетом его лингвистических и психологических особенностей обучающиеся должны обладать коммуникативной компетенцией, которая может быть присуща только личности, познавшей как особенности функционирования различных языковых средств, но и разных культур.

Литература

1. Бим, И. Л. Некоторые актуальные проблемы современного обучения иностранным языкам / И. Л. Бим // ИЯШ. 2001. – № 4.
2. Инновационные технологии в обучении иностранным языкам [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://schoolinfo.spb.ru/deyatelnost-imts/struktura-i-napravldeyat/struktura-tsentra/metodicheskie-ob-edineniya/inostrannykh-yazykov>. – Дата доступа: 28.09.2013.
3. Колыханова, О. А. Билингвизм и гуманитарное образование / О. А. Колыханова // Педагогика. 2000. – № 2.
4. Копылова, В. В. Основные направления организации обучения иностранным языкам при проведении эксперимента по совершенствованию структуры и содержания общего образования / В. В. Копылова // ИЯШ. 2003. – № 4.
5. Леонтьева, Т.П. Коммуникативная игра как один из способов реализации коммуникативного подхода к обучению грамматике/ Т.П. Леонтьева//Учебные грамматики национальных языков: материалы доклада. Научно-методическая конференция. Минск, 12-13 апреля 1995 года. Сборник научных трудов 1996 г., Минск: МГЛУ, 1996.—С.103-107.
6. Синагатуллин, И. М. Роль и место иностранного языка в поликультурном социуме / И. М. Синагатуллин // ИЯШ. 2002. – № 1.

УДК 547.5

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДГОТОВКИ АРХИТЕКТОРОВ И СТРОИТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ МНОГОУРОВНЕВОГО ОБУЧЕНИЯ

Шульженко Н.А.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Освещены проблемы и перспективы перехода от традиционной модели организации учебного процесса в вузе к инновационной модели многоуровневого обучения.

В настоящее время начат переход Российского образования к планированию учебного процесса в нелинейной системе, так как к этому обязывает ратифицированное страной Болонское соглашение, при этом в большинстве вузов сложилось весьма упрощенное мнение, что такое переход – это всего лишь пересчет существующих академических часов в систему зачетных единиц (когда часы делятся на 36). Одновременно с этим ГОС ВПО II поколения должен смениться третьим. Такие изменения носят фундаментальный характер, и должны привести к перестройке всей вузов-

ской деятельности, центральной из которых является организация учебного процесса.

Организация учебного процесса в такой модели осуществляется по нелинейной схеме, основными отличительными чертами которой являются: большая свобода выбора учащимися дисциплин, перечисленных в учебном плане; личное участие каждого студента в формировании своего индивидуального плана; вовлечение в учебный процесс академических консультантов, содействующих студентам в выборе образовательной траектории; в частности, в выборе изучаемых дисциплин; введение системы зачетных единиц (з.е.) для оценки трудозатрат студентов и преподавателей по каждой дисциплине; обеспеченность учебного процесса всеми необходимыми методическими материалами в печатной и электронной формах; использование балльно-рейтинговых систем для оценки усвоения студентами учебных дисциплин. При этом студент освобождается от необходимости иметь общий учебный план и расписание с другими студентами, объединенными в одну учебную группу (поток), тогда расписание занятий становится не итоговым документом планирования, а исходным. Возможность выбора студентом дисциплины способствует формированию конкурентоспособности между преподавателями, заставляет их непрерывно совершенствовать свои дисциплины, с целью привлечения дополнительного числа студентов, так как это формирует их учебную нагрузку. К сожалению, Болонская концепция, при всей ее привлекательности не дает целостного методологического представления о том, как же осуществить переход от традиционной модели организации учебного процесса к инновационной, а существующие проблемы носят системный, и в некоторых случаях критический характер.

Существующие линейные модели, ориентированные на плановую экономику в современных условиях демонстрируют ряд существенных недостатков: пассивность рядовых преподавателей из-за отсутствия системы мотивации их усилий (обучение группы студентов 7 и 25 человек оценивается стандартными 2 академическими часами); недостоверное формирование учебных планов специальностей, приводящее к тому, что число преподавательских ставок в вузе завышено, а соотношение «студенты/преподаватели» наоборот, занижено ввиду явного противоречия между целевыми функциями УМУ и заведующих кафедрами (стремящимися получить максимальное количество часов), что особенно характерно для заочного обучения.

С учетом вышеперечисленного, проблемные вопросы возникают при переходе на двухуровневую систему подготовки архитекторов и строителей на кафедре «Городское строительство и архитектура» ТулГУ.

В настоящее время кафедра ведет обучение по 60 дисциплинам, реализуя подготовку бакалавров по направлениям 550100 «Строительство» и 521700 «Архитектура», а также по трем специальностям:

- 290500 «Городское строительство и хозяйство»
- 290100 «Архитектура»
- 291200 «Реставрация и реконструкция архитектурного наследия».

Ведется работа по подготовке обучения по программе магистерской подготовки 550102 «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве».

На одну штатную единицу преподавательского состава кафедры приходится около 18 единиц приведенного контингента студентов.

Направления 521700 и 550100, специальности 290100 и 290500 лицензированы в 1998 г. На специальность 291200 получена лицензия, в 2004 г. состоялся первый выпуск специалистов по специальности 290500 «Городское строительство и хозяйство».

Кафедра сотрудничает в организации учебных практик студентов с ведущими архитектурно-строительными предприятиями г. Тулы: Управление главного архитектора города Тулы, ОАО «Тульскгражданпроект», ОАО «Центргаз», ЗАО «Туластрой» и др.

К проведению учебного процесса кафедрой ежегодно привлекается 5–6 ведущих специалистов архитектурно-строительных предприятий.

Ежегодно около 80% студентов кафедры выполняют дипломные проекты по тематике, определенной управлением главного архитектора города Тулы. Ежегодно потребность в специалистах, выпускаемых кафедрой, составляет 100 %.

Для проведения текущей и итоговой аттестации студентов, проверки остаточных знаний с целью оценки качества обучения на кафедре разработаны электронная оболочка и банк тестовых контрольных заданий по многим дисциплинам в соответствии с рекомендациями и требованиями УМУ университета. Преподаватели кафедры освоили в учебном процессе различные методы тестового контроля знаний студентов.

По всем дисциплинам, преподаваемым кафедрой, в процессе обучения используются компьютеры для выполнения лабораторных работ, контрольно-курсовых, курсовых работ и проектов, индивидуальных заданий.

На кафедре имеются два учебных дисплейных класса, для обновления и модернизации вычислительной техники ежегодно кафедрой приобретается компьютерного оборудования на 160–180 тыс. рублей.

Информационная и методическая поддержка курсового и дипломного проектирования осуществляется с помощью программного обеспечения, разработанного студентами и сотрудниками кафедры.

Кафедра ежегодно увеличивает набор студентов с полной компенсацией стоимости обучения; в 2013 г. общее количество таких студентов составляет 165 человек.

Таким образом, опыт создания системы подготовки кадров архитектурного и строительного профиля с учетом перехода на двухуровневую систему обучения в ТулГУ имеется, но необходимы существенные изменения.

Во-первых, потребуются существенные затраты на разработку учебно-методического материала, а вариантность учебных планов предусматривают разносторонней подготовки преподавателей как с научной базой и задел по исследованиям в соответствии с лицензированными магистерскими программами, так и с педагогическим опытом, желательно не ниже доктора наук.

Во-вторых, политика Министерства образования, направленная на приоритетные направления подготовки кадров иностранных учащихся ближнего и дальнего зарубежья, приводит к выделению дополнительных учебных групп и, как следствие, к увеличению штатного состава преподавателей, что не всегда приемлемо для региональных университетов, в т.ч. для ТулГУ.

В этой связи, по нашему мнению целесообразно было бы проработать межвузовские договорные отношения по целевой подготовке магистров со стажировкой на определенном этапе (семестре) обучения. Это значительно упростило бы формирование учебных программ проведение учебных, производственных и научных практик, дало бы возможность расширить потенциал кафедры по использованию их наработок как в научном, так и в методическом объемах.

Приглашаем к сотрудничеству и обмену открытыми лекционными мастер-классами и другими видами занятий, включая дистанционные формы проведения совместных мероприятий.

Литература

1. Тульский государственный университет. Ежегодник. Выпуск 17, год 2012. Тула Издательство ТулГУ, 268 с.
2. Учебный план по направлению «Строительство». ТулГУ, 2013 г., 2 с.

**СУБЪЕКТИВНЫЕ ОЦЕНКИ УБЕЖДЕННОСТИ АГЕНТА
В АДЕКВАТНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ В
ЗАДАЧАХ САПР****Бурдо Г.Б., Виноградов Г.П.***Тверской государственной технической университет, г. Тверь*

Рассматривается проблема построения моделей убежденности лица, принимающего решения, в своих представлениях о процессах, явлениях предметной области. Предложена нечеткая мера для сравнения и упорядочивания вариантов представлений, отличающихся степенью учета дополнительной информации.

При решении задач выбора решений лицо, принимающее решения (агент), использует модель предметной области, отражающую его представления о ней. Представления-модели наиболее доступны сознанию и их следует рассматривать как внутренний интерфейс между внешней средой и принимаемым решением организующим мышлением [3]. В психологии установлено, что основные механизмы мышления включают инстинкты, концепции, эмоции и поведение. Из перечисленных механизмов мышления наиболее доступны сознанию – это концепции. В работе [1] предлагается использовать для механизма концепций термин *модель*, которую следует рассматривать как внутреннюю модель мышления. Выводы, которые делаются на основе гипотетической концепции, определяют у агента состояние убежденности, которое является мерой истинности предпосылок, гипотез, правил построения вывода. Если результат, полученный от реализации решения, сформированного на основе субъективных представлений агента, не соответствует его ожиданиям, то он реализует немонотонный процесс пересмотра убеждений, который предполагает изъятие ошибочной предпосылки и/или введения новой. Убеждения, таким образом, являются следствием информации, полученной как от системы вывода, так и от системы мониторинга решений.

Такое поведение связано с фундаментальной ролью эмоций в мышлении, которые связаны с инстинктом к познанию, выражающемуся в максимизации степени близости между гипотетическими концепциями и реальным миром [3]. Соответствие концепций-моделей предметной области, контролируемое эмоциями человеком оценивается убежденностью в высокой степени вероятности наступления желательного исхода от реализации способа действия, выбранного на основе представлений.

Пусть имеется шкала X , которая может быть конечной или бесконечной. Предполагается, что на множестве X задано бинарное отношение \succ , обладающее свойствами асимметричности, транзитивности и слабой связности. Такое отношение называется отношением строгого предпочте-

ния. Известно, что слабая связность отношения \succeq означает, что для любых двух элементов x_1 и $x_2 \in X$, $x_1 \neq x_2$ выполняется либо соотношение $x_1 \succ x_2$, либо соотношение $x_2 \succ x_1$.

Пусть A – произвольное непустое множество на множестве X и $A \subseteq X$. Нечетким множеством A на множестве X называется совокупность пар $A = [\mu_A(x), x]$, где $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$ – функция принадлежности нечеткого множества A [4].

Определение 1. Нечеткой функцией выбора называется отображение C , заданное на множестве всех непустых подмножеств $2^X \setminus \{\emptyset\}$, которое ставит в соответствие каждому $A \subset X$ определенное нечеткое множество $\Sigma(A)$ с функцией принадлежности $\mu_A(x)$, обладающей свойствами

$$\mu_A(x) \in [0,1] \quad \forall x \in A \subset X, \quad \mu_A(x) = 0 \quad \forall x \in X \setminus A.$$

Будем считать, что возможна ситуация, когда для некоторых $x \in A \subset X$, $\mu_A(x) = 0 \quad \forall x \in X$. Это означает, что $\Sigma(A) = \emptyset$. Другими словами, при предъявлении некоторых A имеет мест отказ от выбора.

С математической точки зрения задача принятия решений (ПР) является «незамкнутой». Необходима дополнительная информация в форме гипотез о модели ситуации выбора: целей, критериев оценки их достижения, структуры и параметров модели ограничений. Только субъект – участник процесса принятия решений может быть источником такой информации, которая формируется им на основе содержательного анализа, отражающим его субъективное восприятие состояния целеустремленного выбора.

В итерационном процессе формирования представлений человек переживает особое эмоциональное состояние, которое в психологии называют состоянием убежденности, а мерой его является степень убежденности. Эта мера может быть выявлена при сравнении и упорядочивании вариантов представлений, отличающихся степенью учета дополнительной информации. Значения таких оценок образуют лингвистические термы нечеткой переменной «степень убежденности». Каждому терму, в свою очередь, ставится нечеткое число.

Формирование нечеткого предпочтения на базе использования операций отношения между нечеткими действительными числами состоит в выявлении следующих ситуаций предпочтения: 1) строгое предпочтение; 2) безразличие; 3) большая предпочтительность; 4) не сравнимость.

Из теории нечетких множеств известно, что подмножество элементов множества X , для которых $\mu(x) > 0$, называется носителем (суппортом)

нечеткого множества $A = \{x, \mu_A(x); x \in X\}$ и обозначается $\text{supp } A$. Соответствующая формальная запись имеет вид $\text{supp } A = \{x \in X; \mu_A(x) > 0\}$.

Тогда для случая 1) $\text{supp } A \cap \text{supp } B = \emptyset$, то есть носители обоих нечетких множеств не имеют общих элементов.

Для случая 2) нечеткое множество B содержится в нечетком множестве A ($A \subset B$) или $\mu_B(x) \leq \mu_A(x)$, или $\text{supp } B \subset \text{supp } A$.

Случай 2) предполагает две ситуации: а) нечеткое множество A равно нечеткому множеству B ; б) нечеткое множество A почти равно нечеткому множеству B . В первом варианте $\mu_B(x) = \mu_A(x)$, а во втором – можно ввести понятие степени равенства нечетких множеств A и B , на-

пример, в виде
$$E(A = B) = 1 - \max_{x \in T} |\mu_A(x) - \mu_B(x)|,$$

где $T = \{x \in X; \mu_A(x) \neq \mu_B(x)\}$.

Случай 3) можно оценивать и с других позиций. Известно, что α -уровнем нечеткого множества $A \subseteq X$, обозначаемым, как A_α , называется четкое подмножество $A_\alpha = \{x \in X : \mu_A(x) \geq \alpha\}$.

Из определения α -уровня нечеткого множества следует истинность импликации $\alpha_1 < \alpha_2 \Rightarrow A_{\alpha_2} \subset A_{\alpha_1}$.

Определение 2. Пусть нечеткие множества $A \subseteq X$ и $B \subseteq X$, где X – четкое множество. Пусть для каждого нечеткого множества определены множества α -уровня следующим образом $A_\alpha = \{x \in X; \mu_A(x) > \alpha\}$

$B_\alpha = \{x \in X; \mu_B(x) > \alpha\}$, где $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ – функции принадлежности, значения которых выражают степень уверенности агента в принадлежности элемента x множествам A и B соответственно. Тогда альтернатива a будет предпочтительнее альтернативы b , тогда и только тогда, когда $x_a > x_b, \forall x_a \in A_\alpha(x), x_b \in B_\alpha(x)$, то есть A больше B на уровне α .

Обозначим через $\underline{\alpha}$ минимальное значение α , при котором выполняется неравенство $x_a > x_b, \forall x_a \in A_\alpha(x), x_b \in B_\alpha(x)$. Тогда $1 - \underline{\alpha}$ будет степенью уверенности в предпочтительности a относительно b и безразличия при выборе a или b .

По аналогии, если A_α содержится в B_α , то есть $A_\alpha \subseteq B_\alpha$, то говорят, что A содержится в B на уровне α . Так же, как и в предыдущем случае, можно ввести оценку степени уверенности $1-\underline{\alpha}$, где $\underline{\alpha}$ – это минимальное значение α , при котором будет справедливым $A_\alpha(x) \subseteq B_\alpha(x)$, то можно говорить, что $A_\alpha(x) \subseteq B_\alpha(x)$ со степенью уверенности равной $1-\underline{\alpha}$. Величину $1-\underline{\alpha}$ можно считать мерой убежденности агента в предпочтительности одной альтернативы над другой. Если величина $\rho=1-\underline{\alpha}$ возрастает (или $\underline{\alpha}$ уменьшается) утверждение A больше B (или A содержится в B) становится более ясным. При $\underline{\alpha}=0$ любой элемент, принадлежащий нечеткому множеству, будет для агент достоверно принадлежать только этому множеству.

Введение меры степени уверенности при сравнении альтернатив позволяет:

- определить степень достаточности информации для принятия решения. При значении степени уверенности ниже некоторого порога принятие решения откладывается для сбора дополнительной информации;
- определить ценность для агента собранной дополнительной информации. Она может быть равной нулю, если степень уверенности не изменится после ее получения. Если величина $\rho = 1 - \underline{\alpha}$ выросла, то информация способствовала росту степени представления агента о ситуации выбора. Если $\rho_i(\alpha_i) < \rho_{i-1}(\alpha_{i-1})$, то либо имеет место дезинформация, либо полученные данные разрушают представление агента о ситуации выбора и требуются новые данные.

Значение пороговой величины степени уверенности зависит от индивидуальных характеристик агента, что позволяет использовать эту величину как меру для количественной оценки типа агента.

Параметр $\Delta\rho_i = \rho_i - \rho_{i-1} > 0 (< 0)$ позволяет определить направление поиска информации. Пусть имеются два высказывания $\rho \cong X \text{ есть } G$ и $q \cong X \text{ есть } F$, где F и G – предикаты, представленные в виде нечетких множеств. Тогда, если $G \subset F$, ($\rho \implies q$ (ρ влечет q)). Это означает, что первое высказывание более информативно, чем второе.

Таким образом, степень уверенности при сравнении объектов для агента описывает оценку степени разделения множеств, характеризующих каждый объект. Степень уверенности при поступлении более ценной информации не должна уменьшиться по сравнению со степенью уверенности, сформированной на основе данных прошлого опыта.

В работе [2] показано, что рациональность в поведении агента связана со стремлением его к максимизации ожидаемой удельной ценности *EV* целеустремленной ситуации. Процесс достижения цели рассматривается как многошаговый процесс принятия и реализации решений в условиях неполной информации. Он реализуется в виде последовательности задач, а задачи реализуются через итоги. На каждом шаге агент анализирует величину ожидаемой удельной ценности результата. Мерой для этого является критерий удовлетворенности (как результат эмоционального переживания агента). Если его величина меньше некоторой пороговой величины, то агент считает, что возникла проблемная ситуация, требующая применения одной из форм адаптивного поведения, в противном случае он считает, что желаемый результат достигнут.

В процессе рассуждений о предметной области в условиях неполноты информации человек формирует гипотетическую концепцию, объясняющую возможность появления желательного исхода на основе результатов наблюдений и вводимых предположений. Для повышения степени истинности введенных предпосылок организуется по шаговому сбор и анализ на каждом шаге дополнительной информации. Очевидно, что он продолжается до тех пор, пока степень уверенности в том, что выдвинутая гипотетическая концепция станет представлять логически взаимосвязанную систему утверждений и доказательств, способную объяснять и предсказывать возможные исходы в предметной области, будет превышать некоторый пороговый уровень. Процесс рассуждений соотносится с результатами информационного поиска на каждом шаге. Эта аналогия позволяет использовать для моделирования процесса рассуждений агента систему активной логики [3]. Наблюдения могут осуществляться на любом шаге дедуктивного процесса. Результатом наблюдения является формула, выражающая некоторое утверждение и ассоциированная с соответствующим шагом.

Литература

1. Jakendoff, R. Foundations of Language: Brain, Mefning, Grammar, Evolution. / R. Jakendoff – Oxford Univ. Press, New York, NY, 2002. – 202 p.
2. Виноградов, Г.П., Кузнецов В.Н. Моделирование поведения агента с учетом субъективных представлений о ситуации выбора. / Г.П. Виноградов, В.Н. Кузнецов – Искусственный интеллект и принятие решений. № 3. 2011. – с. 58-72.
3. Симонов, П.В. Эмоциональный мозг. / П.В. Симонов – М.: Наука, 1981. – С. 140.
4. Рутковская, Д., Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский– М.: Горячая линия – Телеком, 2006 – 452 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ “ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ”

Вакунин Е.И., Коряков А.Е., Продюс Е.М.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассмотрены вопросы разработки программного обеспечения виртуальных лабораторных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» на примере работы «Производственная вибрация».

Изучение дисциплины “Безопасность жизнедеятельности” формирует у специалиста представление о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности и отдыха с требованиями к безопасности техники и защищенности человека. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к действиям в экстремальных условиях.

Основная задача дисциплины – вооружить обучаемых теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для:

- идентификации негативных воздействий среды обитания естественного, антропогенного и техногенного происхождения;
- разработки и реализации мер защиты человека и среды обитания от негативных воздействий;
- обеспечения устойчивости функционирования объектов и технических систем в штатных и чрезвычайно опасных ситуациях.

Программой освоения курса БЖД предусматривается выполнение лабораторного практикума, в состав которого входят ряд лабораторных работ, выполнение которых обеспечивает приобретение необходимых навыков практической работы по анализу условий труда.

Для имитации реальных производственных условий и сопутствующих этим условиям вредных факторов воздействия, а также процессов измерения параметров факторов воздействия, на кафедре АОТиОС ТулГУ разрабатывается комплекс виртуальных лабораторных работ, целями создания которого являются: изучение нормативных документов, регламентирующих действие вредных факторов, освоение методик измерения параметров факторов воздействия, получение практических навыков работы с измерительной аппаратурой, оценка эффективности предлагаемых технических решений и средств защиты.

Виртуальные лабораторные работы реализуются с помощью комплекса, включающего компьютер, программное, информационное и методическое обеспечение, и позволяют пользователю на основе математической модели реального явления, процесса или устройства выполнить исследования, являющееся целью конкретной лабораторной работы, которую

нельзя достичь без использования дорогостоящего оборудования или без обеспечения специальных условий измерений.

Программное обеспечение лабораторного комплекса реализуется с использованием инструментальной среды программирования “Delphi” и помимо модулей реализующих методику выполнения работы включает средства для визуализации процесса и результатов расчета.

Взаимодействие пользователя с программой осуществляется через стандартные элементы управления Windows; диалоговые окна, оконные и всплывающие меню, контрольные кнопки, клавиши быстрого доступа, списки для выбора.

Программное обеспечение предъявляет минимальные требования, как к аппаратному, так и программному обеспечению компьютера.

Так как виртуальная лабораторная работа содержит элементы мультимедиа, то на компьютере должно быть установлено соответствующее программное обеспечение.

Ниже представлено описание лабораторной работы, программное обеспечение которой полностью разработано и внедрено в учебных процесс на кафедре АОТиОС ТулГУ.

В результате работы студенты должны ознакомиться с нормированием вибрационных нагрузок на рабочих местах, научиться выбирать нормативные значения параметров вибрации для конкретных условий труда, измерить фактические уровни виброускорения (виброскорости), подобрать устройства для снижения вибрации.

Возможности программного продукта позволяют имитировать работу вибрационных процессов и процесса измерения параметров вибрации - уровней виброскорости (виброускорения). В программе осуществляется подбор и расчет виброизоляторов, оценка эффективности предлагаемых технических решений по снижению вибрационных нагрузок на рабочем месте и формирование отчета по выполненной работе.

На рис. 1...10 показаны элементы виртуальной лабораторной работы.

После выбора виртуальной лабораторной работы студент должен зарегистрироваться и ознакомиться с программой выполнения работы (рис.1).

По каждому пункту этапа работы студенту предоставляется методический материал, содержащий основные понятия и справочная информация (рис.2).

Допуском к выполнению очередного пункта лабораторной работы является прохождение тестового контроля (рис. 3).

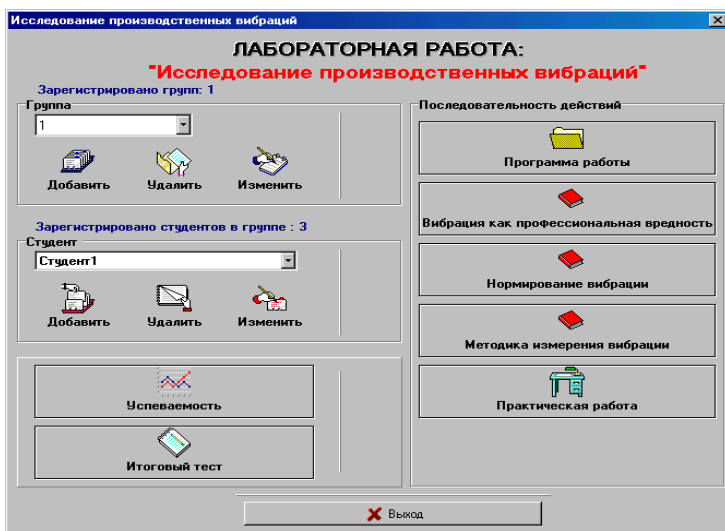


Рис.1. Окно регистрации и выбора режима работы

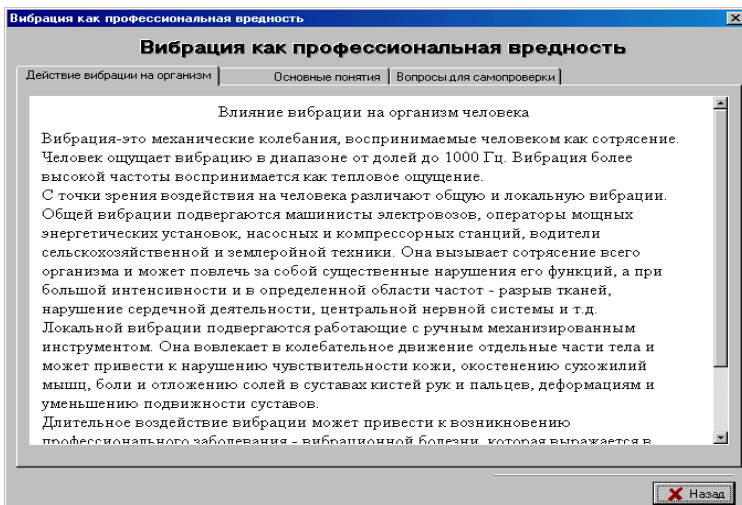


Рис.2. Окно справочного материала

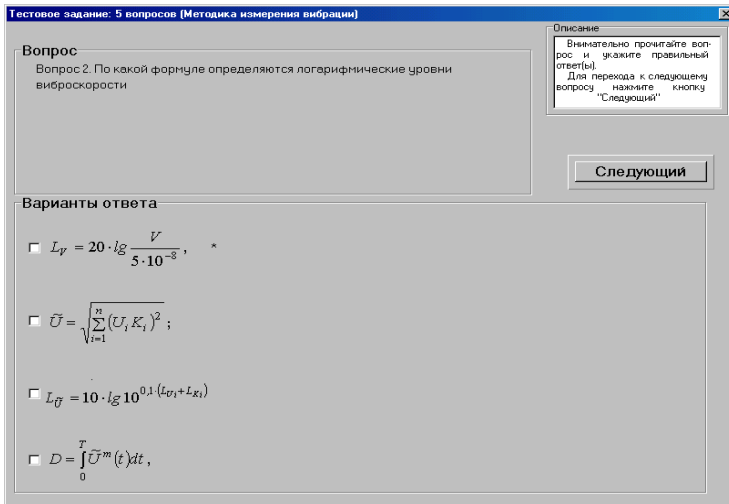


Рис.3. Окно тестовых заданий

Студент допускается к продолжению работу только в случае положительной сдачи тестов, в противном случае студент должен повторно изучить материал и пройти тестирование.

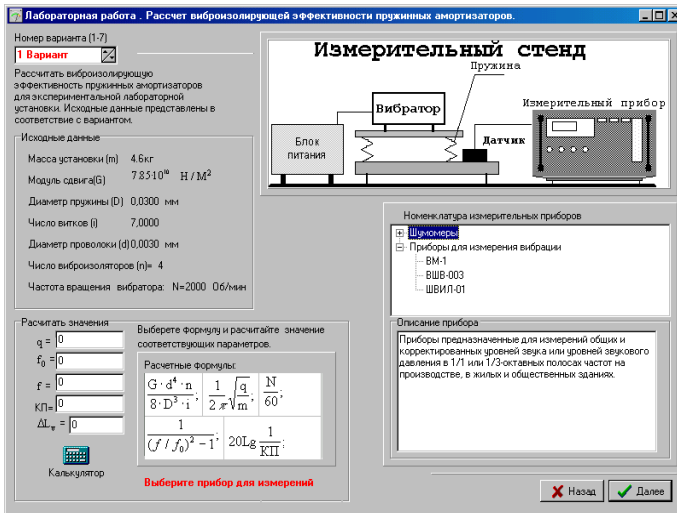


Рис. 4. Расчет виброизолирующей эффективности пружинных амортизаторов

Для расчета виброизолирующей эффективности пружинных амортизаторов студенту предлагается, в соответствии с вариантом работы, выбрать измерительный прибор, требуемые формулы расчета и произвести вычисления с применением встроенного калькулятора (рис. 4).

Для оценки фактической эффективности рассчитанного пружинного виброизолятора, пользователь должен произвести измерения скорректированного и октавных уровней виброскорости (виброускорения). На дисплее имитируется работа с измерительным прибором, при этом пользователь должен в определенной последовательности осуществлять необходимые процедуры, имитирующие процесс измерения (рис. 5).

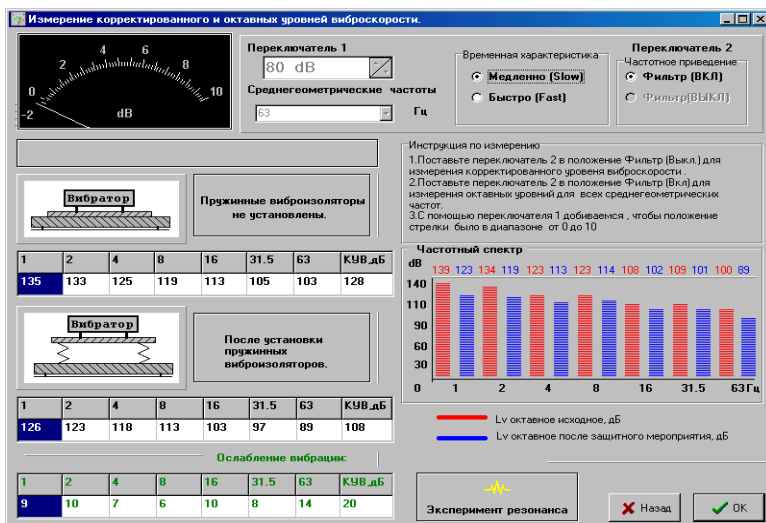


Рис. 5. Проведение эксперимента

При выполнении всех этапов работы студентом в электронном виде формируется отчет, который включает табличную, графическую и текстовую части (рис. 6).

При проведении эксперимента «явления резонанса» студенту предлагается, на основе полученных знаний, правильно задать необходимые параметры, обеспечивающие совпадение частот собственных и вынужденных колебаний системы. При правильно заданных параметрах, на дисплее в динамике отображается явление резонанса (рис. 7).

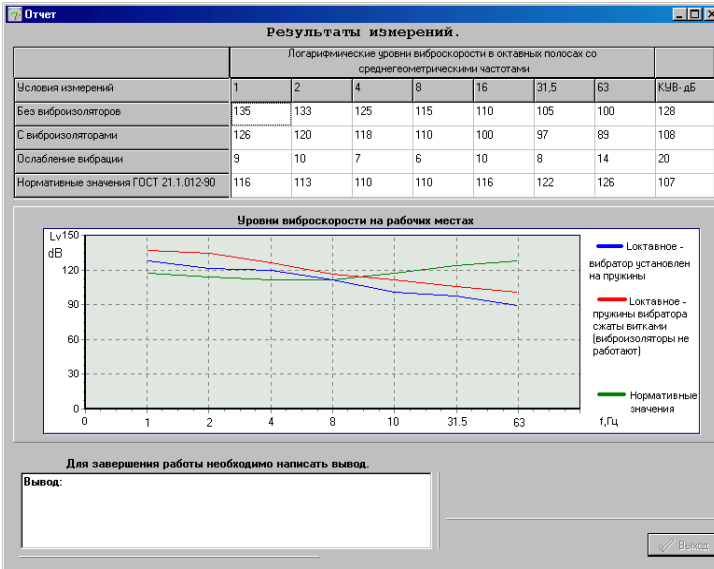


Рис. 6. Результаты измерений и выводы по разделу работы

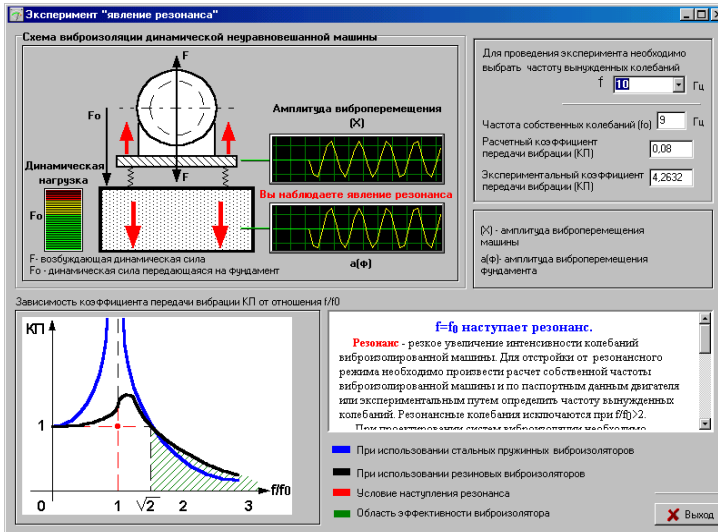


Рис. 7. Демонстрация явления резонанса

Для выполнения пункта работы, связанного с виброгасящими основаниями, студенту необходимо произвести выбор и расчет запрашиваемых с дисплея исходных данных (рис. 8).

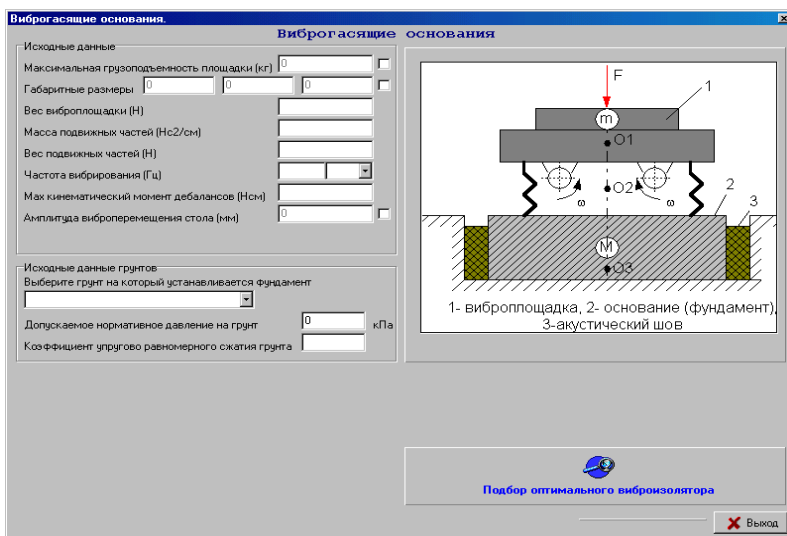


Рис. 8. Ввод исходных данных для расчета виброгасящего основания

После подбора оптимальных параметров на экране дисплея появляются значения расчетных параметров и предлагается сохранить отчет (рис. 9, 10).

В конце работы студент проходит итоговое тестирование, по результатам которого проставляется итоговая оценка защиты лабораторной работы. Все промежуточные результаты, отчеты и результаты итогового тестирования сохраняются на диске, что позволяет студенту в случае необходимости продолжить работу с контрольной точки.

Область применения программного продукта:

- использование студентами высших учебных заведений при изучении курсов “Безопасность жизнедеятельности”, “Производственная безопасность”;
- обучение специалистов по аттестации рабочих мест, а также слушателей курсов повышения квалификации, работающих в области охраны труда.

Виброгашение основания.

Исходные данные

Максимальная грузоподъемность площадки (кг) 0

Габаритные размеры 0 0 0

Вес виброплощадки (Н) 70000

Масса подвижных частей (Нс2/см) 64

Вес подвижных частей (Н) 62780

Частота вибрирования (Гц) 50 50

Мак кинематический момент дебалансов (Нсм) 2900

Амплитуда виброперемещения стола (мм) 0

Исходные данные грунтов

Выберите грунт, на который устанавливается фундамент

Пески средней крупности

Допускаемое нормативное давление на грунт 3.5 кПа

Коэффициент упруго-равномерного сжатия грунта 50

Исходные данные амортизаторов

Тип амортизатора, через который виброплощадка опирается на фундамент АЦП М-120

Статическая осадка 0.900

Упругий элемент виброамортизаторов АЦП состоит из цилиндрической пружины, навитой на цилиндрический массив из металлической пуговицы. "Собственные частоты" находятся в пределах от 8 до 10 Гц.

основания

Расчетные параметры Результат

Динамическая нагрузка воздушная дебалансами (Н) 231763.673

Суммарная жесткость всех амортизаторов (Н/см) 63755.56

Собственная круговая частота вертикальных колебаний подроссырных частей виброплощадки s^{-1} 33.01

Норм. динамическая нагрузка перед я на фундамент (Н) 3224.30

Исходя из опыта проектирования фундаментов под машины с динамическими нагрузками конструктивно принимаем площадь и высоту фундамента, так чтобы вес фундамента примерно в 2 раза был больше общего веса виброплощадки.

Жесткость грунта (Па) 5760000.00

Масса фундамента (кг) 142.86

Круговая частота соб. вертикальн. колебаний фундамента 200.80

Амплитуда виброперемещения фундамента (мм) 0.003873

Подбор оптимального виброамортизатора

Выход

Рис. 9. Расчетные параметры виброоснования

Виброгашение основания.

Исходные данные

Максимальная грузоподъемность площадки (кг) 0

Габаритные размеры 0 0 0

Вес виброплощадки (Н) 70000

Масса подвижных частей (Нс2/см) 64

Вес подвижных частей (Н) 62780

Частота вибрирования (Гц) 50 50

Мак кинематический момент дебалансов (Нсм) 2900

Амплитуда виброперемещения стола (мм) 0

Исходные данные грунтов

Выберите грунт, на который устанавливается фундамент

Пески средней крупности

Допускаемое нормативное давление на грунт 3.5 кПа

Коэффициент упруго-равномерного сжатия грунта 50

Исходные данные амортизаторов

Тип амортизатора, через который виброплощадка опирается на фундамент АЦП М-120

Статическая осадка 0.900

Упругий элемент виброамортизаторов АЦП состоит из цилиндрической пружины, навитой на цилиндрический массив из металлической пуговицы. "Собственные частоты" находятся в пределах от 8 до 10 Гц.

основания

Расчетные параметры Результат

Амплитуда виброперемещения фундамента 0.003873 s^{-1}

Допустимая амплитуда виброперемещения по ГОСТ 12.1.012-90 0.009 мм

Результат

АЦП М-15
АЦП М-16
АЦП М-120

OK Сохранить отчет

Подбор оптимального виброамортизатора

Выход

Рис. 10. Результаты расчета виброоснований

СПЕЦИФИКА УПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВЫХ СРЕДСТВ В СЕМАНТИКО-ПРАГМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ НАУЧНЫХ ТЕКСТОВ РАЗЛИЧНОЙ ЖАНРОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

¹ Кунцевич С.Е., ² Хоменко Е.В.

¹Минский государственный лингвистический университет

²Белорусский национальный технический университет

В статье рассматриваются особенности употребления терминологических единиц в семантических компонентах структур англоязычных научных текстов, дифференцированных жанровой принадлежностью: академической научно-технической статье, научно-популярной статье, научно-техническом докладе. Показаны отличия между сопоставляемыми семантическими компонентами, обусловленные жанровой разновидностью текста.

Среди актуальных аспектов проблемы теории и практики функционирования терминологических единиц особое место занимает вопрос о закономерностях употребления терминов, различающихся своим концептуальным содержанием, лингвистическими и прагматическими характеристиками, в прагматически важных семантических компонентах структуры текстов, дифференцированных жанровой принадлежностью, с целью адекватного восприятия адресатом излагаемой в тексте фактуальной информации.

Семантико-прагматическая структура текста представляет собой последовательность расположения семантических компонентов, эксплицирующих этапы коммуникативно-познавательного процесса автора [1]. На уровне семантической структуры текста происходит выдвижение наиболее значимой информации в определенные семантические компоненты [2], которые обладают более высокой степенью коммуникативно-прагматической выделенности в структуре текста. Эффективным лингвистическим средством акцентирования внимания на концептуально важных моментах содержания текста, убеждения адресата в объективности представляемого нового знания являются терминологические единицы, лингвистические и прагматические характеристики которых оказывают определенное воздействие на получателя информации. С помощью адекватно выбранных терминологических языковых средств можно значительно облегчить коммуникативно-прагматическую ориентацию адресата в тексте, позволив ему интерпретировать конкретные содержательные фрагменты текста как наиболее важные [3, с. 128]. В связи с этим, выявление языковых терминологических средств, способствующих выделению значимой информации в семантических компонентах структуры текста, представляется важным для решения задач прагматического анализа текстов разной жанровой направленности.

Цель проведенного исследования заключалась в том, чтобы изучить специфику взаимосвязи, существующей между семантико-прагматической структурой научного текста (научно-техническая статья (АН-ТС), научно-популярная статья (Н-ПС) и научно-технический доклад (Н-ТД)) и степенью насыщенности терминологическими единицами, представляющими содержательный аспект фактуальной информации, представленной в ее структурно-семантических компонентах.

В качестве материала исследования были отобраны наиболее употребительные общенаучные и специальные термины, относящиеся к предметной области «Энергосберегающие технологии», извлеченные методом сплошной выборки из анализируемого корпуса текстов. Используемая методика выделения включала идентификацию слов и словосочетаний как терминов в тексте; проверку наличия выделенных лексических единиц в специальных словарях; экспертную оценку выявленных словосочетаний с точки зрения принадлежности их к терминам изучаемой предметной области. Для конкретного жанра был составлен частотный список терминов. Терминологические единицы, включенные в данный список, обозначали специальные понятия из анализируемой предметной области, дефиниции которых зафиксированы в словарях. Дефиниции многокомпонентных терминоточетаний, не обнаруженные в специальных словарях, были выведены из значений компонентов данных терминоточетаний [4, с. 15].

Результаты анализа степени насыщенности терминологическими единицами структурно-семантических компонентов рассматриваемых жанровых разновидностей научно-технического текста, представленные в табл. 1, позволили выявить следующую закономерность.

Таблица 1. Употребительность терминов в структурно-семантических компонентах жанровых разновидностей научного текста (%)

Компонент	Подкомпонент	Жанр текста		
		АН-ТС	Н-ПС	Н-ТД
1	2	4	5	6
0. Блок аннотации		8,9	0,8	0,6
1. Определение области исследования	1.1. Указание на важность данной области	3,2	6,3	7,3
	1.2. Констатация современного состояния знания в данной области	7,8	6,9	3,8
	1.3. Представление структуры работы		1,0	1,1
2. Введение темы исследования	2.1. Связь темы исследования с важными научными и практическими направлениями:			
	2.1.1. Теоретическая значимость	1,3	1,3	0,6
	2.1.2. Практическая значимость	3,7	3,9	1,6
	2.1.3. Обоснование актуальности	0,2	0,8	3,3
	2.1.4. Новизна исследования	0,2	0,9	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
3. Обзор предыдущих исследований по теме в данной области, описание степени разработанности темы	3.1. История научной проблемы		0,8	
	3.2. Анализ основных научных принципов, на которые опирается исследование	3,1	3,0	5,3
4. Формулировка цели и задач исследования	4.1. Предмет исследования	0,6	1,9	0,8
	4.2. Цель исследования			0,9
	4.3. Задачи исследования	0,7	0,4	1,3
5. Гипотеза	5.1. Формулировка проверяемой гипотезы	1,2	0,8	2,0
	5.2. Характеристика возможных путей подтверждения гипотезы	0,6		0,6
6. Описание проблемной ситуации	6.1. Формулировка проблемы	4,1	2,5	9,9
	6.2. Освещение неизученных аспектов проблемы	0,8	2,0	1,0
	6.3. Сопоставительный анализ альтернатив решения проблемы	3,6	2,6	5,9
7. Характеристика объекта исследования	7.1. Описание основных свойств исследуемого объекта:			
	7.1.1. Форма	1,5	3,4	1,4
	7.1.2. Величина	1,5		
	7.1.3. Размер	0,6	0,5	0,6
	7.1.4. Состав		2,7	
	7.1.5. Структура	4,3	0,7	2,3
	7.1.6. Состояние		0,8	1,0
	7.1.7. Стоимость	0,8	0,5	0,9
	7.1.8. Достоинства и недостатки	6,2	5,6	5,5
	7.2. Сходство/различие с другими объектами/явлениями	1,5	1,8	1,8
7.3. Дополнительная информация технического и экономического характера, способствующая более глубокому пониманию объекта изучения	9,8	23,1	2,0	
8. Методы исследования	8.1. Описание методов исследования	1,6	1,5	6,1
	8.2. Сопоставительная оценка методов исследования	0,5		1,5
	8.3. Оборудование для проведения исследования	0,2	0,5	
9. Описание эксперимента и его результатов	9.1. Описание стадий эксперимента	6,9	3,2	4,4
	9.2. Обработка и систематизация результатов исследования	3,9	1,1	3,9
	9.3. Графические и математические методы обработки экспериментальных данных	1,7		0,7

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
10. Промежуточный вывод автора		6,3	1,9	8,1
11. Прогнозирование перспектив продолжения исследования	11.1. Возможности и направления дальнейших исследований в данной области			
	11.2. Предполагаемые области применения результатов исследования	1,5	6,4	3,6
12. Выводы автора	12.1. Повторение положений важных для понимания сущности проведенного исследования (резюме проведенного исследования)	4,6	5,5	4,6
	12.2. Оценка автором значения полученных им результатов для дальнейшего развития конкретной области знания (эксплицитный вывод):			
	12.2.1. Достоинства	0,5	0,4	
	12.2.2. Недостатки исследования (теории)	0,9		0,6
	12.2.3. Эффективность	0,6	0,7	1,1
	12.2.4. Практическое применение результатов исследования		0,5	
	12.3. Прогнозирование дальнейшего движения исследования (нерешенные вопросы, их возможное решение)	3,9	1,2	2,1
	12.4. Предложение адресату дать собственную оценку анализируемой проблемы (имплицитный вывод)		0,9	
	12.5. Комментарий авторитетных лиц		0,8	0,4
13. Выражение признательности/ благодарности				0,6
14. Библиографические ссылки		0,3	0,4	
15. Информация об авторах		0,4		0,8

Наиболее терминологически насыщенными в структуре текста АН-ТС являются такие семантические компоненты и их подкомпоненты, как: *блок аннотации, констатация современного состояния знания в области исследования, практическая значимость, сопоставительный анализ альтернатив решения проблемы, описание основных свойств исследуемого объекта (достоинства и недостатки, структура), дополнительная информация технического и экономического характера, способствующая более глубокому пониманию объекта изучения, описание стадий эксперимента, обработка и систематизация результатов исследования, промежуточ-*

ный вывод автора, повторение положений важных для понимания сущности проведенного исследования, прогнозирование дальнейшего исследования.

В структуре текстов жанра Н-ТД в плане терминологической насыщенности можно выделить компоненты: *указание на важность области исследования, констатация современного состояния знания в данной области, анализ основных научных принципов, на которые опирается исследование, формулировка проблемы, сопоставительный анализ альтернатив решения проблемы, описание основных свойств исследуемого объекта (достоинства и недостатки), методов исследования, стадий эксперимента, обработка и систематизация результатов исследования, промежуточный вывод автора.*

При сравнении семантических компонентов текстов жанров АН-ТС и Н-ТД было обнаружено, что наиболее терминологически насыщенными компонентами структуры текста в двух жанрах являются компоненты *характеристика объекта исследования (достоинства и недостатки), обработка и систематизация результатов исследования, промежуточный вывод автора, повторение положений важных для понимания сущности проведенного исследования.* Активными семантическими компонентами в плане употребительности терминов в структуре текста АН-ТС в отличие от структуры текста Н-ТД являются: *блок аннотации, констатация современного состояния знаний в области исследования, практическая значимость, характеристика объекта исследования (структура), дополнительная информация технического и экономического характера, способствующая более глубокому пониманию объекта изучения, прогнозирование дальнейшего исследования.* В Н-ТД высокая степень насыщенности терминами характерна для семантических компонентов *указание на важность области исследования, формулировка проблемы, описание методов исследования, предполагаемые сферы применения результатов исследования.*

Концентрация терминологических единиц в вышеперечисленных структурно-семантических компонентах текстов АН-ТС и Н-ТД, значительное количество многокомпонентных терминосочетаний свидетельствует о содержании в них научно значимой информации, предназначенной для восприятия адресатом на глубинно-профессиональном уровне.

В структуре текстов жанра Н-ПС высокая частотность терминов наблюдается в компонентах: *указание на важность области исследования, практическая значимость, констатация современного состояния знания в данной области, характеристика объекта исследования (достоинства и недостатки), дополнительная информация технического и экономического характера, способствующая более глубокому пониманию объекта изучения, предполагаемые сферы применения результатов исследования, повторение положений важных для понимания сущности проведенного ис-*

следования. Насыщенность данных семантических компонентов терминологическими единицами, среди которых преобладают структурные типы терминосочетаний, состоящие из 1-2 компонентов, указывает на содержание в них научно значимой информации на нейтральном уровне представления, предназначенной для непрофессионального восприятия.

Сопоставительный анализ семантических структур текстов жанров АН-ТС и Н-ПС по степени насыщенности терминологическими единицами показал, что отличие между данными жанрами по вышеобозначенному параметру заключается в частотности употребления терминов в таких компонентах, как: *блок аннотации, описание стадий эксперимента, обработка и систематизация результатов исследования, промежуточный вывод автора, прогнозирование дальнейшего исследования* (употребление терминов в данных компонентах преобладает в текстах жанра АН-ТС); *указание на важность данной области, формулировка проблемы, характеристика объекта исследования (структура), дополнительная информация технического и экономического характера, способствующая более глубокому пониманию объекта изучения, предполагаемые сферы применения результатов исследования* (употребление терминов в данных компонентах превалирует в текстах жанра Н-ПС).

Сопоставление семантических компонентов по данному параметру между текстами жанров Н-ТД и Н-ПС позволило выявить наиболее существенные отличия в употреблении следующих компонентов: *анализ основных научных принципов, на которые опирается исследование, формулировка проблемы, сопоставительный анализ альтернатив решения проблемы, описание методов исследования, обработка и систематизация результатов исследования, промежуточный вывод автора* (употребление терминов в данных компонентах преобладает в текстах жанра Н-ТД); *практическая значимость, дополнительная информация технического и экономического характера, способствующая более глубокому пониманию объекта изучения, предполагаемые сферы применения результатов исследования* (употребление терминов в данных компонентах превалирует в текстах жанра Н-ПС).

Таким образом, построение семантико-прагматической структуры текста конкретной жанровой принадлежности тесно связано с распределением терминологических языковых средств по семантическим компонентам, качественная неоднородность информации которых наряду с другими прагматическими факторами, способствует реализации прагматических установок автора.

Представляется, что эффективность коммуникации в такой профессиональной сфере деятельности как «Энергосберегающие технологии» во многом зависит от информативно-коммуникативной функции терминов, с

помощью которой термины как « типовые когнитивно-информационные модели » [5, с. 31] не просто называют понятия, а позволяют этим понятиям передавать научно-профессиональную информацию и влиять на структурную организацию текста. Адекватная интерпретация текста адресатом обусловлена также прагматической функцией используемых терминологических единиц, которая проявляется в оказании воздействия на адресата содержанием конкретного понятия либо оценкой этого понятия и способствует убеждению его в значимости определенных признаков номинируемых понятий.

Литература

1. Крижановская, Е.М. Коммуникативный блок как единица смысловой структуры научного текста / Е.М. Крижановская // *Стилистика научного текста (общие параметры)*. – Т.2, Ч.1. – Пермь, 1996. – С. 323–341.
2. Бабенко, Л.Г. Лингвистический анализ художественного текста: теория и практика : учебник, практикум / Л.Г. Бабенко, Ю.В. Казарин. – 2-е изд. – М. : Флинта : Наука, 2004. – 496 с.
3. Лузина, Л.Г. Проблемы теории выдвижения в современных исследованиях / Л.Г. Лузина // *Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная лингвистика. Сер. 6, Языкознание*. – 1998. – №3. – С. 125–130.
4. Даниленко, В.П. Русская терминология: Опыт лингвистического описания / В.П. Даниленко / АН СССР, Ин-т рус. яз. – М. : Наука, 1977. – 246 с.
5. Володина, М.Н. Когнитивно-информационная природа термина (на материале терминологии средств массовой информации) / М.Н. Володина. – М. : Изд-во МГУ, 2000. – 128 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ТОРФЯНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кислов Н.В., Цыбуленко П.В. Определение технологических параметров прессования торфококсовых брикетов.....	5
Зюзин Б.Ф., Миронов В.А. Инварианты предельных состояний органо-минеральных грунтов.....	8
Иванов В.А., Королев И.О., Пухова О.В. Критерии качества сырья в технологиях разработки торфяных месторождений.....	15
Мисников О.С. Метод нанесения органических гидрофобномодифицирующих пленок на минеральные дисперсные материалы..	19
Федотова С.А. Применение универсальной техники для добычи торфа	26
Хрипович А.А. Некоторые аспекты комплексной технологии переработки торфа.....	30
Гамаюнова А.Н., Беляков В.А., Гамаюнов С.Н. Разработка технологической схемы добычи торфа на участках малой мощности	34
Гнеушев В.А., Стадник А.С., Филипчук В.Л. Методологические основы создания «экологически щадящих» технологий и оборудования для добычи и переработки торфа	40
Стадник А.С., Гнеушев В.А., Рыбак И.И. Влияние влажности высокозолотного торфа на эффективность пневматической сепарации...	47
Миронов В.А., Софьин О.Е. Расчет НДС оснований с учетом реологических свойств грунтов.....	53
Бондарев Ю.Ю., Иванов С.Л. Технологический модуль для производства окускованного топлива из торфяного сырья.....	59

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭНЕРГЕТИКИ

Бельская Г.В. Социально-экономические и экологические преимущества биогазовых технологий в Республике Беларусь.....	62
Берлинтейгер Е.С. Использование флокулянтов для обезвоживания угольных шламов.....	65
Голубев В.П., Благовещенская Т.С., Карпович В.А. Разработка инновационного метода микроволнового обезвреживания медицинских отходов.....	68
Зеленуха Е.В., Басалай И.А., Зенович-Лешкевич-Ольпинская А.Ю. Природоохранный аспект использования детандер-генераторных установок при производстве энергии.....	75
Пашкевич М.А., Данилов А.С. Смирнов Ю.Д. Использование малогабаритных беспилотных летательных аппаратов в целях экологического мониторинга.....	79

Дун А.А., Никитин С.И., Еркин А.П., Голубев В. П. Непрерывная очистка технологических жидкостей: технологии и оборудование	85
Зубков А.А., Шуленниа З.М., Воробьев А.Е. Основы экологически чистой и ресурсосберегающих технологий переработки минерального сырья.....	89
Ковшов С.В., Сафина А.М., Асаналиева О.А., Ковшов В.П., Тимкаев И.Ф. Пространственно-территориальные аспекты пылеподавления на основе парогенерации.....	96
Куликова М.А., Конева Т.А. Инженерно-экологические мероприятия по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух г. Новочеркаска завода строительных материалов	100
Куликова М.А., Попова Ю.А., Суржко О.А. Инновационный способ рекультивации и реабилитации промышленных территорий	106
Волков А.В. Системные основания анализа и прогноза сбалансированного развития тульского края.....	112
Лаптёнок С.А., Морзак Г.И., Левданская В.А., Карпинская Е.В., Гордеева Л.Н., Осипов А.В. Географические информационные системы для решения сетевых пространственных задач в промышленной экологии.....	120
Лаптёнок С.А., Морзак Г.И., Хорева С.А., Левданская В.А., Карпинская Е.В., Гордеева Л.Н., Осипов А.В. Географические информационные системы для трехмерного моделирования процессов, протекающих в атмосферном воздухе.....	125
Волков А.В. Экологические ограничения социально-экономического развития тульского края.....	130
Вакунин Е.И., Лебедев А.М., Коряков А.Е., Овчарова А.Н. Особенности формирования радиологического состояния территорий и оценка коллективной дозы облучения.....	138
Вакунин Е.И., Коряков А.Е., Туляков С.П., Нечаева О.А. Компьютерное моделирование выделения пыли при перегрузке сыпучих материалов.....	145
Левданская В.А., Шавяка Е.В. Установление класса опасности загрязнения почвы в придорожной полосе городской автомагистрали	150
Пашкевич М.А., Чукаева М.А. Оценка состояния водных объектов в зоне воздействия ОАО «Апатит».....	154
Щербакова А.В., Морзак Г.И., Ролевич И.В. Совершенствование технологии регенерации отходов синтетических и минеральных масел	158
Ушаков А.Г., Брюханова Е.С., Ушаков Г.В. Переработка техногенных материалов угольных предприятий с получением твердого топлива.....	163

Куликова М.А. Экологическая безопасность при переработке и утилизации концентрированных по биогенным элементам жидких отходов промышленных предприятий.....	170
Рожков В.Ф., Соколова С.С. Интенсивности пылеобразования от поверхностных комплексов и породных отвалов угольных шахт	176
Кудряшова А.Г., Выгузова М.А. Использование биотехнологий при решении проблем энергетического и экологического характера в Удмуртской Республике.....	180
Кузнецов В.С. Способ снижения пылевыведения с поверхности хвостохранилища	183
Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М., Васина С.М. Инновационные подходы в решении некоторых экологических проблем при добыче и переработке урановых руд.....	188
Кацило В.В. Решение проблемы утилизации буровых шламов, образующихся при довыработке месторождений западной сиббири по технологии наклонно-направленного бурения.....	193
Лыгаева Т.А., Пашкевич М.А. Целесообразность переработки пылевидных отходов электрометаллургического производства.....	198
Кашинцева Л.О., Тимофеева В.Б., Хрупачев А.Г., Кашинцева Л.В. Методика расчёта безопасного стажа работы при контакте с виброакустическими факторами производственной среды.....	202
Кофанов А.Е., Кофанова Е.В. Экологические аспекты реструктуризации предприятий угольной промышленности.....	209
Березовский М.Ю., Кофанов А.Е., Кофанова Е.В. Инженерно-компьютерные технологии рекультивации загрязнённых территорий	214
Жалкенова С.Т., Сарсекеева Г.С, Сариева Д.З., Рамазанова М. К вопросу об экологической безопасности	217
Матвеева В.А. Использование вермикулита в качестве сорбента для очистки производственных сточных вод ОАО «Ковдорский ГОК».....	220
Мурашева А.А., Коновалов В.Е., Лепехин П.А. Особенности формирования зон с особыми условиями использования в горно-промышленных комплексах	225
Романенко М.М., Куценко С.В., Патрушева Л.И., Романенко А.В. Формирование местной схемы экосети на примере Новобугского района Николаевской области Украины.....	233
Русакова Т. И. Анализ пылевого загрязнения атмосферы от автотранспорта.....	237
Хан В.А., Сариева Д.З., Жалкенова С.Т., Отарбаева Л.С. Проблемы экологической безопасности процессов в нефтегазовой отрасли в условиях предприятий Казахстана.....	244

Свамбаев Ж.А., Свамбаев Е.А., Тусупбекова С.Т., Султанбеков Г.А., Свамбаев А.С. Контроль радиации и методы обеспечения безопасности среды обитания.....	251
Смирнякова В.В., Нелюхина В.А. Оценка воздействия предприятий угольной отрасли на окружающую природную среду.....	255
Стриженок А.В. Способ снижения аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха в процессе формирования намывных техногенных массивов.....	260
Струков В.Б., Медведев А.В., Демидова Е.В. Применение многофакторного анализа загрязнения почвенного покрова для оценки качества земельных участков.....	264
Холковский Ю.Р. Дискретно-интерполяционный подход при моделировании многопараметрических экологических систем.....	268
Хрупачев А.Г., Кашинцева Л.В., Кашинцева Л.О., Климова Д.О. Методология расчета дозовой нагрузки и допустимого стажа работы при контакте с вредными производственными факторами....	272
Молев М.Д., Занина И.А., Стуженко Н.И. Анализ и оценка экологического риска в системе прогнозирования техносферной безопасности.	277
Молев М.Д., Занина И.А., Стуженко Н.И. Экологическая безопасность региона в современных условиях.....	284

***ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ,
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ***

Чергинец О.А., Колокольникова А.И. Об энергосбережении в автоматизированных системах управления зданиями.....	288
Басалай И.А., Зеленухо Е.В., Кацило В.В. Определение эффективности использования отсева фрезерного торфа в качестве топлива мини-ТЭЦ торфобрикетного завода.....	295
Горфин О.С., Калябина М.В., Михайлов А.В. Эффективность использования торфа повышенной влажности в топках котельной ТБЗ...	301
Маркова Т.А., Демин В.К., Чибисова П. К вопросу об автоматизации котельного агрегата.....	306
Касобов Л.С., Таштабанов Д.Ф., Иноятов М.Б., Давлатшоев Д.Д., Ахъёев Дж.С. Создание системы многуровневой противоаварийной автоматики на современном уровне.....	313
Киргизов А.К., Давлатшоев Д.Д., Иноятов М.Б. К вопросу о формировании стока рек районов Памира при проектировании малых ГЭС...	321
Клименко Л.П., Воскобойникова Н.А. Энерго- и ресурсосбережение при комплексном использовании солнечной и ветровой энергии в условиях юга Украины.....	325

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Жихарев А.А. Зависимость коррозии металлической арматуры от различных факторов в керамзитобетоне.....	330
Елькин А.В., Выровой В.Н. Механизмы направленного наведения остаточных деформаций в строительных конструкциях.....	333
Зиборов Л.А., Теличко В.Г. Исследование прочности при сжатии с растяжением бетона В-30.....	339
Делягин М.Ю., Трещёв А.А. Расчет шарнирно опёртой сферической оболочки из разносопротивляющегося материала на термомеханическое воздействие в связанной постановке при конечных прогибах.....	343
Делягин М.Ю., Теличко В.Г., Астахов Д.С. Определяющие соотношения термоупругих изотропных существенно нелинейных разносопротивляющихся материалов.....	351
Трещев А.А., Неделин А.В., Злобин С.Ф. Деформирование армированных балок-стенок из нелинейного материала с учетом трещин.....	357
Березовский Н.И., Воронова Н.П., Костюкевич Е.К., Грибкова С.М., Лесун Б.В. К вопросу использования местных видов топлива в производстве пористых строительных материалов.....	366
Березовский Н.И., Воронова Н.П., Костюкевич Е.К., Грибкова С.М., Лесун Б.В. Возможность расширения интервала пригодности минерального сырья.....	372
Борщевский С.В., Михеева А.А. Совершенствование технологии производства бетонной смеси для подземных сооружений.....	379
Елькин В.В., Мартынов В.И. Комплексная активация вяжущего и растворной смеси в технологии.....	385
Прудков Е.Н., Гордеева А.Н. Разработка составов мелкозернистых бетонов с нанодобавками при прогнозировании прочностных свойств.....	392
Фидровская Н.Н. Влияния краевых шпангоутов на прогиб стенки цилиндрической оболочки.....	396
Кузнецова Г.В., Голосов А.К., Морозова Н.Н. Отходы дробления горных пород, как кремнезёмистый компонент в производстве силикатного кирпича.....	401
Прудков Е.Н., Закуражнов М.С. Многокомпонентный наномодифицированный мелкозернистый бетон.....	405
Шульженко Н.А. Управление проектами и деятельностью строительных предприятий и фирм бюджетным методом.....	411
Шерешевский М.Б., Теличко В.Г. Конечно-элементная модель для исследования напряженно-деформированного состояния оболочек средней толщины.....	419
Шипулин Н.А. Разработка моделей и методов управления в линейных структурах строительства пусковых объектов.....	427
	563

Пушилина Ю.Н., Исаев А.О. Фундамент утепленная шведская плита	431
Пушилина Ю.Н., Котенева О.В. Способы дополнительного утепления стен жилых зданий к вопросу об энергосбережении.....	434
Криворучко А.В. Совершенствование механизма устойчивого развития строительной компании.....	437
Теличко В.Г., Ходорович П.Ю. Решение задачи о давлении на полупространство.....	445
Трещев А.А., Теличко В.Г., Ходорович П.Ю., Царев А.Н. Моделирование напряженно-деформированного состояния грунтовых оснований.....	449
Трещев А.А., Лисицкий В.С. Потенциал деформаций для нелинейно ортотропных разносопротивляющихся материалов.....	454
Ермолович О.В., Ермолович Е.А. Исследование трещиностойкости закладочных композитов.....	459

ОБРАЗОВАНИЕ

Морзак Г.И., Ролевич И.В., Зеленуха Е.В. Образование в области экологии и радиационной безопасности на кафедре «Экология» БНТУ с целью устойчивого развития.....	462
Копылов А.Б. Техническое и горное образование в России. Вчера, сегодня. Завтра? Цифры и факты.....	469
Копенкина Л.В. Роль дисциплины «история науки и техники» в подготовке специалистов торфяного профиля.....	485
Хоменко С.А., Зубакина О.А. Использование современных инновационных технологий в формировании речевых грамматических навыков у студентов технических специальностей.....	489
Митрясова Е.П. Развитие содержания экологического образования на основе интеграции знаний.....	494
Мартынюк С.С., Сидорская Н.В., Скуратович И.В. Формирование экологической компетенции у студентов инженерных специальностей	501
Ковалев Р.А., Соколова С.С., Рожков В.Ф. Организация нормоконтроля выпускных квалификационных работ технического профиля на выпускающих кафедрах.....	505
Цыбуленко П.В., Кукса А.Н. Твердые полезные ископаемые Республики Беларусь и перспективы подготовки инженерных кадров для их использования.....	510
Цыбуленко П.В., Федотова С.А. Фактор интеграции отраслевой и вузовской науки в развитии горного образования.....	513
Туляков С.П., Коряков А.Е., Нечаева О.А. К вопросу построения обучающих информационных систем.....	515

Филатова О.И. Современная аудиторная лекция в пространстве модернизации вузовской системы образования	521
Сурунтович Н.В. Формирование высококвалифицированной личности студента БНТУ посредством профессионально ориентированного чтения на иностранном языке.....	528
Зубакина О.А., Матусевич О.А. К вопросу формирования коммуникативной компетенции у студентов технических университетов	531
Шульженко Н.А. Проблемы и перспективы подготовки архитекторов и строителей в условиях многоуровневого обучения.....	535
Бурдо Г.Б., Виноградов Г. П. Субъективные оценки убежденности агента в адекватности представлений о предметной области в задачах САПР.....	539
Вакунин Е.И., Коряков А.Е., Продиус Е.М. Разработка программного обеспечения виртуальной лабораторной работы “Производственная вибрация”.....	544
Кунцевич С.Е., Хоменко Е.В. Специфика употребления терминологических языковых средств в семантико-прагматической структуре научных текстов различной жанровой принадлежности.....	552

Научное издание

**Социально-экономические и экологические
проблемы горной промышленности,
строительства и энергетики**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
9-й Международной конференции по проблемам
горной промышленности, строительства и энергетики

Минск – Тула – Донецк
29–31 октября 2013 г.

В 2 томах

Том 2

Редактирование и компьютерная верстка *И.А. Басалай*

Подписано в печать 11.12.2013. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 32,90. Уч.-изд. л. 25,73. Тираж 50. Заказ 1296.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.