

Министерство образования Республики Беларусь



БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Кафедра «Инженерная экология»

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**75 – й студенческой научно-технической
конференции**

(Секция «Инженерная экология»)

23 – 24 апреля 2019 г.

Электронное издание

Минск
2019

УДК С32
ББК 74.0:20.1:33:81.4

Сборник материалов 75-й студенческой научно-технической конференции. Секция «Инженерная экология» / под общ. ред. Басалай И.А. // БНТУ, Минск, 2019. – 269 с.

ISBN 978-5-7679-2355-7

Р е ц е н з е н т

Заведующий научно-исследовательской лабораторией
«Экопром» филиала БНТУ "Научно-исследовательский
политехнический институт"
к.т.н. В.И. Глуховский

В сборник включены материалы докладов студентов и магистрантов на 75-й студенческой научно-технической конференции по секции «Инженерная экология»

Белорусский национальный технический университет.
Факультет горного дела и инженерной экологии.
Кафедра «Инженерная экология»
Пр-т Независимости, 65, уч. корп. 9, г. Минск,
Республика Беларусь.
Тел.: (017) 292-71-82, 292-74-14 Факс: (017) 292-71-82
E-mail: fgde@bntu.by
<http://www.bntu.by/fgde.html>

Регистрационный № БНТУ/ФГДЭ _____

©Басалай И.А.,
компьютерный дизайн, 2019
© БНТУ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Асадчий М.В., Крупенков П.И. Науч. рук. Лаптёнок С.В. Создание системы мониторинга гамма-фона микрорайона «Кунцевщина» с использованием ГИС-технологий	8
Байковский А.А., Петрович К.В. Науч.рук. Скуратович И.В. Организация обращения с отходами ПУП «ФреБор».....	21
Бирюк В.И. Науч. рук. Морзак Г.И. Основные направления по снижению воздействий технологического процесса мукомольного производства на окружающую среду	24
Варган М.Л. Науч. Рук. Родькин О.И. Экологические аспекты производства и использования пеллет на основе биомассы	33
Василевская Е.В. Науч. рук. Слепнева Л.М. Получение и устойчивость оксида титана (IV).....	38
Волков В.А. Науч. рук. Благовещенская Т.С. Биоиндикация как метод мониторинга.....	42
Вырвич С.В. Науч. рук. Бурак Г.А. Прессованный гипсовый строительный материал	45
Вырвич С.В., Ольшевский А.В., Шеремет Б.В. Науч. рук. Скуратович И.В. Летучие органические соединения в производственных процессах	50
Глебус Н.А. Науч. рук. Цуприк Л.Н. Воздействие технологических процессов деревоперерабатывающих производств на атмосферный воздух.....	52
Грек М.А. Науч. Рук. Родькин О.И. Технологические аспекты производства композитных топливных брикетов на основе фрезерного торфа и возобновляемой биомассы	57

Денисюк Д.В. Науч. рук. Благовещенская Т.С. Анализ статистических данных об образовании отходов в Республике Беларусь.....	62
Дорошко Е.С. Науч. рук. Басалай И.А. Добыча нерудных полезных ископаемых в Республике Беларусь	67
Дубик К.В. Науч. рук. Сидорская Н.В. Электробус как способ снижения экологической нагрузки на окружающую среду города.....	73
Жило И.А. Науч. рук. Малькевич Н.Г. Состояние и перспективы развития молочной отрасли Республики Беларусь	79
Жило И.А. Науч. рук. Малькевич Н.Г. Анализ и перспективы использования молочной сыворотки.....	86
Захарченя И.В. Науч. рук. Сидорская Н.В. Углеродный след электрического транспорта	96
Капуза М.А. Науч. рук. Мартынюк С.С. Основные источники загрязнения окружающей среды при эксплуатации водного транспорта	101
Коптик О.А. Науч. рук. Лаптёнок С.А. Методологические аспекты подготовки специалистов гражданской авиации в Республике Беларусь.....	109
Khramenkova V., Nikitsenka N. Supervisors Andlar M., Belskaya N. Improving the Efficiency of Biogas Production in Agricultural Sector of the Republic of Belarus	112
Корытко Д.С. Науч. рук. Благовещенская Т.С. Анализ процесса сжигания шин в цементных печах.....	119
Куцевич П.Г. Науч. рук. Благовещенская Т.С. Требования к сбору и хранению отработанных масел.....	121

Литвина М.А. Науч. рук. Лаптёнок С.А. Совершенствование уровня подготовки специалистов гражданской авиации Республики Беларусь	124
Литвинюк М.А. Науч. рук. Благовещенская Т.С. Требования к сбору и хранению отработанных шин	128
Магер А.П. Науч. рук. Ролевич И.В. Загрязнение атмосферного воздуха в процессе производства комбикормов	132
Мелешко А.А., Небышинец П. А, Руховец Т.Ю. Науч. рук. Хорева С.А. Формирование научного подхода на основе смежных дисциплин для решения проблемы продовольственной безопасности.	142
Метельский А.М. Науч. рук. Морзак Г.И. Основные требования в области охраны атмосферного воздуха при организации природоохранной деятельности на промышленном предприятии.....	150
Мехрякова А.О. Науч. рук. Басалай И.А. Характеристика буровых растворов, применяемых при бурении скважин и прокладке подземных коммуникаций	158
Моисеенко П.Д. Науч. рук. Глушонок Г.К. Водопоглощение мелкозернистого бетона	162
Невгин А.Д. Науч. рук. Лаптенок С.А. Способы переработки отходов бетона и железобетона	164
Ольшевская В.А. Науч. рук. Благовещенская Т.С. Анализ способов нанесения лакокрасочных покрытий	168
Ольшевский А.В. Науч. рук. Горбунова В.А. Композиционный материал на основе метакаолина и диоксида титана	173

Пергаменцев Р.Б. Науч. рук. Лаптёнок С.А. Совершенствование технологий систем управления воздушным движением.....	176
Пиотух Е.Ю. Науч. рук. Цуприк Л.Н. Загрязнение почв Республики Беларусь нефтепродуктами	180
Простак Д.С. Науч. рук. Шагойко Ю.В. Использование гранитных отсеков для производства гиперпрессованных смесей.....	187
Родимцева А.С. Науч. рук. Морзак Г.И. Основные направления по снижению воздействий деятельности хлебопекарного предприятия на окружающую среду	190
Санжаревский А.Г. Науч. рук. Морзак Г.И. Анализ воздействий на окружающую среду технологий литья алюминия	196
Сидельникова К. Науч. рук. Родькин О.И. Оценка литейного производства как источника воздействия на атмосферный воздух.....	204
Сидорская А.К. Науч. рук. Альшевский О.В. Искусственные домики как метод экологического мониторинга стабильности популяций	210
Сорока А.А. Науч. рук. Благовещенская Т.С. Способы очистки загрязненных нефтепродуктами почв	217
Станулевич К.Г. Науч. рук. Зык Н.В. Химический состав и характер включения соединений редкоземельных элементов в состав фосфогипса.....	223
Степурко А.Д. Науч. рук. Меженцев А.А. Прессованный кирпич на основе мела	227

Столярчук И.Д. Науч. рук. Кречко Н.А. Зависимость свойств гиперпрессованного гранитного композита от удельного давления прессования	231
Тишкова Е.А. Науч. рук. Басалай И.А. Использование рекуперационной установки в процессе приема, хранения и реализации нефтепродуктов	233
Цыбулько К.М., Фарафонова В.М., Пузевич М.В. Науч.рук. Скуратович И.В. Перспективы использования явления осмоса для выработки энергии.....	238
Чешун А.А. Науч. Рук. Родькин О.И. Влияние осушительных мелиораций на состояние водных объектов на примере реки Ясельда	241
Шарипов С.Ш. Науч. рук. Лаптёнок С.А. Системы наблюдения для управления воздушным движением: опыт и перспективы.....	246
Шеремет Б.В. Науч. рук. Яглов В.Н. Методы утилизации фосфогипса	249
Эркабаева Е.О. Науч. рук. Зеленухо Е.В. Воздействие энергетического производства на атмосферный воздух	255
Янковская А.В. Науч. рук. Басалай И.А. Воздействие добычи и переработки нерудных полезных ископаемых на окружающую среду	264

УДК: 616-092-07-037

Асадчий М.В., Крупенков П.И. Науч. рук. Лаптёнок С.В.
**Создание системы мониторинга гамма-фона
микрорайона «Кунцевщина» с использованием ГИС-
технологий**

УО «СШ № 201 г. Минска»

В настоящее время практически все население Республики Беларусь проживает в условиях длительного низкоуровневого комбинированного воздействия неблагоприятных факторов внешней среды. Изучение последствий такого воздействия требует системного подхода, одной из составных частей которого наряду с традиционными методами являлись бы математические, в частности, методы пространственного анализа с применением технологии географических информационных систем (ГИС).

Катастрофа на Чернобыльской АЭС способствовала в ряде регионов республики избыточному накоплению в окружающей среде и организме человека радионуклидов, из которых наиболее значимым по распространенности и регистрируемому количеству на сегодняшний день является цезий-137 [1,2,3,4,5], представляющий опасность как источник ионизирующих излучений (β и γ).

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью широкого внедрения и применения новых простых, доступных и эффективных методов математического моделирования и статистической обработки экологической информации. Применение динамического пространственного моделирования экологических факторов позволит получить дополнительную информацию об изменениях состояния

окружающей среды для ее использования в процессе принятия мер с целью минимизации негативных влияний на состояние здоровья населения.

В результате данного исследования впервые создана система мониторинга мощности дозы γ -излучения в пределах микрорайона «Кунцевщина» на базе ГИС ArcView 3.0a, 3.1, 3.2a, 3.3, что и составляет новизну выполненной работы.

Целью исследования явилась разработка системы радиационного мониторинга территории микрорайона «Кунцевщина» на основе ГИС-технологии. Для достижения поставленной цели решены следующие **задачи:**

1. Определение топологической основы объекта.
2. Проведение полевых исследований в установленных точках.
3. Создание векторной пространственной модели объекта.
4. Геокодирование данных, полученных в результате полевых исследований.
5. Создание дискретной пространственной модели уровня радиационного фона.
6. Создание непрерывной пространственной модели уровня радиационного фона.

Дискретные и непрерывные пространственные модели экологических и медико-экологических процессов формировались в ходе проводимых под эгидой Всемирной организации здравоохранения исследований йодной обеспеченности и заболеваний щитовидной железы [6,7,8], прогнозирования онкозаболеваемости в республике [9,10], оценки коллективных доз радиоактивного облучения населения отдельных населенных пунктов Гомельской области [11,12]. Подробная оценка динамики гамма-фона на территории микрорайона «Кунцевщина» не

проводилась, чем и обусловлено проведение данного исследования.

Гамма-излучение (γ -излучение) – электромагнитное излучение (длина волны 10^{-10} - 10^{-14} м), возникающее в некоторых случаях при α - и β -распаде, или аннигиляции частиц. Отдельно от других видов излучения оно не существует, γ -излучение – самое коротковолновое электромагнитное излучение высокой энергии, распространяющееся со скоростью света. Ионизирующая способность его в воздухе – всего несколько пар ионов на 1 см пути, т.е. значительно меньше, чем у вышеперечисленных видов излучений. А вот проникающая его способность очень велика – в 50 - 100 раз больше, чем у β -излучения – в воздухе она составляет сотни и тысячи метров. Большинство γ -квантов проходит через биологическую ткань и только незначительное их количество поглощается телом человека. Поэтому защита от внешнего γ -излучения представляет наибольшие проблемы. Защита осуществляется свинцом.

Состояние радиационной обстановки на местности или в помещении характеризует экспозиционная доза. Единицей измерения экспозиционной дозы в СИ является кулон на килограмм (Кл/кг). Широко распространена также внесистемная единица экспозиционной дозы – рентген (Р) (названа в честь немецкого физика Вильгельма Конрада Рентгена, открывшего в 1895 г. рентгеновские лучи): один рентген (1Р) – это экспозиционная доза, которая накапливается в течение одного часа на расстоянии одного метра от источника с активностью 1 Кюри (1 г ^{226}Ra), Экспозиционная доза определена только для фотонного излучения – гамма и рентгеновского.

Мощность экспозиционной дозы – приращение экспозиционной дозы в единицу времени. Единицами измерения мощности экспозиционной дозы,

применяемыми на практике, являются Рентген в час (Р/ч) и ее производные (мР/ч, мкР/ч).

Эквивалентная доза введена для оценки воздействия различных видов ионизирующих излучений на биологическую ткань. Единицей измерения эквивалентной дозы является один Зиверт (1 Зв). Мощность эквивалентной дозы – приращение эквивалентной дозы в единицу времени. Единицами измерения мощности эквивалентной дозы, применяемыми на практике, являются Зиверт в час (Зв/ч) и ее производные (мЗв/ч, мкЗв/ч).

Для фотонных излучений эквивалентная доза 1 Зв соответствует экспозиционной дозе 114.5 Р.

ГИС, или географические информационные системы – это аппаратно-программные комплексы, позволяющие эффективно работать с пространственно распределенной информацией. Они являются закономерным расширением концепции баз данных, дополняя их наглядностью представления и возможностью решать задачи пространственного анализа. Практически в любой сфере деятельности мы встречаемся с информацией такого рода, представленной в виде карт, планов, схем, диаграмм и пр. Это может быть схема метро или план здания, карта экологического мониторинга территории или схема взаимосвязей между офисами компании, атлас земельного кадастра или карта природных ресурсов и многое другое. ГИС дает возможность накапливать и анализировать подобную информацию, оперативно находить нужные сведения и отображать их в удобном для использования виде. Применение ГИС-технологий позволяет резко увеличить оперативность и качество работы с пространственно распределенной информацией по сравнению с традиционными "бумажными" методами.

Объектом исследования явилась радиационная обстановка в микрорайоне «Кунцевщина». В 29 точках на местности измерялся фон гамма-излучения с последующим построением дискретной векторной пространственной модели на основе технологии ГИС. Измерения мощности эквивалентной дозы гамма излучения производились с использованием дозиметра-радиометра РКСБ-104 (рисунок 1.) производства Минского приборостроительного завода «Белвар».



Рисунок 1 – Общий вид рабочей панели дозиметра-радиометра РКСБ-104

Построение пространственных моделей осуществлялось в программной среде ArcView GIS 3.0a, 3.1, 3.2a, 3.3 (Environmental Systems Research Institute, США).

На основе топографического плана г. Минска была создана векторная пространственная модель основных объектов микрорайона «Кунцевщина», включающая тематические слои с обозначением улиц, основных внутренних проездов, жилых домов, учреждений образования, организаций соцкультбыта, спортивных сооружений и др. (рисунок 2).

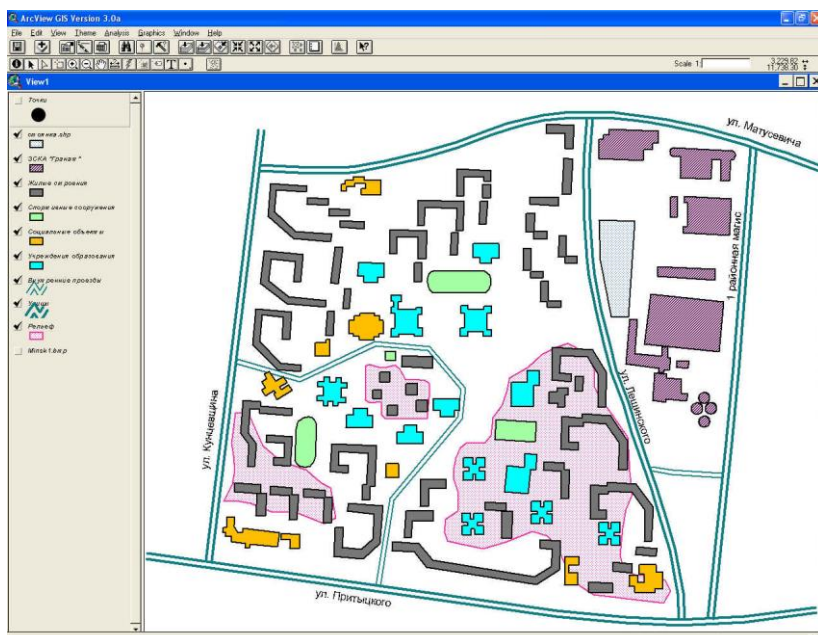


Рисунок 2 – Векторная пространственная модель основных объектов микрорайона «Кунцевщина»

На данной модели были обозначены в виде тематического слоя также точки, определенные для измерения в них уровня гамма-фона в ходе проведения мониторинга. Подбор точек осуществлялся по принципу их приближенности к объектам массового посещения

(школы, детские дошкольные учреждения, магазины, поликлиники) и равномерного распределения по территории микрорайона (рис. 2).

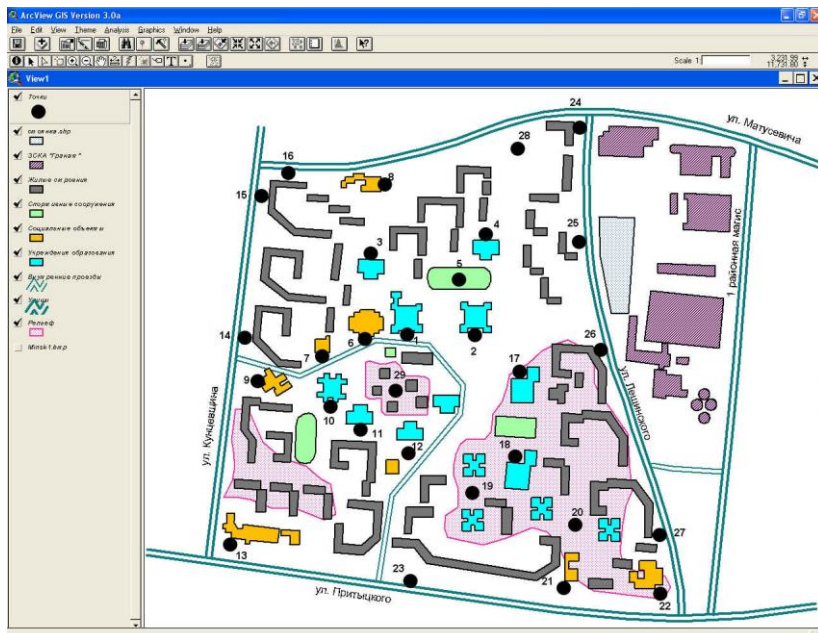


Рисунок 3 – Расположение выбранных точек контроля гамма-фона на территории микрорайона «Кунцевщина»

Оценка уровня гамма-фона в 29 выбранных точках, расположенных на территории микрорайона «Кунцевщина», производилась 20 декабря 2018 года. Прибор РКСБ-104 устанавливался в режим счета импульсов в течение 28 секунд с автоматическим отсчетом времени и пересчетом количества импульсов в показатель мощности эквивалентной дозы в микрозивертах в час (мкЗв/ч). Для повышения точности оценки в каждой точке проводилось

10 замеров, по результатам которых вычислялась средняя арифметическая

Результаты измерений в микрозивертах были переведены в микрорентгены ($13\text{в} = 114.5\text{Р}$) (табл. 1).

В соответствии с Санитарными правилами и нормами (СанПиН РБ) и Нормами радиационной безопасности (НРБ – 2000) естественный радиационный гамма-фон на территории Республики Беларусь составляет 12 – 14 мкР/ч. [21]. Исходя из этого точки, в которых проводились измерения, были поделены на две группы с уровнем гамма-фона соответственно до 14 мкР/ч и выше. На карте (рисунок 4) первая группа обозначена синим цветом, вторая – красным. Для каждой точки указано также среднее значение измеренного гамма-фона в микрорентгенах в час (рисунок 4).

Как видно на рисунке, для большинства точек характерно превышение верхней границы нормы (14 мкР/ч). Возможно, точки повышенные значения гамма-фона в ряде точек обусловлены особенностям рельефа (см. рис.), но для проверки данной гипотезы необходимо динамическое наблюдение за ситуацией, которое будет проводиться в рамках мониторингового исследования.

На основе дискретной пространственной модели распределения гамма-фона на территории микрорайона «Кунцевщина» средствами программного модуля ArcView Spatial Analyst 2.0 построена непрерывная пространственная модель, позволяющая с определенным уровнем достоверности моделировать значения уровня гамма-фона в точках, где прямые дозиметрические измерения не производились (рисунок 5).

Вся полученная в результате исследования информация размещена на сайте <http://sch201.minsk.edu.by> и будет пополняться после каждого полевого исследования.

Таблица 2 – Результаты измерений гамма-фона на территории микрорайона «Кунцевщина» в микрорентгенах в час (мкРв/ч) (средние значения) 20.12.2018 г.

№ точки	Уровень гамма-фона (мкР/ч)
1	19,0
2	16,5
3	15,5
4	17,2
5	11,2
6	17,1
7	17,4
8	16,1
9	19,1
10	14,7
11	18,3
12	18,5
13	16,8
14	15,9
15	18,1
16	18,5
17	15,1
18	15,0
19	17,5
20	15,8
21	12,4
22	14,8
23	16,0
24	19,6
25	16,4
26	15,7
27	18,2
28	20,6
29	14,5

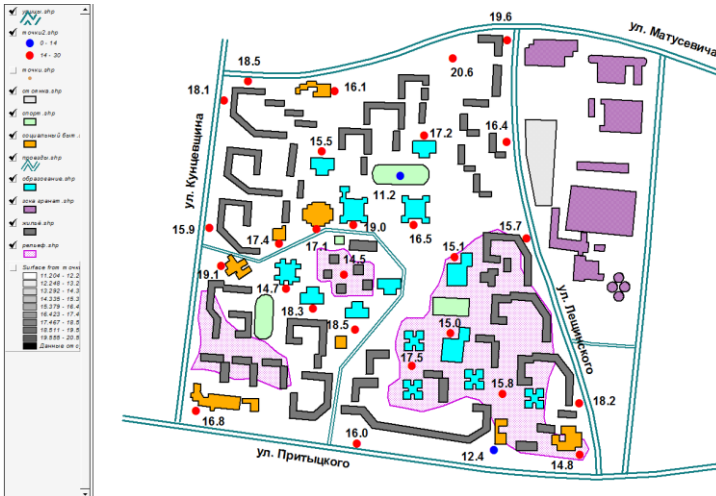


Рисунок 4 – Дискретная пространственная модель распределения уровней гамма-фона на территории микрорайона «Кунцевщина» 20.12.2018 г. (уровни гамма-фона выражены в микрорентгенах в час)

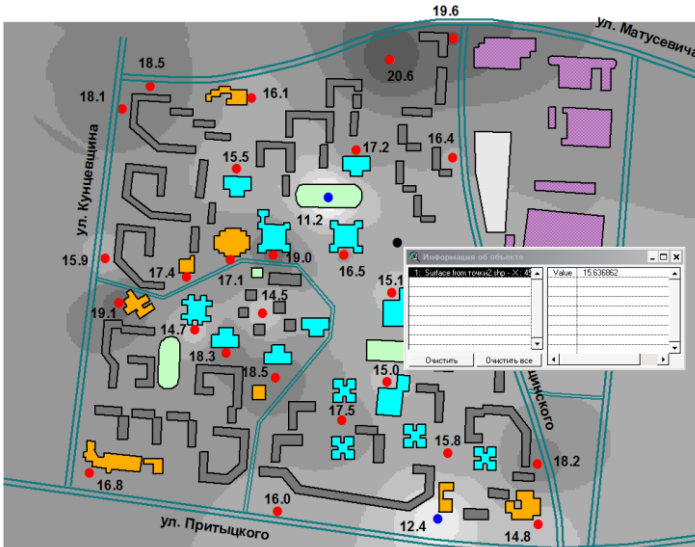


Рисунок 5 – Непрерывная пространственная модель распределения уровней гамма-фона на территории микрорайона «Кунцевщина» 20.12.2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Создана векторная пространственная модель основных объектов микрорайона «Кунцевщина», включающая тематические слои с обозначением улиц, основных внутренних проездов, жилых домов, учреждений образования, организаций соцкультбыта, спортивных сооружений.

2. Определены точки и отработаны методики дозиметрических измерений на местности.

3. Разработаны шаблоны и алгоритмы для формирования базы данных, получаемых в результате динамического мониторингового исследования.

4. Проведены дозиметрические измерения на местности, результаты которых внесены в базу данных и использованы при создании дискретной и непрерывной пространственных моделей радиационной обстановки в микрорайоне «Кунцевщина».

5. Информация о результатах исследования в виде табличного и картографического материала размещена на сайте <http://sch201.minsk.edu.by>. Планируется проводить полевые исследования ежеквартально.

Библиографический список

1. Василенко И.Я. Радиационные поражения продуктами ядерного деления (клиника, патогенез) // Здрав. Бел., 1986, №10. С.68-72.
2. Василенко И.Я. Цезий-137 в продуктах питания // Вопросы питания.-1988, №4. С.4-11.
3. Василенко И.Я. О поражении радиоактивным цезием // Военно-медицинский журнал, 1989, №5. С.37-39.
4. ICRP. Recommendations of the International Comission on Radiological Protection, ICRP Publication No 60, Pergamon Press, Oxford and New York, 1991.

5. IPCS. Lead - environmental aspects. Environmental health criteria 85. WHO, Geneva, 1992.
6. A. Arinchin, M. Gembicki, K. Moschik, A. Skalyzhenko, R. Bertollini and other Goiter prevalence and urinary iodine excretion in Belarus children born after the Chernobyl accident // IDD newsletter Volume 16, Number 1, February, 2000, P.7– 9.
7. А.Н. Аринчин, М. Гембицкий, С.В. Петренко, И.М. Хмара, К.В. Мощик и др. Зобная эндемия и йодная недостаточность у детей и подростков Республики Беларусь (результаты совместного международного исследования) // Здравоохранение, 2000, №11. С.25-30.
8. С.А. Лаптенюк, А.Н. Аринчин, В.И. Быль ГИС помогает оценить состояние здоровья детей и подростков Беларуси // Arcreview. Современные информационные технологии., - М, 2001, № 1. С.7.
9. Н.Н. Пилипцевич, Т.А. Козлова ГИС “Медико-географические характеристики территории Беларуси” // Вопросы организации и информатизации здравоохранения, 2001, №2. С.34-38.
10. Лаптенюк С.А., Мощик К.В., Вангель С.А. Применение технологии географических информационных систем для изучения динамики заболеваемости населения // Здравоохранение, 2002, № 10. С. 52-55.
11. Голуб В.В., Корбут Н.А., Лаптенюк С.А., Мощик К.В., Мухлаев А.А. Анализ распределения удельной активности Cs^{137} в молоке и биологических тканях человека // Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС, 2003, №2, С.39-41.
12. 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.

13. Хаксхолд Виллиам Ё. Введение в городские географические информационные системы./Пер. с англ. - New York: Oxford University Press, 1991. 317с.
14. Кошкарев А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика./ Под ред. Д.В.Лисицкого - М.: «Картгеоцентр» «Геодезиздат», 1993.
15. Ресурсы сайта www.esri.com
16. Ресурсы сайта www.dataplus.ru
17. Longley, P.A. GIS: Teoria i praktyka / P.A. Longley [et ctr.] – Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2006. – 519 s.
18. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В.П.Бубнов, С.В. Дорожко, С.А. Лаптенюк – Минск: БНТУ, 2009. – 266 с.
19. Морзак, Г.И. Пространственное моделирование в промышленной и социальной экологии / Г.И. Морзак, С.А. Лаптенюк – Минск: БГАТУ, 2011. – 210 с.
20. Лаптенюк, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А. Лаптенюк, – Минск: БНТУ, 2013. –287 с.
21. Дорожко, С.В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. Учебное пособие в 3-х частях / С.В. Дорожко, В.Т. Пустовит, Г.И. Морзак – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – Часть 1: Чрезвычайные ситуации и их предупреждение. – 222 с.

УДК 504.062

Байковский А.А., Петрович К.В. Науч.рук. Скуратович И.В.

Организация обращения с отходами ПУП «ФреБор»

ФГДЭ, 3 курс

Производственное унитарное предприятие «ФреБор» является единственным в Республике Беларусь предприятием, выпускающим изделия медицинского назначения для лечения больных с почечной недостаточностью, расходные материалы общемедицинского назначения, предназначенные для оказания необходимой помощи в отделениях интенсивной терапии, анестезиологии, урологии, учреждениях службы крови, акушерстве и гинекологии, трансплантологии и др.

Важным экологическим аспектом предприятия является образование отходов производства.

На предприятии в результате технологической цепи и во вспомогательных подразделениях формируются отходы 4 классов опасности. Их масса за последние три года колебалась от 307,50 до 354,76 т. (2016 год-354,76 тонн, 2017 год- 345,88 тонн, 2018 год -307,5 тонн).

Отходы первого класса опасности занимают небольшую долю, к ним относятся отработанные ртутные лампы, аккумуляторы свинцовые отработанные с не слитым электролитом.

Отходы второго класса на предприятии не образовывались.

Основная доля, в общей массе отходов, приходится на отходы третьего класса опасности. Основную часть отходов третьего класса опасности составляют отходы ПВХ пластифицированного, отходы пластмасс затвердевшие, АВС-пластик и поликарбонат, отходы ПВД, отходы полипропилена. Изношенные шины с

металлическим кордом формируются на транспортном участке. Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15 %) формируется в производственных цехах, энергоучастке, на транспортном участке, в отделе главного механика.

В ходе нашей работы было проанализировано обращение с отходами производства на предприятии (рис.1).

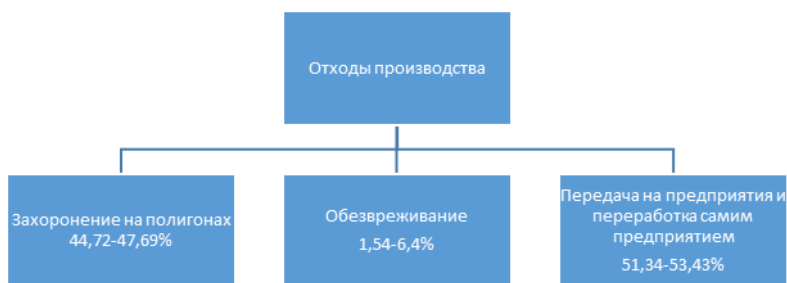


Рисунок 1 – Схема утилизации отходов производства

Наибольшие объемы отходов подлежали использованию и передавались для захоронения на полигоны твердых бытовых отходов. Их доля составила 51,34 - 53,43 % и 44,72 - 47,69 % соответственно. На обезвреживание направилась лишь незначительная часть отходов 1,54 - 6,4 т.

Наибольшее количество отходов передано на предприятия ООО «Полигранд», ООО «Агропласт», ЧУП «Примекс СВ», ООО «Кориол» 195,1 - 232,96 т.

В значительно меньших объемах было передано на переработку предприятиям ОАО «Свелогорский целлюлозно-картонный комбинат» и ЧУП «Борисовская горзаводконтора». Их количество по годам исследования находилось в пределах от 10,17 до 20,05 т.

Незначительную массу металлоотходов для вторичного использования направили на ОАО «Борисовский завод металлист» в объемах 0,14 - 1,66 т.

Образующиеся отходы собираются отдельно по видам, классам опасности и признакам, обеспечивающим их использование в качестве вторичного сырья, обезвреживание и экологически безопасное размещение.

Отходы сополимеров и других материалов, которые образуются при производстве деталей методом литья в виде литников и бракованных изделий, используются в технологическом процессе повторно. Для этого на предприятии имеется 5 систем переработки отходов, что позволяет значительно сократить вывоз твердых полимерных отходов на полигоны.

За последние 5 лет на предприятии приобретено 10 новых литьевых машин фирмы Engel и 15 новых литьевых форм. Это позволило снизить образование твердых отходов пластмасс до 8 тонн в год. Закупка и установка нового оборудования сократило течи масла и использование обтирочных материалов и промасленной ветоши на 3,97 т в год (за 2017-2018 гг).

Приобретение 1,5 тыс. пластмассовых емкостей для упаковки продукции внутри предприятия снизило образование картонных отходов с 2017 по 2018 гг на 1,32 т в год.

Однако еще не достаточное количество полимерных отходов передается на переработку. В настоящее время в Республиканском реестре переработчиков отходов активно регистрируются предприятия и организации, оказывающие услуги по переработке полимерных отходов и в ближайшее время на ПУП «ФреБор» планируется увеличить количество перерабатываемых отходов на 45 %.

УДК 664.7

Бирюк В.И. Науч. рук. Морзак Г.И.

Основные направления по снижению воздействий технологического процесса мукомольного производства на окружающую среду

ФГДЭ, 4 курс

В процессе производственной деятельности предприятия мукомольного производства оказывают следующее воздействие на окружающую среду:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными и передвижными объектами;
- сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;
- образование и накопление отходов.

Каждое предприятие, занимающееся производством, какого либо продукта, должно обеспечивать безопасность окружающей среды. Технологический процесс мукомольного производства связан со значительным выделением пыли зерновой и твердых частиц суммарно в атмосферу. Запыленность отходящих газов при переработке зерновых культур может достигать от 2 до 3 г/м³ [1].

На зерноперерабатывающих предприятиях и элеваторах основным веществом, загрязняющим атмосферный воздух, является зерновая, мучная пыль и пыль комбикормовых предприятий. Образование такой пыли не только ухудшает санитарные условия труда обслуживающего персонала, повышает взрывоопасность, но и увеличивает неучтенные потери соответствующего продукта. Вероятность возникновения взрывов на зерновых предприятиях для различного оборудования очень велика. Она может иметь место в силосах и

бункерах, как в результате самовозгорания так и из-за посторонних причин (от сварки, светильников, из дробилки и т.д.); в нориях – в результате пробуксовки, сварки, обрыва ленты; в дробилках – из-за попадания посторонних предметов; в смесителях – из-за возгорания в дробилке [2]. Причиной взрывов может стать неправильная эксплуатация циклонов, фильтров, весов, скребковых конвейеров, аспирационных воздуховодов и самотеки гравитационного транспорта. Во избежание чрезвычайных ситуаций на фильтрах и циклонах, установленных на комбикормовых предприятиях рекомендуется устанавливать взрыворазрядители.

Мучная пыль выделяется на мукомольных заводах при производстве и складировании муки, отпуске готовой продукции. Производственные процессы, которые протекают на мукомольных заводах: очистка, вентилирование, шелушение, дозирование, измельчение, сортирование и т.д., сопровождаются выделением значительного количества пыли. Зерновая пыль выделяется на элеваторах и зерноскладах в процессе выполнения операций по приемке, перемещению, очистке и отпуску зерна, в зерносушилках в процессе сушки зерна; на мукомольных заводах при подготовке зерна к помолу; на крупозаводах в процессе подготовки и переработки зерна [3]. Пыль, находясь во взвешенном состоянии, представляет собой дисперсную среду, называемую аэрозолем. Она загрязняет окружающий воздух, отрицательно действует на человека, окружающую среду. Присутствие запахов в воздушных выбросах предприятий оказывают раздражающие влияния на человека, при длительном воздействии, и вызывает жалобы населения. По виду пыль, выделяемая предприятиями, может быть органической, неорганической или органоминеральной. Известно, что в

зерновую пыль могут попадать споры различных грибков. Поэтому нередко она является переносчиком вирусных заболеваний. Согласно санитарным нормам для рабочих зон производственных помещений установлены предельно допустимые концентрации пыли по массе частиц в миллиграммах, отнесенные к 1 м^3 воздуха при нормальных условиях.

Наряду с загрязнением воздуха в результате пылевыведения, практика химической защиты зерновых продуктов от вредителей связана с выбросом токсичных веществ в атмосферу. Препараты, применяемые для этой цели, пестициды служат потенциальным источником загрязнения окружающей среды: воздуха, воды, почвы и зерновых продуктов. Токсичность пестицидов, характер их воздействия, остаточное содержание в зерновых продуктах строго регламентируются и контролируются с точки зрения техники безопасности и охраны окружающей среды. Для очистки воздуха от пыли используют батарейные циклоны, вихревые пылеуловители, фильтр циклоны, циклоны-разгрузители и другое оборудование. Для предотвращения выноса пыли в атмосферу и загрязнения прилегающей к предприятию территории на мукомольном заводе предусматривается система аспирации с определенным количеством отсасываемого воздуха из всех точек пылевыведения.

Уменьшению загрязнения воздуха пылью и промышленными газами способствуют зеленые насаждения. Растения не только поглощают диоксид углерода, выделяя при этом кислород, но и рассеивают и поглощают другие вредные вещества. Помимо этого, растения обладают фитонцидным и противомикробным действием. Поэтому при проектировании мельниц необходимо учитывать важную роль зеленых насаждений

в очистке атмосферы от вредных промышленных выбросов и отводить им соответствующее место на территории предприятия.

По расходу воды на единицу выпускаемой продукции пищевая промышленность занимает одно из первых мест среди отраслей народного хозяйства. Высокий уровень потребления обуславливает большой объем образования сточных вод на предприятиях, при этом они имеют высокую степень загрязненности и представляют опасность для окружающей среды. На мукомольных заводах воду расходуют на обработку зерна в машинах мокрого шелушения, аппаратах и машинах для увлажнения зерна, охлаждения вальцов вальцовых станков, обработку воздуха в кондиционерах. Сброс сточных вод в водоемы быстро истощает запасы кислорода, что вызывает гибель обитателей этих водоемов. Сточные воды содержат хозяйственно-бытовые и производственные загрязнения, которые попадают в канализационную сеть. Они представляют собой комплекс взвешенных и растворимых примесей неорганического, органического и минерального происхождения. Это частицы песка, глины, эпидермиса, волосков зерна (клетчатка), семена дикорастущих растений, микроорганизмы, а также мелкие и битые зерна. Сточные воды фильтруют через сита в специальных сепараторах, мокрые отходы отжимают, просушивают и используют для кормовых целей. Степень очистки воды от примесей достигает 55%. Вода выводится в канализацию для последующей очистки и обеззараживания в системе очистных сооружений сточных вод до установленных норм. Традиционные технологические разработки предусматривают осаждение нерастворимых примесей, коагуляцию эмульгированных и суспендированных частиц, биологическую очистку. Данные методы малоэффективны. Существенное влияние

на повышение водооборота в замкнутых циклах водоснабжения может оказать включение в схемы очистки мембранных методов разделения. Внедрение данных методов позволяет качественно осуществлять очистку жидких промышленных отходов, соответствующую полному циклу обработки.

В системе мероприятий по охране окружающей среды важное место занимает проблема обращения с отходами производства. На зерноперерабатывающих предприятиях отходы образуются в процессе очистки зерна от примесей (кормовой зернопродукт, зерновые отходы, делящиеся на категории в зависимости от содержания в них доброкачественного зерна), а также при его переработке в конечный продукт – муку, крупу (отруби, кормовая дробленка, лузга, мучка, зародыш). На предприятии образуются отходы I – IV класса опасности. Основные отходы производства представлены в таблице 1. Основными направлениями по разработке мероприятий в области обращения с отходами производства являются:

1. своевременное и постоянное получение разрешение на размещение всех видов отходов;
2. операции по обращению с отходами производятся в строгом соответствии с действующим законодательством в сфере обращения с отходами;
3. инструктаж персонала по соблюдению правил обращения с отходами производства;
4. ведение отчетной и учетной документации по всем операциям образования, накопления, хранения и захоронения отходов производства.

Согласно классификатору отходов, образующихся в Республике Беларусь, непосредственно отходами зерноперерабатывающей промышленности являются [4]:

1. отходы зерновые 2-й и 3-й категории (10-30% , 30 до 50 %);

2. отходы зерновые с содержанием зерна до 2 %;
3. отходы зерновые с содержанием зерна от 2 до 10 %;
4. лузга мягкая, лузга гречневая, пыль обочная серая, технологические потери (сметки), пыль зерновая, кукурузные обертки;
5. отходы при хранении и подработке зерна ржи, пшеницы.

Таблица 1 – Основные отходы мукомольного производства

Класс и степень опасности	Наименование отхода
1	Ртутные лампы отработанные
1	Силовые конденсаторы с диэлектриком, пропитанным жидкостью, на основе ПХБ
3	Прочие резиносодержащие отходы
3	Синтетические и минеральные масла отработанные
3	Остатки и смеси полимерных материалов
3	Полипропилен загрязненный
3	Отработанные фильтр полотна
4	Пыль зерновая
4	Прочие лом и отходы цветных металлов
Не опасные	Отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения
Не опасные	Зерновые отходы 3 класса

В Республике Беларусь в зернообрабатывающей отрасли образуется значительное количество отходов, которые используются далеко не полностью. По статистике около 15 % отходов мукомольного производства используется на пищевые цели в хлебопечении при создании диетических продуктов

функционального назначения. Их используют в виде готовых смесей с пшеничной сортовой мукой, получая новые сорта хлеба. Ячменную мучку используют для обогащения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с целью увеличения содержания витаминов группы В. Белковый комплекс отходов крупяного производства с точки зрения незаменимых аминокислот более полноценен, чем белок целого зерна. Он содержит витамины Е, РР, группы В, полиненасыщенные жирные кислоты. Минеральный состав богат железом, марганцем, калием, фосфором. Возможно использование отходов крупяного производства в микробиологической промышленности при производстве Р-каротина. Кормовой зернопродукт, отруби пшеничные, мучка кормовая пшеничная, пшеничный зародыш, отруби ржаные традиционно используются в кормопроизводстве.

Зерновые отходы находят применение для производства крахмала, клейковины. Отходы переработки зерна ржи является перспективным сырьем для производства аминокислот. Аминокислота L-лизин в чистом виде является высокоэффективной кормовой добавкой. Путем ферментации углеводов зерновых отходов получают молочную кислоту для биохимической технологии. Полимеры молочной кислоты являются перспективным заменителем традиционных пластмасс, сырьем для производства биоразлагаемой упаковки.

Благодаря высокой питательности основное направление использования отходов крупяного производства – кормовое (до 60-70%). На кормовые цели так же используется до 60% лузги. Зерновые отходы очищают от случайных примесей, измельчают на специальных устройствах и смешивают с сухими обогатительными компонентами – солью и мелом – по заданной рецептуре. Из смесителя выходит рассыпная

кормосмесь. При производстве гранулированных кормосмесей в рассыпную смесь вводят жидкую мелассу, обеспечивающую необходимую прочность гранул, а также жмых, шрот, карбамид (мочевину), кормовой фосфат. Эту смесь прессуют с последующим охлаждением гранул и магнитным контролем кормосмеси. Аналогично производят кормосмеси с добавлением лузги.

Аспирационная пыль является малоиспользуемым видом отходов мукомольного производства, на долю которой приходится 2,9 % от общего количества отходов. Мукомольная пыль образуется в процессе основных операций, совершаемых на элеваторе (размещение зерна по силосу, предварительная очистка зерна от примесей, взвешивание зерна и отходов). Одним из способов переработки аспирационной пыли мукомольных производств (преобразование полисахаридов в простые сахара) при атмосферном давлении с получением кормовых дрожжей. На полученных гидролизных моносахарилах культивируют дрожжевые микроорганизмы. Катализаторами процесса гидролиза являются разбавленные минеральные кислоты – серная или соляная.

Альтернативные методы использования зерновых отходов. Отходы зернопереработки можно использовать для производства облицовочных плит. Лузга (рисовая, гречневая) высушивается, после чего поступает в смеситель вместе со смолой и отвердителем. Осмоленная лузга порциями поступает в поддоны, подпрессовывается и затем прессуется при заданных температуре и давлении. Готовые плиты вынимают из формы и складывают. По основным характеристикам они не уступают традиционным ДСтП. Известен процесс получения кровельных материалов из отходов крупяного производства. Технологическая схема производства

включает в себя измельчение крупной лузги в дробилке, перемешивание с полимер-каучуковым композитом, разогревание при интенсивном перемешивании, вальцевание пластичного однородного материала и формование кровельного листа заданной толщины. После охлаждения материал скатывают в бобины и передают на склад. Перспективно использование крупной лузги в качестве топлива. Лузга из бункера-накопителя через магнитный детектор и дозатор поступает в пресс, где брикетируется при определенных влажности, температуре и давлении. После охлаждения брикеты складывают. На производство биотоплива используют до 15 % лузги. Лузгу гречихи используют в качестве наполнителя при производстве подушек и ортопедических матрасов.

Для создания нормальных и безопасных условий труда, для сохранения здоровой окружающей, благоприятной для жизни, труда и отдыха людей, необходимо проводить мероприятия по охране окружающей среды.

Библиографический список

1. Бутковский В. А. Особенности работы мукомольных заводов России в современных условиях / Хлебопродукты.–2005. – № 5. – С. 2-4.
2. Очистка воздуха и обезвреживание отходящих газов / Под ред. Ю. И. Шумяцкого. – Пенза, 2001.– 128 с.
3. Демский А. Б., Веденьев В. Ф. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 760 с.
4. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 85 от 8.11.2007 г. «Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь».

УДК 574

Варган М. Л. Науч. Рук. Родькин О.И.

Экологические аспекты производства и использования пеллет на основе биомассы

ФГДЭ, 3 курс

Глобальные климатические изменения, в том числе рост температуры поверхности Земли (за последние 140 лет повысилась на 0,8°C, причем на 0,4°C за последние 25 лет) обусловлены выбросом в атмосферу парниковых газов, основным источником которых является энергетика. В связи с этим в настоящее время во всем мире большое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии. Биоэнергетика, основанная на производстве энергии из биомассы (семена масличных культур, солома, древесина, навоз, органические отходы и др.). обеспечивает получение около 70% от всей возобновляемой энергии в Европе [1]. Одним из направлений биоэнергетики является производство биодизельного топлива из рапса. На рапсовом масле могут работать двигатели специальной конструкции, а на смеси с дизельным топливом нефтяного происхождения — обычные дизели, адаптированные к такому топливу. Развитие биотопливных технологий позволит уменьшить зависимость экономики входящих в Евросоюз стран от импорта нефти.

В последние годы главной альтернативой ископаемым видам топлива, используемым для производства тепловой энергии (уголь, дрова, торф, газ, мазут) являются пеллеты.

Пеллеты производятся из отходов деревообрабатывающей промышленности (опилки, стружка, щепа, некондиционные продукты), и

сельхозпроизводства (шелуха подсолнечника, гречихи, риса, солома различных культур и т.п.). Пеллеты имеют цилиндрическую форму и отличаются небольшими размерами, что позволяет автоматизировать процесс отопления. Под этот вид топлива используются специальные тепловые котлы, в которых пеллеты автоматически подаются из накопительного бункера.

В странах ЕС пеллеты широко используются для отопления производственных и бытовых помещений, что обусловлено возможностью автоматизации процесса, а также экологическими и экономическими преимуществами топлива. Активнее всего пеллеты используются в скандинавских странах (Швеция, Австрия и Дания), которые так же являются европейскими лидерами по производству оборудования, которое используется для изготовления и сжигания пеллет.

Стандарты для размеров пеллет могут различаться в зависимости от страны. Если говорить обобщенно, то пеллеты могут быть от 5 до 10 мм диаметром и длиной от 6 до 75 мм. Стандартизуют не только размеры, но и зольность продукта. Этот норматив также имеет определенный разброс параметров. Так, например, в США пеллеты высшего класса должны иметь зольность не более 1%, в большинстве стран Европы – не более 1.5%. [2]. Класс «стандарт» ограничен зольностью 3%. Большой показатель не допускается и не используется: договор на поставку пеллет зольностью выше 3% заключить в Европе нереально.

Пеллеты отличаются по составу и включают в свой состав как чистую древесину, так и древесину с корой или с шелухой подсолнечника. При повышении содержания примесей возрастает также и процент зольности такого топлива. Потому вопросу качества закупаемого сырья нужно уделять большое значение – от него зависит насколько востребована будет продукция предприятия.

Изготовление пеллет происходит в несколько этапов:

1. Вначале, поступающее сырье проходит первый этап измельчения и разбивается на фрагменты 25*25*2мм. Этот этап необходим для более равномерной и быстрой сушки. Сырье в дробилки подается скребком, храниться оно должно на бетонном настиле, чтобы исключить попадание грунта, песка и камней.

2. Полуфабрикат в сушилках ленточного или барабанного типа доводится до влажности 8-12%. Во всей технологии – это самый энергоемкий процесс, но от степени влажности сырья зависит качество топлива. В среднем на доведение 1 т сырья до требуемой влажности уходит 1МВт энергии. Для снижения затрат сжигать в сушилках можно кору или другое некондиционное сырье.

3. Полученная масса мелко дробится (частицы не более 4 мм, для высококачественных гранул 1,5 мм) с помощью молотковых мельниц.

4. Если в процессе сушки влажность сырья снизилась ниже 10%, полуфабрикат увлажняется мелко дисперсионной водой или паром. Пар необходим для твердых пород древесины (дуб и т.п.) или для залежалого сырья. Для мягкой древесины или качественного сырья достаточно воды. На этом этапе обычно используются шнековые смесители.

5. Полученный продукт прессуется. Пресс может иметь плоскую или цилиндрическую матрицу. Размер матрицы определяет производительность установки. Количество сырья, производимого за единицу времени зависит также от диаметра гранул.

6. Разогретые во время прессования пеллеты охлаждаются. Во время остывания снижается их влажность, что повышает качество.

7. Гранулы просеиваются и упаковываются. Для чтобы сохранить качество пеллет неизменным, продукцию

расфасовывать в большие мешки – биг-бэги, которые доставляют потребителю. Наиболее качественная продукция фасуется в мешки по 20-25 кг.

В таблице приведена сравнительная характеристика теплотворной способности брикета по сравнению с другими видами топлива:

Таблица – Теплотворная способность топлива [3]

Вид топлива	Теплотворная способность, МДЖ/кг
дерево (твердая масса, влажная)	10
дерево (твердая масса, сухая)	12
бурый уголь	16
пеллеты из древесных отходов	18
черный уголь	20
природный газ	32

При сжигании 1 т древесного пеллета выделяется столько же энергии, сколько при сжигании 1,6 т древесины, 480 м³ газа, 500 л дизельного топлива или 600 л мазута. Теплотворная способность древесного пеллета сравнима с углем и составляет 4300 - 4500 ккал/кг. Продукты сгорания каменного угля значительно влияют на загрязнение атмосферы. Содержание серы в угольном шлаке больше чем в 30 раз, чем в брикетной золе, и шлака образуется (требующего утилизации) в 20 раз больше. Дизельное топливо и мазут содержат в себе едва ли не все элементы таблицы Менделеева. При их сжигании выделяется большой объем загрязняющих веществ, в том числе канцерогенов [4]. Древесное топливо (в первую очередь пеллеты и брикет) более предпочтительно, с точки

зрения загрязнения атмосферы, в сравнении с мазутом (тем более с углем).

Таким образом, результаты нашего исследования позволяют сделать следующее заключение:

Пеллеты являются частью натурального круговорота CO_2 в окружающей среде и экологически чистым топливом, так как при их сгорании выделяют ровно столько CO_2 , сколько было аккумулировано деревом при его росте (закрытый углеродный обмен), в отличие от угля и т.д. Кроме того, пеллеты относятся к возобновляемым источникам топлива, в отличие от угля, нефти и газа.

Пеллеты при горении не выделяют запах, и, как правило, за счет высокого КПД котельного оборудования дым от пеллет практически бесцветен. За счет низкого содержания серы в пеллетах уменьшаются выбросы в атмосферу двуокиси серы, а это, в свою очередь, ведет к уменьшению количества кислотных дождей. При сгорании пеллет снижается удельный выброс ряда вредных соединений по сравнению с каменным углем и жидким топливом (мазутом).

Библиографический список

1. Клименко В.В. Энергия, природа и климат. М.: МЭИ, 1997.
2. Бизнес по производству пеллет, его перспективы и особенности [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://img59.ru/2013/10/07/biznes-po-proizvodstvu-pellet-ego-perspektivy-i-2/>
3. Экологические аспекты использования древесных топливных ресурсов [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://bio.ukr.bio/ru/articles/3590/>
4. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.energsovet.ru/stat803.html>

УДК 691

Василевская Е.В. Науч. рук. Слепнева Л.М.

Получение и устойчивость оксида титана (IV)

ФГДЭ, 1 курс

Диоксид титана обладает рядом важных свойств, что делает его интересным для многих исследователей объектом. Кроме его фотокаталитической активности и не менее ценным полупроводниковым свойствам, он еще и безвреден для человека и окружающей среды, поэтому может применяться в совершенно различных областях жизнедеятельности человека и решать многочисленные задачи.

В последнее время интерес к диоксиду титана возрос в связи с новыми свойствами, проявляемыми наноразмерным диоксидом титана непосредственно или в виде композитов. Наноразмерный диоксид титана находит широкое применение в фотокатализе, электрохимии, оптике, микроэлектронике, в производстве пигментов, косметики, газовых датчиков, неорганических мембран, в синтезе мезопористых пленочных покрытий. Таким образом, задача синтеза и стабилизации нанодисперсных форм TiO_2 имеет большое научное и практическое значение.

Наноразмерный диоксид титана относительно просто можно получать, используя золь-гель методы. В основе образования золь-гелей лежат реакции, протекающие при обычных температурных условиях и нормальном давлении, и приводящие к образованию малорастворимых в дисперсионной среде веществ. Для получения гидрозоль-геля диоксида титана наиболее часто используются процессы гидролиза алкоксидов титана (IV) или тетрахлорида титана. При использовании в качестве прекурсора

тетрахлорида титана, полученный в результате гидролиза осадок обычно отфильтровывается, промывается и переводится в гидрозоль в присутствии различных стабилизаторов. В качестве кислотных стабилизаторов наиболее часто используются азотная или соляная кислоты.

Размеры частиц получаемого порошка диоксида титана и его фазовый состав зависят от размеров частиц промежуточного гидрозоля, поэтому при разработке оптимального метода его получения достаточно много внимания уделяется изучению дисперсности получаемой системы, ее агрегативной устойчивости, изменению структуры гидрозоля при его старении.

Наноразмерные модификации диоксида титана интересны своей фотокаталитической активностью, поскольку они проявляют свойства широкозонных полупроводников. Фотоактивность позволяет применять его в производстве солнечных батарей. Наночастицы TiO_2 проявляют также сорбционные свойства, они способны к самогенерации активных гидроксигрупп на поверхности в водной среде, что приводит к улучшению сорбционных свойств материала.

Основные методы получения гидрозолей диоксида титана – гидролиз тетрахлорида титана и гидролиз алкоксидов титана с последующей пептизацией образующегося гидратированного оксида. Полученный в результате гидролиза осадок обычно отфильтровывается, промывается и переводится в гидрозоль в присутствии различных стабилизаторов. В качестве кислотных стабилизаторов наиболее часто используются азотная или соляная кислоты.

Нами был разработан метод получения устойчивого гидрозоля диоксида титана без добавления стабилизатора. Используемая расчетная концентрация

титансодержащего прекурсора позволяла получать гидрозоль диоксида титана, минуя стадию образования осадка и последующей его пептизации.

Методика получения гидрозоля включала гидролиз тетрахлорида титана, предварительно растворенного в изобутиловом спирте (соотношение по объему 1:4). Раствор тетрахлорида титана в изобутаноле добавляли к 100 мл дистиллированной воды при температуре 70-80°C и постоянном перемешивании. Известно, что тетрахлорид титана способен к алкоголизу при контакте со спиртами. Так, в процессе алкоголиза тетрахлорида титана этанолом и бутанолом, авторами были выделены дихлордиэтилат и дихлордибугилат титана в чистом виде. Таким образом, атомы хлора способны к обмену с изобутоксид-анионами растворителя, образуя смешанный органо-неорганический гибрид.

Вытесненные при гидролизе из внутренней сферы титана хлорид-ионы могут играть роль стабилизатора образующихся коллоидных частиц.

Структура получаемого диоксида титана существенно зависит от многих факторов, в частности, от кислотности среды, концентрации прекурсора, вида стабилизатора, температуры реакции. Немаловажным фактором, определяющим структуру частиц гидрозоля, является выбор прекурсора: неорганического тетрахлорида титана или органического алкоксида титана. Одним из подтверждающих это факторов является то, что по литературным данным значение изоэлектрической точки (ИЭТ) для гидрозоля диоксида титана, полученного гидролизом тетрахлорида и изопропоксида титана различны, ИЭТ для TiO_2 (неорг.) имеет $pH = 4,7$, в то время как ИЭТ для TiO_2 (орг.) имеет $pH = 6,0$.

В силу этих различий представляет интерес изучение влияния добавления сульфата натрия на агрегацию

диоксида титана, полученного из смешанного органо-неорганического прекурсора.

Лиофобные золи, к которым относятся гидрозолы диоксида титана, термодинамически неустойчивы, и их частицы с течением времени склонны к агрегации и осаждению. Основы агрегативной устойчивости лиофобных зелей были разработаны в классической теории Дерягина–Ландау–Фервея–Овербека (ДЛФО). Теория ДЛФО учитывает баланс сил притяжения, связанных с межмолекулярными Ван-дер-ваальсовыми взаимодействиями, и сил отталкивания, связанных с электростатической составляющей расклинивающего давления..

Коагулирующее действие электролитов характеризуют порогом коагуляции, т. е. наименьшей концентрацией электролита, вызывающей коагуляцию. В зависимости от природы электролита и коллоидного раствора порог коагуляции изменяется в пределах от 10^{-5} до 0,1 моль в литре золя. Наиболее существенное влияние на порог коагуляции оказывает заряд коагулирующего иона электролита, т. е. иона, заряд которого противоположен по знаку заряду коллоидной частицы.

Известно, что в кислой среде поверхность гидрозоля диоксида титана имеет положительный заряд, поэтому для коагуляции был выбран сульфат натрия с отрицательным двухвалентным анионом.

С использованием концентрационного фотоколориметра КФК-2 была получена зависимость оптической плотности гидрозоля диоксида титана от концентрации сульфата натрия в диапазоне концентраций от $0,2 \cdot 10^{-3}$ до $1,7 \cdot 10^{-3}$ моль/л, а также определены пороги медленной и быстрой коагуляции.

УДК 502.36

Волков В.А. Науч. рук. Благовещенская Т.С.

Биоиндикация как метод мониторинга

ВТФ, 2 курс

В экологическом мониторинге используют различные методы исследования. Среди них можно выделить дистанционные (аэрокосмические) и наземные методы. К наземным методам относятся биологические (биоиндикационные) и физико-химические методы. Простейшие варианты наземных методов экологических исследований доступны в школьной практике по изучению природной среды своей местности.

По современным представлениям биоиндикаторы – организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. Биоиндикация – метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов – биоиндикаторов. Условия, определяемые с помощью биоиндикаторов, называются объектами биоиндикации. Ими могут быть как определенные типы природных объектов (почва, вода, воздух), так и различные свойства этих объектов (механический, химический состав и др.) и определенные процессы, протекающие в окружающей среде (эрозия, дефляция, заболачивание и т.п.), в том числе происходящие под влиянием человека.

Биоиндикаторами могут быть живые организмы, обладающие хорошо выраженной реакцией на внешнее воздействие: различные виды бактерий, водорослей, грибов, растений, животных и т.п. Существенным свойством биоиндикаторов является чувствительность.

Чувствительным биоиндикаторами могут служить как отдельные процессы в клетке и организме, так и морфологические изменения. Важной характеристикой любого индикатора является его достоверность. Единых общепринятых способов оценки достоверности не разработано. Считается, что для условий лесной полосы Беларуси наиболее чувствительны к загрязнению воздуха сосновые леса. Это обуславливает выбор сосны как важнейшего индикатора антропогенного влияния, принимаемого в настоящее время за «эталон биодиагностики». Информативными по техногенному загрязнению являются морфологические и анатомические изменения, а также продолжительность жизни хвои. При хроническом загрязнении лесов диоксидом серы наблюдаются повреждения и преждевременное опадение хвои сосны. В зоне техногенного загрязнения отмечается снижение массы хвои на 30 – 60% в сравнении с контрольными участками. Ключевые участки для мониторинга загрязнения атмосферы могут иметь большую площадь, и выбираются в однородном по видовому составу массиве леса.

Одним из наиболее распространенных видов загрязнений природной среды являются выбросы в атмосферу токсичных газообразных соединений. При биоиндикационных исследованиях и анализе реакции организма на воздействие загрязнения воздуха следует различать газоустойчивость и газочувствительность принадлежности. При сильном загрязнении отмечается деградация лесных сообществ. Хорошими индикаторами загрязнения воздушной среды являются растения, поскольку они в большей степени поражаются загрязненным воздухом и сильнее реагируют на те концентрации большинства вредных примесей, которые у

людей и животных не оставляют видимых явлений отравления.

Загрязненные почвы являются источниками вторичного загрязнения приземного слоя воздуха, поверхностных и грунтовых вод; из почв растения поглощают минеральные вещества, вовлекая их в биологический круговорот. Основными характеристиками почв, которые являются объектом биоиндикации, являются кислотность, механический состав, влажность, содержание питательных веществ. По степени накопления некоторых токсичных веществ в растениях судят о степени загрязнения ими почвы.

Гидросфера служит естественным аккумулятором большинства загрязняющих веществ, поступающих непосредственно в атмосферу и литосферу. Химическое загрязнение водных объектов происходит в результате поступления токсичных веществ со сточными водами и атмосферными осадками, а также в результате техногенных аварий. По мере повышения кислотности водной среды уменьшается видовое разнообразие водных организмов, происходит смена доминантных видов, снижается интенсивность продукционных процессов. Индикаторным показателем химического загрязнения является накопление устойчивых токсикантов в гидробионтах (преимущественно в рыбе и организмах бентоса).

Существует ряд предприятий, которые используют методы биоиндикации для мониторинга своего воздействия на окружающую среду.

Библиографический список

1. Экологический мониторинг. Учебное пособие под редакцией Т.Я. Ашихминой. М.: Академический Проспект, 2005, – 416 с.

УДК 691

Вырвич С.В. Науч. рук. Бурак Г.А.

Прессованный гипсовый строительный материал

ФГДЭ, 1 курс

Одной из актуальных задач современного строительства является производство экологически чистых строительных материалов. Среди строительных материалов достойное место занимают гипсовые вяжущие и изделия на их основе, которые характеризуются хорошей огнестойкостью, звукоизолирующей способностью, малой теплопроводностью и широким диапазоном прочностных характеристик. Однако в последнее время производство гипсовых строительных материалов и изделий сокращается. Главная проблема связана, прежде всего, с устаревшей технологией производства гипсовых строительных изделий на основе двуводного гипса с переводом его в вяжущее путем термообработки, которая применяется по настоящее время на большинстве предприятий. С точки зрения эффективности технологии производства интерес представляет способ прессования полусухих смесей.

Получение изделий на основе двуводного гипса возможно, в основном, при использовании давления прессования в сочетании с различными способами активации (измельчение, введение химических добавок и др.). Так, с применением способа фильтрационного прессования получены изделия с прочностью на сжатие до 30 МПа. Применение способов терм- и гиперпрессования позволяют получать изделия с прочностью до 50-70 МПа. Однако способы термо- и гиперпрессования связаны с применением дорогостоящего оборудования, а также с дополнительными материальными и энергетическими

затратами. Способ фильтропрессования связан с применением пресс-форм сложной конструкции, а повышенное содержание воды в формовочных смесях увеличивает время прессования и снижает производительность оборудования и в процессе производства появляются отходы – фильтровальная вода с гипсовыми частицами. С точки зрения эффективности технологии производства стенового материала, интерес представляет способ прессования полусухих смесей, позволяющий получать изделия с достаточно высокой прочностью.

При прессовании полусухих смесей сблизить частицы двуводного гипса на расстояние, необходимое для образования кристаллизационной структуры, не удастся, что обусловлено низким водосодержанием смеси и невысоким давлением прессования. Следовательно, для таких систем необходимо повысить пересыщение жидкой фазы относительно двуводного гипса, а этого можно достичь введением в систему некоторого количества полуводного гипса. При затворении водой $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ начинает интенсивно растворяться и в системе быстро создается пересыщение относительно $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В комбинированной гипсовой системе подложкой может служить поверхность частиц двуводного гипса, что обуславливает возможность образования двумерных зародышей гидрата их поверхности. Вследствие этого процесса происходит обрастание исходных кристаллов двуводного гипса, что приводит к уменьшению расстояния между ними. При уменьшении зазора между частицами до критического размера возникают мостики срастания, и образуется пространственная кристаллизационная структура.

После окончания процесса гидратации полуводного гипса наступает вторая стадия твердения системы. К этому

моменту времени сформировалась первичная пространственная структура, обладающая некоторой начальной прочностью. В системе также имеются частицы исходного $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, не связанные в структуру. Поскольку предварительной обработке порошок двуводного гипса не подвергался, частицы в соответствии с законом нормального распределения случайных величин имеют различные размеры достаточно широкого спектра от крупных до весьма мелких. В присутствии жидкой фазы частицы более тонких фракций менее устойчивы, чем крупной. Они постепенно растворяются, а крупные частицы растут за счет вещества тонкой фракции. Происходит упрочнение существующей первичной структуры, а также возможно возникновение контактов кристаллизации между не связанными кристаллами. В отличие от формирования первичной структуры, которая возникает в первые часы твердения, вторая стадия процесса протекает медленно в течение нескольких месяцев или лет, в зависимости от условий твердения системы.

Для проверки предлагаемого механизма твердения системы из двуводного и полуводного гипса выполнены экспериментальные работы. Вначале испытывались смеси из двуводного гипса. Испытания образцов на прочность показали, что образцы из двуводного гипса (без введения гипсового вяжущего), прессованные при давлении 20 МПа, имеют прочность при сжатии, равную 3÷4 МПа. При этом наблюдалось образование трещин в образцах 7-суточного возраста. Причиной трещинообразования является возникновение усадочных деформаций. Введение в состав гипсового вяжущего даже в незначительном количестве (3–5 %) предотвращает образование трещин, прочность образцов повышается до 5,5 МПа.

Для проверки предлагаемого механизма твердения были составлены смеси из двухводного и полуводного гипса (0-50%) при водотвердом отношении – $0,22 \div 0,17$. Образцы цилиндрической формы прессовали под давлением 20 МПа и испытывали на прочность при сжатии в возрасте 7 сут твердения при влажности 60 % и $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$. Двухводный гипс принимает активное участие в формировании первичной структуры. При наличии в системе $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ пространственная кристаллизационная структура с достаточно высокой прочностью образуется уже при небольшом содержании полуводного гипса. Так, прочность при сжатии образцов при 10% полуводного гипса составляет 15 МПа, а при 50% – 35 МПа. Результаты испытания образцов на водостойкость дали хорошие результаты при содержании гипсового вяжущего в составе смеси, равном 5 %.

Для изучения второй стадии процесса (безгидратационного твердения) затвердевшие образцы хранились в течение месяца при $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности $60 \pm 10\%$. Из результатов экспериментов следует, что прочность затвердевших образцов продолжает увеличиваться, хотя процесс гидратации вяжущего закончился в первые сутки твердения. В течение времени хранения образцов с 7 до 28 сут прочность образцов состава двухводный:полуводный гипс (80 : 20) увеличивается на 8 – 10 %.

Оптимальное значение водотвердого отношения зависит от параметров прессования, характеристик и соотношения компонентов сырьевой смеси. С увеличением долевого содержания гипсового вяжущего в составе смеси при прочих равных условиях значение оптимальной

влажности возрастает, что объясняется высокой активностью гипсового вяжущего и более высокой, чем у двуводного гипса, удельной поверхностью. Величина прессующего давления оказывает существенное влияние на прочность материала. При этом заметный прирост прочности наблюдается при давлениях прессования до 10 – 15 МПа, далее прирост прочности менее значителен. С увеличением давления прессования наблюдается снижение пористости материала (при изменении давления прессования с 5 до 20 МПа, пористость снижается на 6–7 %), что обусловлено уменьшением оптимального значения водотвердого отношения и увеличением степени уплотнения смеси. Увеличение времени приложения давления также положительно влияет на прочность материала, особенно при низких давлениях прессования.

Основные показатели прессованных гипсовых изделий (прочность на сжатие, водостойкость и др.) соответствуют аналогичным характеристикам гипсовых блоков, но при этом содержание гипсового вяжущего снижено более чем в 3 раза и, соответственно, себестоимость стеновых блоков, полученных по разработанной технологии, в 2-3 раза ниже себестоимости изделий, производимых литьевым способом.

УДК 504.062

Вырвич С.В., Ольшевский А.В., Шеремет Б.В. Науч. рук.

Скуратович И.В.

Летучие органические соединения в производственных процессах

ФГДЭ, 1 курс

Летучие органические соединения (ЛОС) — вещества с более низкой, чем у воды, температурой кипения.

ЛОС – это токсичные химические вещества, которые могут находиться в воздухе в газообразном состоянии. Они представляют серьезную опасность для здоровья, так как вступают во взаимодействие с химическими соединениями, присутствующими в организме.

Самыми распространенными источниками этих вредных веществ являются: растворители, чистящие и дезинфицирующие средства, краски, бензин, керосин, солярка и другие нефтепродукты, лаки, клеи, минеральные удобрения и яды против вредителей, некоторые виды кремов для обуви, стиральные порошки и т.д.

Наиболее опасными из летучих органических соединений являются хлорсодержащие растворители и галогенсодержащие углеводороды.

Предприятия – источники ЛОС

- заводы синтетических моющих средств;
- лесохимическая промышленность;
- целлюлозно-бумажная промышленность;
- лакокрасочное производство.

Опасность ЛОС заключается в следующем:

- оказывают наркотическое воздействие;
- пагубно влияют на нервную, дыхательную и кровеносную системы;

- вызывают опухоли и раковые заболевания;
- оказывают отрицательное влияние на слизистую оболочку глаз;
- является первопричиной астмы и других аллергических респираторных заболеваний;
- является причиной неблагоприятного исхода беременности (рождение мертвого плода, низкие весовые показатели новорожденных).

Актуальной задачей является контроль и уменьшение содержания ЛОС в воздухе рабочей зоны.

К методам определения (контроля) ЛОС в воздухе рабочей зоны относятся:

- Газовая хроматография;
- Тонкослойная хроматография;
- Хроматография на бумаге;
- Полярографический метод.

Методы уменьшения ЛОС в воздухе рабочей зоны:

- замена токсичных веществ на вещества, обладающие меньшей токсичностью;
- замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми;
- исключение непосредственного контакта работников с вредными и пылящими веществами путем комплексной механизации, автоматизации, применения дистанционного управления;
- укрытие и герметизация оборудования, являющегося источником выделения вредных веществ;
- применение эффективной системы общеобменной приточно-вытяжной и местной вытяжной вентиляции;
- снабжение работающих средствами индивидуальной защиты;
- контроль за содержанием вредных веществ в производственной среде.

УДК 504.3

Глебус Н.А. Науч. рук. Цуприк Л.Н.

Воздействие технологических процессов деревоперерабатывающих производств на атмосферный воздух

ФГДЭ, 3 курс

Загрязнение атмосферного воздуха является самой серьезной экологической проблемой современного города, которая наносит значительный ущерб здоровью горожан, материально-техническим объектам, зеленым насаждениям. Многие техногенные вещества, попадающие в воздушную среду городов, являются опасными загрязнителями. Они наносят ущерб здоровью людей, живой природе, материальным ценностям, ухудшают экологическую обстановку и создают негативную среду для будущего поколения.

Современная деревоперерабатывающая промышленность, производство мебели, фанеры, древесностружечных (ДСП) и древесноволокнистых (ДВП) плит имеют разнообразные виды отходов, загрязняющих окружающую среду.

Отдельные технологические процессы указанных производств сопровождаются выделением и выбросом в атмосферу загрязняющих веществ. Последние образуются как в основных технологических процессах, так и во вспомогательных подразделениях (котельные, сварочные посты, кузницы и т.д.).

От технологических линий в атмосферу поступают твердые пылевидные отходы –древесная и лакокрасочная пыль, а также парогазовоздушные отходы: летучие компоненты лакокрасочных материалов и растворителей, пары смолосодержащих клеевых материалов. Основными

источниками загрязнения атмосферного воздуха являются цеха механической обработки древесины, производства плит ДСП, ДВП, клееной фанеры, а также отделочные, окрасочные и сушильные цеха.

Классификация источников загрязнения атмосферного воздуха основными технологическими процессами деревоперерабатывающей промышленности приведена на рисунке.



Рисунок – Классификация источников загрязнения газопылевых выбросов предприятий механической переработки древесины

Операции деревообработки связаны с образованием различных видов древесных отходов. Причем на больших предприятиях, периодически меняющих ассортимент выпускаемой продукции, процентный состав отходов

производства постоянно меняется в зависимости от вида исходного сырья и состава технологических операций производства продукции. В зависимости от вида обработки древесины отходы делят на три группы:

- стружка;
- опилки;
- шлифовальная пыль.

Стружка имеет форму пластинки или спиральной ленты толщиной 0,15-1,5 мм, длиной до 500 мм, шириной 1-100 мм. Минимальный размер входного патрубка аспирационной установки, принимающей отходы от группы фрезерных и строгальных станков, должен быть не менее 150 мм. Содержание пылевых частиц размером менее 500 мкм в отходах от этих станков составляет 12,5%. Формула фракционного состава пылевых частиц 69-26-5 (69% частиц размером 500-250 мкм, 26% — размером 250-100 мкм, 5% менее 100 мкм). Преобладают частицы вытянутой формы, часть из них с изломами.

Опилки по форме напоминают куб или параллелепипед, встречаются отщепы в виде игл. Продольный размер частиц 0,1-2,5 мм. Минимальный размер входного патрубка аспирационной установки, принимающей отходы от группы пильных станков, в основном определяется общей величиной нагрузки на установку, однако минимальный диаметр трубопровода во избежание закупорки должен быть не менее 100 мм. Содержание пыли в отходах пиления составляет 35%.

Формула фракционного состава пылевых частиц 72-23-5. Их форма весьма разнообразна. Поверхность частиц шероховата, они имеют резкие переходы от узкой части к расширению.

Шлифовальная пыль – это отходы, образующиеся в процессе шлифования древесины, пылевые фракции размером менее 500 мкм составляют 98% от их общего

объема. Форма мелкодисперсных частиц пыли имеет сложную конфигурацию и частично определяется породой древесины. Шлифовальная пыль содержит абразивные включения. Формула фракционного состава шлифовальной пыли 26-40-34.

В деревоперерабатывающих цехах в процессах раскря пиломатериалов на заготовки и рейки, в цехах по изготовлению оконных и дверных блоков, дверей, досок пола, паркета, плинтусов, заготовок мебели и др. выделяется древесная пыль. Источниками древесной пыли являются циркульные пилы, торцовочные станки, станки фуговальные, рейсмусовые, сверлильные, фрезерные, строгальные, шипорезные, шлифовальные и др. При производстве этих операций образуется пыль различной крупности.

Источниками выбросов древесной пыли в атмосферу являются трубы пылеулавливающих сооружений.

В производстве щепы источниками выделения древесной пыли являются рубительные машины различных марок.

Источниками выбросов в атмосферу являются трубы пылеуловителей, трубопроводы в местах разгрузки щепы, открытые склады хранения щепы.

В производстве древесностружечных плит при изготовлении и сортировке щепы, изготовлении стружки, при механической обработке плит (обрезка, шлифование, раскрой) выделяются отходы древесины, в т.ч. древесная пыль. В процессе пропитки стружки смолой, горячего прессования, охлаждения, выдержки плит выделяются вредные парогазовоздушные смеси из расходуемых смолосодержащих материалов.

При производстве фанеры, согласно методическим указаниям, в атмосферу поступает 50 % валового количества свободного формальдегида, причем от клеевых

вальцов – 10 %; отсушилок намазанного шпона и горячих прессов – 75 %; от камер охлаждения – 15 %.

При шлифовании и полировании лакового покрытия образующая пыль содержит частицы абразивного материала, отвердевших полиэфирных и нитроцеллюлозных лаков. Основными загрязняющими веществами, выбрасываемые деревообрабатывающими предприятиями являются: древесная пыль, оксид углерода, диоксид серы, формальдегид, метиловый спирт, фенол. Кроме того, в воздушную среду попадает целый комплекс веществ, содержащихся в лакокрасочных материалах, растворителях, клеевых композициях, смолах. Основными источниками выделения загрязняющих веществ являются окрасочные камеры, пульверизационные кабины, лаконаливные машины, сушильные камеры, стеллажи для хранения готовой продукции и др. оборудование. Источниками выбросов газозадушных смесей являются трубы вытяжной вентиляции и неорганизованные выбросы.

Главным мероприятием по снижению выбросов в атмосферный воздух является эффективная аспирация: наибольшее распространение получили циклоны и рукавные фильтры. Для обеспечения этого реализуются следующие мероприятия:

1. Локальный мониторинг источников выбросов загрязняющих веществ в атмосфере.

2. Производственный аналитический контроль выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников.

3. Ревизия технического состояния вытяжной вентиляции, дыхательных клапанов, герметичность люков, пробоотборников.

4. Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Библиографический список

1. Болдырев, В.С. Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств. М., 2011. – 99 с.
2. Волынский, В.Н. Технология древесных плит и композиционных материалов : учеб.-справочное пособие/ СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 336 с.
3. Какарека С.В., Ашурко Ю.Г. Анализ и оценка источников выбросов формальдегида в атмосферный воздух на территории Беларуси. Природопользование. Вып. 21. 2012. – С. 75-81.
4. Анохин, А.Е. Снижение токсичности мебели / А. Е. Анохин. М., 2002. – 128 с.
5. Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий деревообрабатывающей промышленности. Петрозаводск, 1992 г.

УДК 574

Грек М.А. Науч. Рук. Родькин О.И.

Технологические аспекты производства композитных топливных брикетов на основе фрезерного торфа и возобновляемой биомассы

ФГДЭ, 2 курс

Топливные брикеты – это вид твердого топлива, альтернатива обычным дровам или углю, представляющее собой прессованную массу различного состава. Особый интерес представляет производство композитных топливных брикетов на основе возобновляемого и ископаемого топлива. Производство композитных брикетов позволяет снизить нагрузку на окружающую

среду за счет возобновляемой биомассы, в то же время, не снижая технические характеристики топлива. Для получения композитных брикетов используют отходы деревообработки (опилки, щепы, стружка, сосновые иглы, листья, и др.), остатки сельскохозяйственного производства (сено, солома, шелуха семян подсолнечника, риса, гречки и др.), а также ископаемый торф или каменный уголь.

В основе технологии производства композитных топливных брикетов лежит процесс прессования мелко измельченной массы под высоким давлением (при нагревании или без него). Процесс производства состоит из измельчения сырья, сушки и прессовки. Получаемые топливные брикеты не включают в себя никаких связующих веществ, кроме одного натурального – лигнина, содержащегося в клетках растительных отходов. Лигнин выделяется при высоком давлении и нагревании и придаёт брикетам прочность. Температура, присутствующая при прессовании, способствует оплавлению поверхности брикетов, которая благодаря этому становится более прочной, что немаловажно для транспортировки брикета. К важнейшим техническим характеристикам брикетов относятся зольность, плотность и теплота сгорания (теплотворная способность). Средние значения требуемых параметров брикетов представлены в таблице.

Таблица – Технические характеристики брикетов

Технический параметр	Единицы измерения	Показатели
Плотность брикетов	т/м ³	1,0-1,2
Теплотворность	МДж/кг	19-20,5
Зольность	%	0,5-1,5

Топливные брикеты по основным техническим характеристикам соответствуют топливным гранулам (пеллетам). Основное отличие – это размеры. Длина брикета составляет 15- 35 см, диаметр – 5-9 см. Длина пеллет (топливных гранул) – 0,5-3 см, диаметр – 0,6-0,8 см.

Топливные брикеты применяются в качестве твёрдого топлива для каминов и печей любых видов, в том числе твердотопливных котлов систем отопления. Так как топливные брикеты экологически чистый продукт и горят практически бездымно, идеально использовать их для обогрева жилых помещений, бань, палаток, теплиц, овощных ям и т. д.

Изготовление брикетов – это рациональная альтернатива прямому использованию соломы и древесных отходов в виде топлива. Брикеты выделяют больше тепла, чем солома, опилки и щепа в чистом виде, увеличивая коэффициент полезного действия котельных, не требуют больших складских площадей и при хранении не самовоспламеняются. Например, при сжигании 1 т древесных гранул выделяется столько же энергии, сколько при сжигании 1,6 т древесины, 480 м³ газа, 500 л дизельного топлива или 700 л мазута.

Брикеты имеют цилиндрическую или прямоугольную форму и вес от 500 г до 2 кг. Благодаря своей сыпучести пеллеты могут автоматически подаваться в топку котла с помощью шнека или пневмотранспортера, брикеты же, как и дрова, подаются в печь в основном вручную. В последнее время стала применяться новая технология производства коротких брикетов цилиндрической формы длиной до нескольких сантиметров (так называемые шайбы), что дало возможность полной автоматизации подачи топлива посредством того же шнека.

К основным видам топливных брикетов относятся:

1. Прямоугольные брикеты (RUF-брикеты). По форме такой брикет напоминает небольшой кирпич. Получили свое название от немецкого производителя брикетизирующих прессов RUF. Брикет изготавливается на гидравлических прессах, то есть посредством высокого давления 300–400 бар.

2. Цилиндрические брикеты – с радиальным отверстием или без него. Брикет изготавливается на гидравлических или ударно-механических прессах посредством высокого давления 400–600 бар.

Достоинствами обеих этих технологий изготовления брикетов являются минимальные требования к организации производства и низкая себестоимость. Недостатки: брикет не устойчив к влаге (нужна хорошая упаковка), а также к механическим повреждениям, что негативно сказывается на его состоянии после длительной транспортировки.

3. 4- или 6-гранный Pini&Kaу брикет с радиальным отверстием. Брикет изготавливается на механических (шнековых) прессах посредством сочетания очень высокого давления (в 1000–1100 бар) и термической обработки (обжиг). За счет термической обработки имеет характерный черный или темно-коричневый цвет наружной поверхности.

Достоинства такого типа топливных брикетов: стойкость к механическим повреждениям, высокая влагостойкость. Брикет отличается высокой калорийностью и длительным временем горения. Недостатки: трудоемкость производственного процесса, необходимость в высококвалифицированных специалистах, значительная энергоемкость и т.д.

Теплотворная способность композитного брикета находится в пределах 4,5–5,0 кВт•ч/кг. Такая высокая теплотворная способность брикета достигается, с одной

стороны, благодаря большой удельной плотности после прессования, с другой – за счет небольшой остаточной влажности (как правило, менее 10%).

По результатам наших исследований можно сделать следующие выводы:

Композитные топливные брикеты на основе возобновляемого и ископаемого топлива – это энергетический ресурс, который широко используется в странах ЕС и имеет перспективу для Республики Беларусь.

К преимуществам композитных брикетов по сравнению с брикетами из ископаемого топлива относится снижение нагрузки на окружающую среду, вследствие уменьшения выбросов парниковых газов и ряда других загрязнителей атмосферы и объемов образования золы.

К основным техническим параметрам композитных брикетов относятся плотность, зольность, теплотворная способность, размеры и форма. Производство композитных брикетов позволяет снизить нагрузку на окружающую среду в то же время, не снижая технические характеристики топлива.

К перспективным источникам производства композитных для Беларуси относятся фрезерный торф в качестве невозобновляемого компонента и отходы деревообработки (опилки, щепа, стружка, листья, и др.) и остатки сельскохозяйственного производства в качестве возобновляемого компонента.

Библиографический список

- 1.Официальный сайт EXTRUtec [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.extruteck.ua/lectures/39.html>.
- 2.Информационно аналитическое агентство «ИНФОБИО»; ЖУРНАЛ «МЕЖДУНАРОДНАЯ БИОЭНЕРГЕТИКА» [Электронный ресурс]. – Режим

доступа:<http://www.biointernational.ru/tiekhnologhiia-proizvodstva-biotopliva>.

3. Информационный портал ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://pererabotkaethodov.com/publ/raznoe/raznoe_po_teme/azbuka_briketirovanija/10-1-0-38.

4. Экология и энергия [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.ecology-energy.ru/Public/public.html>.

5. Официальный сайт "RUF" [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://bioresurs.com/ruf/tech.php>.

6. Официальный сайт ЗАО "UNIVERSALUS MEDZIO PRODUKTAI" [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.briquette.lt/index.php/pageid/index.php/pageid/829>.

УДК 502.36

Денисюк Д.В. Науч. рук. Благовещенская Т.С.

Анализ статистических данных об образовании отходов в Республике Беларусь

ВТФ, 2 курс

В соответствии с Законом об обращении с отходами отходы – вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности, жизнедеятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования, либо утратившие полностью или частично свои потребительские свойства. [1] Количество образовавшихся отходов в Республике Беларусь за 2005-2017 года представлены на рисунке 1.

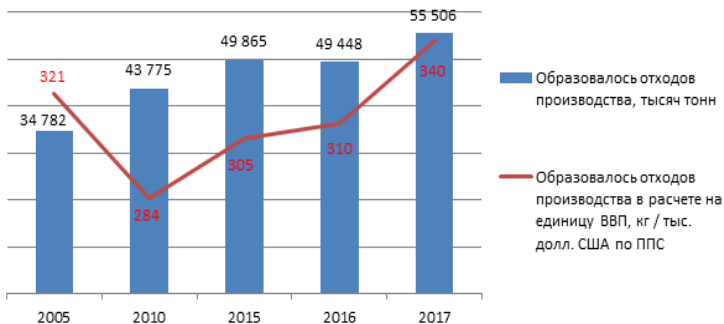


Рисунок 1 – Количество отходов, образовавшихся в Республике Беларусь в 2005-2017 гг

В зависимости от происхождения отходы подразделяются на отходы производства и отходы потребления. Также в отдельную группу выделяют коммунальные отходы, которые представляют собой отходы потребления и отходы производства, включенные в утверждаемый Министерством жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь перечень отходов, относящихся к коммунальным отходам, удаление которых организуют местные исполнительные и распорядительные органы.

Согласно перечню коммунальных отходов, в их состав входят отходы, подобные отходам жизнедеятельности населения, уличный и дворовой смет, отходы научно-исследовательской, образовательной, воспитательной, спортивной, культурно-просветительской и религиозной деятельности, отходы торговой, социально-бытовой и транспортной деятельности, отходы административно-управленческой и хозяйственно-экономической деятельности, отходы медицинских учреждений. Объем твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) включает объем отходов, вывезенных с территории

населенных пунктов на объекты захоронения ТКО автомобильными транспортными средствами специального назначения. Данные о коммунальных отходах формируются в тыс. м³. Для пересчета в тонны используется коэффициент плотности 0,18 тонн/м³ согласно приказу Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь "Об утверждении методологических рекомендаций и нормативов" [2].

По возможности дальнейшего использования отходы делятся на вторичные материальные ресурсы (далее – ВМР) и остальные отходы. ВМР - это отходы, которые после их сбора могут быть вовлечены в гражданский оборот в качестве вторичного сырья и для использования которых в Республике Беларусь имеются объекты по использованию отходов [1]. В республике действуют следующие механизмы сбора ВМР: заготовка ВМР через систему приемных (заготовительных) пунктов; раздельный сбор отходов от населения с помощью специально установленных контейнеров для раздельного сбора ВМР (отходы стекла; полимерные отходы; отходы бумаги и картона) с их последующей дополнительной сортировкой (досортировкой) на линиях сортировки; сортировка смешанных коммунальных отходов на линиях сортировки и на мусороперерабатывающих заводах. Функционирующая в настоящее время система сбора ВМР включает в себя около 420 организаций жилищно-коммунального хозяйства, потребительской кооперации, организаций ГО «Белресурсы», организаций без ведомственной подчиненности, индивидуальных предпринимателей. В их числе организаций жилищно-коммунального хозяйства – около 150, организаций потребительской кооперации – более 100. В 2017 г. сбор основных традиционных видов ВМР (отходы бумаги и картона, отходы стекла, полимерные отходы, изношенные

шины, отработанные масла, отходы электронного и электрического оборудования) составил 653,8 тыс. т (рисунок 2).

	Отходы бумаги и картона	Отходы стекла	Полимерные отходы	Изношенные шины	Отработанные масла	Отходы ЭЭО
Брестская область	37,3	20,3	10,3	6,7	1,92	0,58
Витебская область	31,4	20,1	8,9	6,3	1,62	0,76
Гомельская область	41,4	34,5	16,7	5,9	1,98	0,96
Гродненская область	34,8	22,7	9,7	5,7	1,42	0,40
Минская область	34,1	19,2	9,3	5,1	1,63	1,06
Могилевская область	35,3	23,3	10,3	9,1	1,31	0,56
г. Минск	114,7	41,2	12,6	8,0	2,89	1,88
ИТОГО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	329,0	181,3	77,8	46,8	12,77	6,20

Рисунок 2 – Собрано ВМР в Республике Беларусь в 2017 г., тыс. т

С 2011 г. в республике ведется сбор отработанных элементов питания. С 2015 г. централизованно собираются от физических лиц отходы электрического и электронного оборудования, ламп газоразрядных и ртутьсодержащих, элементов питания в местах розничной торговли в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 декабря 2014 г № 1124 [3]. За 2017 г. в стране собрано 130,3 т отработанных элементов питания (батареек). Через организации, которые занимаются сбором и заготовкой ВМР от населения, за 2017 г. собрано 737,3 тыс. шт. отработанных ламп газоразрядных ртутьсодержащих.

В 2016 г. в республике утверждена подпрограмма «Обращение с коммунальными отходами и использование вторичных материальных ресурсов» Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на

2016-2020 гг. Это основополагающий программный документ, которым определена основная задача в сфере обращения с коммунальными отходами в стране: минимизация объема захоронения ТКО с обеспечением в 2020 г. доли их повторного использования не менее 25% от объема образования. Определены целевые показатели: необходимые объемы сбора всех видов вторичных материальных ресурсов на каждый год до 2020 г. по стране и регионам. И установлены организационные и инвестиционные мероприятия, которые должны обеспечить достижения поставленной задачи [4].

Библиографический список

1. Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» № 271-З от 20.07.2007г.
2. Белстат. Образование отходов [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/i-othody/i-1-obrazovanie-othodov/> - Дата доступа: 02.04.2019
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении перечня товаров, утративших потребительские свойства, и отходов упаковки, сбор от физических лиц которых должны обеспечивать организации, осуществляющие розничную торговлю, и Положения о порядке сбора от физических лиц организациями, осуществляющими розничную торговлю, товаров, утративших потребительские свойства, и отходов упаковки в местах их реализации (ремонта, технического обслуживания)» № 1124 от 2.12.2014г.
4. Второператор [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://vtoroperator.by/> - Дата доступа: 04.04.2019

УДК 622.01

Дорошко Е.С. Науч. рук. Басалай И.А.

Добыча нерудных полезных ископаемых в Республике Беларусь

ФГДЭ, 2 курс

На территории республики открыты месторождения важных для страны полезных ископаемых и подготовлена минерально-сырьевая база для развития строительной индустрии, производства калийных и карбонатных удобрений, добычи нефти, торфа, каменной соли, облицовочного и строительного камня, пресных и минеральных подземных вод. За предыдущие годы в Республике Беларусь сформировалась горнодобывающая промышленность (рисунок 1) в соответствии с собственной минерально-сырьевой базой.

Основные предприятия по разработке месторождений полезных ископаемых на территории Республики Беларусь				
Название	Местоположение	Полезное ископаемое	Вид продукции	Годовая мощность
ОАО «Беларуськалий»	Старобинский и Любанский районы, Минская обл. Петриковский р-н, Гомельская обл.	Калийные соли	Минеральные удобрения: o Хлористый калий o Поваренная соль	8 млн. т. к 2020 году до 12 млн. т
ОАО «Белоруснефть»	Полесский регион, Гомельская обл., Брестская обл.	Нефть и природный газ	Нефть и природный газ	1,2 млн. т.
ОАО «Нерудпром»	Витебская обл., Гомельская обл., Гродненская обл., Могилевская обл.	Гранит Песчано-гравийные смеси, доломит, мергель, мел, известь и др.	Щебень пгс, цемент, гипс	17 млн. т 7 млн. т. 7 млн. т.
ГПО «Белтопгаз»	Брестская обл., Витебская обл., Гомельская обл., Гродненская обл., Минская обл., Могилевская обл.	Торф сапрпель	Торфяные брикеты, питательные грунты на основе торфа	600 тыс. т. 300 тыс. т. к 2020 году в 4,7 раза

Рисунок 1 – Современное состояние горной отрасли Республики Беларусь

Нерудные полезные ископаемые, неметаллические полезные ископаемые – неметаллические полезные ископаемые, используемые в промышленности и строительстве в естественном виде или как сырьё. Нерудные полезные ископаемые могут относиться к минералам или горным породам [1].

В настоящее время в недрах Беларуси выявлены и разведаны месторождения, представляющие около 30 видов минерального сырья (рисунок 2). К стратегически важным ресурсам с точки зрения экономики страны относят калийные и каменные соли, нефть, цементное сырьё. Большое значение также имеют строительные материалы и сырьё для их производства, подземные пресные и минеральные воды.

Нерудные полезные ископаемые находят в хозяйстве самое различное применение. Их используют как:

- строительные материалы,
- сырьё для производства минеральных удобрений,
- сырьё для общехимического производства,
- сырьё для металлургии, как огнеупорные материалы для металлургии,
- сырьё для производства минеральных красок,
- технические кристаллы,
- драгоценные и поделочные камни.

Горно-химическое сырьё представлено калийными и каменными солями, фосфоритами, минерализованными рассолами. Калийные соли относятся к наиболее ценным полезным ископаемым недр Беларуси, по промышленным запасам которых страна находится на одном из первых мест в Европе [2]. Динамика добычи калийных солей представлена на рисунке 3.

Основные месторождения калийной соли в Беларуси – Старобинское (запасы 2,7 млрд. т), Петриковское (запасы 1,28 млрд. т) и Октябрьское (запасы 637,2 млн. т).

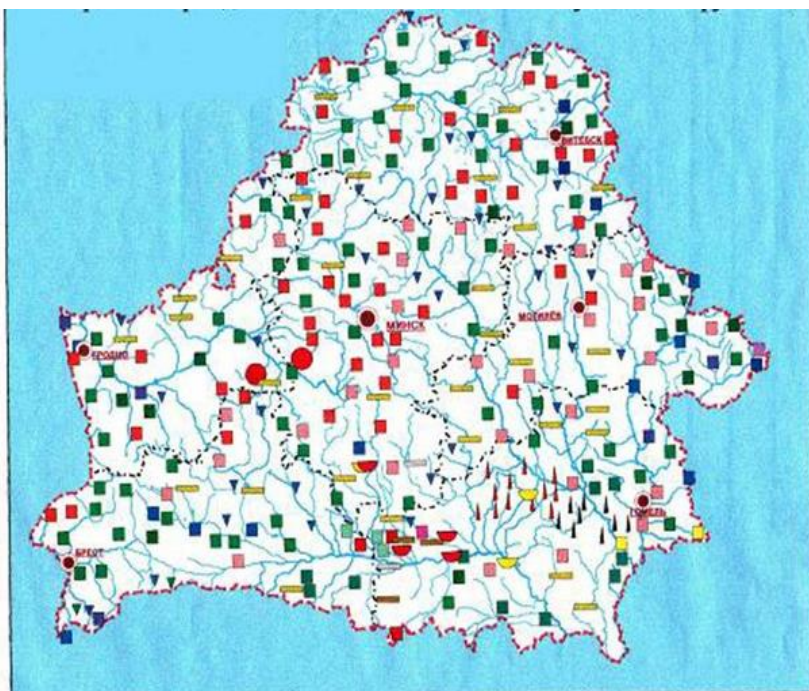


Рисунок 2 – Карта месторождений полезных ископаемых Республики Беларусь

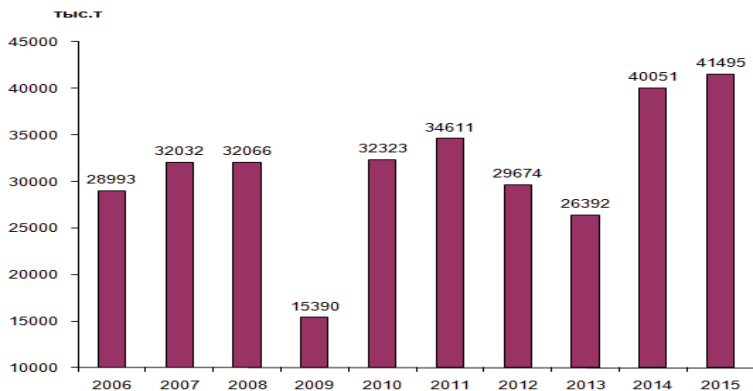


Рисунок 3 – Динамика добычи калийных солей

Запасы каменной соли в Беларуси оцениваются как практически неисчерпаемые. Только на трех разведанных месторождениях (Мозырском, Давыдовском и Старобинском) они превышают 22 млрд. т. (рисунок 4).



Рисунок 4 – Месторождения каменной соли в Беларуси

Динамика добычи каменной соли приведены на рисунке 4.

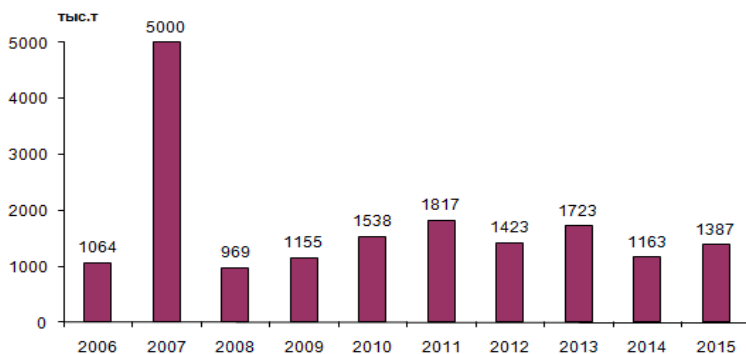


Рисунок 4 – Динамика добычи каменной соли

Ежегодно добывается около 3 млн. м³ песчано-гравийных материалов. Они применяются, в основном, для приготовления бетонов и строительных растворов.

Балансовые запасы **строительного камня** на территории Беларуси представлены на рисунке 5. Естественный строительный камень представлен разнообразными породами кристаллического фундамента (граниты, гранодиориты, диориты, мигматиты и др.).

В Брестской области разведаны два месторождения строительного камня (Микашевичи и Ситница), в Гомельской – месторождение строительного камня (Глушкевичи, участок Крестьянская Нива) и месторождение облицовочных материалов (Карьер Надежды).

Наиболее крупным является месторождение Микашевичи [3]. Месторождение эксплуатируется открытым способом; глубина карьера составляет 120 м. Строительный камень здесь залегает на глубине от 8 до 41 м. Полезное ископаемое представлено диоритами, гранодиоритами и гранитами.

На месторождении Микашевичи годовая добыча камня составляет около 3,5 млн. м³, производство щебня –

5,5 млн. м³, на месторождении Глушкевичи – 0,1 млн. м³ и 0,2 млн. м³ соответственно.

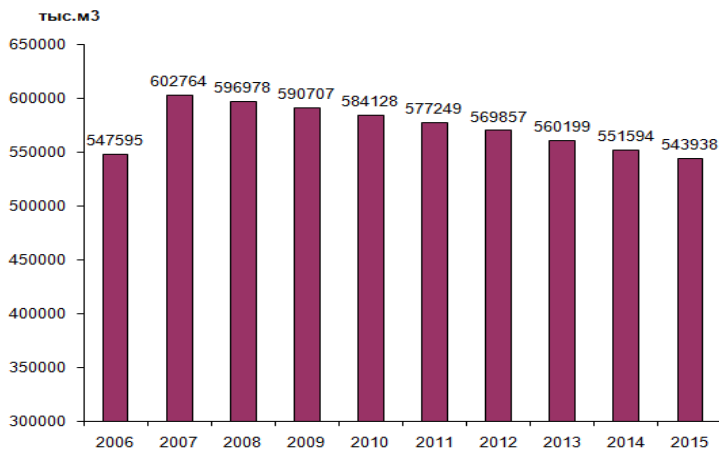


Рисунок 5 – Динамика изменения балансовых запасов строительного камня

С развитием новых технологий, позволяющих расширить промышленное освоение, современных машин и оборудования [4] добыча и номенклатура нерудных полезных ископаемых постоянно увеличивается.

Библиографический список

1. Полезные ископаемые Беларуси /Редкол.: П.З. Хомич и др. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002.– 528 с.
2. Экологический бюллетень за 2015 год. Глава 10. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.
3. РУПП «Гранит»: Время и люди / Минск: Конфидо. – 2017.– 304 с.
4. Казаченко, Г.В. Горные машины. Ч.2 Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых / Прушак В.Я., Басалай Г.А.: под общ. ред. В. Я. Прушака. – Мн.: Выш. шк., 2018. – 228 с.

УДК 656.131

Дубик К.В Науч. рук. Сидорская Н.В.

Электробус как способ снижения экологической нагрузки на окружающую среду города

ФГДЭ, 3 курс

Быстрое развитие разных видов транспорта во второй половине XX в. привело к росту их отрицательного воздействия на окружающую среду. Оно выражается в химическом загрязнении среды отходами от сгорания минерального топлива, в шумовом загрязнении, в изъятии земель под дорожное строительство и во многом другом.

По оценкам Всемирного банка, на весь транспорт приходится 23% выбросов парниковых газов (непосредственно на автобусы – около 8 %), что значительно влияет на изменение климата. Европейский союз в рамках примерно 20 основных законодательных инициатив и стратегий в поддержку экологизации общественного транспорта поставил задачу к 2050 году снизить уровень выбросов парниковых газов на 80% по отношению к 1990 году, при этом выбросы от транспорта планируется сократить по меньшей мере на 60%. [1].

Современное общество только начинает путь к замещению общественного транспорта электробусами. В настоящее время ведущие европейские страны отдают предпочтение закупкам китайских электроавтобусов. Например, из 300 электроавтобусов поставленных в Нидерланды в 2017 году одна лишь китайская компания BYD поставила 50 единиц.

Электробус – вид транспорта, использующий в качестве источника энергии электричество, а в качестве привода – тяговый электродвигатель. Первый электрический

автобус изготовили в Лондоне в 1886 году. Его средняя скорость составляла 11,2 км/ч.

Основными преимуществами электробуса перед автобусом с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) являются более высокая производительность и экологичность. Практически любой неэлектрический двигатель можно заменить электрическим. Соответственно любое транспортное средство, использующее для движения неэлектрический двигатель (ДВС, дизельный двигатель и др.) может использовать в качестве тяги и электрический двигатель.

По сравнению с автобусом, оборудованным двигателем внутреннего сгорания, работающем на бензине, дизельном топливе или газе, электробус обладает рядом несомненных преимуществ. Он практически бесшумен, прост в управлении, надёжен и долговечен. Эксплуатация электробуса обходится гораздо дешевле, чем эксплуатация обычного автобуса с ДВС. Главное же достоинство электробуса – экологическая безопасность без привязки к проводам.

Американский Союз обеспокоенных учёных (Union of Concerned Scientists) подсчитал углеродный след электробусов во всех штатах США и пришёл к выводу, что их выбросы ниже, чем у традиционных дизельных автобусов. Выбросы CO_2 в эквиваленте в течение жизненного цикла автобусов, работающих на дизельном топливе, газе, гибридных дизельно-электрических и полностью электрических батареях представлены на рисунке 1. У автобусов, работающих на природном газе, выбросы CO_2 на 12 % ниже, чем у автобусов с дизельным двигателем. Выбросы электробусов от 17 до 59 % ниже, чем у автобусов с дизельным двигателем, и на 6–54 % ниже, чем у автобусов с природным газом [2].

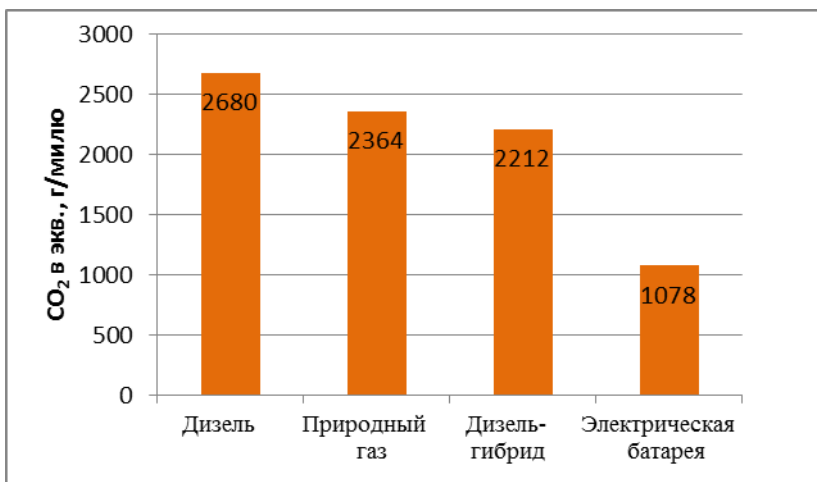


Рисунок 1 – Выбросы CO₂ в эквиваленте в течение жизненного цикла автобусов, работающих на различном топливе

Электробусы не только снижают местное загрязнение воздуха, но и имеют очевидные климатические преимущества. Поэтому чем больше они используются, тем лучше.

Для выявления преимуществ и недостатков электробусов перед другими видами общественного транспорта был проведен сравнительный анализ по различным характеристикам (Таблица 1).

Электробусы эксплуатировать выгоднее, чем строить сеть для троллейбусов или прокладывать трамвайные пути. Трамвай изживает себя (кроме исторических городов типа Чехии), потому что очень дорого прокладывать рельсы. Трамвайные рельсы занимают полезную площадь дорог, доставляют немало неудобств автомобилистам, при переезде трамвайных путей, освободившуюся от рельсов площадь используют для расширения проезжей части, а крайние

полосы используют как выделенные полосы для курсирования электробусов, это увеличивает скорость трафика электробусов.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики отдельных видов общественного транспорта

	Дизельный автобус (EURO VI)	Троллейбус	Трамвай	Электробус
Доступность топлива либо источника энергии	Высокая, уменьшает ся в будущем	Высокая	Высокая	Высокая
Диапазон, км	600-900	Ограничен контактной сетью	Ограничен контактной сетью	100-200
Гибкость маршрута	Высокая	Ограниченная	Ограниченная	Высокая
Дозаправка/ подзарядка	Каждые 2 дня, 5-10 минут	Нет	Нет	Каждый день, 3-8 часов
Доступность заправочных/ зарядных станций	Высокая	Ограничена контактной сетью	Ограничена контактной сетью	Невысокая
Дополнительная инфраструктура	Нет	Да	Да	Нет
Выбросы в атмосферу	Да	Нет	Нет	Нет
Примерная стоимость, тыс. евро	+/- 220	+/- 300	+/- 300	350-500

Эксплуатация троллейбусов так же проигрывает электробусам: большие потери на тепло в проводах, загромождение городов проводами, невозможность объехать препятствие, низкая скорость, не отвечающая современному

ритму городов, если случается обрыв в сети проводов (что нередко) останавливается весь парк троллейбусов.

Эксплуатация электробусов не требует построения дополнительной инфраструктуры – достаточно только оборудовать зарядными станциями одно из существующих в городе депо общественного транспорта.

В современных электробусах для питания используются аккумуляторы или суперконденсаторы, которые могут хранить всего 5% энергии в сравнении с литий-ионными батареями схожего объема. Однако их скорость зарядки очень высокая – на восстановление заряда уходят секунды.

Электробусы с динамической зарядкой, которые еще называют троллейбусами с увеличенным автономным ходом, позволяют оперативно обеспечить экологичным пассажирским электротранспортом. При этом еще более эффективно используется существующая в городе троллейбусная сеть, которая используется такими электробусами для подзарядки; не требуется создавать в городе инфраструктуру для зарядки классических электробусов. Пока этим видом транспорта в мире перевозится всего 1% пассажиров. Преимущественно в Европе, Северной Америке, Китае и Японии.

В Минске эксплуатируют белорусские электробусы ОАО «Управляющая компания холдинга «Белкоммунмаш», выпускаемые под брендом «Vitovt». Особенностью внедрения электробусов в Минске является то, что их сеть подогнана к уже существующей сети троллейбусов, что выглядит нелогично с точки зрения целесообразности замены одного экологического вида транспорта (а не, к примеру, автобусов) другим на одном маршруте.

Подводя итоги: применение моторного углеводородного топлива неизбежно сопровождается

повышенным выбросом диоксида углерода, регламентирующим технический уровень современных средств транспорта. Снижение выбросов CO₂ традиционными методами не обеспечивает выполнение жестких экологических требований и является серьезной проблемой.

Применение электропривода позволяет наиболее эффективно решить проблему повышения экологической безопасности городского транспорта. Основными преимуществами электробуса в сравнении с автобусами, оборудованными двигателями внутреннего сгорания являются: низкие эксплуатационные расходы, снижение общего шумового фона в городе, повышенный комфорт для пассажиров за счет низкого уровня шума и вибраций в салоне, а так же отсутствие вредных выхлопов. Простота техобслуживания, низкие эксплуатационные расходы и экологичность делают электробусы наиболее приоритетным видом пассажирского транспорта в условиях современного города.

Библиографический список

1. Подгорнова Н.А. Экологические проблемы автомобильного транспорта и пути решения // Молодой ученый. – 2016. – №22.2. – С. 48-50
2. Electric vs. Diesel vs. Natural Gas: Which Bus is Best for the Climate. [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://blog.ucsusa.org/jimmy-odea/electric-vs-diesel-vs-natural-gas-which-bus-is-best-for-the-climate>
3. The CiViTAS policy note Clean Buses for Your City [Электронный ресурс] – Электронные данные – Режим доступа: https://civitas.eu/sites/default/files/civitas_policy_note_clean_buses_for_your_city.pdf

УДК 637.1

Жило И.А. Науч. рук. Малькевич Н.Г.

Состояние и перспективы развития молочной отрасли Республики Беларусь

ФГДЭ, 4 курс

Республика Беларусь – признанная в мире молочная держава. Страна входит в пятёрку ведущих мировых экспортёров молочной продукции. На 2020 г. стоит задача – выйти на 9 млн. т производства молока.

В 2018 г. ассортимент продукции, вырабатываемой предприятиями молочной промышленности, превысил 1600 наименований. Структура производства молочной продукции в Республике Беларусь представлена на рисунке.

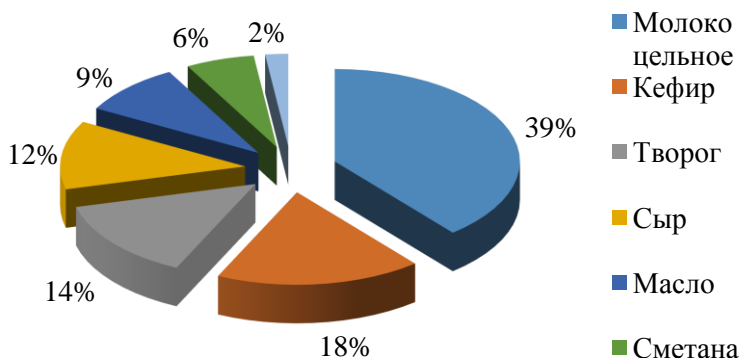


Рисунок – Производство молочной продукции в Республике Беларусь в 2018 г.

Производство и переработка молока являются важнейшей составляющей агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Устойчивое обеспечение всех слоев населения качественными продуктами имеет решающее значение для реализации – улучшения жизни и здоровья населения. Благодаря оптимальному сочетанию компонентов молоко является исключительно полезным и незаменимым продуктом питания, необходимым для людей любого возраста. Русский физиолог И.П. Павлов дал определение роли молока, сказал, что это единственный известный нам продукт, который изготавливается самой природой специально как продукт питания.

В экономически развитых странах при разработке прогнозов в молочной сфере акцентируется внимание на таком показателе, как «среднегодовой удой на одну корову», характеризующим продуктивность дойного стада и являющемся главным критерием достижения высоких надоев. Продуктивность в Республике Беларусь в 2,5 – 3,5 раза меньше чем, в США и Западной Европе. На 1 тыс. чел. приходится 156 коров, в то время как в США – 40, в Англии – 44, Канаде – 41, России – 66 [1].

Генетический потенциал продуктивности коров в Беларуси превышает 10 тыс. кг молока в год. Для его реализации необходимо создавать оптимальные условия содержания и кормления скота.

С 2010 года в Республике Беларусь построено 300 новых молочно-товарных комплексов и ферм, 1063 прошли коренную реконструкцию. Это позволяет увеличить количество размещаемого поголовья молочных коров, обеспечивать условия для роста их продуктивности, значительно улучшает труд работающих. При этом не только совершенствуются технологии производства молока и содержания животных, но и выполняются работы

по установке и замене доильного оборудования, приводятся в надлежащее состояние помещения доильно-молочных блоков, коровников, цехов сухостоя, ремонтируются подъезды и ограждения ферм. В приоритете работа по переводу молочного скотоводства на современные технологии производства с беспривязным содержанием. Сейчас таких ферм в стране более 1,6 тыс.

Рост заготовок молока, а также внедрение современных технологий производства позволили значительно расширить ассортимент выпускаемой молочной продукции: созданы новые виды твердых сыров с применением заквасочных культур, новые виды детского и диетического питания, обогащенные витаминами, микроэлементами, бифидобактериями. Белорусские молокозаводы одними из первых на территории СНГ приступили к освоению разработанных в Беларуси с применением биотехнологий новых молочных продуктов (кефира, молока, сметаны), обогащенных лактулозой – уникальным молочным сахаром.

Однако узок ассортимент детских молочных продуктов, творожных изделий, йогуртов. Главная причина – это трудности, связанные с обеспечением многих, особенно крупных молокоперерабатывающих организаций, сырьем. Так, например, предприятия, производственные мощности которых позволяют перерабатывать в настоящее время до 150 – 1700 т молока в сутки, ощущают недостаток сырья, поскольку близлежащие сельскохозяйственные организации могут в день дать всего 700 – 1000 т молока. Выходом из создавшейся ситуации может стать создание вертикально интегрированных компаний, осуществляющих и производство, и переработку молока, и реализацию готовой продукции, что позволит обеспечить тесную и взаимовыгодную связь между всеми составляющими

молочнопродуктового подкомплекса, загрузить простаивающие производственные мощности молокозаводов [2].

В Республике Беларусь провидится работа по обеспечению дойного стада шротами, сбалансированными добавками и комбикормами, в состав которых входят местные источники белка, что позволит улучшить основные параметры по воспроизводству стада.

Продукция молочной отрасли является важнейшей составляющей структуры потребления и одним из элементов продовольственной безопасности страны. Однако уровень потребления молока и молокопродуктов составляет 65-70% от рекомендованных Минздравом, а экспорт продукции в мировом экспорте молочной продукции в настоящее время не превышает 5%. Вместе с тем в стране имеются значительные резервы для наращивания производства и увеличения экспорта, что требует в первую очередь выработки и реализации соответствующий политики и принятия необходимых мер по их решению.

Функционирование пищевой отрасли подчинено целям и задачам, сформулированным в Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 гг. (подпрограмма «Развитие животноводства, переработка и реализация продукции животноводства»). В состав программы включена подпрограмма «Развитие животноводства, переработки и реализации продукции животноводства», где рассматриваются показатели молочной отрасли (увеличение объёмов производства молока, сыров жирных, масла животного, цельномолочной продукции и т.п.).

Для того, чтобы продукция была востребована на мировом рынке, в обязательном порядке необходимо обеспечить её соответствие мировым стандартам, в

частности, стандарту ИСО-22000 «Требования к организациям, участвующим в пищевой промышленности». В Беларуси по данному стандарту из 63 молокоперерабатывающих организаций сертифицировано более 30.

Белорусским производителям приходится конкурировать с такими крупными транснациональными компаниями, как Nestle, Danone, Fonterra, Unimilk. Для поддержания своих позиций на мировом рынке белорусским организациям необходимо следовать мировым тенденциям по улучшению качества продуктов и созданию мощной экспортоориентированной производственной инфраструктуры молочнопродуктового подкомплекса.

Расширение географии поставок остается актуальной задачей для Беларуси. Однако есть некоторые факторы, препятствующие быстрому решению данной задачи. В настоящее время Беларусь уступает по качеству молока-сырья странам ЕС, которые также являются крупными экспортёрами молокопродуктов. Повышение качества молока расценивается в настоящее время как решающее условие повышения конкурентоспособности молочной продукции.

Проблемы молочной промышленности, наряду с дефицитом сырья, усугубляются состоянием материально-технической базы. В настоящее время по уровню техники и технологий рассматриваемой отрасли Беларусь отстает от высокоразвитых зарубежных стран на 15-20 лет. Износ основных промышленных фондов достигает 40-45%, в том числе их активной части – 50-60%. Очевидно, что при таком износе они не приносят желаемых результатов, не позволяют организовать современные производства. Обновление основных производственных фондов в организациях осуществляется медленными темпами. Все

это, а также отсутствие необходимых средств ставят проблему технического перевооружения производства в ряд важнейших. Необходимость обновления основных производственных фондов в условиях конкуренции товаропроизводителей требует ускоренной амортизации.

Использование устаревшей техники и технологий на отечественных молокоперерабатывающих предприятий приводит к высоким издержкам. Средства, направляемые на техническое перевооружение предприятий, носят в основном локальный характер, обеспечивающий сохранение материально-технической базы в рабочем состоянии, и не решают вопросов коренной модернизации производства. Слабая техническая оснащённость молокоперерабатывающих предприятий оказывает негативное влияние на эффективность производства и качественные показатели продукции, что значительно снижает ее конкурентоспособность.

Для технического и технологического перевооружения производства, обновления и расширения ассортимента в молочной отрасли не хватает финансовых средств. Основным источником финансирования остаются собственные средства организаций (42,8%) и кредиты банков (51%). Хотя удельный вес собственных средств относительно высок, объёмы их недостаточны для технического и технологического перевооружения предприятий и обеспечения эффективного производственного процесса. Удельный вес средств республиканского и местных бюджетов составляет 0,3 и 0,005% соответственно. Незначительным остается и поступление иностранных инвестиций (3,3%), что объясняется краткосрочными интересами зарубежных инвесторов, осуществляющих свои вложения в отрасли с быстрой оборачиваемостью капитала и окупаемостью. В результате из-за ограниченности денежных средств у

предприятий масштабы и темпы модернизации и технического перевооружения производств остаются незначительными.

К 2020 году в Беларуси предполагается завершить комплексное оснащение современными технологиями и оборудованием всех молочно-товарных ферм с одновременным созданием кормовой базы, соответствующей потребностям отрасли. Поставки на внутренний рынок должны составить около 3,7 млн. т молока и молокопродуктов, при этом будет создан экспортный потенциал в объеме 5,3 млн. т [3].

Библиографический список

1. Соколовская, Е.В. Молочнопродуктовый подкомплекс Беларуси на современном этапе/ Е.В. Соколовская // Экономический бюллетень Научно-исследовательского экономического института Министерства экономики Республики Беларусь. – 2013. – №3. – С.43-46.
2. Соколовская, Е.В. Совершенствование прогнозирования молочнопродуктового подкомплекса Республики Беларусь / Е.В. Соколовская // Экономический бюллетень Научно-исследовательского экономического института Министерства экономики Республики Беларусь. – 2017. – №5. – С. 32-36.
3. Концавенко, И.А. Молочная стратегия: [развитие молочной отрасли в Беларуси] / И.А. Концавенко // Экономика Беларуси. – 2015. – №1. – С. 64-69.

УДК 637.1

Жило И.А. Науч. рук. Малькевич Н.Г.

Анализ и перспективы использования молочной сыворотки

ФГДЭ, 4 курс

В связи с наращиванием производства сыра и творожных изделий и увеличением их доли в структуре переработки молока из года в год увеличивается объемы получаемой при этом молочной сыворотки. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в настоящее время на молочных предприятиях республики остается около 1,5 млн. т сыворотки. В переработку поступает лишь 33-38%, так как действующие производственные мощности не могут обеспечить переработку всего объема полученной молочной сыворотки. Используемые в большинстве молочных организаций республики оборудование и технологии сушки не соответствуют современным требованиям к качеству продукта. Имеющееся технологическое сушильное оборудование в среднем эксплуатируется более 20-25 лет, морально устарело и не позволяет получить продукт, соответствующий мировым стандартам по степени растворимости и другим показателям [1].

Перевозить сыворотку в хозяйства экономически невыгодно, поскольку это жидкий продукт, требующий охлаждения при транспортировке, а затем последующего подогрева при выпойке животным. В связи с этим некоторые молокоперерабатывающие предприятия сбрасывали сыворотку в канализацию или на поля фильтрации. Из-за безответственности ряда руководителей количество отходов переработки молочной продукции, попадающих в водные объекты, значительно превышало

предельно допустимые нормы, что представляло серьёзную опасность для окружающей среды.

Действующие суммарные мощности для переработки молочной сыворотки позволяют переработать всего 282 тыс. т этого продукта в год. Из-за нехватки перерабатывающих мощностей Республика Беларусь ежегодно закупает за рубежом около 1000 т сухой молочной сыворотки, выделяя на это свыше 1 млн. долл. США. В условиях дефицита сырья рациональное использование вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности является резервом увеличения объёма выпуска молочных продуктов и повышения эффективности производства.

Таким образом, одной из проблем молокоперерабатывающих предприятий Республики Беларусь является переработка молочной сыворотки и её использование. При производстве 140 кг творога или 90 кг сыра образуется 1 т сыворотки. Получаемая сыворотка и ее производные (казеин, сухое обезжиренное молоко, белковые концентраты) являются вторичным молочным сырьем [2].

Молочная сыворотка обладает высокой пищевой и биологической ценностью, содержит около 50% сухих веществ молока, а ее энергетическая ценность, в значительной части за счет высокого содержания лактозы, составляет 36% от цельного молока. Сывороточные белки, которые являются важным компонентом молочной сыворотки, оптимально сбалансированы по аминокислотному набору, особенно серосодержащих аминокислот – цистеина, метионина, что создает возможности для регенерации белков печени, гемоглобина и белков плазмы крови. Минеральные соли сыворотки практически идентичны солям цельного молока и содержат «защитные» комплексы антисклеротического

действия. Кроме минеральных соединений в сыворотку почти полностью переходят водорастворимые и жирорастворимые витамины молока. В целом сыворотку можно охарактеризовать следующей формулой: «минимум калорий при максимуме биологической ценности». В молочной сыворотке содержится от 50 до 75% сухих веществ молока. Наиболее ценными её компонентами являются белки, липиды (молочный жир) и углеводы (лактоза). Так, лактоза составляет около 75% сухого продукта молочной сыворотки, белки – до 13, минеральные компоненты – до 9 и жиры – до 3%.

Для переработки и использования молочной сыворотки применяют следующие методы: сушка, сгущение, сепарирование, охлаждение, пастеризация, коагуляция сывороточных белков, биологические методы обогащения молочной сыворотки, ультрафильтрация и производство белковых концентратов, производство молочного сахара и его производной – лактулозы. Затем полученные продукты из сыворотки применяются в отраслях пищевой промышленности, на кормовые цели, производство этилового спирта.

По данным Международного молочного фонда (ММФ), объёмы молочной сыворотки в мире – более 130 млн. т. Основными её производителями в Европе являются фирмы «Лакталис – Лактозерум» (Франция) – 5 млн. т, «Боркуло Домо Ингредиент» – 4,2, «ДМВ Интернейшенл» (Нидерланды) – 3,0, «Арла Фудс» (Дания – Швеция) – 2,9 и «Евросерум» (Франция) – 2,5 млн. т. Они занимаются глубокой переработкой сыворотки, что экономически выгодно и прибыльно.

В процессе переработки молока в организациях республики получено 1544,1 тыс. т молочной сыворотки. Из нее 22,90% творожная сыворотка, 60,67% – подсырная, 16,43% – казеиновая (рисунок).

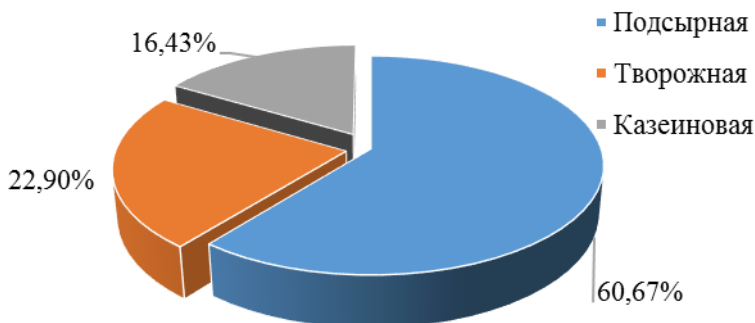


Рисунок – Производство молочной сыроватки в Республике Беларусь

Промышленная переработка молочной сыроватки составила всего 402,5 тыс. т (26%), в том числе 237,3 тыс. т (14%) использовано на выработку сухой сыроватки. Из оставшейся части сыроватки 840 тыс. т (60%) были возвращены в хозяйства на корм скоту, а остальное – списано по акту. В тоже время ежегодно республика тратит свыше 1 млн. долл. США на закупку около 1000 т сухой молочной сыроватки [2].

Предусматривается до конца 2020 г. создать мощности с установкой современного технологического оборудования производства Дании, Германии, Швеции и др. Эти мощности позволят переработать всю получаемую в республике сыроватку. На реализацию указанной программы запланировано направить 23970 руб.

Ввод новых мощностей намечается осуществить в следующих организациях:

Брестская область. Центральное предприятие – ОАО «Березовский сыродельный комбинат» (цех в г. Иваново) с планируемым объёмом переработки сыроватки

420 тыс. т в год. В четырёх организациях области предусматривается создание участков её концентрирования.

Витебская область. Производство сухой сыворотки предусматривается организовать в ОАО «Верхнедвинский маслосырзавод» и «Оршанский молочный комбинат» с планируемым объёмом переработки 250 тыс. т в год. В семи организациях будут созданы участки концентрирования сыворотки.

Гомельская область. Частное производственное унитарное предприятие «Калинковичевский молочный комбинат» с планируемым объёмом переработки 200 тыс. т в год. В семи организациях предусматривается создание участков концентрирования сыворотки.

Гродненская область. Переработка сыворотки осуществляется в ОАО «Лидский молочно-консервный комбинат». В двух организациях намечается создание участков концентрирования сыворотки. Открытые акционерные общества «Молочный мир» и «Новогрудский маслодельный комбинат» обеспечат переработку молочной сыворотки на действующих мощностях по производству сухого обезжиренного молока.

Минская область. В ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» планируется объём переработки 240 тыс. т в год. В 11 организациях планируется создание участков концентрирования сыворотки.

Могилёвская область. В трёх организациях будут созданы участки концентрирования сыворотки.

г. Минск. В трёх организациях предусматривается создание участков концентрирования сыворотки, которую будут направлять для дальнейшей переработки на Слуцкий сыродельный комбинат.

В регионах, где отсутствуют необходимые мощности по переработке сыворотки, предполагается создать участки

по её концентрации и обеспечить её дальнейшую транспортировку в центры по переработке в сухой порошок. Всё это позволит наладить безотходное производство и получить продукт с максимальной добавленной стоимостью.

Наиболее эффективным способом переработки сыворотки является её сушка. Экспортная цена одной тонны сухой сыворотки достигает 1000 долл. США, рентабельность её производства превышает 50%. По расчётам специалистов, переработка одной тонны натуральной сыворотки в сухую даст возможность получить прибыль в размере 20 тыс. руб. Создание соответствующих мощностей позволит в целом по республике ежегодно вырабатывать до 60 тыс. т сухой сыворотки на сумму свыше 12000 руб., из них 30 тыс. т. будет реализовываться на экспорт. Строительство цехов или установка линии по производству сухой сыворотки окупается за 1–1,5 года. К примеру, на Березовском сыркомбинате за счёт выпуска сухой сыворотки и молочного сахара получено товарной продукции на 2,6 млн. руб. (2,6% общего объёма производства), при этом прибыль составляет 120 тыс. руб., или 16% прибыли от реализации всей продукции.

По информации ММФ, в ближайшее время предполагается увеличение производства сухой сыворотки, концентрата сывороточного белка (КСБ), казеина и лактозы (Европейский союз, США, Новая Зеландия, Австралия, Аргентина, Канада). Молочный белок используется в пищу по-разному. В виде сыворотки его добавляют в тесто. Можно из молочной сыворотки извлекать белок в виде казеина натрия. Облагороженный казеин идёт на производство колбасных изделий, добавляется в фарш. Также на рынке существует ряд продуктов различного функционального назначения,

содержащих КСБ. Последний используется в качестве заменителя жира во многих изделиях: в сыре, мороженом, кисломолочных продуктах, десертах и др. Сухая сыворотка является сырьём и для кондитерской промышленности. В европейских странах деминерализованную сыворотку применяют как пищевую добавку в хлебопекарной отрасли, парфюмерии, медицине, ветеринарии и даже в легкой промышленности. Она широко используется в качестве основного компонента при выработке продуктов детского питания, заменителей женского молока, а также в рецептурах других пищевых продуктов. Сухая сыворотка является составной частью не только продуктов питания для людей, но и кормовых смесей для животных, где она используется в качестве заменителя цельного молока (ЗЦМ). РУП «Институт мясомолочной промышленности» разработал технологию производства из молочной сыворотки биоЗЦМ и этилового спирта. Сегодня в мире созданы прогрессивные технологии, позволяющие из сыворотки получить газ. По оценке ученых, реализация подобного проекта на Верхнедвинском маслосырзаводе позволит сэкономить 50% потребляемых им энергоресурсов.

В сегменте молочных продуктов, полученных при переработке вторичного молочного сырья, международная торговля растет быстрее, чем в других. Особенно интенсивно развивается рынок сухих продуктов из сыворотки, что объясняется тем, что цены на нее низкие, а на другие продукты из молочных белков они растут.

В Гродненском ОАО «Молочный мир» запущена на полную мощность установка по глубокой переработке сыворотки с применением нанотехнологии. Преимущество нового оборудования в том, что тепла расходуется в два раза меньше, а расход электроэнергии снижен в полтора раза. За счет этого производство сыворотки стало

высокорентабельным и прибыльным. Поставляется она тремя молочными заводами, входящими в состав ОАО, а в перспективе можно организовать ее поставку из области и даже из других регионов республики. ОАО «Молочный мир» ежедневно перерабатывает около 100 тонн сыворотки. Примерно треть сухого порошка используется для собственного производства (плавленные сыры и мороженое). Часть идет на получение ЗЦМ. В ближайшие планы – наладить экспорт сухой сыворотки в Германию.

Вводят в строй оборудование по переработке сыворотки и ОАО «Верхнедвинский маслосырзавод», что позволит перерабатывать 200 т вторичного сырья в сутки. Положительный экономический эффект от нового проекта предусматривается получить за счет нескольких факторов: во-первых, упразднения экологического налога (700 млн. руб. в год); во-вторых, реализация сухой сыворотки на свободном рынке с достаточно высокой рентабельностью; в-третьих, использование в производстве заменителя цельного молока.

На ОАО «Березовский сыродельный комбинат» внедрена технология, которая позволяет высушивать кислую сыворотку с применением методов нанофльтрации. Полученный порошкообразный продукт планируется использовать для производства ЗЦМ и обеспечивать потребности в нем области.

В ОАО «Бабушкина крынка» выход молочной сыворотки составляет около 180 – 200 т в сутки, поэтому решено было создать участок по ее сушке.

На Щучинском маслосырзаводе Гродненской области создаются мощности по производству концентрата сывороточного белка, что позволит ежегодно перерабатывать 43,1 тыс. т сыворотки. Это совершенно новое производство, которого еще не было в Беларуси.

Оно ориентировано на выработку концентрата, из которого будут изготавливать детское питание.

Однако проблема переработки молочной сыворотки и ее использование многими молокоперерабатывающими предприятиями Республики Беларусь до сих пор не решена. Для предотвращения дальнейшего загрязнения окружающей среды молочной сыворотки необходимо ужесточить контроль за выполнением программы и использованием выделенных предприятием государственных кредитов на ее финансирование.

Для более быстрого достижения экономического эффекта от вложенных в производство сухой сыворотки средств и выхода на мировой рынок молокоперерабатывающие предприятия отрасли должны внедрять высокие технологии и создавать дополнительный специализированные мощности для более глубокой переработки молочной сыворотки.

Реализация рекомендуемых направлений диверсификации производственной деятельности молокоперерабатывающих предприятий по переработке сыворотки позволит увеличить объемы производства продукции, улучшить снабжение населения высокобелковыми продуктами питания, повысить эффективность работы молочной промышленности за счет организации безотходной переработки молока, получения дополнительной прибыли от реализации продуктов из молочной сыворотки, снизить экологический ущерб [3].

Использование сыворотки в производстве молочных консервов имеет много преимуществ за исключением одного значительного недостатка – высокого содержания лактозы. Одно из наиболее эффективных решений данной проблемы расщепления лактозы до образования моносахаридов глюкозы и лактозы, что позволит не только избежать неконтролируемой кристаллизации молочного

сахара, но и повысить сладость изделия за счёт более высокого индекса образовавшихся моносахаров, что снизит содержание сахара в готовом сгущённом продукте. По физико-химическим показателям сгущённый молочный продукт на основе молочной сыворотки максимально приближен к классическому молоку цельному сгущённому, основное отличие заключается в содержании сахарозы и лактозы. Массовая доля сахара в готовом продукте составляет 25 – 35%, что на 9 – 20% меньше, чем в классическом цельном сгущённом молоке с сахаром, уровень кислотности ниже контрольного, что свидетельствует о качественной подготовке молочного сырья [4].

Библиографический список

1. Соколовская, Е.В. Молочнопродуктовый подкомплекс Беларуси на современном этапе/ Е.В. Соколовская // Экономический бюллетень Научно-исследовательского экономического института Министерства экономики Республики Беларусь. – 2013. – №3. – С.43 - 46.
2. Журавлёв, В.А. Анализ и перспективы развития производства сухой сыворотки в Республике Беларусь / В.А. Журавлёв // Экономический бюллетень Научно-исследовательского института Министерства экономики Республики Беларусь. – 2010. – №9. – С. 42 - 46.
3. Шевелев, К.С. Сыворотка – ценный субпродукт / К.С. Шевелев. – М.: Молочная промышленность. – 2005. – № 1. – 60 - 61 с.
4. Дымар, О.М. Инновационные сгущённые молочные продукты / О.М. Дымар, О.А. Сороко, И.А. Миклуха // Наука и инновации. – 2017. – №5. – С. 34 - 17.

УДК 535.215

Захарченя И.В. Науч. рук. Сидорская Н.В.

Углеродный след электрического транспорта

ФГДЭ, 3 курс

В настоящее время глобальное изменение климата, вызванное накоплением парниковых газов антропогенного происхождения в атмосфере, – одна из наиболее острых проблем современности.

В современном обществе представления о глобальном характере воздействия эмиссии парниковых газов на окружающую среду лежат в основе применяемых в международной практике механизмов регулирования их выбросов и поглощений.

В рамках Парижского соглашения (2015 г.) данные механизмы развиваются по следующим направлениям: разрабатываются национальные и межгосударственные программы низкоуглеродного развития, а также определяются добровольные целевые показатели сокращения эмиссии парниковых газов; поддерживается проектная деятельность, направленная на сокращение выбросов и/или увеличение поглощения парниковых газов.

В рамках этих механизмов многие компании предоставляют информацию об углеродной результативности. Наиболее подробную информацию по выбросам парниковых газов обнаруживают предприятия, работающие в транспортной отрасли.

Углеродная отчётность позволяет повысить конкурентоспособность продукции компаний, поскольку даёт возможность потребителю выбирать наименее углеродоёмкие товары и услуги [1].

Углеродный след продукции представляет собой количественную оценку суммарных выбросов и

поглощений парниковых газов на протяжении жизненного цикла продукта – от момента добычи сырья до утилизации и конечного размещения отходов, – приведённую к единице выпускаемой продукции.

Другими словами, углеродный след – это мера общего количества выбросов двуокси углерода (CO_2) и метана (CH_4) с учетом всех соответствующих источников и поглотителей, рассчитанная как эквивалент диоксида углерода, используя соответствующий 100-летний потенциал глобального потепления (GWP100).

Процесс оценки углеродного следа продукции базируется на принципах и методах, изложенных в стандарте ISO TS 14067-2013 «Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication» (Парниковые газы – Углеродный след продукции – требования и предписания по количественному определению и предоставлению информации).

Процесс оценки углеродного следа базируется на анализе жизненного цикла продукции в соответствии с международными стандартами серии ISO 14067 [2].

В мировом транспортном секторе выбросы CO_2 составляют примерно 21% (6,6 Гт CO_2) от общего объема выбросов (32,0 Гт CO_2). В структуре выбросов CO_2 от транспорта основную роль играют выбросы от легковых автомобилей и легких грузовых и пассажирских автомобилей массой до 3,5 т (43,3%) и выбросы от грузового автотранспорта (22,2%) [3].

Структура мировых выбросов CO_2 от транспортного сектора экономики представлена на рисунке.

Одним из способов снижения выбросов CO_2 при эксплуатации автомобильного транспорта является переход от двигателей внутреннего сгорания (ДВС) к электромобилям.

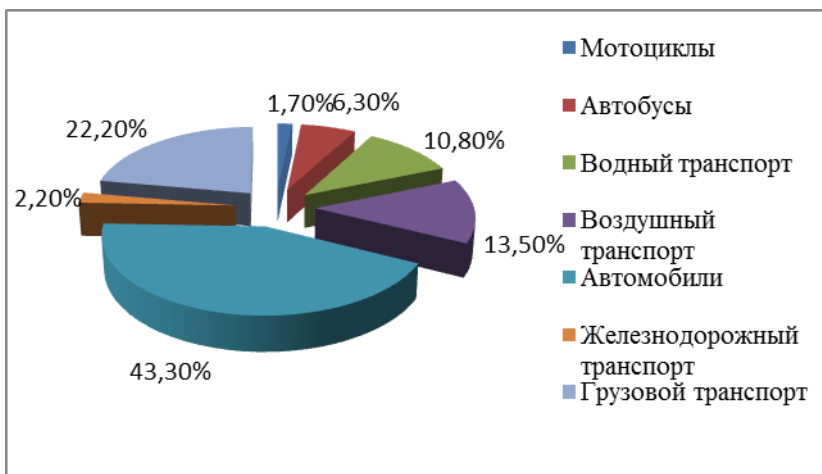


Рисунок – Структура мировых выбросов CO₂ от транспортного сектора экономики

Электричество – чистый конечный продукт. Поэтому при эксплуатации электромобиля транспортные выбросы парниковых газов отсутствуют.

Несмотря на то, что производство электромобилей связано с большим объемом выбросов парниковых газов, чем производство автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (ДВС), поскольку производство аккумуляторов является энергоёмким, углеродный след электромобиля в течение его полного жизненного цикла меньше, чем у бензинового.

Также потребление энергии бензинового автомобиля в течение срока службы выше, чем у электромобиля. С увеличением доли возобновляемых источников энергии в структуре электроэнергетики негативное воздействие электрического транспорта будет уменьшаться.

Основная доля выбросов автомобиля с ДВС приходится на эксплуатацию. У электромобиля она равна нулю.

В условиях структуры производства электроэнергии в Европе 2015 года, выбросы в течение жизненного цикла электромобиля более чем в два раза ниже, чем у дизельного авто.

Для профессиональной количественной оценки углеродного следа от эксплуатации электромобиля необходимо учитывать целый ряд изменяющихся факторов: 1) выбросы, связанные с добычей сырья и его транспортировкой до электростанций; 2) выбросы от сжигания топлива для производства электроэнергии; 3) потери электроэнергии при доставке до потребителя; 4) эффективность электромобиля.

Для бензинового автомобиля следует принимать во внимание выбросы, связанные с: 1) добычей нефти; 2) транспортировкой сырой нефти на НПЗ; 3) нефтепереработкой; 4) доставкой топлива на АЗС и 5) его сжиганием в двигателе транспортного средства.

Электромобиль дешевле (без учета батарей) и проще в производстве, так как состоит из меньшего количества деталей и компонентов (почти в три раза), чем автомобиль с ДВС. Тем не менее, по причине энергоемкости изготовления аккумуляторов удельные выбросы в процессе производства электромобилей сейчас выше на 15–68% в зависимости от класса [4].

Сохранение темпов роста мировых продаж электромобилей приведет к значительному снижению глобального потребления нефти уже в ближайшие 5 лет.

Подводя итоги, экологическая и энергетическая эффективность электромобилей выше, чем у автомобилей, работающих на традиционном топливе. Анализ жизненного цикла показывает, что даже в условиях

«грязной» структуры производства электроэнергии углеродный след электромобиля ниже, а если производства аккумуляторов будут работать на возобновляемом электричестве (по образу и подобию Тесла), то и углеродный след электрического транспорта будет стремиться к нулю [5].

Усовершенствование химии батарей, повторное использование аккумуляторов для целей хранения энергии и развитие отрасли утилизации батарей приведут к улучшению их экологической устойчивости. Развитие переработки и повторного использования материалов из отработанных аккумуляторов также будет помогать снижению зависимости от редкого и импортного сырья.

Тем самым преимущества электромобилей перед автомобилями на традиционных видах топлива растут с каждым днем.

Библиографический список

1. Усов, А. Углеродный след // Нефть России. – М: Нефть России, 2017. – №4. – 68 с.
2. Расчет углеродного следа продукции – в поисках наглядности [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.iso.org/ru/news/2013/11/Ref1801.html>
3. Fulton, L. Transport, Energy and CO₂: Moving Toward Sustainability // 5rd International Taxi Forum, 14 October, 2017. – 25 p.
4. Джайлаубеков, Е.А., Нартов, М.А. Электромобили - будущее городского транспорта. Перспективы развития // Вестник КазАТК. – Алматы, 2014. – №1(86). – с.47-53.
5. К вопросу углеродного следа электрического транспорта [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://renen.ru/on-the-carbon-footprint-of-electric-transport/>

УДК 504.4

Капуза М.А. Науч. рук. Мартынюк С.С.

Основные источники загрязнения окружающей среды при эксплуатации водного транспорта

ФЭС, 3 курс

Одним из основных источников, оказывающих негативное воздействие на воды мирового океана, является флот. Загрязнение осуществляется морскими и речными видами транспорта, которые выбрасывают отходы, получаемые в процессе эксплуатационной деятельности и выбросами, попадающими в воду при наступлении аварий токсичных грузов.

Основное загрязнение окружающей среды при эксплуатации водного транспорта происходит в результате следующих операций: сброс балластных вод; сброс льяльных, хозяйственных сточных вод и мусора; аварии при транспортировке грузов, перегрузочные операции; работа судовых двигателей, которые негативно воздействуют на окружающую среду.

Рассмотрим три наиболее масштабных источника поступления загрязняющих веществ в окружающую среду: балластные воды, аварии (разлив нефти), работа судовых двигателей.

1. Балластные воды

Сброс балластных вод на судах негативно отражается на водной среде. Основные зоны загрязнения окружающей среды балластными водами показаны на рисунке 1. Регулирование сброса судами балластных вод и осадков во всём мире происходит в соответствии с международными компаниями, соглашениями и конвенциями, из основных это: The Global Invasive Species Program; "Руководство по

контролю водяного балласта судов и управлению им для сведению к минимуму переноса вредных водных и патогенных организмов" (Резолюция А.868(20)) 1991г.; Международной Конвенции по контролю и обработке судового водяного балласта и осадков» (International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, 2004), МАРПОЛ 73/78.

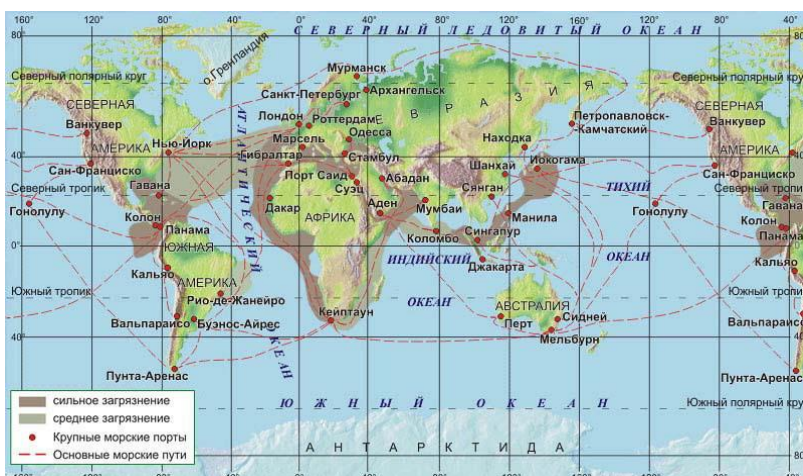


Рисунок 1 – Основные зоны загрязнения окружающей среды балластными водами

Круизные суда, крупные танкеры и суда, перевозящие навалочные грузы, используют огромное количество балластной воды, которая часто берётся в прибрежных водах в одном регионе и сбрасывается в другом. Балластная вода обычно содержит множество биологических материалов, включая растения, животных, вирусы и бактерии. Эти материалы часто содержат чужеродные экзотические виды, которые могут причинить огромный экологический и экономический ущерб водным

экосистемам, а также серьёзные проблемы здоровью человека [1]. Кроме чужеродных микроорганизмов, в балластных водах нефтяных танкеров содержится около 4% нефти от общего перевозимого объема.

Акватории Мирового океана, омывающие побережье регионов с наиболее высокой плотностью населения регулируется по Конвенции МАРПОЛ 73/78 [4] и выделяют в особые районы (рисунок 2).

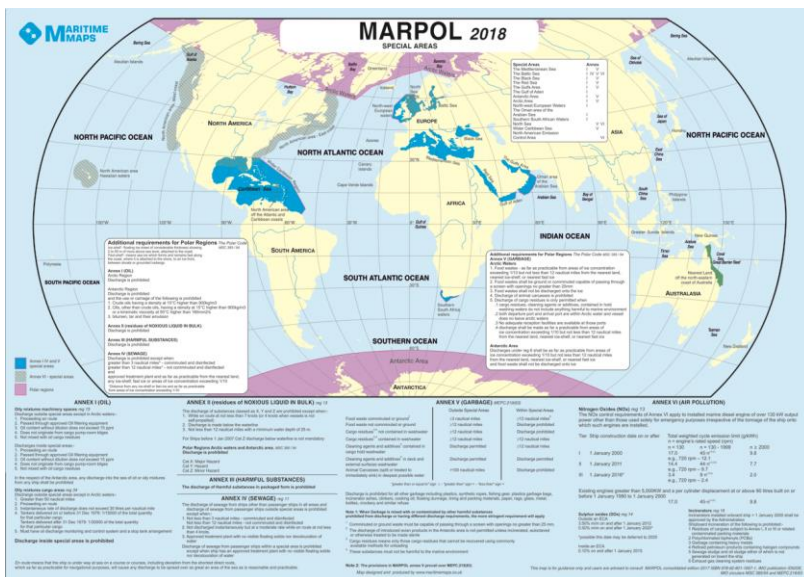


Рисунок 2 – Особые зоны. МАРПОЛ 73/78.

К особым районам относят: Средиземное, Балтийское, Чёрное, Красное моря, Карибское море с Мексиканским заливом, Северное море с Ирландским, Кельтским морями и Английским каналом, район заливов (Персидский и Оманский заливы), Аденский залив и район Антарктики.

Координаты, ограничивающие особые районы, приведены в тексте Конвенции МАРПОЛ 73/78.

В особых районах запрещается сброс в море нефтесодержащей смеси, за исключением случаев, когда одновременно соблюдаются определенные условия.

В районе Антарктики запрещается любой сброс нефтесодержащей смеси.

Вне особых районов запрещается сброс в море нефтесодержащей смеси, за исключением случаев, когда одновременно соблюдаются определенные условия.

Все операции с балластом, льяльными водами, бункером, смазочными маслами в МКО танкеров и судов, не являющихся танкерами, заносятся в "Журнал нефтяных операций", часть I.

Все операции с грузом, балластом на нефтяных танкерах заносятся в "Журнал нефтяных операций", часть II.

Учитывая, что сброс в море нефтяных остатков и отходов (шлама) категорически запрещён в любой точке Мирового океана, каждое судно должно иметь танк для сохранения на борту и последующей сдачи на берег нефтяных остатков и отходов (шлама) [3].

2. Транспортировка грузов (аварии и опасности при штормовых условиях)

Основное загрязнение окружающей среды при транспортировке грузов судами любого класса происходит в штормовых условиях и в аварийных ситуациях.

Одним из самых распространенных вариантов загрязнения грузами происходит при их сбросе (частичном или полном) с судна во время шторма (рисунок 3).



Рисунок 3 – Сброс груза

Одними из самых опасных для окружающей среды среди грузов являются нефть и газ. При авариях на танкерах и газовозах в море и атмосферу попадает большое количество вредных продуктов горения, тонны баррелей нефти в мировой океан. Одной из самых масштабных катастроф является авария на нефтяной платформе Deepwater Horizon (рисунок 4). По разным оценкам в воды Мексиканского залива попадает от 5 до 20 тыс. баррелей нефти в день.

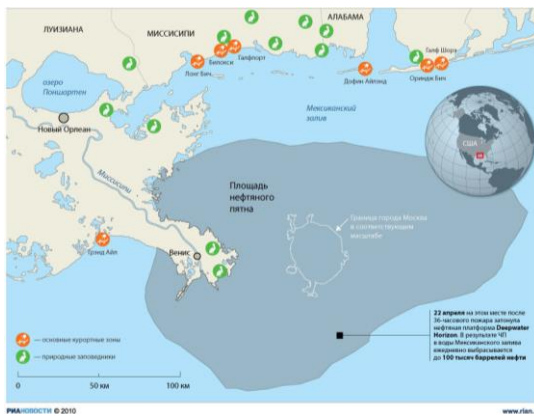


Рисунок 4 – Разлив нефти в Мексиканском заливе на 05.05.2010 г

3. Выхлопные газы

Ежегодно более 52000 судов, пересекающих океанские торговые маршруты, сжигают более 2 млрд. баррелей мазута. Тяжелый мазут, побочный продукт сырой нефти, содержит концентрации серы в 1800 раз выше, чем дизельное топливо, сжигаемое на магистральных США. Торговое судоходство оказывает серьёзное влияние на интенсивность глобального потепления. Объём выбросов судов составляет от 2 до 3 % от общего объёма выбросов парниковых газов в мире (хотя согласно некоторым данным, ежегодный выброс кораблями углекислого газа достигает 1,12 млрд. т – 4,5 % от всего газа).

Правила предотвращения загрязнения воздуха включены в новое Приложение VI (Инструкция по предотвращению загрязнения воздуха судами) к МАРПОЛ 73/78, которое вступит в силу через 12 месяцев после его принятия не менее чем 15 государствами, общий тоннаж судов которых составит не менее чем 50 % от тоннажа мирового торгового флота.

При эксплуатации судов в воды Мирового океана попадают оксиды серы, которые не приводят к отрицательным последствиям для морской среды, однако вызывают кислотные дожди и оказывают воздействие на береговые сооружения и растения. В соответствии с решением конференции максимальное содержание серы в топливе должно быть снижено с 5 % до 4,5%. Для судов, плавающих в Северном и Балтийском морях, установлены более жесткие требования — содержание серы в судовом топливе не должно превышать 1,5%. Суда должны оборудоваться системой очистки выхлопных газов или использовать любые другие технологические методы ограничения выделения окиси серы.

В отношении двигателей, работающих на судах, признано нецелесообразным принятие мер по снижению содержания окиси азота в выхлопных газах, так как соответствующий опыт показал, что в одних случаях это приводило к повышению удельного расхода топлива, а в других – к росту двуокиси углерода в уходящих газах.

С 1 января 2000 г. новые двигатели, устанавливаемые на судах, должны удовлетворять жестким требованиям в отношении содержания NO_x в выхлопных газах. Исключения могут быть сделаны только для судовых двигателей мощностью 130 кВт, аварийных дизель-генераторов, двигателей спасательных шлюпок, а также для двигателей, работающих при числе оборотов более 1600 об/мин на судах внутреннего плавания (между портами и терминалами).

Преднамеренная эмиссия озоноразрушающих веществ в процессе эксплуатации, обслуживания, ремонта судовых систем и оборудования запрещается. Новое оборудование, которое может содержать озоноразрушающие вещества, не допускается к использованию на судах за исключением установок, содержащих вещества группы HCFC (в том числе фреон R22I), применение которых разрешено до 1 января 2020 г. [6].

Таким образом, основные виды воздействия на окружающую среду при эксплуатации водного транспорта представлены двумя составляющими – эксплуатационной и аварийной. Загрязнения, которые возникают в процессе эксплуатации судов, портов и судоремонтных предприятий, образуются и сбрасываются постоянно, хотя и в относительно небольших количествах. При аварийных разливах происходят залповые сбросы большого количества загрязнителей, но они ограничены районом аварии и прилегающими территориями. Для снижения

воздействия на окружающую среду необходимо применять следующие природоохранные мероприятия:

- внедрение системы электронно-управляемого впрыскивания топлива, которая поможет оптимизировать рабочий процесс;

- регулирование фаз топливоподачи и газораспределения;

- оборудование утилизированных котлов специальной системой контроля температуры в различных элементах механизма (полости котла, сажеобдуве, пожаротушении);

- каждый морской и речной вид транспорта должен иметь технические средства, позволяющие контролировать качество выпускных газов, которые попадают в атмосферу;

- отказ от использования на судах веществ, содержащих азот;

- тщательный анализ функционирования сальниковых и фланцевых соединений;

- эксплуатация дизель-генераторов, имеющих переменную частоту вращения.

Выполняя данные рекомендации, выброс вредных веществ будет значительно снижен, что позволит уменьшить загрязнение окружающей среды при эксплуатации водного транспорта.

Библиографический список

1. Картамышева Е. С., Иванченко Д. С., Бекетова Е. А. Судно как источник загрязнения окружающей среды // Молодой ученый. – 2018. – № 25. – С. 12-15. – URL <https://moluch.ru/archive/211/51586/> (дата обращения: 12.04.2019).
2. StudRef.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://studref.com/>–Дата доступа: 13.04.2019.

3. Министерство транспорта Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.mintrans.ru/>–Дата доступа: 19.04.2019.
4. ИМО [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.imo.org/>–Дата доступа: 19.04.2019/.
5. Air pollution from ships // Transport and Environmental. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.transportenvironment.org/what-we-do/shipping/air-pollution-ships> – Дата доступа:19.04.2019.
6. Helpiks.org [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://helpiks.org/9-31655.html> – Дата доступа: 19.04.2019.

УДК 378.1

Коптик О.А. Науч. рук. Лаптёнок С.А.

Методологические аспекты подготовки специалистов гражданской авиации в Республике Беларусь

БГАА, магистрант

Как и многие стороны нашей жизни, высшее образование в Республике Беларусь развивается, видоизменяется, совершенствуется. А направление этих изменений задается неизбежностью интеграции в Европейское пространство высшего образования, которая является важнейшим направлением образовательной политики Республики Беларусь. Высшее образование в нашей стране, как и во всем мире, стало массовым. Это обусловливается с одной стороны тем фактором, что для республики человеческий капитал выступает основным ресурсом стабильного социально-экономического развития. А с другой стороны, все больше молодых людей

в нашей стране испытывают потребность в образовании, т.е. в приобретении систематизированных знаний, умений и навыков. Видят в этом залог будущей успешной работы и возможности самореализации.

Развитие международного сотрудничества между университетами обеспечивает условия для осуществления совместных образовательных программ, которые способствуют повышению мобильности студентов и преподавателей, вовлечению их в образовательные и научно-исследовательские проекты, признания на международном уровне белорусских дипломов о высшем образовании.

Обеспечение доступности, качества и эффективности образования достигается не только мерами, принятыми на международном и государственном уровнях. Важнейшее значение имеет создание условий для осуществления и студентами, и преподавателями самоуправления и принятия решений, возможность образовательного выбора. Это способствует развитию не только профессиональной, но и социально-личностной компетентности всех участников образовательного процесса.

Белорусская государственная академия авиации (БГГА) не должна оставаться в стороне от таких изменений. Авиационные специалисты должны соответствовать уровню Международных авиационных нормы и интересам наших авиапредприятий.

Это потребует включения механизмов привлечения и закрепления в академии талантливой молодежи, обеспечения высокого качества подготовки кадров, эффективной академической мобильности научных и научно-педагогических кадров.

Инновационное развитие должно рассматриваться как приоритетная задача обновления экономической и социальной сферы страны. Это определяется уровнем

качества образования, его инновационностью. Обуславливает необходимость разработки в БГАА новых моделей, программ и технологий подготовки специалистов. Требуется создания современной инфраструктуры управления образовательным процессом и научно-исследовательской деятельностью, обеспечения научной обоснованности и системности решений, принимаемых на разных уровнях управления. Особое значение приобретает привлечение студентов к научно-исследовательской работе как в форме участия в международных и межвузовских научных конференциях, конкурсах, так и в составе творческих коллективов кафедр в целях развития самостоятельной работы студентов и индивидуализации обучения.

Предполагается использование экстерната на базе информационных технологий и дистанционного обучения. Уменьшение количества обязательных занятий и расширение объемов самостоятельной работы курсантов. Возможность учиться по индивидуальным планам при сохранении соотношения фундаментальных и специальных дисциплин. Применение методов тестового контроля, рейтинговых показателей, аттестации.

Продолжает развиваться и совершенствоваться система непрерывного образования, обеспечивающая подготовку научно-педагогических кадров, а также повышение их квалификации по приоритетным для БГАА направлениям.

Необходимым условием качественных преобразований является сохранение самостоятельности БГАА и ее потенциала технического учреждения высшего образования авиационной направленности. В этой ситуации Белорусская государственная академия авиации должна перейти на более высокий качественный уровень образовательной и научной деятельности.

УДК 811.111:662.767.2(476)

Khramenkova V., Nikitsenka H., supervisors Andlar M.¹,
Belskaya H.

Improving the Efficiency of Biogas Production in Agricultural Sector of the Republic of Belarus

FTUG, gr. 108041-17

¹Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

Agricultural production in the Republic of Belarus is one of the most important fields of economics. The leading spots in terms is to provide the country with food products and to export it. At the same time, Belarusian active development is associated with large-scale environmental problems. Production of organic waste at agricultural and processing plants is accompanied by contamination of the atmospheric air, soil, underground and surface waters. Environmental problems are further complicated by the fact that Belarusian agricultural production is growing in time. Today, the country has 668 bovine breeding complexes, 112 pig complexes and 55 poultry plants, which annually generate about 75 million tons of organic waste per year. Environmental problems of animal maintenance will become even more relevant in the future. According to the State Program for Development of Agricultural Business in the Republic of Belarus for 2016-2020 years, animal production volumes will increase till 18.3% by 2020, increasing the volume of the waste and affecting the environment. A big part of the above environmental problems could be eliminated by using biogas technologies for waste treatment and consequently biogas producing. One of the main advantages of biogas production is the ability to transform organic waste material into a valuable resource, by using as a

substrate for anaerobic digestion. Many European countries, including R. Belarus, are facing enormous problems associated with overproduction of organic wastes from industry, agriculture and household sectors. Biogas production is an excellent way to comply with increasingly restrictive national and European regulations in this area and to utilise organic wastes for energy production, followed by recycling of the digested substrate as fertilizer [1]. Anaerobic digestion can also contribute to reduce the volume of waste and costs for waste disposal. Other advantage of using anaerobic digestion is the possibility to cover for a plant's own requirements for electrical and heat power (for example, green houses heating). It is possible to achieve growth in the yield capacity of agricultural crops by using higher quality fertilizers, reducing loads on mineral treatment facilities, decreasing of greenhouse gases emissions and the volume of herbicides applied to the cultivated lands. It is clear that the evaluation of economic effects of using biogas technologies need to reflect the environmental and agricultural factors.

The agricultural biogas plants are considered those plants, which are processing feedstock of agricultural origin. The most common feedstock types for this kind of plants are listed in Table 1.

Availability of sufficient volume of feedstock plays a key part in the efficient operation of a biogas plant function. The advantage of Belarusian agricultural enterprises lies in the combination of animal keeping and plant production process. This means that the substrate (feedstock) is available at the place of operation of a biogas plants function, which helps to eliminate significant transportation costs. Its fertilizing characteristics can be improved by fermentation, which has been proven by a number of scientific studies [3, 4]. One of the products of biogas waste treatment is the digestate, which has a number of advantages over untreated organics.

Table 1 – The common feedstock types of agricultural origin and their main characteristics [2]

Substrate	Dry solids, DS (%)	Organic dry solids %	Biogas output, m³/t	CH₄ m³ / 1 tone of DS
Bovine manure slurry	10	80	25	210
Pig manure slurry	6	80	28	250
Bovine manure	25	80	80	250
Poultry manure	40	75	140	280
Corn silage	33	95	200	340
Crop straw	33	95	200	329
Grass silage	35	90	180	310
Rape cake	92	87	660	396
Potato pulp	13	90	80	336
Sugar-beet pulp	24	95	68	218
Fruit marc	35	88	148	453

It contains nitrogen in a form that is more accessible for plants consumption and is free from weed seeds and pathogenic organisms. Biogas treatment of bovine manure helps increase the average yield capacity of the cultivated crops by 5-7%. In this case, the quality of digestate becomes nearly identical to the quality of nitrogen-based fertilizers. Even better effect can be achieved by means of treatment of pig manure: the use of pig digestate helps increase the yield capacity by about 15% as compared to untreated manure. Process stages of agricultural biogas plants are shown in Figure 1 [5].

The first process stage (storage, conditioning, transport and insertion of feedstock) includes the storage tank for manure, the collection bins, the sanitation tank, the drive-in storage tanks and the solid feedstock feeding system. The second process stage includes the biogas production in the biogas reactor also referred to as the digester. The third process stage is represented by the storage tank for digestate and the utilization of digestate as fertilizer on the fields.

The fourth process stage (biogas storage, conditioning and utilization) consists of the gas storage tank and the CHP-unit (combined heat and power generation).

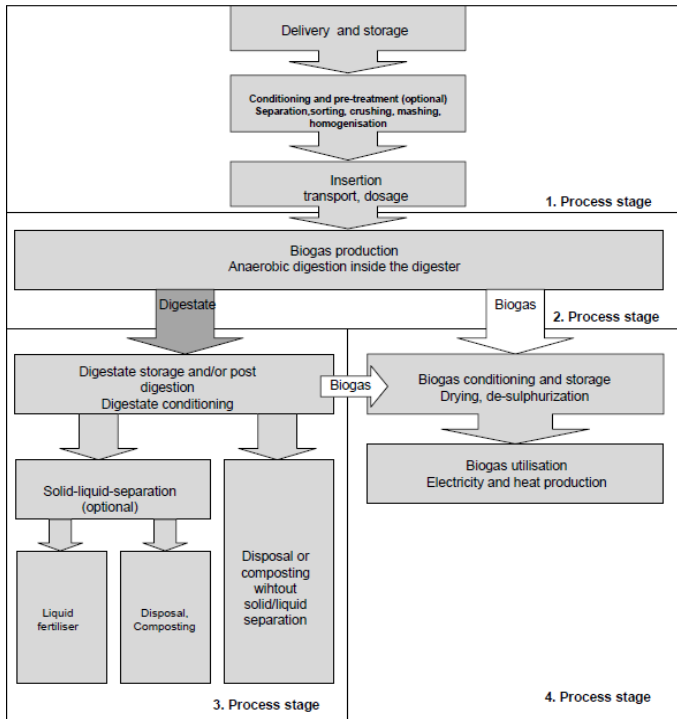


Figure 1 – Process stages of agricultural biogas plants

In order to ensure the efficiency of biogas plants, it is necessary to examine the entire system, from the availability of the substrate to design of the biogas plant itself and energy supply to consumers.

In practice, investors usually only estimate the income from sales of electrical energy. In some cases, the possibility of heat utilization is taken into account. On the other hand, a complete assessment of environmental and agrotechnical factors is difficult. Moreover, some of the above-mentioned

factors (Table 2) are external (i.e. influence third parties) and cannot be directly accounted for by the owner of the plant.

Table 2 – Stages of planning biogas plants

1. Substrate provision	2. Biogas plant	3. Energy sales	4. Estimation of environmental factors
- Determining types and volumes of the available feedstock -Who supplies the feedstock? -What substrate treatment is required?	-Selecting biogas production technology -Determining the plant capacity -Calculating the costs of energy generation	-Technical concept of distribution of energy (electrical and heat) -Costs of energy distribution	-Sales of fertilizers -Increasing yield capacity -Reducing loads on treatment facilities -Reducing environmental tax

However, according to the calculations, sales of electrical energy, which is currently considered as the main income factor in biogas technologies, ensures only up to 55% of the total income. In planning and construction of biogas complexes, it is necessary to account for the possibility of utilization of heat energy or its sales to third parties, as well as the possibility to gain income due to environmental factors. Their share in the total income volume can amount to about 25% (Figure 2).

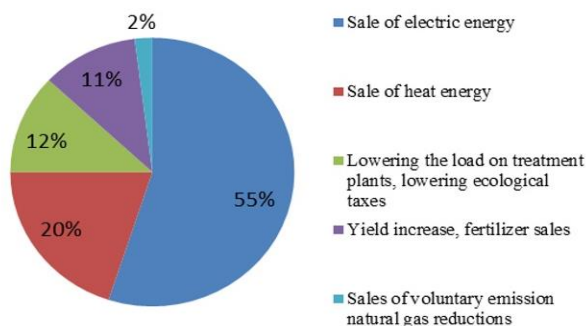


Figure 2 – Structure of possible incomes from the operation of a biogas complex

Regardless of the wide range of advantages, expansion of biogas technologies in Belarus faces a number of problems. Serious issues are indicated by the implementation of the National Program of development of local and renewable power sources and the Program of construction of biogas-powered sources. Of the 52 biogas projects planned within these programs, only 7 were implemented. Below is an overview of the main problems of the field:

- i. In the conditions of state dotation of agriculture, the main problem for the development of bioenergetics lies in the absence of the country's own agricultural plants for initial investments. Credit rates are too high, which complicates the attraction of borrowed funds. Planning of state programs suggests a search for foreign investors and their participation in the funding of projects. At the same time, a search of investors has to start with developing authentic and full-scale business plans capable of attracting foreign financial institutions. These works have to be done by the Belarusian initiator of biogas.
- ii. Certain functioning bioenergetics facilities create a negative image for the entire industry. This is due to insufficient planning of logistic chains of feedstock delivery, non-compliance with the requirements for its composition and quality and incomplete utilization of heat energy. All this resulted in an almost complete absence of initiative from heads of agricultural organizations and local executive authorities.
- iii. A significant barrier to the entry of foreign investors to the market of bioenergetics is caused by multiple changes in the regulatory base of this sphere. The most important of the latest changes of legislation in the field of bioenergetics became fixing up quotas for the creation of

new biogas capacities and their unreasonably low numbers.

Accordingly, adjustment of the state policy and utilization of a complex approach to planning will help make bioenergetics a promising field for the attraction of investments and solve a number of problems of the Belarusian agricultural complex. Biogas production in the Republic of Belarus is based on the renewable agricultural waste materials and consequently, it reduces the negative impact on the environment. However, the biorefinery concept has to be utilized for a biogas production system in order to obtain more value-added products that could additionally enlarge the environmental and economic sustainability of this bioprocess.

Reference list

1. Schaaf, H. Biogas manure as upgraded farmyard manure (2002) Conference Report 11th Annual Meeting of the Association of Biogas. E.V.: 50-57, Freising.
2. Guideline Biogas - From extraction to use (2013) // Agency for Renewable Resources, Gülzow.
3. Barbanera, M, Pelosi, C, Taddei, AR, Cotana, F (2018) Optimization of bio-oil production from solid digestate by microwave-assisted liquefaction. *Energy Convers Manag* 171:1263–1272.
4. Zeng, Y., De Guardia, A., Dabert, P. (2016) Improving composting as a post-treatment of anaerobic digestate. *Biores. Technol.* 201, 293–303.
5. Al Seadi, T., Rutz, D., Prassl, H., Köttner, M., Finsterwalder, T., Volk, S., Janssen, R. (2008) *Biogas handbook*. University of Southern Denmark Esbjerg, Denmark.

УДК 502.36

Корытко Д.С. Науч. рук. Благовещенская Т. С.

Анализ процесса сжигания шин в цементных печах

ФГДЭ, 3 курс

Существует практика сжигания шин в цементной промышленности и на теплоэлектроцентралях в качестве заменителя топлива – угля и мазута, при производстве цемента также используется как добавка в продукцию в виде технического углерода, образующегося в процессе температурной деструкции шин.

При выборе отходов и материалов для сжигания должны учитываться такие дополнительные факторы, как:

1. влияние на выбросы CO_2 и потребление топлива;
2. влияние на стоимость топлива;
3. влияние на прочие выбросы, такие как NO_x , SO_2 , твердые частицы, иные стойкие органические загрязнители, тяжелые металлы, СО, органические вещества;
4. стабильность работы печи (на которую влияют такие факторы, как теплота сгорания и содержание влаги);
5. влияние на качество продукции [1].

Однако существенным недостатком сжигания шин является образование диоксинов и фуранов. В обычных цементных печах существует несколько температурных зон, непрерывно переходящих друг в друга: зона подогрева ($500-600\text{ }^\circ\text{C}$), зона кальцинирования ($900-1200\text{ }^\circ\text{C}$), зона спекания ($1450\text{ }^\circ\text{C}$), зона охлаждения ($1000-1200\text{ }^\circ\text{C}$). Лишь одна из них (спекания) обеспечивает предотвращение образования диоксинов и фуранов, да и то если должным образом выдерживаются временные условия. Однако стопроцентной гарантии этому быть не может, поскольку топочные газы также последовательно проходят сквозь все температурные зоны, причем время пребывания в каждой

из зон вряд ли может быть точно выдержано в силу их непрерывности [2].

Также при использовании в качестве дополнительного топлива старых автомобильных покрышек декларируется образование так называемой «второй зоны горения», которая улучшает «условия эксплуатации футеровки» [3]. Это означает, что уровень определенности при прогнозировании условий горения и возможности образования токсичных органических веществ еще больше снижается и сложно контролируется, т.к. в республике отсутствуют аккредитованные лаборатории, которые могут определять содержание диоксинов в отходящих газах, а стоимость отбора проб и их анализа, например, в России, слишком высока.

6. Предприятия, эксплуатирующие установки по сжиганию изношенных автопокрышек, получают, как правило, доплату за их прием. Однако, по мере того, как старые шины приобретают значение в качестве материала, способного быть переработанным в другие продукты, актуальность термической переработки снижается. Во многих европейских странах наблюдается тенденция по ограничению сжигания шин в пользу других способов переработки, многие из которых также достаточно широко применяются в Беларуси – регенерация, производство резиновой крошки и т.п.

Библиографический список

1. Дуров В. В. Охрана атмосферного воздуха в цементной промышленности / В. В. Дуров // Цемент и его применение. – 1998. – № 6. – С. 2-3.
2. Джемсон Ове Л. Проектирование экологически чистых переделов цементного производства // Цемент. 1996. №
3. Hammer Ch., Gray T.A. Управление комплексного обращения с отходами: штат Калифорния: реферат 10 // Ресурсосберегающие технологии. Экспресс-информация. ВИНТИ. – 2008. – № 3. – С. 14-31.

УДК 502.36

Куцевич П.Г. Науч. рук. Благовещенская Т.С.

Требования к сбору и хранению отработанных масел

ВТФ, 2 курс

Отработанные нефтепродукты являются опасными загрязнителями практически всех компонентов природной среды – поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова, атмосферного воздуха. Значительный ущерб окружающей среде наносится в основном при эксплуатации и обслуживании транспорта, хранении нефтепродуктов, их сливе-наливе и т.д., а также во время неправильного сбора и хранения отработанного масла и маслосодержащих отходов, так же немало важным является что маслосодержащие отходы пожаро- и взрывоопасны, а также относятся к категории легко воспламеняющихся отходов [1].

Поэтому к данному виду отходов применяются требования по организации сбора и хранения. Например, при обнаружении разлива отработанного масла необходимо:

- прекратить доступ людей к месту разлива;
- место разлива масла обильно засыпать имеющимися в запасе песком, опилками;
- собрать песок с помощью лопаты в предназначенную для этого герметичную ёмкость;
- в случае разлива в помещении тщательно вымыть загрязненный участок мыльной водой.

При сборе и хранении отработанных масел запрещается устанавливать ёмкости с отработанными маслами вблизи нагретых поверхностей; хранить ёмкости с отработанным маслом совместно с другими материалами и

веществами; сливать масла в канализацию на почву, водные объекты.

Отработанные масла должны собираться в тару с закрывающимися крышками, расположенную в поддоне – вторичной приемной емкости для локализации возможных проливов. При хранении масел на территории предприятия необходимо предотвратить их смыв из емкостей или потеков с них в поверхностных сток и на почву – для этих целей устанавливаются навесы, емкости плотно закрываются крышками (пробками), тара ставится на маслонепроницаемое твердое покрытие (бетон).

Отработанные масла относят к вторичным материальным ресурсам (далее – ВМР) – это отходы, которые после их сбора могут быть вовлечены в гражданский оборот в качестве вторичного сырья и для их использования в Республике Беларусь имеются объекты по использованию указанные в реестре объектов по использованию отходов [2]. Захоронение ВМР запрещено [2]. Нарушение установленного законодательством порядка обращения с ВМР является административным правонарушением [3].

Существует ряд способов переработки и обезвреживания отработанных масел – от восстановления их первоначальных свойств до использования в качестве теплоносителя и источника получения энергии. Основные методы по утилизации отработанных нефтяных продуктов (далее – ОНП) приведены на рисунке.

Таким образом, регенерация и повторное использование масел позволит извлечь дополнительную прибыль – стоимость восстановленных масел будет на 40-70% ниже стоимости свежих масел при практически одинаковом их качестве.

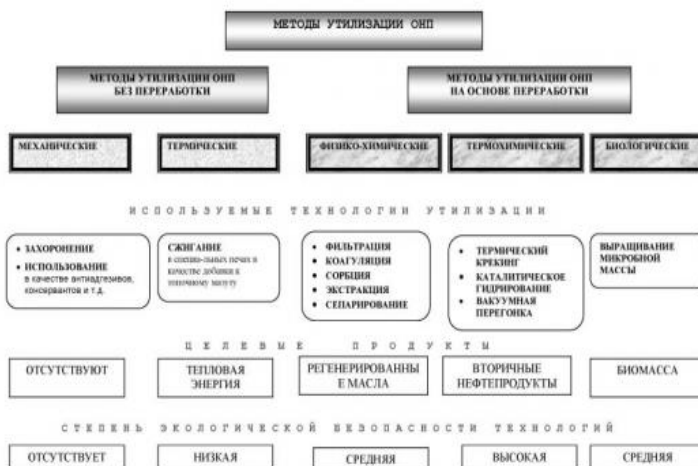


Рисунок – Методы утилизации отработанных нефтепродуктов

В индустриально развитых странах доля регенерированных масел от общего объема их производства составляет около 30%.

Библиографический список

1. Пятифан [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=15736>
2. Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» № 271-З от 20.07.2007.
3. Электронный журнал [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.gb.by/izdaniya/glavnyi-bukhgalter/otrabetannye-masla-uchet-i-khranenie#sel=57:3,107:1>
4. Эко профи [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://eco-profi.info/index.php/othod/instr/608-instr-5410020002000-3.html>

УДК 369.2

Литвина М.А. Науч. рук. Лаптёнок С.А.

Совершенствование уровня подготовки специалистов гражданской авиации Республики Беларусь

БГАА, магистрант

В Республике Беларусь проводится постоянная целенаправленная работа по развитию гражданской авиации. Увеличение парка воздушных судов позволило освоить новые рынки международных перевозок (открыто 15 новых регулярных рейсов за последние 2 года), значительно увеличить частоту выполнения полетов в Европу и страны Содружества Независимых Государств, расширить чартерные программы.

В подпрограмме 4 «Развитие гражданской авиации Республики Беларусь» разделов V - VI Государственной программы развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016 – 2020 гг. отмечается, что требуется дальнейшее укрепление производственного и кадрового потенциала отрасли, расширение, совершенствование и повышение эффективности оказываемых услуг с учетом тенденций развития международной гражданской авиации.

В учреждении образования «Белорусская государственная академия авиации» в 2018 году открыта специальность аспирантуры 05.22.14 «Эксплуатация воздушного транспорта».

Областями исследований данной специальности являются:

1. Теоретическое обоснование создания и развития систем эксплуатации и восстановления воздушного транспорта.

2. Оценка эффективности эксплуатации воздушного транспорта, функциональных систем и комплексов, наземных средств обеспечения исправности и работоспособности воздушного транспорта.

3. Исследование влияния эксплуатационных свойств и живучести воздушного транспорта, воздействия окружающей среды и других эксплуатационных факторов на эффективность образцов и систем воздушного транспорта, разработка способов применения воздушного транспорта в различных условиях его эксплуатации.

4. Исследование процессов и технологий эксплуатации и восстановления воздушного транспорта, разработка методов и методик определения их технического состояния, обоснования рациональных стратегий, видов, технологий технического обслуживания, хранения, восстановления воздушного транспорта.

5. Обоснование, оценка и совершенствование эксплуатационно-технических и эргономических характеристик воздушного транспорта, способов и средств обеспечения безопасности полетов.

6. Исследование и разработка систем управления, методов организации и руководства технической эксплуатацией и восстановлением воздушного транспорта.

7. Исследование и разработка технических средств обслуживания, восстановления, защиты от старения, биоповреждений воздушного транспорта, средств технического диагностирования и прогнозирования изменения технического состояния воздушного транспорта.

8. Разработка методов расчета и прогнозирования затрат на эксплуатацию и восстановление воздушного транспорта и средств их технического обслуживания и ремонта.

9. Исследования по обоснованию, оценке и совершенствованию систем утилизации объектов воздушного транспорта.

10. Исследование вопросов прогнозирования потоков воздушного транспорта, взаимодействия с другими видами транспорта.

С целью подготовки высококвалифицированных специалистов для повышения качества обслуживания населения в авиационной отрасли, увеличения авиационной подвижности населения и повышения эффективности использования аэропортов в соответствии с требованиями растущего авиатранспортного рынка в академии авиации планируется к открытию новая специальность переподготовки руководящих работников и специалистов, имеющих высшее образование «Обслуживание воздушных перевозок», аналогов которой нет в Республике Беларусь.

В соответствии с общегосударственным классификатором Республики Беларусь ОКРБ 005-2011 «Виды экономической деятельности» (в ред. постановления Госстандарта от 28.05.2012 N 26), утвержденного Постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь 5 декабря 2011 г. N 85 (в ред. постановлений Госстандарта от 28.05.2012 N 26, от 11.02.2013 N 10, от 08.10.2015 N 48, от 14.10.2016 N 77, от 12.10.2017 N 76) основными сферами профессиональной деятельности специалиста являются:

51100 Деятельность пассажирского воздушного транспорта

52239 Прочая деятельность, относящаяся к пассажирским и грузовым перевозкам

52240 Транспортная обработка грузов

52290 Прочая вспомогательная деятельность в области перевозок

Выпускники специальности переподготовки руководящих работников и специалистов, имеющих высшее образование «Обслуживание воздушных перевозок» с квалификацией «Специалист по обслуживанию воздушных перевозок» смогут претендовать на первичные должности служащих в авиационных организациях (в частности в аэропортах) в соответствии с ОКРБ 014-2017 «Занятия», утвержденного Постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь 24 июля 2017 г. N 33: агент по организации обслуживания пассажирских авиаперевозок 4221-003, агент по организации обслуживания почтово-грузовых авиаперевозок 4223-003.

Объектами профессиональной деятельности специалиста по обслуживанию воздушных перевозок будут являться:

- организационные, управленческие системы и процессы функционирования авиакомпаний;

- аэропорты, процессы, методы и средства приема, отправки и обслуживания воздушных судов, обслуживания пассажиров, обработки багажа, грузов и почты;

- объекты авиационной инфраструктуры, процессы, методы и средства эксплуатации и обслуживания объектов авиационной инфраструктуры;

- системы управления производственно-технологическими процессами;

- процессы, методы и средства организации и обеспечения производственно-хозяйственной деятельности аэропортов.

УДК 502.36

Литвинюк М.А. Науч. рук. Благовещенская Т.С.

Требования к сбору и хранению отработанных шин

ВТФ, 2 курс

Многие предприятия располагают собственным автомобильным парком и зачастую осуществляют его техническое обслуживание собственными силами. В результате ремонтных работ транспортных средств образуется широкий спектр отходов. Одним из опасных и габаритных являются отработанные шины.

Ежегодно в республике образуется более 65000 т изношенных шин[1]. В настоящее время изношенные шины используются в качестве альтернативного топлива ОАО «Красносельскстройматериалы», ОАО «Белорусский цементный завод». В качестве сырья изношенные шины используются ЧПТУП «Регенератный завод» и ООО «Экологическая альтернатива».

Перечень организаций, принимающих на использование указанные отходы, размещен на официальном сайте Минприроды в разделе «Справочная информация» [2].

Потребность в резиносодержащих отходах приведена в таблице.

В соответствии с классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь (Постановление Минприроды № 85 от 08.11.2007), установлены следующие виды отходов изношенных шин:

- изношенные шины с металлокордом;
- изношенные шины с текстильным кордом;
- отходы шин с текстильным кордом при восстановительном ремонте, после эксплуатации транспорта;

- отходы шин с металлокордом при восстановительном ремонте, после эксплуатации транспорта.

Таблица – Потребность в резиносодержащих отходах по годам, тыс. т

Наименование предприятия	2010	2013	2015
ООО «Экологическая альтернатива»	5,0	5,0	5,0
ОАО «Красносельскстройматериалы»	7,0	6,8	7,0
ПРУП «Белорусский цементный завод»	7,5	6,0	6,0
ЧПТУП «Регенератный завод»	7,2	7,2	7,2
ОАО «БелВТИ»	–	5,0	5,0
Производства по использованию резиносодержащих отходов, создаваемые:			
в Брестской области	–	–	6,0
в Витебской области	–	–	1,0
в Гомельской области	–	1,0	1,0
в Минской области	–	6,0	6,8
Итого	26,7	37,0	45,0

Отработанные шины относятся к третьему классу опасности из-за пожароопасного свойства и по токсичности продуктов горения.

Площадки временного хранения/накопления отработанных шин должны иметь твердое искусственное

покрытие, ограждение, подъезды для транспортных средств. Запрещается хранение отходов у стен зданий и сооружений [3].

На площадке временного хранения отработанных шин количество накапливаемых отработанных шин не должно превышать двух тонн. На площадке накопления отработанных шин количество накапливаемых отработанных шин не должно превышать ста тонн.

Площадки временного хранения отработанных шин создаются:

- в организациях, осуществляющих ремонт и (или) техническое обслуживание автотранспортных средств;
- организациях, оказывающих шиноремонтные и шиномонтажные услуги;
- гаражных кооперативах;
- сельскохозяйственных предприятиях и иных организациях.

Совместно с отработанными шинами не хранят отработанные масла, химические вещества и материалы, которые могут вызвать возгорание или ухудшить качество резины как вторсырья.

При любом термическом методе обезвреживания за исключением пиролиза в воздух могут выделяться около двух десятков канцерогенов, таких как: диоксины, пирен, нафталин, бензопирен и др.

Наиболее экологически приемлемый метод использования шин – переработка с получением резиновой крошки. Такую технологию реализует ООО «Экологическая альтернатива». Резиновая крошка используется в качестве эластичного наполнителя для спортивных полиуретановых покрытий, для засыпки в спортивные покрытия с искусственной травой, как наполнитель для резиновых смесей и др.

Проблема сбора отходов, образующихся при обслуживании и эксплуатации автотранспортных средств, стала решаться в стране намного активнее после введения расширенной ответственности производителя.

Согласно принятой концепции ответственность по сбору автомобильных шин и моторных масел лежит на производящих и импортирующих организациях. Это позволяет собирать большие количества таких отходов, а также получать финансирование на их дальнейшую переработку.

Библиографический список

1. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды «Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь» № 85 от 08.11.2007г.
2. Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» № 271-3 от 20.07.2007г.
3. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды «Об утверждении Инструкции о порядке установления степени опасности отходов производства и класса опасности опасных отходов производства. № 3/13/2 от 17.01.2008г.

УДК 551.510

Магер А.П. Науч. рук. Ролевич И.В.

Загрязнение атмосферного воздуха в процессе производства комбикормов

ФГДЭ, 4 курс

Производство комбикормов включает очистку, сушку, дробление, рассев зерна и продуктов его переработки, смешивание и дозирование сырья, гранулирование и брикетирование комбикормов, а также транспортировку и хранение их. Все эти процессы сопровождаются существенным загрязнением атмосферного воздуха пылью. Производственная деятельность комбикормовых заводов предусматривает широкий цикл производственных процессов, таких как прием и отгрузка сырья, его транспортировка, очистка, сушка, измельчение и т. д. Все эти операции сопровождаются образованием большого количества пыли внутри оборудования, которое может достигать взрывоопасной концентрации, а при выделении в окружающую среду создает концентрации опасные для людей. Указанная проблема была изучена на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод».

Завод представляет специализированное предприятие, изготавливающее комбикорма как для кур-несушек, бройлеров, свиней и крупного рогатого скота, так и для других видов животных, птиц: рыбы, кроликов, индюков, лошадей, коз, овец.

Технология производства комбикормов зависит от вида конечного продукта и включает в себя следующие этапы:

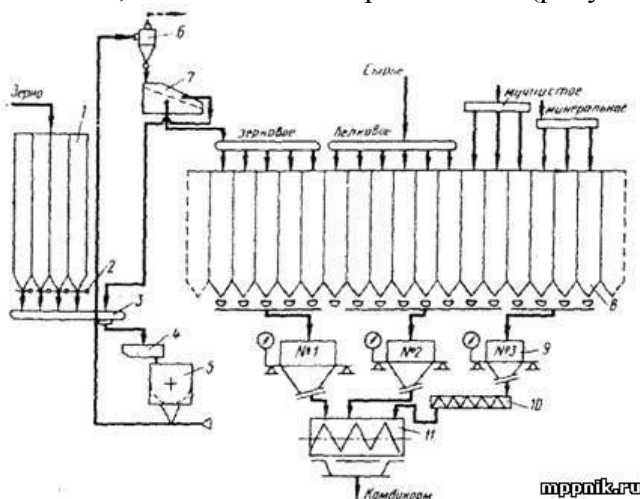
- 1) прием и обработку зернового сырья;
- 2) отделения пленок от овса и ячменя;

- 3) производства мучнистого сырья (отруби, мучка);
- 4) производства витаминной травяной муки рассыпной или гранулированной;
- 5) изготовления кормовых продуктов пищевых производств;
- 6) производства шротов;
- 7) изготовления прессованного и кускового сырья;
- 8) обработки сырья в таре;
- 9) подготовки поваренной соли;
- 10) подготовки кормового мела и другого сырья минерального происхождения;
- 11) ввода мелассы (гидрола, жидкий концентрат, кормовой лизин);
- 12) ввода кормового жира, мультиэнзимных композиций или растительного масла, рыбьего жира;
- 13) ввода премиксов (приготовление и ввод обогатительных смесей);
- 14) ввода карбамида (в сухом виде, в виде раствора мелассы с карбамидом, карбамидного концентрата);
- 15) дозирования и смешивания;
- 16) гранулирования;
- 17) экспандирования, экструдирования зернового сырья или комбикорма;
- 18) размещения, хранения и отпуска готовой продукции;
- 19) размещения, хранения и отпуска предварительных смесей белковых трудно сыпучих компонентов;
- 20) размещения, хранения и отпуска предварительных смесей зернового, гранулированного и другого сырья.

Вспомогательные процессы, непосредственно с выработкой комбикормов не связанные, включают транспортирование, прием, размещение и хранение сырья,

хранение и отпуск готовой продукции, переработку отходов основного производства и т.д.

Классическая схема производства комбикорма из-за многочисленных параллельных технологических линий насыщена основным, транспортным и вспомогательным оборудованием, в том числе аспирационным (рисунок 1).



- 1 – силосный корпус зернового сырья; 2 – задвижка;
 3 – цепной конвейер; 4 – магнитный сепаратор;
 5 – молотковая дробилка; 6 – циклон-разгрузитель;
 7 – просеивающая машина; 8 – наддзоторные бункера;
 9 – многокомпонентный весовой дозатор;
 10 – шнек; 11 – смеситель порционного действия.

Рисунок 1 – Классическая схема производства комбикорма

При вертикальном или горизонтальном транспортировании и перегрузке зерна транспортным оборудованием, а также при загрузке силосов и бункеров всегда выделяется большое количество пыли. В итоге образуются пылевые облака, которые опасны, и если с ними не бороться, то последствия могут быть катастрофическими.

Причина повышенного содержания пыли в аспирационных выбросах – неправильная эксплуатация аспирации, что ведет к уносу пыли из оборудования и к повышению пылевой нагрузки на пылеуловители и их неэффективной работе.

С целью обеспечения нормальных условий работы на предприятии необходимо, чтобы содержание пыли в воздухе рабочей зоны не превышало ПДК, указанных в таблице [1].

Таблица 1 – ПДК пыли в воздухе рабочей зоны

Пыль	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Зерновая	4	3
Мучная	6	3

Из таблицы видно, что ПДК зерновой пыли (4 мг/м³), установлена на элеваторах, хлебоприемных предприятиях, семяочистительных и комбикормовых заводах, в зерноочистительных отделениях мукомольных заводов и крупозаводов. ПДК мучной пыли, (6 мг/м³) – в размольных и выбойных отделениях мукомольных заводов, шелушильных и выбойных отделениях крупяных заводов [2].

В отдельных зонах производственных помещений и при аварийных ситуациях концентрация пыли в воздухе может превышать нормативные значения и повышаться до взрывоопасных концентраций. Пыль, взвешенная в воздухе, постепенно оседает на строительных конструкциях и технологическом оборудовании, образуя неплотный, легко взмучиваемый слой осевшей пыли. Вторичное пыление, вызванное взвихрением осевшей пыли при повышенной подвижности воздуха, резко увеличивает количество пыли в воздухе и может привести к взрыву [3].

Количественный и качественный состав пылепоступлений зависит от перерабатываемого сырья, его влажности, типа технологического оборудования и его технического состояния, а также от эффективности работы вентиляционных систем. По размеру частиц (дисперсности) пыль подразделяют на «собственно» пыль, размер частиц которой более 10 мкм, «облако», размер частиц от 10 мкм до 0,1 мкм и «дым», размер частиц менее 0,1 мкм. Дым практически не оседает и постоянно загрязняет атмосферу.

Пылинки размером более 50 мкм задерживаются при дыхании в носу, носоглотке, трахее и крупных бронхах. Пылинки в 15-10 мкм задерживаются в верхних дыхательных путях, в том числе и в мелких бронхах. Пылинки в 10-5 мкм могут достигать альвеол легких. Однако они задерживаются в верхних дыхательных путях. Мелкая пыль с частицами размером 5-0,1 мкм и менее при дыхании попадает в альвеолы легких и, следовательно, является наиболее опасной [4].

Пыль зерноперерабатывающих предприятий представляет пожаро- и взрывоопасность. Витаящая в воздухе пыль – взрывоопасна, осевшая на строительные конструкции и оборудование – пожароопасна. Взрывоопасные концентрации могут образовываться в технологическом и транспортном оборудовании, в силосах и бункерах, в трактах аспирационных систем и пневмотранспорта, в пылеулавливающем оборудовании. Взрывоопасность пыли зависит от содержания в ней органических и минеральных веществ, от дисперсности и влажности [5].

Различаются следующие виды воздействия пыли на организм человека: *общетоксическое, местное раздражающее, инфицирующее, канцерогенное и воздействующее на органы дыхания.* Пыль некоторых

веществ не вызывает заметного отрицательного действия на организм человека. Органическая пыль, попадающая в производственную среду и атмосферу, может вызывать у работающих воспаление соединительной оболочки глаз – конъюнктивиты, иногда переходящие в трахому и вызывающие ухудшение зрения.

Разложение систематически попадающей в полость рта мучной пыли (с образованием молочной, уксусной и других кислот) действует разрушающе на эмаль и дентин зубов. Работа в цехах, где происходит усиленное выделение пыли, косвенным образом повреждает даже слух. По воздействию на организм человека (по вредности) пыль предприятий системы хлебопродуктов относится к 3 классу опасности и, следовательно, ее содержание должно периодически контролироваться.

Слизистые оболочки носа и глотки человека выполняют защитные функции. Они не только очищают вдыхаемый воздух от пыли, но и уничтожают микробы. Однако загрязнение этих оболочек резко снижает, а иногда и парализует их защитные функции. Пыль снижает также антибиотические функции кожных покровов человека. Пыль органического происхождения может вызывать различного рода аллергические заболевания: насморк, конъюнктивит, бронхит, астму и кожные заболевания [7].

Поэтому в условиях особо повышенной запыленности воздуха (при очистке нижней части элеваторов, пылеулавливающих устройств и т. п.) надо пользоваться для защиты органов дыхания респираторами, причем предпочтение следует отдавать респираторам шлангового типа с забором чистого воздуха извне.

Требуемые параметры воздушной среды в производственных помещениях поддерживаются в заданных пределах при помощи рациональной организации общеобменной и местной вентиляции.

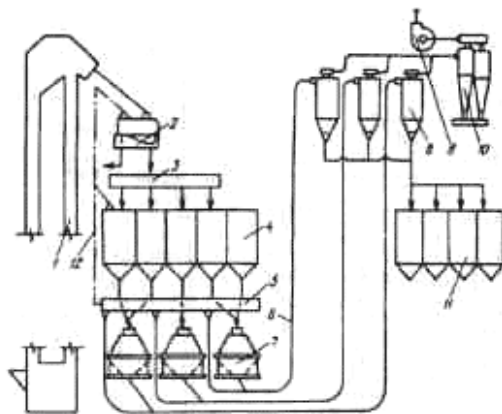
Значительную роль вентиляция играет в профилактике пожаров и взрывов и снижении концентрации паров, газов и пыли до безопасных пределов.

Наряду с системами общеобменной вентиляции значительное внимание уделяется системам аспирации. Аспирационные системы должны удалять из оборудования избыточные объемы воздуха, создавая в них, а также в герметизирующих укрытиях определенное разрежение. В случае подачи продукта в силосы и бункера системой пневмотранспорта следует учитывать также объем поступающего воздуха. Нежелательно завышать объемы аспирируемого воздуха, т.к. это неэкономично и, кроме того, увеличивает скорость в сечении воздухоприемников, что приводит к повышенному уносу материала и ухудшению эксплуатационных характеристик систем, в том числе к увеличению нагрузок на пылеулавливающее оборудование [8].

Конфигурация и места присоединения пылеприемников зависят от обслуживаемого технологического оборудования. На рисунке 2 показаны примеры аспирирования различного технологического оборудования, используемого при переработке зерна.

Для эффективной работы аспирационных систем большое значение имеет рациональная компоновка, тщательно увязанная с особенностями технологии. Надежность работы аспирационных систем достигается соблюдением определенных требований [9].

Для очистки или обезвреживания газообразных отходов или технологических газов с целью извлечения из них сопутствующих (полезных) газообразных компонентов широко используют метод абсорбции.



- 1 – нория; 2 – сепаратор; 3 – конвейер;
 4 – наддробильные силосы; 5 – распределительный воздуховод;
 6 – материалопровод; 7 – дробилка; 8 – циклон-разгрузитель;
 9 – вентилятор; 10 – циклон-пылеотделитель;
 11 – наддозаторные силосы; 12 – соединительный воздуховод.

Рисунок 2 – Схема аспирации оборудования
 через пневмотранспортную сеть

Абсорбция основана на непосредственном взаимодействии газов с жидкостями. Выделяют физическую абсорбцию, основанную на растворении газа в жидкости, и хемосорбцию, в основе которой лежит химическая реакция между газом и жидким поглотителем.

В настоящее время для очистки аспирационного воздуха от пыли применяются центробежные пылеотделители. Циклоны типов ЦОЛ и 4БЦШ не обеспечивают необходимые современные санитарно-гигиенические нормы по степени очистки. Другие виды пылеотделителей (матерчатые, мокрые и электрофильтры и т.д.) из-за различных трудностей в элеваторной промышленности пока применения не нашли. Поэтому изыскание способов повышения эффективности

существующих циклонов, как наиболее простых по конструкции и экономичных пылеотделителей, является актуальной проблемой [10].

Следовательно, для эффективного обеспыливания воздуха при производстве комбикормов необходимо, чтобы аспирационное оборудование удовлетворяло всем нормам и требованиям экологической безопасности и было:

- Санитарно-гигиенически эффективным – защищало окружающую среду от загрязнений. Обеспечивало в рабочих помещениях нормальные санитарно-гигиенические условия труда и нормальную охлаждающую способность воздуха в рабочих помещениях, необходимую эффективность очистки воздуха от пыли при выбросе в атмосферу.

- Технологически эффективным – обеспечивало нормальную технологическую эффективность работы всего оборудования цеха и технологического процесса в целом.

- Обеспечивало взрывобезопасность посредством соблюдения рекомендаций по предупреждению пылевых взрывов.

- Экономичным – первоначальная стоимость оптимальная, а расход энергии и эксплуатационные расходы наименьшие.

Использование принципиально нового аспирационного оборудования позволяет значительно снизить затраты электроэнергии на аспирацию транспортно-технологического оборудования, заменив сложные разветвлённые централизованные сети, требующие больших затрат электроэнергии, на локальные высокоэффективные аспирационные сети.

Библиографический список

1. «Методика расчетов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от неорганизованных источников выделения пыли на зерноперерабатывающих предприятиях и элеваторах» РД 0212.4-2002, утв. Постановлением №10 от 28.05.2002г. Минприроды. 2002. – 17с.
2. Иванов, Н.И. Инженерная экология и экологический менеджмент / Н.И. Иванов, И.М. Фадин. – М.: Изд. Логос, 2003 – 528с.
3. Комков Б. Д., Галкина А. В., Теплов А. Ф. Справочник по охране труда на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях. М.: Колос, 1981. – 460 с.
4. Мамин, Р.Г. Безопасность природопользования и экология здоровья: Учеб. пос. / Р.Г. Мамин. – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2003. –238с.
5. Теплов А. Ф., Галкина А. В. Справочник по охране труда на предприятиях по хранению и переработке зерна. М.: Агропромиздат, 2018. – 520 с.
6. Руководство по профессиональным заболеваниям, под ред. Н.Ф. Измерова, М.: Медицина”, 1983 – 380 с.
7. Платонов П.Н., Пунков С.П., Фасман В.Б. Элеваторы и склады. – М.: Агропромиздат, 1997. – 319 с.
8. Правила организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприемных предприятиях / Минзаг СССР. – М., 1984. – 123 с.
9. Птушкина Г.Е., Товбин Л.И. Высокопроизводительное оборудование мукомольных заводов. – М.: Агропромиздат, 2007. – 288 с.
- 10 Брюхань, Ф.Ф. Промышленная экология: Учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2012. - 208 с.

УДК 656.12: 504.53

Мелешко А.А., Небышинец П. А, Руховец Т.Ю. Науч. рук.
Хорева С.А.

Формирование научного подхода на основе смежных дисциплин для решения проблемы продовольственной безопасности

ФГДЭ, 2 курс

Продовольственная безопасность – постоянная способность государства и общества обеспечивать доступность продуктов питания для всего населения в количестве и качестве, необходимом для активной и здоровой жизни. Продовольственная безопасность предусматривает физическую и доступность продовольствия. Безопасность питания через качество сырья и продуктов питания должно соответствовать установленным требованиям и гарантировать безопасное потребление. Человек должен получать с пищей весь комплекс необходимых для нормального развития организма веществ и в то же время быть уверенным в ее безопасности, т.е. в отсутствии вредных для здоровья и окружающей среды веществ [1, 2]. Степень продовольственной безопасности государства оценивается по трем уровням – оптимальный (достаточный), недостаточный и критический уровень производства, ниже которого наступает зависимость от импорта. Оценивая уровень продовольственной безопасности в Республике Беларусь за последние годы, сделан вывод, что продовольственная проблема по-прежнему остается в числе самых сложных. Проблема сложности продовольственной безопасности вызвана рядом следующих причин:

1) Демографическая ситуация – стремительный рост населения в развивающихся странах, и примитивные технологии сельскохозяйственного производства привели к проблеме недостаточного обеспечения населения продуктами питания.

2) Усугублению продовольственной проблемы способствовала авария на ЧАЭС, принеся серьезный ущерб здоровью белорусов и требующая нового подхода к питанию, т.к. значительно пострадало сельское хозяйство.

3) В отрасли по большей части используются устаревшие технологии, применяются несовершенные методы и формы организации производства и методы управления. Эта проблема связана, в частности, с достаточно низкой инновационной активностью предприятий сельского хозяйства. Инновации в сельском хозяйстве – это, прежде всего, новые технологии, новая техника, новые сорта растений, новые породы животных, новые удобрения и средства защиты растений и животных, новые методы профилактики и лечения животных, новые формы организации, финансирования и кредитования производства, а также новые подходы к подготовке, переподготовке и повышению квалификации кадров.

Для анализа рассмотрим три ведущие пищевые отрасли – мясное производство, хлеб и мукомольное производство, молочное производство. На основе анализа основ технологий переработки мясной продукции и методов снижения воздействий загрязнителей окружающей среды производства показано, что основными факторами, отрицательно влияющими на окружающую природную среду, являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, загрязнённость сточных вод и образование отходов производства. Так, общая масса выбросов в атмосферу в год только одной птицефабрики может составить 582 т на

основных стадиях технологий переработки мясной продукции. Основными загрязняющими веществами являются: метан, аммиак, оксид углерода, диоксиды серы и азота, твердые частицы, фенол, пропионовый альдегид. Поэтому необходимы современные установки для снижения выброс загрязняющих веществ. Кроме того, к источникам выброса загрязняющих веществ при мясопереработке относятся: термокамеры, тупиковые печи; общеобменные и коптильноварочные камеры; мельницы; камера приготовления специй. Для снижения выброса твердых частиц необходимы циклоны, пылеуловители и фильтры-циклоны на конвейерах, биофильтры [3]. На современных предприятиях должны использоваться методики глубокой очистки сточных вод перед их поступлением на биологическую очистку. Общая технологическая схема обращения со сточными водами на предприятиях мясной промышленности, заключается в многоэтапности и комплексности методов очистки, которые включают в себя механические, физико-химические, биологические методы. Для очистки вод в мясожирных цехах требуются электрофлотаторы, что снизит показатели загрязнителей сточных вод по взвешенным веществам, ХПК и БПК. В процессе производственной деятельности на всех предприятиях образуются отходы производства, которые требуют больших затрат для превращения данного производства в замкнутый цикл, по нормативным документам комплексного использования органических отходов производства [4]. Анализ данных показал, что планируемое увеличение объемов мясной перерабатываемой продукции может происходить за счет создания новых и интенсификации существующих технологических процессов, системному подходу к созданию базы для разработки высокопроизводительного

оборудования, которое обеспечивает рациональную переработку сырья, механизацию и автоматизацию трудоемких работ, связанных с применением ручного и неквалифицированного физического труда.

Мукомольное производство и хлебопродукты являются не менее важными для обеспечения населения страны качественными продуктами. Работу по формированию, обеспечению, сохранности и обработке хлебных запасов выполняет комбинаты хлебопродуктов. Являясь важным звеном агропромышленного комплекса страны, они призваны обеспечить бесперебойную приемку, послеуборочную обработку, рациональное размещение и хранение зерна, поступающего по заготовкам в государственные ресурсы. В составе комбинатов входят элеватор, комбикормовый цех, сортовая мельница, мельница переменного помола, зерносушилки элеватора, производственный участок бестарного хранения и отпуска муки, участок фасовки, а также вспомогательное производство. На элеваторах зерно проходит технологические операции приемки, очистки, сушки, отпуска, освежения, подвергаясь многократному перемещению транспортными механизмами, самотеком по точкам, в системах пневмотранспорта. Трение зерна о стенки оборудования и трубопроводов приводит к истиранию оболочек зерна и возникновению органической и минеральной пыли, образующейся из-за засорения зерна при уборке и транспортировке различными неорганическими примесями. Очистка зерна на сепараторах снижает его начальную запыленность, но так как часть зерновой пыли находится в связанном состоянии, залегая в бороздках и оболочках зерен, пылевыделения имеют место на каждом этапе технологического процесса. Значительные пылевыделения наблюдаются при продувке воздухом слоя зерна при активном вентилировании и

сушке. Технологические процессы работы комбинатов хлебопродуктов сопровождаются выделением различных вредных элементов в производственные помещения – избыточных теплоты, влаги, вредных газов и пыли. Серьезной проблемой является высокая взрыво- и пожароопасность, причинами которой становятся значительные неорганизованные пылепоступления органических горючих веществ и возникновение пожаро-взрывоопасных пылевоздушных смесей. Кроме пыли воздух загрязняется вредными газами – оксидом углерода, диоксидом серы, диоксидом углерода, выделяющимися в помещениях зерносушилок. Значительное количество диоксида углерода образуется в помещениях складов зерна. Однако основной вредностью, выделяющейся при переработке зерна, остается органическая пыль используемого сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции. Известно, что основная масса мучной пыли под действием гравитационных сил оседает на поверхности пола и стен помещения и технологического оборудования. На предприятиях хлебопродуктов мероприятия по борьбе с пылью подразделяют на две категории: 1) обеспечение чистоты воздуха (согласно нормам) внутри производственного помещения; 2) очистку воздуха, выбрасываемого в атмосферу, что предотвращает потери ценных пищевых и кормовых продуктов. Для этого на мукомольных заводах, например, следует сократить количество тонкоизмельченного продукта, гранулировать отруби; на комбикормовых заводах – гранулировать комбикорма, вводить в них жидкие компоненты, измельчать продукты до необходимой крупности, поскольку тонкоизмельченный комбикорм не пригоден для кормления животных, он засоряет их дыхательные пути; повышать качество изготовления и монтажа (особенно герметичности) технологического, транспортного и

аспирационного оборудования и эффективность его работы, а также эффективность уборки пыли, повышать культуру производства; обеспечивать эффективную работу аспирационных установок [5 – 9].

Молочное производство представляет совокупность зданий, сооружений, оборудования, инженерных коммуникаций, связанных между собой единым технологическим процессом определенного вида животноводческой продукции. Комплексы должны быть безотходными предприятиями, которые не нарушают чистоту окружающей среды (отсутствие загрязнений биогенными элементами), исключают распространение инфекционных болезней. Технологический процесс производств конечного продукта, например, творога, сопровождается технологической потерей сырья (молоко, закваска) и образованием отходов (сыворожка), которые являются основными загрязнителями производственных сточных вод. Анализ сточных вод предприятий молочной промышленности показывает, что в них содержатся различные ценные органические вещества (лактоза, протеин), вторичное использование которых относят к вторичным материальным ресурсам. Проблему безотходной технологии предприятий молочной промышленности решают извлечением из них различных ценных органических веществ и переработки молочной сыворожки в сухой готовый продукт с последующим использованием в виде кормовых продуктов.

Анализ данных по технологическим проблемам разных предприятий при создании безопасной продовольственной продукции свидетельствует о том, что эта отрасль должна делать ставку на развитие крупного промышленного комплекса. Для этого следует активно использовать накопленный опыт и промышленный потенциал конкурентоспособных предприятий, работающих в данной отрасли производства пищевой продукции. Как

всякое крупное промышленное производство, отрасль по производству пищевой продукции должна широко внедрять цифровые технологии, реализовывать возможности индустриального интернета, новые информационно – коммуникационные технологии и материалы. Развитие робототехники для автоматизации в промышленных и сельскохозяйственных производствах должно стать перспективным направлением исследований по созданию безопасной продукции. Примером могут служить белорусские разработки по автоматизированной информационной системе НАН РБ [11]. Предлагают автоматизированную информационную систему, которая позволит создать на основе единых технологий цепочку поставок продуктов от «фермы до стола». В эту «умную технологию» предполагается привлечь владельцев животных, поставщиков продукции и производственный сектор, предприятия торговли и ветеринарные службы. Из реальных научных разработок [1, 2] в Беларуси можно выделить работы Республиканского центра Геномных Биотехнологий по анализу видовой принадлежности мясных компонентов, входящих в состав сырья, пищевых продуктов и кормов по ДНК крупного рогатого скота, свиньи и курицы. Не менее важными являются методики по определению генетически модифицированных ингредиентов в мясных продуктах. Эта методика важна для предотвращения попадания в пищевые продукты генетически модифицированных ингредиентов, безопасность которых не доказана. Например, при производстве сырья, предназначенного при изготовлении пищевой продукции для детского питания, для беременных и кормящих женщин совсем запрещается применение пищевых добавок. Но есть и другая научная гипотеза сторонников трансгенной продукции, которые считают, что необходимо решать проблему по выведению пород крупного рогатого скота, в молоке которых снижена концентрация β -лактоглобулина (основной аллерген молока) или будет изменено соотношение белков (казеинов и сывороточных протеинов). Приоритет научных

исследований является важнейшим на современном уровне решения проблемы продовольственной безопасности.

Библиографический список

1. Национальный координационный центр биобезопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс].– Исследования ГИО <http://www.biosafety.by/gik-v-produktah/spisok-laboratorij>. Дата доступа 02.09.18;
2. Санитарные нормы и правила «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам» / Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г. – №52;
3. Отчет о функционировании мясной промышленности Республики Беларусь, март 2016. – Минск: ЗАО Инвестиционная компания «Юнитер», – 2016. – 30с;
4. Исследования энергоэффективных технологий биологической очистки воды / М. Н. Козлов [и др.]/Вода.– 2013. – №10. – С.14-17;
5. Об обращении с отходами: Закон Республики Беларусь от 20 июля 2007 г. № 271-3: с изм. и доп.: текст по состоянию на 20.04.2017. – Минск, 2017. – 22 с;
6. Пилипук А. Конкурентоспособность перерабатывающих предприятий зернопродуктового подкомплекса / А. Пилипук, Т. Пронина, М. Баранова//Аграрная экономика. - 2011.-№12 - С. 27-41.
7. Птушкина Г.Е., Товбин Л.И. Высокпроизводительное оборудование мукомольных заводов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 288 с.
8. Жидко В.И., Резчиков В.А., Уколов В.С. Зерносушение и зерносушилки. – М.: Колос, 1982. – 239 с.
9. Платонов П.Н., Пунков С.П., Фасман В.Б. Элеваторы и склады. – М.: Агропромиздат, 1997. – 319 с.
10. Лаптенко С.А., Хорева С.А., Басалай И.А., Морзак Г.И. Системный анализ как базовая дисциплина в развитии методических подходов к экологическому образ./ Материалы 11-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы ...», Тула-Минск–Донецк 5-6 ноября 2015 г., Тула, 2015,– С. 5-11.
11. Стратегия « НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ: 2018-2040» , Проект «II Съезд ученых Республики Беларусь», Минск,2017. – 38 с.

УДК 504.3.054

Метельский А.М. Науч. рук. Морзак Г.И.

Основные требования в области охраны атмосферного воздуха при организации природоохранной деятельности на промышленном предприятии

ФГДЭ, 3 курс

Для установления требований экологической безопасности при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности, в процессе которой используются природные ресурсы и (или) оказывается воздействие на окружающую среду, применяются экологические нормы и правила ЭкоНиП 17.01.06-001-2017 «Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности» [1]. Для регулирования воздействий технологического процесса и ведения природоохранной деятельности в области охраны атмосферного воздуха предприятия должны руководствоваться требованиями ЭкоНиП 17.08.06-002-2018 «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух (в том числе озоновый слой)» [2]. Требования этих документов обязательны для исполнения всеми юридическими и физическими лицами, в том числе индивидуальными предпринимателями. С целью обеспечения экологической безопасности не допускается превышение предельных значений концентраций выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферном воздухе, которые должны удовлетворять требованиям, представленным на рисунке 1.

При использовании отходов в качестве топлива концентрации ЗВ (мг/м^3) в сухих отходящих дымовых

газах, приведенных к нормальным условиям и коэффициенту избытка воздуха, равному 2,1 (содержание кислорода в дымовых газах 11 %), не должны превышать значений норм выбросов, определенных в [2]:

- при сжигании медицинских отходов, отходов лекарственных средств, изделий медицинского назначения и медицинской техники;

- при сжигании отходов древесноволокнистых, древесностружечных плит, иных отходов, содержащих связующие неминерального происхождения;

- при сжигании коммунальных отходов (в том числе при температуре более 2000 °С);

- при термической обработке и химическом преобразовании натуральных и синтетических веществ (пиролиз, термолиз, температурное обезвреживание и иные процессы подобного типа);

- при сжигании иных видов отходов.

Соблюдение установленных норм выбросов должно контролироваться посредством проведения непрерывных измерений (работающее не менее 2000 часов) с использованием автоматизированных систем контроля за выбросами ЗВ и парниковых газов в атмосферный воздух или периодических измерений в соответствии. Измерения должны проводиться аккредитованными в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь испытательными лабораториями (центрами) с соответствующей областью аккредитации.

В случае проведения непрерывных измерений, соблюдение норм выбросов достигается, если среднемесячные значения выбросов ЗВ не превышают норм выбросов. Норма выбросов считается не превышенной, если менее чем 3 % всех среднесуточных значений выбросов ЗВ в течение месяца, не превышают значение норм выброса более чем в 1,1 раза.

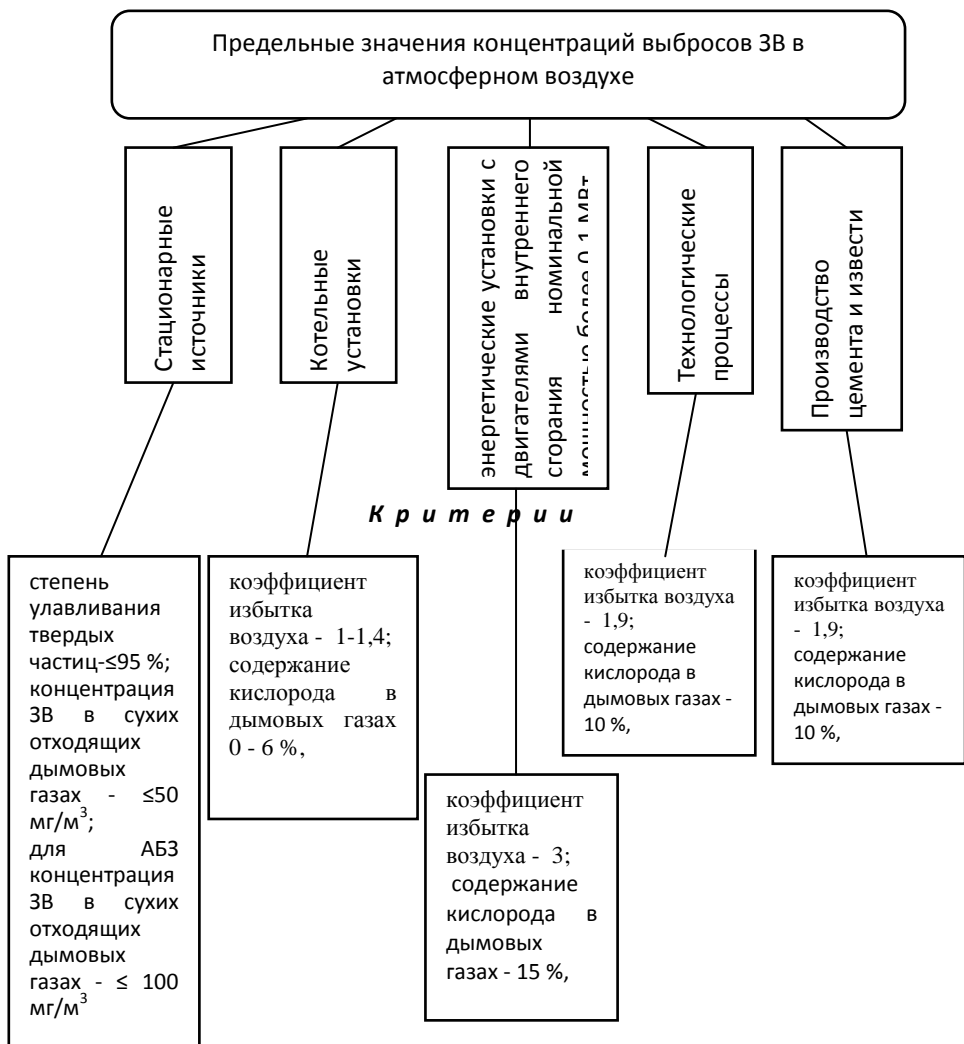


Рисунок 1 – Критерии для предельных значений концентраций выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

В случае периодических измерений, проводимых в рамках производственного аналитического контроля в области охраны окружающей среды, норма выбросов считается не превышенной тогда, когда среднее значение не превышает норм выбросов, установленных в [2]. Норма выбросов считается не превышенной, если среднее значение фактической концентрации загрязняющего вещества при двух периодических измерениях, проведенных в течение 30 дней, не превышает значения нормы выброса, умноженной на коэффициент 1,1.

С целью обеспечения экологической безопасности не допускается превышение нормативов содержания загрязняющих веществ в отработавших газах мобильных источников выбросов для механических транспортных средств (МТС) категорий М и N, работающих на бензине, газовом или дизельном топливе [1]. Критерии для соблюдения нормативов содержания загрязняющих веществ в отработавших газах мобильных источников представлены на рисунке 2.

Оборудование, являющееся источником пыли, укрывается, максимально уплотняется и оборудуется аспирационными устройствами, исключающими поступление пыли в воздушную среду производственных помещений. Выбрасываемый в атмосферу воздух должен очищаться газоочистными установками (ГОУ) [3]. Все операции технологического процесса, которые сопровождаются воздействиями на атмосферный воздух, должны проводиться с включенной вентиляцией и при наличии газоочистного оборудования (ГОУ). Все вентиляционные системы и ГОУ должны быть в исправном состоянии и герметичны. Для этого на предприятии проводятся осмотры и проверка работы вентиляционных систем и ГОУ по разработанному и

утвержденному руководством графику. Вентиляционные системы и ГОУ должны быть промаркированы.

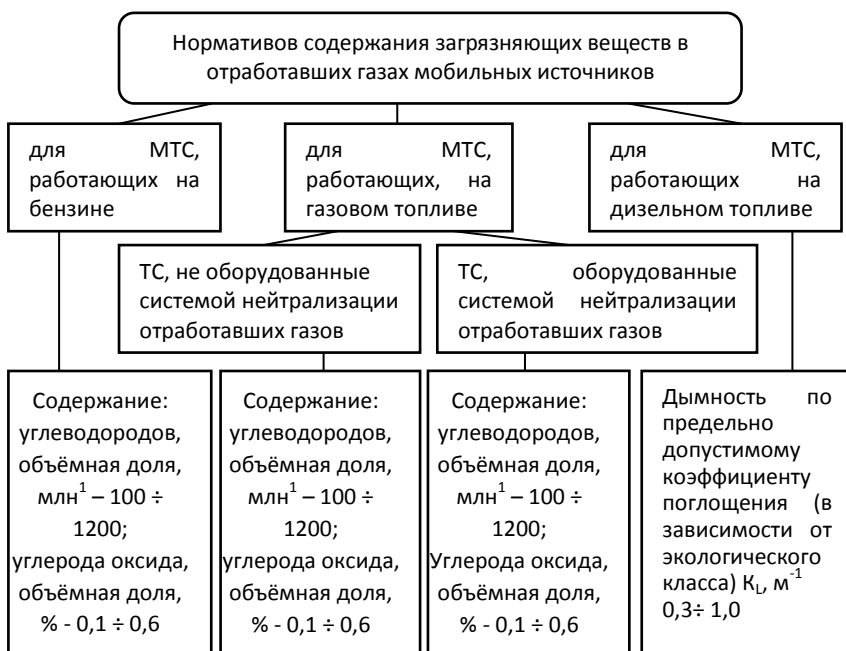


Рисунок 2 – Критерии для соблюдения нормативов содержания загрязняющих веществ в отработавших газах мобильных источников

На предприятиях должна быть проведена инвентаризация выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух. После поведения инвентаризации разрабатывается проект нормативов допустимых выбросов ЗВ в атмосферный воздух. На предприятии в структурных подразделениях, где выявлены источники выбросов ЗВ, назначаются ответственные лица за эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт вентиляционных систем и ГОУ. Регулярно проводятся осмотры

вентиляционных систем, ГОУ и их чистка. Результаты осмотров фиксируются в журналах эксплуатации вентсистем, паспортах на них, актах осмотров ГОУ и паспортах на ГОУ. На предприятии все вентиляционные системы должны проверяться 1 раз в 3 года на соответствие санитарно-гигиеническим требованиям с регистрацией показателей в паспорте вентсистемы. ГОУ проверяются 1 раз в год на эффективность работы. Эффективность работы ГОУ должна проверяться после капитальных ремонтов, консервации ГОУ. Результаты проверки эффективности ГОУ заносятся в паспорта на ГОУ, ПОД-1.

На предприятиях, чья производственная деятельность связана с использованием озоноразрушающих веществ (ОРВ), полихлорированных бифенилов (ПХБ) и эксплуатацией оборудования, содержащего ОРВ и содержащего ПХБ, должна быть проведена идентификация, инвентаризация ОРВ, ПХБ и оборудования, содержащего ОРВ, ПХБ. Для этого приказом по предприятию назначается комиссия. По результатам инвентаризаций составляются акты инвентаризации ОРВ, ПХБ и оборудования, содержащего ОРВ, ПХБ, а также акты инвентаризации отходов ОРВ, ПХБ. Проводится проверка оборудования, содержащего ОРВ, ПХБ на герметичность, разрабатываются инструкции по эксплуатации данного оборудования.

На предприятии по защите атмосферного воздуха от ЗВ должна быть разработана и актуализироваться следующая документация:

- проект санитарно-защитной зоны;
- акт инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- проект нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- разрешение на выбросы ЗВ в атмосферный воздух;

- приказ(ы) о назначении ответственных за эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт вентсистем и ГОУ;

- инструкции по эксплуатации ГОУ, вентсистем;

- журнал эксплуатации вентустановок.

- акты осмотров ГОУ;

- протоколы/акты испытаний ГОУ;

- государственная статистическая отчетность 1-ос (воздух) «Отчет о выбросах загрязняющих веществ и диоксида углерода в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов»;

- график аналитического контроля выбросов ЗВ на границе санитарно-защитной зоны;

- журналы учетной документации;

- паспорта на вентсистемы, ГОУ;

- график осмотров вентсистем и ГОУ;

- график планово-предупредительных ремонтов на вентсистемы и ГОУ и мероприятий по их ремонту;

- мероприятия по регулированию выбросов ЗВ в атмосферный воздух при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ);

- инструкции по эксплуатации вентсистем и ГОУ;

- журналы эксплуатации вентсистем;

- план-график проведения контроля МТС на соответствие требованиям ТНПА;

- журнал (карточка учета) измерений МТС на соответствие требованиям ТНПА по токсичности (дымности) отработанных газов и проверки СО, СН;

- приказ(ы) о назначении комиссий по проведению идентификации, инвентаризации ОРВ, ПХБ и оборудования, содержащего ОРВ, ПХБ;

- акты инвентаризаций ОРВ, ПХБ, ПХБ и оборудования, содержащего ОРВ, а также акты инвентаризаций отходов ОРВ, ПХБ;

- инструкции по эксплуатации оборудования, содержащего ОРВ, ПХБ;

- журнал учета результатов проверки на герметичность оборудования, содержащего ОРВ, ПХБ;

- договор со специализированной организацией на обслуживание и ремонт оборудования, содержащего ОРВ.

На любом этапе промышленных предприятий, начиная от проектирования заканчивая непосредственным производством, большое внимание уделяется охране окружающей среды. Данные требования призваны существенно изменить экологическую обстановку в нашей стране в лучшую сторону. Также это позволит предприятию рационально использовать те или иные ресурсы, что, несомненно, является положительной чертой. А все перечисленные достоинства являются «ключом» к взаимодействию жителей нашей страны с окружающей средой.

Библиографический список

1. Экологические нормы и правила. ЭкоНиП 17.01.06-001-2017 «Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности» Утв. Постановлением Минприроды от 18.07.2017, № 5-Т.
2. Экологические нормы и правила. ЭкоНиП 17.08.06-002-2018 «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух (в том числе озоновый слой). Утв. Постановлением Минприроды от 08.11.2018 № 6-Т.
3. Малькевич, Н.Г. Технические основы охраны окружающей среды. /Н.Г.Малькевич, Г.И.Морзак./ЭУМК БНТУ/ЭУМК-ФГДЭ89 № 1871609142 , 2016.-1100 уч. л.

УДК 622.24

Мехрякова А.О. Науч. рук. Басалай И.А.

Характеристика буровых растворов, применяемых при бурении скважин и прокладке подземных коммуникаций

ФГДЭ, 4 курс

Буровые растворы, которые применяются при прокладке подземных коммуникаций и бурении скважин должны обладать строго нормируемыми технологическими и структурно-реологическими свойствами. При этом они не должны вызывать осложнений при бурении, а также и загрязнения недр.

Качество буровых растворов, независимо от применяемых для их приготовления материалов, должно удовлетворять определенным требованиям [1]:

- низкая плотность и минимальное содержание твердой фазы при стабильном поддержании технологических и реологических свойств;
- малые значения вязкости и низкое поверхностное натяжение на границе раствора с горными породами;
- хорошее совмещение с применяемыми реагентами;
- нейтральность по отношению к разбуриваемым породам и по возможности безвредность к окружающей среде и обслуживающему персоналу буровой;
- смазывающие свойства, в случае применения смазывающих добавок, их количество не должно превышать 10 %.

Основные технологические свойства буровых растворов – это плотность, условная вязкость, фильтрация, статическое напряжение сдвига, толщина глинистой корки и стабильность ее. Эти параметры для различных условий

бурения могут колебаться, но их можно легко регулировать путем введения в раствор химических реагентов и утяжелителей. Этим достигаются необходимые технологические параметры раствора при бурении и проходке в конкретных условиях.

В зависимости от концентрации пенного реагента в воде буровой раствор может использоваться в виде густой пены, пены и тумана (рисунок 1).



Рисунок – Виды буровых растворов в зависимости от концентрации пенного реагента в воде

В настоящее время известны и используются в бурении скважин и прокладке подземных коммуникаций буровые растворы на основе бентонита, пенного реагента и сапропеля.

Бентонит – это глинистое вещество природного происхождения, оно обладает уникальными свойствами и микроскопическими размерами частиц образующие пакетную структуру. При взаимодействии с водой происходит процесс набухания, что позволяет минералу, увеличиваться в объеме в 15-18 раз, превращаясь в суспензию [1]. Буровой раствор, полученный при смешении воды, бентонита и в некоторых случаях полимеров, подается напрямую в забой и скважину, что позволяет получить массу положительных преимуществ:

– смазка бурового инструмента и бурового канала для снижения нагрузки на буровую установку при бурении, расширении и прокладке коммуникации;

– управление буровой головкой значительно упрощается;

– при бурении происходит удаление грунта из скважины, стенки которой укрепляются при помощи фильтрационной корки;

– предотвращается проникновение влаги в скважину за счет образования водонепроницаемого слоя из частичек бентонита на стенках скважины, что позволяет бурить даже в тяжелых несвязных грунтах.

Буровая пена представляет собой систему, состоящую из пузырьков газа (пара), разделённых плёнками жидкости; применяется для промывки скважин. Структура пен определяется соотношением объемов газовой и жидкой фаз, и в зависимости от этого соотношения ячейки пены могут иметь сферическую или многогранную (полиэдрическую) форму. Переходная форма ячеек от сферической к многогранной названа Мане-гольдом «ячеистой» из-за сходства со строением пчелиных сот [1].

Экスカвируемая порода с буровым раствором на основе бентонита или пенного реагента не пригодна для дальнейшего использования, поэтому она утилизируется на отработанные песчано-гравийные карьеры, которые оборудуются гидроизолирующей пленкой, исключающей попадание остатков бентонита или пенного продукта в грунтовые воды.

При бурении эксплуатационных скважин возможно применения сапропеля в качестве бурового раствора. Буровые растворы, приготовленные из органического сапропелевого порошка, обладают удовлетворительными технологическими свойствами, и могут применяться без дополнительной обработки химическими реагентами для

неосложненных условий бурения. При вхождении в раствор выбуренных пород его параметры регулируются добавками известных химических реагентов [2].

Сапропелевые буровые растворы во многих случаях могут быть использованы без применения токсичных полимерных реагентов или с незначительным их количеством по сравнению с традиционными глинистыми растворами и, поэтому, эти промывочные жидкости имеют преимущества по экологическим показателям.

Твердая фаза сапропелевого раствора состоит в основном из органических компонентов биогенной природы (не менее 70%) [2]. В состав наряду с гуминовыми входят воско-, белково-, целлюлозно- и лигниноподобные вещества. Неорганическая составляющая представлена терригенными, аутигенными и биогенными минералами: тонкодисперсными глинистыми и карбонатными породами, окислами металлов, аморфной и кристаллической двуокисью кремния; часть неорганических соединений находится в составе органоминеральных образований. Наличие в сапропелевом растворе природных поверхностно-активных и воскоподобных веществ дает возможность снизить расход синтетических смазочных добавок, уменьшив экологический ущерб окружающей среде [3].

Библиографический список

1. Кистер, Э.Г. Химическая обработка буровых растворов. / Э.Г.Кистер. – М.: Недра, 1972. – 392 с.
2. Буровые растворы. Выбор типа бурового раствора. [Электронный ресурс]. Режим доступа https://studbooks.net/1785131/geografiya/burovye_rastvory. – Дата доступа 10.10.2018.
3. Косаревич, И.В. Сапропелевые буровые растворы. / И.В. Косаревич, Н.Н. Битюков, В.Ш. Шмавомянц. – Мн.: Наука и техника, 1987. –191 с.

УДК 691:658.567

Моисеенко П.Д. Науч. рук. Глушонок Г.К.

Водопоглощение мелкозернистого бетона

ФГДЭ, 1 курс

Коррозия бетона (разрушение цементного камня) происходит вследствие многих факторов: влияния окружающей среды, механических воздействий, проникновения воды, изменения температур. Воздействие на бетон поочередного замораживания-оттаивания приводит к его растрескиванию. Объясняется это тем, что в замороженном состоянии влага, находящаяся в порах материала, превращается в лед, а значит, увеличивается в объеме (до 10%). Это приводит к повышенному внутреннему напряжению бетона, а в результате и к его растрескиванию и разрушению. Морозостойкость бетона тем ниже, чем больше доступ к проникновению влаги в объем пор.

В настоящем исследовании изучалось водопоглощение образцов бетонных композитов, получаемых при прессовании, поскольку оно характеризует поровую структуру получаемых строительных материалов и отражает их долговечность.

Были приготовлены два серии образцов (А и Б), одинакового состава: гранитная пыль (72%), фосфогипс (14%), портландцемент (7%), вода (7%), отличающиеся тем, что серия А содержала необработанную гранитную пыль, а в серии Б использовалась гранитная пыль прогретая при 1000°C. Из полученной смеси были отпрессованы таблетки образцов массой 55 г, диаметром 4,2 см и высотой 2,1 см при давлении прессования 73,2 МПа. Перед прессованием образцов в смесь вводилась вода в количестве ~ 7% от массы прессуемого материала

(4мл воды). После прессования образцы помещались в эксикаторы над поверхностью воды для набора прочности. Через 7, 14, 21, 28 дней образцы высушивались, часть из них подвергалась разрушению на прессе, а вторая - измерению водопоглощения образцов. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 Водопоглощение и свободный объём, который занимает вода в образцах прессованных композитов при хранении их под водой при комнатной температуре в течении 2-х суток

Образец	Т, сутки	7	14	21	28
А	Водопоглощение,	11,7	11,7	11,6	11,6
Б	%	15,3	16,8	12,9	13,7
А	Свободный объём,	22,6	22,3	22,4	22,4
Б	%	24,7	26,8	23,9	25,0

Образцы А и Б отличаются гранулометрическим составом гранитной пыли. А содержит частицы размером около 50 мкм, в то время как Б имеет на порядок более мелкие частицы. > 5 мкм. Из таблицы видно, что водопоглощение образцов А (в среднем равное 11,6%), меньше чем для образцов Б (в среднем равное 14,4%). Водопоглощение образцов определялось как отношение массы поглощенной воды к массе сухого образца. В тоже время, свободный объём это отношение объёма поглощенной воды к объёму таблетки образца. Видно, что объём пор с водой не менее 22 % (А) и 24 – 27% (Б), т.е. 1/5 – 1/4 часть объёма композита. Следует заметить, что образцы Б имеют на порядок более мелкий наполнитель, и можно было ожидать, что при прессовании будет образовываться более плотный композит. Плотность в среднем $\rho(A) = 1,92 \text{ г/см}^3$, а $\rho(B) = 1,85 \text{ г/см}^3$.

УДК 663.3

Невгин А.Д. Науч. рук. Лаптенко С.А.
Способы переработки отходов бетона и железобетона

ФГДЭ, 4 курс

В настоящее время в связи с постоянным увеличением объемов строительства образуется огромное количество бетонных и железобетонных отходов. Такие отходы относятся к 4 классу опасности, т.е. он не несет прямой угрозы для природной среды. Однако территории, отведенные под полигоны, переполнены, и, как следствие, вывоз туда отходов ЖБИ уже нецелесообразен по причинам малой экономической эффективности (затраты на перевозку и захоронение отходов достаточно велики) и потенциальной экологической опасности полигонов.

К отходам бетона относят:

- отходы боя железобетона, образующиеся при сносе зданий и сооружений;
- некондиционную (бракованную) продукцию из бетона.

Переработка изделий из бетона позволяет снизить загрязненность полигонов и свалок и получить ценное, но недорогое сырье для производства новых материалов. Поэтому вопрос «что лучше: захоронение отходов ЖБИ или их переработка» имеет только один ответ – переработка.

В настоящее время существует несколько методов переработки отходов бетона и железобетона:

- дробление на стационарных или мобильных дробильных установках;
- электроимпульсное дробление.

Основным, используемым в настоящее время, методом переработки является дробление на мобильных и стационарных дробилках.

Процесс переработки отходов бетона (железобетона) методом дробления (с использованием стационарной дробилки) включает в себя несколько этапов:

– (при необходимости) разлом крупных кусков изделий на более мелкие посредством гидротножниц (рисунок 1) [3];



Рисунок 1 – Гидротножницы

– измельчение кусков до размеров 200 мм с помощью дробильной установки (рисунок 2);

– дальнейшее измельчение и выделение отдельных фракций с помощью грохочения.

Преимущества метода переработки на стационарных дробильных установках:



Рисунок 2 – Дробильная установка

– отсутствие необходимости в перевозке образовавшихся отходов на места переработки и, как следствие, минимизация выбросов от мобильных источников;

– полученный данным путём щебень можно использовать прямо на месте получения, что снижает затраты на перевозку материала с места его добычи (производства).

Недостатки:

– высокая цена установок;

– невозможность перемещения установки, которая ограничивает возможности ее применения вне перерабатывающих предприятий.

В силу того, что стационарные установки дробления достаточно дороги и громоздки, что ограничивает их применение, были созданы мобильные дробильно-сортировочные комплексы. Данные установки часто применяются тогда, когда по определенным причинам использование стационарных установок невозможно или неэффективно.

Процесс переработки отходов на них практически не отличается от процесса переработки на стационарных установках.

Преимущества:

– отсутствие необходимости вывоза отходов с места их образования;

Недостатки:

– высокие затраты на топливо для перемещения установки.

Также, для переработки применяется электроимпульсный метод. Его суть состоит в том, что к конструкции подводят электрод высокого напряжения, далее происходит образование пробоя и разрыв изделия на мелкие части. Итогом процесса является получение отделенных друг от друга металлической и бетонной фракций.

Библиографический список

1. Анахин, Н.Ю. Современные способы утилизации строительных материалов / Н.Ю. Анахин, Н.Г. Грошин, Д.А. Онопричук // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки. Электронный сборник статей по материалам XXXVIII студенческой международной заочной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2016. – № 9 (37) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_nature/9\(37\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_nature/9(37).pdf). – Дата доступа: 19.04.2019.
2. Получение вторсырья из отходов бетона и железобетонных изделий [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vtorothody.ru/othody/zhelezobetonnyh-izdelij.html#i>. Дата доступа: 19.04.2019.
3. Basalai I.A., Belskaya G.V. Perfection of scrap metal reprocessed technology in shredder equipment / Прикладні науково-технічні дослідження: матеріали II міжнар. наук. - практ. конф., 3-5 квіт. 2018 р. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2018. – с. 121.

УДК 667.6

Ольшевская В.А. Науч. рук. Благовещенская Т.С.

Анализ способов нанесения лакокрасочных покрытий

ФГДЭ, 3 курс

Основными методами нанесения лакокрасочных покрытий на производстве являются окунание, обливание, распыление. Как правило, способ нанесения определяется исходя из технологических возможностей предприятия, окрашиваемых изделий, необходимого результата окрашивания.

Метод окунания. Суть метода состоит в погружении окрашенных изделий в ванну, заполненную лакокрасочным материалом (далее – ЛКМ). Затем изделия извлекают из нее, выдерживают заданный промежуток времени над ванной или лотком для стока избытка материала с поверхности. Окончательная сушка покрытия осуществляется в естественных условиях или в обогреваемых камерах. Излишки ЛКМ, стекающие с изделия, собираются в специальной емкости и после очистки и разведения растворителем до рабочей вязкости повторно используется для отделки. Лучшему стеканию излишков ЛКМ и получения покрытий равномерной толщины способствует отделка предварительно нагретых деталей (изделий), а также выдержка их после извлечения из емкости в парах растворителя. Метод окунания применяется при грунтовании, при окрашивании изделий к декоративной отделке которых не предъявляются высокие требования, а также при отделке мелких деталей обтекаемой формы.

Достоинства метода: автоматизация процессов нанесения покрытий; окрашивание на одной линии с

подготовкой поверхности и сушкой; небольшие удельные потери ЛКМ; приемлемые санитарно-гигиенические условия труда.

Недостатки метода: неравномерность получаемого покрытия; невозможность многоцветного окрашивания одного и того же изделия; необходимость наличия больших производственных площадей; повышенный расход растворителей.

Метод струйного облива. Поверхность изделия обливают ЛКМ и для получения равномерного покрытия выдерживают в атмосфере, содержащей определенное количество органических растворителей. Изделия определенное время выдерживаются в парах растворителей, что создает благоприятные условия для стекания излишков ЛКМ. На несложные по форме изделия (без внутренних углов) лакокрасочное покрытие можно наносить простым обливанием из шланга или разбрызгивающими устройствами, подобными дождевальным установкам. Так как стекание происходит медленно и сопровождается испарением растворителей, вязкость стекающего слоя непрерывно возрастает, что приводит к образованию неравномерных по толщине покрытий, они всегда толще в нижней части изделий. Получать относительно равномерные по толщине покрытия на поверхности изделий можно, если изделия сразу после обливания краской помещать в атмосферу, содержащую высокую концентрацию паров растворителей этой краски. После стекания излишков покрытие сушат.

Достоинства метода: автоматизированный процесс нанесения покрытий; приемлемые санитарно-гигиенические условия труда.

Недостатки метода: неравномерность покрытия и невысокие декоративные качества; большие потери растворителей и краски в результате испарения ЛКМ при

многократной его циркуляции; невозможность нанесения двухцветного покрытия и окрашивания изделий, имеющих глубокие впадины и внутренние полости; необходимость наличия больших производственных площадей.

Метод пневматического или воздушного распыления. Суть способа заключается в образовании аэрозоля при дроблении жидкого лакокрасочного материала струей сжатого газа (обычно воздуха). Образующийся аэрозоль движется в направлении газовой струи и при ударе о деталь коагулирует; капли сливаются, образуя на поверхности слой жидкого лака или краски. Для окраски распылением изделий малых размеров применяют распылительные кабины, а для окраски изделий средних габаритов – распылительные камеры.

Для окраски изделий больших размеров (грузовые автомобили, сельскохозяйственные машины и т.п.) предназначены камеры с нижним отсосом воздуха или установки для бескамерной окраски. Направление потока воздуха относительно изделия в таких камерах или установках вертикальное.

Достоинства метода: можно наносить лакокрасочные материалы на изделия любой конфигурации.

Недостатки метода: большой расход ЛКМ; большие потери лакокрасочных материалов; высокая токсичность среды и большая пожароопасность процесса из-за возможности образования горючих смесей паров растворителей с воздухом внутри окрасочных камер, воздухопроводов и в прилегающих помещениях.

Безвоздушное распыление. Данный способ является более прогрессивным, применяется для окраски крупногабаритных изделий, которые невозможно поместить в окрасочные камеры. Такие изделия окрашивают на местах сборки. В последнее время наиболее широко применяется способ нанесения ЛКМ под

высоким давлением без нагрева. Суть способа заключается в использовании изменяющихся свойств ЛКМ при больших перепадах давления. Сокращаются потери на туманообразование, уменьшается вероятность образования пожаровзрывоопасных концентраций. Краска находится под высоким давлением и распыляется без помощи сжатого воздуха. При выходе её из пистолета в атмосферу резко повышается упругость паров растворителя, мгновенно испаряется легколетучая часть ЛКМ, происходит его дробление.

Достоинства метода: является менее пожаровзрывоопасным, при его использовании сокращается образование красочного тумана; лучшее качество окраски по сравнению с пневматическим способом; удельный расход ЛКМ сокращается вследствие уменьшения туманообразования; сокращается расход растворителей, т.к. этот способ позволяет распылять более вязкие лакокрасочные материалы.

Недостатки метода: способ требует более тонкого перетирания пигментов, во избежание засорения краскораспылителя.

Окрашивание порошковыми материалами. Процесс нанесения обычно автоматизирован и осуществляется в камерах с помощью подвижных сопел, напыляющих порошок на перемещающееся изделие. Не осевший порошок направляется на рекуператор. Окрашивание производится путем электростатического напыления в специальных камерах. Для запекания порошковой краски используются печи полимеризации.

Достоинства метода: не образуются отходы ЛКМ; может применяться широкий спектр красок; высокие физико-механические показатели окрашенной металлической поверхности; возможность автоматизации.

Недостатки метода: стоимость оборудования.

Таким образом, проанализировав способы нанесения лакокрасочных покрытий, можно сделать вывод, что явным преимуществом обладает метод нанесения порошковых красок.

Библиографический список

1. Суть метода порошковой окраски [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.pokraska.odessa.ua/суть-метода-порошковой-окраски/>.
2. Пневматическое распыление [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://msd.com.ua/lakokrasochnyepokrytiya/pnevmaticheskoe-raspylenie-2/>.
3. Окрашивание методом окунания [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: http://lkm.ucoz.ru/publ/nanesenie_lakokrasochnykh_materialov/process_okrashivania/okrashivanie_metodom_okunaniya/14-1-0-44.
4. Лебедев В.П., Калдма Р.Э., Авраменко В.Л. Справочник по противокоррозионным лакокрасочным покрытиям – Харьков : Прапор, 1988. – 229с.
5. Нанесение лакокрасочных материалов методов окунания [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.mebelcompass.ru/Oborudovanie_dlya_otdelki_izdelii_iz_drevesiny/p2_articleid/2667.
6. Гольдберг М.М. Лакокрасочные покрытия в машиностроении. Справочник. Изд. 2-е, переработ. и доп. Под ред. М. М. Гольдберга. – М.: Машиностроение, 1974. – 576 с.
7. Розенфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И., Жигалова К.А. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями. – М.: Химия, 1987. - 224 с.

УДК 691

Ольшевский А.В. Науч. рук. Горбунова В.А.

Композиционный материал на основе метакаолина и диоксида титана

ФГДЭ, 1 курс

С высоким уровнем технологического прогресса актуальным является развитие природоохранных технологий, направленных на защиту окружающей среды. Одним из направлений в решении проблемы загрязнения атмосферного воздуха в городах является использование в строительстве так называемых фотокаталитических бетонов. Фотокаталитический бетон изготавливается путем добавки в связующее диоксида титана TiO_2 , который под действием УФ-света и влаги катализирует окисление техногенных загрязнителей (NO_x , CO, летучих органических соединений). Возможные области применения фотокаталитических бетонов достаточно широки. В первую очередь, применение данного материала целесообразно на объектах с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха. К таким объектам относятся объекты дорожного строительства, промышленные объекты с повышенными показателями токсичных выбросов, жилые и общественные здания, строящиеся в районах с неблагоприятной экологической ситуацией [1]. Одной из наиболее перспективных областей применения фотокаталитических бетонов является дорожное строительство. Эксперименты показали, что покрытие автомобильных дорог фотокаталитическим цементом при средней загруженности дороги 1000 машин в час позволяет уменьшить содержание в воздухе NO_x на уровне земли на 50-60% [2].

На данный момент TiO_2 благодаря химической инертности, нетоксичности, невысокой стоимости признан наиболее эффективным УФ-фотокатализатором окисления, как в жидкой так и в газовой фазах. Фотокаталитическая активность TiO_2 зависит от таких факторов, как фазовый состав, удельная поверхность, размер и морфология частиц, определяемых, как правило, методом приготовления катализатора.

TiO_2 существует в виде нескольких кристаллических модификаций – анатаз, рутил, брукит. Ширина запрещенной зоны для анатаза – 3,1-3,2 эВ, для рутила – 2,96-3,0 эВ. В большинстве случаев анатаз проявляет более высокую каталитическую активность, чем рутил. Однако последние литературные данные свидетельствуют о наибольшей каталитической активности смешанных анатаз-рутильных образцов TiO_2 . В газовой фазе наибольшей активностью обладает анатаз с более высокой удельной поверхностью и наноразмерными первичными частицами, оптимальный размер которых для газофазных реакций составляет 6-15 нм. Наибольшую же активность в жидкой фазе проявляют образцы с большим размером пор, более крупными частицами и низкой площадью поверхности. При этом увеличение содержания рутила не ухудшает фотокаталитические свойства TiO_2 . В жидкофазных реакциях окисления оптимальный размер частиц TiO_2 – 15-110 нм. [3] Наличие примесей на поверхности TiO_2 может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на фотокаталитическую активность. Так присутствие на поверхности гидроксильных групп необходимо для разделения фотогенерированных зарядов (электронов и дырок), также они способствуют лучшей адсорбции кислорода на поверхности TiO_2 .

Глубокий контакт фотокатализатора с минеральными элементами строительных материалов является необходимым условием эффективного фотокаталитического действия. В данное время имеется потребность в недорогих фотокаталитических строительных композициях, в которых фотокатализатор стабильно интегрирован с минеральными составляющими (например, цементом). В связи с этим нами был получен и изучен каталитический материал на основе комбинации метакаолин – TiO_2 . Метакаолин вводится в цементные смеси с целью улучшения их качества, так как он обладает и пуццолановой активностью, и позволяет повысить плотность структуры твердеющей композиции. Метакаолин получали из каолина ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) путем термообработки при $T = 970 \text{ K}$ в течение 1 часа. Далее в приготовленную водную суспензию метакаолина при температуре 343 K постепенно при перемешивании вводили раствор TiCl_4 в изобутиловом спирте (для получения смеси с массовым отношением TiO_2 (30%) + метакаолин (70%)). Для нейтрализации образующейся в результате гидролиза тетрахлорида титана кислоты (HCl) добавляли раствор NH_4OH до pH 8-9. Через сутки образовавшийся осадок фильтровали, сушили и прокаливали 1 час при 920 K . Фотокаталитическую активность полученного композита изучали на модельной реакции окисления красителя метилоранжа фотокалориметрическим методом (при $\lambda = 540 \text{ nm}$) при воздействии ультрафиолетового и видимого света. Облучение проводили при постоянном перемешивании раствора, пробы для определения оптической плотности отбирали каждые 20 мин. Степень разложения метилоранжа в течение двух часов составила около 30 %.

Полученный материал на основе метакаолина и TiO_2 может при необходимой доработке использоваться в качестве фотокаталитической добавки в строительные смеси.

Библиографический список

1. Фрайкт, М.А. Разработка фотокаталитического бетона для очистки атмосферного воздуха и обоснование экологической безопасности строительной конструкции на его основе: автореф. дис.к.т. наук. / М.А. Фрайкт // Москва. – 2016. – 106 с.
2. Лукутцова, Н.Л. Модификация мелкозернистого бетона микро- и наноразмерными частицами шунгита / Н.Л. Лукутцова, А.А. Пыкин, О.А. Чудакова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Л. Шухова. – 2010, №2. – С. 66-70.
3. Артемьев, Ю.М. Введение в гетерогенный фотокатализ / Ю.М. Артемьев // Учеб. Пособие. СПб: Химия . – 1999. – 304 с.

УДК 629.7.07

Пергаменцев Р.Б. Науч. рук. Лаптёнок С.А.

Совершенствование технологий систем управления воздушным движением

БГАА, магистрант

От эффективности функционирования системы управления воздушным движением в значительной степени зависит безопасность полетов и экономические показатели работы авиакомпаний. Если не следовать строгим определениям, то, по существу, эффективность единой системы организации воздушного движения (ЕС ОрВД) – это способность обеспечить безопасные интервалы между воздушными судами при минимальных отклонениях от запланированных траекторий полетов.

Плановые же траектории, в свою очередь, должны, по возможности, минимально отклоняться от прямолинейных маршрутов и реализовывать бесступенчатый профиль набора высоты и снижения. Таким образом, требуется минимизировать потери авиакомпаний из-за регулирования движения (минимизация задержек).

Усиливающаяся глобализация и цифровизация, широкое распространение технологий анализа больших объемов данных радикально меняют организацию управления воздушным пространством и рынок авиационных перевозок. Ведущие авиакомпании мира модернизируют локационные системы, чтобы максимально точно идентифицировать местоположение воздушных судов, пассажиров и багажа, ускорять наземные предполетные приготовления, автоматизировать и улучшать сервис.

В связи с ростом пассажиропотока, трафика воздушных судов (ВС) и расширением применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) возникают новые требования к организации воздушного пространства. Большинство традиционных радарных систем и систем управления воздушными потоками уже не обеспечивают должную безопасность полетов и перестают быть экономически выгодными.

Статистика последних лет показывает постоянный рост интенсивности воздушного движения в воздушном пространстве Республики Беларусь. Традиционные технологии ОрВД уже не справляются с нарастающими проблемами эффективного и безопасного обслуживания воздушного движения. С целью решения нарастающих проблем Международная организация гражданской авиации ИКАО разработала концепцию перспективных систем связи, навигации и наблюдения, используемых в

целях организации воздушного движения (ОрВД) – Концепцию CNS/ATM.

Система управления воздушным движением (СУВД) является сложной активной иерархической системой управления. Цель ее функционирования состоит в том, чтобы обеспечить наилучшее выполнение расписания вылета и прибытия воздушных судов и выдерживать наиболее предпочтительные профили полета при минимальных ограничениях и без снижения установленных уровней безопасности. СУВД включает в себя следующие подсистемы: организации воздушного движения (ОрВД), включающую этапы обслуживания, организации потоков воздушного движения и организации воздушного пространства (соответственно ОВД, ОПВД и ОрВП); технических средств навигации, посадки и связи; обеспечения (метеорологическое, аэронавигационная информация, техобслуживание, ремонт и функциональная готовность объектов Единой системы ОрВД); профессиональной подготовки и выдачи свидетельств, включающую профессиональный отбор, обучение, сертификацию персонала, а также средства подготовки кадров. Рекомендации ИКАО в области профессиональной подготовки персонала таковы, что разрабатываемые квалификационные системы подготовки и оценки ее качества должны предусматривать установление квалификационных требований и соответствующих стандартов, подготовку на основе выявленных квалификационных требований и методику оценки результатов, предназначенную для оценки степени достижения указанных уровней квалификации. При этом обучение и оценка персонала должны основываться на анализе тех профессиональных задач, выполнение которых на установленном уровне является требованием к соответствующей профессиональной деятельности. Очевидно, что процессы подсистемы профессиональной подготовки, ответственной за обеспечение требуемого

уровня обучения, и подсистемы организации воздушного движения, обеспечивающей операционный или функциональный уровень, оказываются тесно связанными. С одной стороны, многие проблемы, выявляемые на операционном уровне, могут быть решены на уровне обучения, а, с другой, – эффективность обучения определяется только тем, насколько оно соответствует требованиям профессиональной (операционной) деятельности. Традиционными проблемами операционного уровня, решение которых возможно получить на уровне обучения, является деятельность персонала в условиях внедрения новых технических средств, процедур, технологии и правил ОВД. В настоящее время одним из основных направлений изменения существующих технологий является переход от радиолокационного управления, основанного на знании фактического и расчете прогнозируемого положения воздушного судна (ВС), к так называемому траекторному управлению, основанному на знании и совместном использовании фактического и прогнозируемого положения ВС. Последнее обуславливает необходимость решения следующих задач: разработка эффективных процедур ОВД; проектирование воздушного пространства; разработка систем поддержки принятия решений по управлению воздушным движением; определение и привитие новых навыков персоналу ОВД.

Так как в этом случае система обучения должна опираться на прогнозируемые профессиональные задачи и квалификационные требования, то целесообразным является использование комплексных средств подготовки персонала, выполняющих как функции обучения, так и исследовательские функции. Одним из возможных подходов к разработке таких комплексных средств является применение многоагентных технологий для моделирования процессов управления воздушным движением (УВД).

УДК 631.4

Пиотух Е.Ю. Науч. рук. Цуприк Л.Н.
**Загрязнение почв Республики Беларусь
нефтепродуктами**

ФГДЭ, 3 курс

Загрязненные почвы – это почвы, содержащие загрязняющие вещества в количествах и концентрациях, превышающих способность почвенных экосистем к их удалению, разложению или переводу в инертное состояние. Загрязнение обуславливает изменение физико-химических и агротехнических свойств почв, снижает их плодородие и ухудшает качество сельскохозяйственной продукции.

Самоочищение почв, как правило, медленный процесс. Токсичные вещества накапливаются, что способствует постепенному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и живых организмов. Из почвы токсические вещества могут попасть в организмы животных, людей и вызвать тяжелейшие болезни и смертельные исходы.

Почву обычно относят к самостоятельному типу или подтипу загрязненных почв, если загрязнение в ней явно превышает нормы предельно допустимой концентрации и губительно сказывается на живых организмах. В таком случае в почвенном профиле выделяют антропогенно-загрязненный горизонт, определяемый обычно на основании лабораторных анализов. Различают химически и физически загрязненные почвы. Химически загрязненные почвы характеризуются резким изменением состава почвенного поглощающего комплекса и почвенной биоты под влиянием техногенного загрязнения. По своим

морфологическим признакам эти почвы мало отличаются от незагрязненных аналогов. Их описывают по природе источника загрязнения (например, загрязненные радиоактивными веществами, избыточными дозами пестицидов и т. д.), а также по химическому составу загрязнителя и мощности загрязненного слоя (поверхностно-загрязненные, профильно-загрязненные и глубоко загрязненные). Физически загрязненные почвы образуются в результате захламления территории твердыми бытовыми и промышленными отходами [1].

Основными загрязнителями почвенного покрова городов Беларуси являются нефтепродукты и тяжелые металлы (кадмий, свинец и цинк), в меньшей степени – легкорастворимые соединения (сульфаты, нитраты, фториды).

Нефтепродукты в естественных почвах отсутствуют, что обусловлено их быстрым (в геологическом времени) разложением. Поэтому их присутствие даже в небольших количествах может рассматриваться как результат техногенного воздействия. В городах имеет место интенсивное загрязнение почв нефтепродуктами. В наибольшей степени оно характерно для зон влияния нефтебаз, автозаправочных станций, вдоль транспортных магистралей.

Оказавшись в грунте, нефтепродукты могут взаимодействовать с водоносными горизонтами и попадать в питьевую воду. Также, ухудшается структура самой почвы, повышается ее кислотность, в почве накапливаются патогенные микроорганизмы (особенно возбудители корневой гнили), происходит деградация и депрессия почвенной микрофлоры, нарушается почвенный микробиоценоз и биоценоз в целом. Общий экономический ущерб в результате этих процессов оценивается в сотни миллиардов рублей ежегодно. Между

тем, естественное восстановление плодородия почв при загрязнении нефтью происходит значительно медленнее, чем при других техногенных загрязнениях.

Большинство земель в той или иной мере загрязнены нефтепродуктами. Загрязнение почв нефтью в местах ее добычи, переработки, транспортировки и распределения превышает фоновое в десятки раз. Ежегодно десятки тонн нефти загрязняют полезные земли, снижая ее плодородие.

В Республике Беларусь работают предприятия по добыче, переработке и транспортировке нефти и нефтепродуктов, активно развиваются предприятия нефтехимической, топливно-энергетической и других отраслей промышленности, широко используется личный и общественный автотранспорт.

Основными источниками углеводородного загрязнения являются: автотранспорт, предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности; газообразные выбросы и сточные воды промышленных предприятий; опасные отходы промышленных и муниципальных свалок (отстойных прудов, бассейнов); разливы нефтяных углеводородов в результате аварий при нефтедобыче (Гомельский регион) и на нефтепроводах, нефтехранилищах и нефтеперегонных заводах и др. [2].

В городах небольшие содержания нефтепродуктов характерны для коммунально-складских и транспортных зон. Роль ландшафтных условий выражается главным образом в преимущественном накоплении нефтепродуктов в днищах ложбин стока и оврагов, замкнутых понижениях и поймах рек [5].

Предельно допустимые концентрации нефтяных загрязнений в почвах зависят от вида нефтепродуктов: для почвы 0,1 мг/кг. Установлены ПДК для некоторых видов нефтепродуктов: бензол – 0,3 мг/кг, толуол – 0,3 мг/кг,

ксилол – 0,3 мг/кг. Минимальный уровень наличия нефтепродуктов в почвах и грунтах, выше которого наступает ухудшение качества природной среды, рассматривается как верхний безопасный уровень концентрации. Он зависит от сочетания многих факторов, таких как тип, состав и свойства почв и грунтов, климатические условия, состав нефтепродуктов, тип растительности, тип землепользования и др. [3].

По результатам проведения мониторинга почв в 2017 г., значения, превышающие ПДК по нефтепродуктам в почвах, отмечены для всех обследованных городов: Брест, Гродно, Пинск, Светлогорск, Калинковичи, Борисов, Лида, Костюковичи (рисунок 1). Наибольшие площади загрязнения характерны для Пинска, Калинковичей, Борисова и Светлогорска (48,6%, 33,3%, 31,0% и 30,0% проанализированных по городу проб соответственно). Средние значения находятся на уровне 0,6-1,3 ПДК. Максимальные значения зарегистрированы в Борисове, Пинске, Калинковичах и Бресте на уровне свыше 7,3 ПДК, 6,7 ПДК, 5,9 ПДК и 4,1 ПДК соответственно [4].

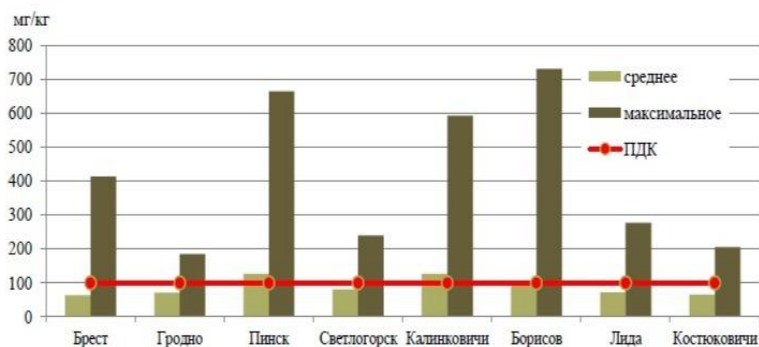


Рисунок 1 – Содержание нефтепродуктов в почвах городов в 2017 г.

Для всех городов также можно проследить динамику изменения степени загрязнения городских почв нефтепродуктами в предыдущие годы наблюдений (рисунок 2). В Пинске, Калинковичах, Борисове и Лиде наблюдались превышения средних значений на уровне 1,3-2,4 ПДК в 2012 г. и 2017 г. Значительные превышения максимальных значений (от 1,2 до 35,7 ПДК) характерны для всех лет наблюдений для всех городов [4].

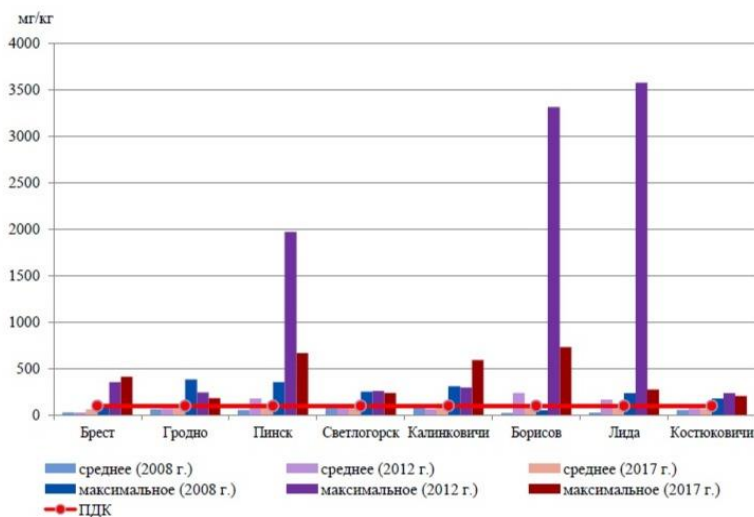


Рисунок 2 – Содержание нефтепродуктов в почвах городов по годам

Результаты мониторинговых исследований, выполненных на территории Беларуси, позволили выявить широкое распространение и высокие уровни загрязнения почв и почвогрунтов нефтепродуктами. Содержания нефтепродуктов при этом отличаются значительной вариабельностью: от фоновых (менее 5 мг/кг) до

ураганных (более 100000 мг/кг) значений. Последние характерны для мест утечек (разливов) нефтепродуктов.

Высокие содержания нефтепродуктов (более 5000 мг/кг) зафиксированы в зонах воздействия нефтедобычи, автозаправочных станций, нефтебаз и складов горючесмазочных материалов, хранилищ твердых бытовых и промышленных отходов, бывших военных баз, автомобильных дорог, машинно-тракторных станций и др.

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами одна из сложных и многоплановых проблем экологии и охраны окружающей среды. Нефть и нефтепродукты являются распространенным загрязнителем почв на территории Республики Беларусь в силу развитости в стране различных отраслей промышленности, нефтедобычи и нефтетранспортировки, а также обширного парка автотранспорта. Мониторинг загрязнения почв осуществляется регулярно и фиксирует, что на протяжении последних лет ситуация остается стабильной без значительных улучшений. Для контроля загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами используются нормативы, утвержденные Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Специфика загрязнения земель нефтепродуктами заключается в том, что последние долго разлагаются (десятки лет), на них не растут растения и выживают немногие виды микроорганизмов. Восстановление загрязненных нефтепродуктами земель проходит либо засевом культур, устойчивых к нефтяному загрязнению, либо завозом незагрязнённой почвы

Библиографический список

1. Клебанович, Н.В. География почв Беларуси/ Клебанович Н.В., Аношко В.С. – Минск:, БГУ. – 2009 г.– 198 с.

2. Геология и полезные ископаемые четвертичных отложений: материалы VIII Университетских геол. чтений, 3–4 апр. 2014 г., Минск, Беларусь / редкол. А.Ф. Санько (отв. ред.) [и др.]. в 2-х частях – Минск: «Цифровая печать» 2014. – Ч. 2. – 86 с.
3. Факторы, определяющие характер и степень нефтяного загрязнения почв. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mobile.studbooks.net/913370/ekologiya/factory_opredel_yayuschie_ha_rakter_stepen_neftyanogo_zagryazneniya_pochv#244
4. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2017 год / Под общей редакцией Е.П. Богодяж – Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – 2018. – 450 с., ил. 318.
5. Хомич, В.С. Загрязнение почв нефтепродуктами в Беларуси / В.С. Хомич // Природные ресурсы (Межведомственный бюллетень). – № 2. – 2005. – С. 43-57.

УДК 691

Простак Д.С. Науч. рук. Шагойко Ю.В.

Использование гранитных отсеков для производства гиперпрессованных смесей

ФГДЭ, 1 курс

Одним из важнейших направлений научно-технического прогресса на современном этапе являются разработки во всех отраслях промышленности безотходных и малоотходных технологических процессов.

Все чаще перед нами встают вопросы экологии, экономии и более рационального расходования природных ресурсов. Наиболее актуальны эти вопросы для добывающей промышленности, когда побочные продукты добычи сырья складываются, занимая полезные площади и загрязняя близлежащие территории.

Анализ литературных источников по проблематике применения разнообразных минеральных добавок в цементных бетонах показывает, что в современных условиях этот технологический прием по-прежнему актуален и постоянно совершенствуется. При этом согласно данным современных исследований ряд минеральных веществ (горных пород), которые ранее относились к инертным добавкам, могут влиять на процессы взаимодействия клинкерного цемента с водой.

На более ранних этапах исследования в этой области была выявлена активная роль предварительно диспергированных отходов дробления горных пород различного происхождения: осадочных (известняк, доломит, песчаник), глубинных (гранит, базальт и др.) на вяжущие свойства цементов. Основное внимание многих исследователей в этой области сосредоточилось на

использовании высокопрочных и твердых горных пород: диабаза, габбро, порфирита, кварцевого песка, обеспечивающих наилучшие результаты в приросте прочности цементного камня и порошкового бетона. Результаты исследований, относящиеся к использованию гранитного отсева в качестве минеральной добавки в традиционный цементный бетон, единичны. Для Республики Беларусь, которая не располагает традиционными материалами – минеральными добавками в цемент и цементный бетон (доменные шлаки, золя уноса, микрокремнезем и др.), но имеет производство гранитного щебня и массовые отходы от него в виде гранитного щебня, а также в виде гранитного отсева (до 30-35% горной породы) на РУПП «Гранит», успешное решение такой задачи чрезвычайно актуально и своевременно. В процессе исследований выявлено влияние количественного содержания минеральной добавки гранитного отсева в цементе и срока хранения вяжущего на водостойкость и прочность, водопоглощение и водонепроницаемость.

Минеральную добавку вводили в цемент в количестве 10%, 20% и 30% от массы, отслеживая затем закономерности изменения определяемых свойств бетона в зависимости от доли введенной добавки в вяжущем; использовали цемент ПЦ500ДО – 9%, гранитный отсев – 7%.

Для проведения эксперимента формировались образцы цилиндрической формы диаметром 5 см, высотой 5 см. Удельное прессование составляет 40, 60, 80, 100 МПа. Твердение осуществлялось в нормальных условиях и при тепловлажностной обработке по режиму 2- 6- 2 ч при $t = 90^{\circ}\text{C}$.

Исследования показали, что образцы, изготовленные на гранитном отсева, достигают максимальной прочности на сжатие при расходе цемента 20%, при этом наблюдается значительное влияние удельного давления прессования на

прочностные характеристики. При расходе цемента 15% прочность при сжатии составляет 21 – 22 МПа, что обеспечивает марку кирпича М200.

Применение в качестве заполнителя мраморного отсева позволяет достигать прочностных характеристик в интервале от 18 МПа до 31 МПа. При этом на набор прочности оказывает влияние не только увеличение расхода цемента, но и увеличение удельного давления прессования. При содержании цемента в составе сырьевой смеси в количестве 15% увеличение удельного давления прессования от 40 МПа до 100 МПа приводит к изменению прочности при сжатии гиперпрессованного изделия от 35 МПа до 65 МПа.

При твердении в нормальных условиях в течение 28 суток прочность при сжатии 30 МПа имеют образцы, изготовленные на гранитном отсеке (ПЩ – 15%, гранитный отсев – 85%) при давлении прессования 40 МПа. Для смеси (ПЩ – 10%, гранитный отсев – 90%) при том же давлении прессования прочность при сжатии составляет 20 МПа.

Водопоглощение бетона, характеризующее наличие и объем открытой пористости бетона, одновременно дает информацию для прогноза его проницаемости и морозостойкости, т.к. эти характеристики непосредственно зависят от количества поглощаемой порами бетона воды.

Водопоглощение бетона определяли по стандартной методике с начальным насыщением образцов водой до постоянной массы и последующим высушиванием их до постоянной массы. Установлено, что с увеличением минеральной добавки до 20% от массы вяжущего, водопоглощение бетона возросло не более, чем на 5%. Превышение дозы минеральной добавки сопровождается существенным ростом водопоглощения бетона (более 12%).

УДК 664.6

Родимцева А. С. Науч. рук. Морзак Г.И.

Основные направления по снижению воздействий деятельности хлебопекарного предприятия на окружающую среду

ФГДЭ, 4 курс

Производство хлеба включает несколько стадий технологического процесса: подготовку сырья, его дозирование, замес полуфабрикатов, их брожение, разделку, в том числе окончательную расстойку и отделку, выпечку хлеба, его укладку, хранение и транспортировку в торговую сеть для реализации [1, 2].

Технология приготовления хлеба может включать и специальные стадии, такие как различные методы подготовки отдельных видов сырья; приготовление полуфабрикатов с определенными свойствами - заварок; различных видов закваски; бездрожжевого набухающего полуфабриката; высокоосахаренных ферментативных полуфабрикатов; заквасок с направленным культивированием микроорганизмов; активацию дрожжей; выращивание жидких дрожжей; ошпарку тестовых заготовок, обжарку хлеба; сушку; замораживание и дефростацию тестовых заготовок и другие [3]. Все стадии производственного процесса оказывают воздействия на окружающую среду. Источники выбросов мучной пыли могут быть как организованные – при наличии аспирационных установок, так и неорганизованные источники (окна и т.п.). Большинство таких источников выбросов относятся к складским помещениям.

Снижение неорганизованных выбросов мучной пыли

с площадок бестарного хранения можно добиться, ограждая их при помощи экранов или стен. В случае, когда выбросы мучной пыли неизбежны, например, при разгрузке сырья, их можно свести к минимуму, снижая скорость разгрузки. Снижение организованных выбросов загрязняющих можно добиться путем установления пылегазоочистного оборудования. Например, рукавные фильтры, сепараторы мокрой очистки, электрофильтры [4].

В рукавных фильтрах отходящие газы проходят сквозь рукав, а частицы мучной пыли задерживаются на поверхности фильтра, образуя корж. Степень удаления пыли при использовании таких фильтров очень высока и в зависимости от размеров частиц может превышать 98 и достигать 99%. Процесс регенерации происходит за счет периодического повышения давления на чистой стороне фильтра. Рукавные фильтры, особенно с регенерацией за счет пульсации давления, производят при работе существенный шум, кроме того, при большом перепаде давления может повышаться расход электроэнергии. Несмотря на это, рукавные фильтры являются самым распространенным пылегазоочистным оборудованием в силу простоты использования и минимальных затрат.

В сепараторах мокрой очистки удаление пыли из отходящих газов происходит при непосредственном контакте между отходящими газами и промывной жидкостью (водой), частицы пыли захватываются жидкостью и смываются. В зависимости от конструкции и принципа действия выделяют различные типы сепараторов мокрой очистки (например, скрубберы Вентури). При мокрой очистке вредные вещества переходят из газовой среды в жидкость, что влечет за собой необходимость очистки стоков (суспензий) и дополнительные энергозатраты.

Действие электрофильтра основано на том, что загрязненный воздух поступают в камеру с двумя

электродами, на один из которых подают высокое (до 100 кВ) напряжение. Газы ионизируются, образующиеся ионы адсорбируются частицами пыли, и на поверхности этих частиц возникает электрический заряд. Под действием электростатических сил пыль отталкивается от первого электрода и притягивается ко второму, на который оседает и удаляется из газового потока. Недостатками данного метода являются опасность взрыва, особенно при использовании систем сухой электрофильтрации и повышенный расход энергии при работе электрофильтров (тем не менее, меньший по сравнению с другими системами фильтрации перепад давлений ведет к уменьшению расхода электроэнергии вентиляторами для отсоса загрязненного воздуха). На хлебопекарных предприятиях эксплуатация электрофильтров может быть только на источниках выбросов загрязняющих веществ от вспомогательных подразделений, так как основные относятся к пожаро-взрывоопасному производству.

Проблема снижения негативного воздействия на окружающую среду при сбросе сточных вод имеет два пути решения:

1. снижение потребления воды на технические и бытовые нужды и, соответственно, снижение объема сбрасываемых вод;
2. организация очистки сточных вод от загрязняющих веществ.

Организация очистки сточных вод позволяет добиться минимального сброса загрязняющих веществ в канализацию или водные объекты. Основными загрязнителями сточных вод хлебопекарной промышленности являются БПК, ХПК, взвешенные вещества, анионные ПАВ, жиры, органические соединения. Для эффективной очистки сточных вод необходимо использовать несколько стадий очистки:

– механическая очистка для удаления грубодисперсных и легких частиц (крошки хлеба, муки, жиры). Для этого можно использовать механические решетки, жиρούловители, гидроциклоны;

– основная стадия, на которой используется биологическая очистка (аэротенки, биофильтры, биореакторы и др.). Биологическая очистка позволяет удалить такие загрязняющие вещества, как, БПК, ХПК, остатки жиров;

– глубокая доочистка и обеззараживание позволяют удалить остаточные загрязняющие вещества с небольшой концентрацией и микроорганизмы [5] .

В качестве сооружений глубокой доочистки могут использоваться фильтры, адсорберы, установки коагулирования и др. Наиболее распространены фильтры различных модификаций (каркасно-засыпной, скорый и др.). Обеззараживание может производиться хлорированием, озонированием, ультрафиолетом, ультразвуком.

Методы по снижению образования отходов базируются на:

- правильной организации работы мучных складов;
- соблюдении технологических рецептур;
- осуществлении тщательного контроля за состоянием и работой механизмов и оборудования,
- осуществлении контроля за исправным состоянием тарного хозяйства.

Соблюдение данных методов по снижению образования отходов производства можно резко снизить их образование (до 0,1% и меньше).

Так, при приемке муки следует тщательно следить за целостностью мешков. Порванные мешки складывают отдельно, и находящуюся в них муку используют в первую очередь. Мешки с разорвавшейся сшивкой зашивают и

складывают в общий штабель.

При засыпке муки в завальную яму или через грохот каждый освободившийся мешок обрабатывают на мешкотряске и собирают отдельно выбой муки. Наиболее эффективным методом снижения образования отходов муки является бестарное хранение и транспортировка муки.

Каждую тестомесильную машину следует оборудовать специальными раздвижными железными корытцами-поддонами, чтобы крошки теста или муки при замесе не падали на пол. У разделочных машин и всех видов транспортеров, передающих куски теста, устанавливаются поддоны, собирающие выпавшие куски. Вес куска теста должен быть установлен с таким расчетом, чтобы в конце расстойки тесто не вытекало через край формы. Крошки хлеба, остающиеся на столах для выбивки хлеба из форм, собираются в специальную тару. Мучную пыль (мучку) и смет реализуют на корм скоту.

Также одним из способов переработки муки является получение кислотного декстрина. Для этого отходы муки очищают от посторонних примесей, пропускают через сито. Далее муку подкисляют соляной кислотой, просеивают, просушивают при 100-105°C и вторично просеивают.

Отходы хлебопекарного производства можно рассматривать как используемые отходы производства. К ним относятся: горбушки сухарных плит; отходы, отбираемые на отдельных стадиях технологического процесса; лом от апробации изделий при отбраковке и возврат остатков готовой продукции из лаборатории после анализа и др.. Используемые отходы производства применяются для изготовления хлебной мочки, сухарей, кваса и др. Мочка - размоченный хлеб, который протирается через сито или пропускается через специальную мясорубку. Оптимальная дозировка мочки

при выработке формового хлеба составляет 5%, при выработке подового хлеба - 3-4%. Зачерствевший или имеющий неправильную форму хлеб из пшеничной муки перерабатывают в сухари. Хлеб режут ломтиками и сушат в печах. Брак также перерабатывают на сухари, затем их дробят на куски с последующим перемолом в сухарную муку. Из брака и черствого ржаного хлеба приготавливают сухой хлебный квас.

Организация и осуществление технологического процесса производства хлеба должна предусматривать минимизацию воздействий на окружающую среду. Для этого на предприятиях отрасли должны разрабатываться и внедряться технические, технологические и организационные природоохранные мероприятия.

Библиографический список

1. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства / Под общ. ред. Л. И. Пучковой. — СПб: Профессия, 2005. — 416 с.
2. Цыганова, Т. Б. Технология хлебопекарного производства/ Т. Б. Цыганова. — М.: ПрофОбрИздат, 2002. — 432 с.
3. Пучкова, Л. И., Поландова Р. Д., Матвеева И. В. Технология хлеба/ Л. И. Пучкова. — С-Пб.: ГИОРД, 2005. — 559 с.
4. Малькевич, Н.Г., Морзак Г.И. Технические основы охраны окружающей среды. Курс лекций. Часть 2. Охрана атмосферы/ Н.Г.Малькевич, Г.И.Морзак.- Учебное издание Минск: БНТУ, 2014.— 53 с.
5. Малькевич, Н.Г., Морзак Г.И. Технические основы охраны окружающей среды. /Н.Г.Малькевич, Г.И.Морзак.- БНТУ/ЭУМК-ФГДЭ89, № 1871609142 от 06.07.2016 г.

УДК 621.74

Санжаревский А.Г. Науч. рук. Морзак Г.И.
**Анализ воздействий на окружающую среду технологий
литья алюминия**

ФГДЭ, 3 курс.

Алюминий обладает высокой тепло- и электропроводностью, стойкостью к коррозии за счёт быстрого образования прочных оксидных плёнок, защищающих поверхность от дальнейшего взаимодействия. Основные достоинства алюминия как конструкционного материала – лёгкость, податливость штамповке, коррозионная стойкость, высокая теплопроводность, неядовитость его соединений, основной недостаток – малая прочность, поэтому для упрочнения его обычно сплавляют с небольшим количеством меди и магния (сплав называется дюралюминий). Хотя это и легкоплавкий металл (температура плавления алюминия составляет всего 660 °С, для железа – 1539 °С), его литьё сопровождается определёнными техническими сложностями, так как он легко вступает в окислительную реакцию с кислородом. Для предотвращения возникновения окислительных реакций алюминий разливается в бескислородной среде. В современной промышленности литье алюминия может осуществляться тремя способами: кокили (металлические формы) с охлаждением; заполнение с помощью поршневых машин (под давлением); центробежное.

Кокильное литье, или литье в постоянные формы – это литье металла, осуществляемое свободной заливкой кокилей. При заполнении кокиля расплавом воздух и газы удаляются из его рабочей полости через вентиляционные

каналы, пробки, каналы между металлическими частями, образующие вентиляционную систему кокиля. Перед заливкой расплава кокиль готовят к работе: поверхность рабочей полости и разъем тщательно очищают от следов загрязнений, ржавчины, масла, проверяют легкость перемещения подвижных частей, точность их центрирования, надежность крепления. Затем на поверхность рабочей полости и металлических стержней наносят слой огнеупорного покрытия – облицовки и краски. Слой огнеупорного покрытия предохраняет рабочую поверхность формы от резкого повышения ее температуры при заливке, оплавления и схватывания с металлом отливки. Расплав заливают в кокиль через литниковую систему, выполненную в его стенках. Процесс литья в кокиль является мало операционным процессом. Лимитирующей по продолжительности операцией является охлаждение отливки в форме до заданной температуры. Большинство операций могут быть механизированными, что относится к существенным преимуществам способа и исключает трудоемкий и материалоемкий процесс изготовления разовой формы – кокиль используется многократно. Металлическая форма по сравнению с песчаной обладает значительно большими теплопроводностью, теплоемкостью, прочностью, практически нулевыми газопроницаемостью и газотворностью.

Эффективность кокильного производства отливок, как и производства отливок другими способами литья, зависит от полноты и правильности использования преимуществ этого процесса с учетом его особенностей и недостатков в условиях конкретного производства. В сравнении с литьем в песчаные формы, литье в кокиль имеет следующие преимущества: повышение качества отливки и стабильности показателей качества;

использование в металлических формах разовых песчаных стержней; исключение трудоемких операций приготовления смеси, формовки и очистки отливок; устранение тяжелых операций выбивки форм, очистки отливок от пригара, их обрубки, меньшее загрязнение окружающей среды; возможность многократного использования кокиля. Однако, способ литья в кокиле имеет и недостатки: высокая стоимость кокиля, сложность и трудоемкость его изготовления; ограниченная стойкость кокиля (число годных отливок); высокая интенсивность охлаждения расплава в кокиле; неподатливость кокиля; использование в кокиле большого числа песчаных стержней. Преимущества и недостатки кокильного способа определяют в итоге рациональную область его использования. Вследствие высокой стоимости кокилей экономически целесообразно применять этот способ литья только в серийном или массовом производстве.

Экономический и экологический эффекты достигаются благодаря устранению формовочной смеси, повышению качества отливок, их точности, уменьшению припусков на обработку, снижению трудоемкости очистки и обрубки отливок, механизации и автоматизации основных операций и, как следствие, повышению производительности и улучшению условий труда.

Таким образом, литье в кокиль можно отнести к трудо- и материалосберегающим, малооперационным и малоотходным технологическим процессам, улучшающим условия труда в литейных цехах и уменьшающим вредное воздействие на окружающую среду [1].

Литьё металлов под давлением – способ изготовления отливок, при котором сплав приобретает форму отливки, быстро заполняя пресс-форму. Этот способ применяется для сплавов цветных металлов (на основе цинка, алюминия, меди, магния, сплава олово-

свинец) из-за их низкой температуры плавления, а также для некоторых сталей. Практически любую деталь из алюминия можно отлить на машинах литья под давлением, поскольку при литье под давлением можно получить детали с высокими допусками по пористости и плотности изделия. Процесс литья под давлением включает следующие этапы: раскрытие пресс-формы и смазка; смыкание пресс-формы; заливка металла в поршень; запрессовка металла; снятие готового изделия. Литейные формы (пресс-формы) обычно изготавливаются из стали. Оформи́ющая полость формы выбирается подобной наружной поверхности отливки, с учетом искажения размеров. Пресс-форма содержит выталкиватели, с помощью которых готовое изделие извлекается из пресс-формы и подвижные металлические стержни, называемые знаками, образующие внутренние полости изделий.

Машины для литья алюминия могут быть с горячей камерой прессования и с холодной камерой прессования. Машины литья под давлением с горячей камерой прессования чаще всего используются для литья сплавов на основе цинка или латуни. Литейные машины с холодной камерой прессования используются для литья под давлением алюминиевых, магниевых, медных сплавов. Литьё в пресс-формы происходит под давлением от 35 до 700 МПа. К преимуществам процесса литья под давлением относятся: высокая производительность; высокое качество поверхности (5–8 классы чистоты для алюминиевых сплавов); точные размеры литого изделия (3–7 классы точности); минимальная потребность в механической обработке изделия; низкая пористость изделия; высокая плотность изделия. Основными недостатками данного процесса являются: ограниченная сложность конфигурации отливки (связанная с тем, что при отделении отливки от литейной формы могут

происходить повреждения); ограниченная толщина отливки; сложная, дорогая оснастка [2].

Принцип центробежного литья заключается в том, что заполнение формы расплавом и формирование отливки происходят при вращении формы вокруг горизонтальной, вертикальной или наклонной оси, либо при ее вращении по сложной траектории. Этим достигается дополнительное воздействие на расплав и затвердевающую отливку поля центробежных сил. Процесс реализуется на специальных центробежных машинах и столах. Наиболее распространенным является способ литья пустотелых цилиндрических отливок в металлические формы с горизонтальной осью вращения. Особенности формирования отливки при центробежном литье сопряжены как с большими преимуществами, так и с недостатками. К преимуществам этого способа можно отнести: улучшенную заполняемость форм расплавом; повышение плотности отливок вследствие уменьшения количества пор, раковин, газовых, шлаковых и неметаллических включений; уменьшение расхода металла, благодаря отсутствию литниковой системы при изготовлении отливок типа труб, колец, втулок или уменьшению массы литников при изготовлении фасонных отливок; исключение затрат на стержни при изготовлении отливок типа втулок и труб. Недостатками способа являются: трудности получения отливок из сплавов, склонных к ликвации; загрязнение свободной поверхности отливок неметаллическими включениями; неточность размеров и необходимость повышенных припусков на обработку свободных поверхностей отливок, вызванная скоплением неметаллических включений в материале отливки и отклонениями точности дозы расплава, заливаемого в форму. Наивысшие технико-экономические показатели центробежного способа литья достигаются при

получении пустотелых цилиндрических отливок с различными размерами и [3].

Алюминий относится к металлам, который легко утилизируется и поддается стопроцентной переработке, не утрачивая при этом своих свойств. На сегодняшний день около 75% алюминия, выпущенного за все время существования отрасли, используется до сих пор. Переработка алюминия требует всего 5% от объема энергии, необходимого для его производства из глинозема, а объем выбросов парниковых газов при производстве вторичного алюминия составляет 5% от количества выбросов при выпуске первичного алюминия. Сегодня производство вторичного алюминия занимает около 30% от общего объема выпуска и его доля продолжает расти. Промышленное применение алюминия также позволяет улучшить глобальную экологическую ситуацию.

Легкость, пластичность, высокая тепло- и электропроводность и нетоксичность алюминия позволяет использовать его в эко-архитектуре – строительстве объектов инфраструктуры, создание и дальнейшее функционирование которых наносят минимальный вред окружающей среде [4].

Электролиз алюминия наносит окружающей среде гораздо меньший урон, чем производство большинства металлов. Например, объем выбросов вредных веществ при производстве никеля превышает аналогичные показатели алюминиевой отрасли в 31 раз (рисунок).

Наибольшее воздействие на окружающую среду предприятий, где применяются технологии алюминиевого литья, проявляется через выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, наиболее опасными из них являются соединения фтора. Фторид водорода поступает в атмосферу в основном при производстве первичного алюминия. Электролитический способ производства

алюминия из глинозема, в котором в качестве электролита используют расплав криолита и фторида алюминия, связан с выделением в атмосферу ряда фторидных соединений, в основном HF, SiF₄, NaF, Na₃AlF₆ и др.



Рисунок – Диаграмма выбросов парниковых газов при выплавке цветных металлов

В воздухе производственного корпуса, где осуществляются процессы литья алюминия, основными потоками выделения фторидов в атмосферный воздух могут быть фанарные выбросы, поступающие через аэрационные фанари производственных корпусов, факельные выбросы, поступающие в атмосферу через дымовые трубы, вентиляционные и аспирационные системы. Поэтому реальная степень очистки составляет 30

– 75 %. В основном проводится очистка именно факельных выбросов, а проблема обезвреживания фонарных выбросов остается актуальной. В настоящее время вследствие модернизации производств, применения современных технологий и разработки электролизеров нового поколения, доля фонарных выбросов при производстве первичного алюминия неуклонно снижается.

Для снижения экологической опасности алюминиевых производств, должны быть внедрены эффективные технологии по извлечению из отводимых газов фторида водорода в максимально возможной степени и на более ранней стадии производства алюминия [5].

Библиографический список

1. Украинская Ассоциация Сталеплавателей [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://uas.su/books/spesialmethodsforcasting/31/razdel31.php> – Дата доступа: 20.04.2019
2. Литьё металлов под давлением/ Свободная Энциклопедия [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> – Дата доступа: 20.04.2019
3. Украинская Ассоциация Сталеплавателей [Электронный ресурс]-Режим доступа: <http://uas.su/books/spesialmethodsforcasting/61/razdel61.php> – Дата доступа: 20.04.2019
4. Аншиц А.Г., Поляков П.В., Кучеренко А.В. Экологические аспекты производства алюминия электролизом. Аналитический обзор / Новосибирск: Изд. ГПНТБ СО АН СССР, 1991.
5. Громов О.Б., Прокудин В.К. К вопросу обезвреживания газовых выбросов заводов по производству алюминия // Химическая технология. 2008. Т. 9. № 7.

УДК 574

Сидельникова К. Науч. рук. Родькин О.И.
**Оценка литейного производства как источника
воздействия на атмосферный воздух**

ФГДЭ, 4 курс

Литейное производство является наиболее проблемным производственным объектом с экологической точки зрения [1]. При производстве 1 т отливок из сплавов черных металлов выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксида углерода, 1,5 – 2,0 кг оксида серы, 1 кг оксида углеводородов. Особенно актуальным вопросом экологической безопасности литейного производства становится на современном этапе развития производства, так как возросли требования в области законодательства по охране окружающей среды в Республике Беларусь [2].

Целью данной исследовательской работы является оценка литейного производства как источника воздействия на ОС на примере ЛЦ №1 ОАО «МТЗ».

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить технологический процесс производства отливок;
- оценить выбросы ЛЦ №1 в атмосферный воздух;
- дать характеристику важным экологическим аспектам производства отливок.

Схема технологического процесса производства чугунных отливок литейного цеха № 1 Минского тракторного завода представлена на рисунке.



Рисунок – Принципиальная схема производства чугунных отливок

Оценка значимости экологических аспектов технологического процесса показывает, что важные аспекты обусловлены загрязнением атмосферного воздуха. В частности, к категории важных экологических аспектов литейного цеха относятся выбросы в атмосферный воздух таких веществ, как оксид углерода, оксид азота, пыль неорганическая, диоксид азота, диоксид серы.

Значительное количество выбросов в атмосферный воздух образуется при плавке чугуна в вагранке. Отливка получается в результате заполнения полости литейной формы расплавленным жидким металлом, полость которой по размерам и конфигурации соответствует изготавливаемым деталям (отливкам). Наружные очертания отливки определяются полостью формы, а внутренние образуются соответствующими фасонными вставками (стержнями). После заливки жидкий металл охлаждается в форме и затвердевает. Для извлечения холодной отливки формы разрушают, отливку выбивают из формы и подвергают

обрубке и очистке. В результате в атмосферный воздух выбрасывается ряд загрязнителей четвертого, третьего и даже второго класса опасности (таблица).

Таблица – Выбросы загрязняющих веществ при плавке чугуна в вагранке

№ пп	Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности	Массовый выброс загрязняющего вещества в атмосферный воздух, т/год
1	Азот (II) оксид (азота оксид)	3	16,482
2	Азот (IV) оксид (азота диоксид)	2	101,416
3	Аммиак	4	7,351
4	Железо и его соединения	3	80,196
5	Марганец и его соединения	2	0,064
6	Метанол (метилловый спирт)	3	12,047
7	Ксилолы	3	102,536
8	Пыль неорганическая	3	253,226
9	Сера диоксид	3	24,551
10	Серная кислота	2	2,248
11	Твердые частицы (суммарно)	3	5,163
12	Толуол (метилбензол)	3	25,089
13	Углерод оксид	4	513,212

Для снижения негативного воздействия на атмосферный воздух обязательным мероприятием является использование оборудования, оснащенного газоочистными установками [3]. Наиболее эффективным мероприятием для снижения вредного воздействия выбросов чугунолитейного производства нами предлагается мероприятие по переводу плавки чугуна в вагранке на плавку в индукционной тигельной печи. Вагранка представляет собой шахтную печь, диаметр которой 1600 мм, а производительность 20 т/ч. Выплавка чугуна в индукционных тигельных печах связана с минимальными угарам элементов в процессе плавки, она обеспечивает получение качественного жидкого металла и высоких механических свойств отливок, позволяет использовать в шихте стальной лом и карбюризатор вместо литейных чушковых чугунов и дефицитного кокса. Индукционные печи меньше всего загрязняют окружающую среду как тепловыми, так и пылегазовыми выделениями. Они имеют достаточно высокий КПД, особенно при перегреве и доводке чугуна.

К преимуществам индукционных тигельных печей перед вагранками относятся:

- исключение из процесса плавки дефицитного кокса;
- обеспечение стабильного химического состава благодаря хорошему перемешиванию расплава, а также большие возможности для установления оптимальных температур печи и для контроля за процессом плавки;
- более низкая себестоимость получаемого чугуна, так как взамен чушковых доменных чугунов в шихте используют стальной лом, чугунную и стальную стружку россыпью (при условии, что они не содержат вредных примесей);
- воздействие на обрабатываемый материал осуществляется непосредственно, без каких-либо

промежуточных нагревательных элементов, что позволяет избежать дополнительных потерь энергии;

- возможность создания в тигле атмосферы заданного типа при требуемом значении давления;

- равномерность прогрева всего объёма материала и высокая интенсивность циркуляции расплава, что позволяет получать однородные многокомпонентные сплавы;

- минимальное количество выбросов продуктов сгорания топлива в атмосферу;

- особенности работы установки обуславливают возможность полной автоматизации процесса плавки;

- простота управления процессами, лёгкость и удобство обслуживания.

По результатам наших исследований можно сделать следующие выводы:

Процесс изготовления литейных отливок характеризуется рядом технологических процессов, на которых происходит образование вредных соединений различного класса опасности попадающих в атмосферный воздух. Одним из наиболее значимых с точки зрения воздействия на атмосферный воздух является процесс плавки чугуна в вагранке.

В качестве мероприятия по снижению негативного воздействия литейного производства на атмосферный воздух предложена замена плавильной печи вагранки на индукционную тигельную электропечь, которая полностью удовлетворяет потребностям в плавке, рафинировании и доводке чугуна, характеризуется высокой производительностью, экономичностью и надёжностью. Применение электропечи обеспечит существенное сокращение выбросов вредных веществ в атмосферный воздух.

Библиографический список

1. Мониторинг [Электронный ресурс] / Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь. – Минск, 2018 – Режим доступа: <http://www.rad.org.by/monitoring/air.html>. – Дата доступа: 01.05.2018.
2. Отрасли Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь. – Минск, 2018 – Режим доступа: <http://president.gov.by/ru/economy>. – Дата доступа: 01.05.2018.
3. Постановление Министерства Природных Ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 14 Мая 2007 Г. N 60 Об Утверждении Правил Эксплуатации Газоочистных Установок (В Ред. Постановления Минприроды От 30.11.2007 N 97) – Минск, 2007.

УДК 598.2

Сидорская А.К. Науч. рук. Альшевский О.В.

Искусственные домики как метод экологического мониторинга стабильности популяций

ГУО «Средняя школа №27 г. Минска», 10 класс

Установка искусственных гнездовых – это один из способов управления поведением птиц. Искусственные домики, несомненно, являются объектом активного привлечения птиц. Однако часто процесс установки искусственных домиков лесхозами носит формальный характер. Недостаточно изучен вопрос целесообразности размещения домиков в отдельных экосистемах. Искусственные домики могут быть как благом, так и злом для пернатых. Размещение домиков в отдельных случаях может привести не к увеличению численности полезных птиц, а, наоборот, к их уменьшению [1].

Для изучения возможности использования искусственных домиков как метода экологического мониторинга стабильности популяций отдельных видов животных были проведены исследования в Березинском районе вблизи деревни Руденка (Минская область). Методами исследования являлись наблюдение, описание, фотосъемка, эксперимент.

Исследование имело экспериментальный характер. Основное отличие данного эксперимента от ранее проводимых и описанных в литературе заключается в использовании нетрадиционных материалов при изготовлении искусственных домиков.

Мониторинг состояния популяций животных является важным мероприятием. Но методы мониторинга часто являются сложными и трудоемкими. Применение искусственных домиков позволяет относительно легко

определить состояние популяций животных на конкретной территории [2].

Наша работа является продолжением исследований, начатых в 2015 году, когда были установлены 4 искусственных домика: 3 домика изготовлены из старых коробок от микроскопов, и дуплянка из спила ствола яблони. Были использованы домики-гнездовья с открывающейся боковой створкой. Эта особенность позволяла провести качественные исследования, не причиняя особого беспокойства животным – за все время птицы ни разу не покинули кладки яиц и не оставили птенцов. В тот период исследования искусственные домики показали высокую биологическую эффективность – в искусственныхдомиках поселялись: большая синица, соня лесная и лесная желтогорлая мышь.

В 2017 году исследовалось заселение искусственных домиков при одиночном и групповом размещении. Вдомиках, которые размещались по одному на удалении 250 м друг от друга, мы наблюдали гнездовой период большой синицы. Но примерно через полторы недели при проверке домиков мы обнаружили разоренные гнезда – в них были крупное перо и остатки плоти. Взрослые птицы и кладки яиц были уничтожены лесной соней. Поэтому устанавливать искусственные домики там, где высокая численность лесных соней нецелесообразно. Было выявлено, что лесные сони способны уничтожить не только яйца и птенцов.

Для группового размещения в начале весны 12 домиков были разделены на 3 группы и вывешены на высоте 1,5-2 м. Две группы по четыре домика были размещены на осинах, а одна группа на сосне. Группы домиков находились на расстоянии 250-300 м друг от друга. Однако использование домиков при групповом размещении дало отрицательные результаты. Из 12

домиков заселенными оказались только 5 – в этих домиках поселились большая синица и серая мухоловка. Пустующие домики указывали на то, что групповое размещение гнездовой неперспективно и не дает положительных результатов. Жить группами большие синицы не могут, т.к. кормовой участок у них сравнительно небольшой. Поэтому осенью все домики были опять расположены по одному. Исследования в 2018 году показали, что все домики, установленные в предыдущие годы и в текущем году, не были заселены.

В марте 2018 года были установлены гнездовья в количестве 15 единиц из пластиковых бутылок. Проводя визуальные наблюдения, используя метод бердвотчинга, было выяснено, что большой синицы на исследуемой территории очень мало и это только взрослые птицы. Случайность исключается, т.к. за два года исследований заселяемость домиков составила 60 %, а выживаемость птенцов от момента откладывания яиц и до вылета – 100 % (исключение составил 2017 г, когда часть гнездовой была разорена лесными сонями).

Чтобы выяснить причины отсутствия гнездового периода на исследуемой территории, были проанализированы следующие факторы: влияние хищников, влияние человека, климатические особенности, слабая кормовая база. Из хищников на данной территории установлено наличие куницы лесной, ласки, ястреба-тетеревятника и ястреба-перепелятника. Но хищные птицы придерживаются более открытых пространств и в места, где установлены домики практически не залетают. А куница не может проникнуть в домики, хотя такие попытки этим животным совершались. Антропогенная нагрузка на данной территории очень низкая: никакой хозяйственной деятельности там не ведется, рубка леса также отсутствует. Следовательно, фактор тревожности,

который мог стать причиной отсутствия гнездования, как мы выяснили, не оказывал на синиц никакого влияния.

По нашему мнению, основными факторами, повлиявшими на период гнездования, являлись погодные условия. Нами были проанализированы климатические данные за три года (с декабря 2015 по апрель 2018 года включительно) [3].

Таблица 1 – Изменение погодных условий в д. Руденка декабрь - апрель 2015-2018гг.

Время года		Температура воздуха t_{cp} , °С			Количество осадков, мм		
		факт	норма	отклонение	факт	норма	% от нормы
декабрь	2015	1,0	-4,2	+5,2	31	44	76
	2016	-2,6		+1,6	47		115
	2017	-0,3		+3,9	69		168
январь	2016	-8,2	-5,3	-2,9	62	39	159
	2017	-6,7		-1,4	45		115
	2018	-3,5		+1,8	46		118
февраль	2016	0,1	-5,5	+5,6	40	34	118
	2017	-4,0		+1,5	20		59
	2018	-7,3		-1,8	41		121
март	2016	1,4	-0,8	+1,6	61	39	156
	2017	3,6		+4,4	31		79
	2018	-4,2		-3,4	48		123
апрель	2016	8,4	6,7	+1,7	35	41	85
	2017	5,6		-1,1	53		129
	2018	9,0		+2,3	17		42

Из таблицы видно, что 2015, 2016 и 2017 годы (с декабря по март) были благоприятными по температурному режиму. Среднемесячные температуры в основном были выше климатической нормы. Однако в марте 2018 года среднемесячная температура оказалась на

3.4 °С ниже климатической нормы, осадков в марте 2018 года выпало больше климатической нормы.

Апрель 2018 года характеризовался резкими перепадами температур, небольшим количеством осадков (наибольшее их количество пришлось на вторую половину апреля) и небольшим количеством солнечных дней (всего 8 дней).



Рисунок 1 – Температура атмосферного воздуха в д. Руденка в апреле 2018 года

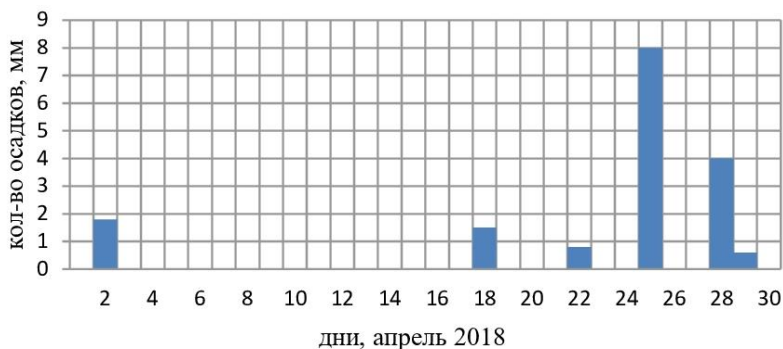


Рисунок 2 – Фактическое количество осадков и климатическая норма в д. Руденка в апреле 2018 г.

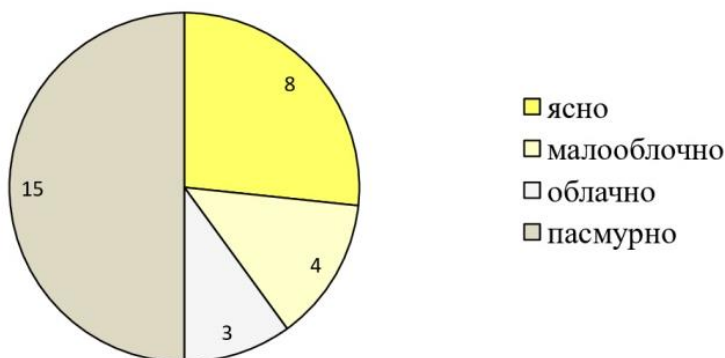


Рисунок 3 – Облачность в д. Руденка в апреле 2018 года

Все эти факторы, несомненно, повлияли на гнездовой период большой синицы. Также нехарактерные погодные условия оказали влияние на развитие личиночной стадии насекомых, основной пищи синиц в этот период. Поэтому проявилась еще одна причина снижения популяции большой синицы – скудная кормовая база.

Однако при проведении биотехнических мероприятий в середине октября (подготовка домиков к зиме), в двух домиках были обнаружены почти подготовленные гнезда большой синицы. Но в этих гнездах не был сформирован лоток. Из этого можно сделать вывод, что у синиц в сентябре наблюдалось ложное гнездовое поведение. Видимо синицы пытались компенсировать отсутствие гнездового периода весной. Сентябрь и апрель по ряду абиотических факторов совпадают, а в этом году сентябрь был очень теплым.

Также в 2018 году было установлено отсутствие лесной сони во всех домиках. При проведении исследований в предыдущие годы лесные сони неоднократно были зафиксированы во всех домиках, а в

2017 году даже разорили гнезда большой синицы. На численность лесной сони, как и на гнездовой период большой синицы, оказали негативное влияние мартовские температуры. В конце марта - начале апреля лесная соя подвержена частому колебанию численности именно из-за погодных условий, поэтому, по нашему мнению, данный вид необходимо из приложения Красной книги переместить в разряд редких и охраняемых видов и внести в основной список данного издания.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. искусственные домики являются эффективным средством привлечения птиц и животных;
2. наиболее оптимальное расстояние между домиками должно составлять 200-250 м;
3. искусственные домики должны иметь легкоъемные элементы или открывающуюся створку и должны вычищаться в конце каждого сезона;
4. искусственные домики являются надежным средством защиты от хищников;
5. на период гнездования большой синицы и на численность лесной сони решающее влияние оказывают климатические факторы.

Таким образом, с нашей точки зрения, метод изучения заселяемости искусственных гнездовий является наиболее подходящим для экологического мониторинга стабильности популяций отдельных видов животных благодаря информативности и возможности применения простого и доступного оборудования для исследований.

Используя искусственные домики данной конструкции можно проследить за характером образования гнезд, определить строительный материал, количество кладок и яиц в кладке, особенности развития птенцов, а также присутствие других животных, использующих эти

же домики. Проводя постоянную проверку искусственных домиков можно определить состояние популяций разных видов животных на исследуемой территории и спрогнозировать последствия.

Библиографический список

1. Федоров, В.А. Руководство по изготовлению искусственных гнездовий и организации зимней подкормки для птиц / В.А. Федоров. – Санкт-Петербург, 2014. – 36 с.
2. Искусственные гнездовья [Электронный ресурс] / Юнциклопедия. – Москва, 2010. – Режим доступа: <https://yunc.org/>. – Дата доступа: 20.10.2018.
3. Gismeteo.by [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://www.gismeteo.by/>. – Дата доступа 24.10.2018.

УДК 665.663

Сорока А.А. Науч. рук. Благовещенская Т.С.

Способы очистки загрязненных нефтепродуктами почв

ФГДЭ, 3 курс

Загрязнение почв нефтепродуктами осуществляется при эксплуатации и обслуживании транспортных средств, в местах погрузочно-разгрузочных работ с нефтепродуктами, в местах их производства и хранения и т. д.

Попадая в почву, нефтепродукты ухудшают ее природные свойства (угнетают растительность, уничтожают микроорганизмы, снижают плодородие и т.п.)

и делают почву непригодной для посевов и нормального функционирования других сфер человеческой деятельности. Для каждого района существует свой региональный фон содержания углеводов в почвах - от 10 до 500 мг на 1 кг сухого веса почвы.

Существует ряд способов очистки грунтов от нефтепродуктов, выбор которых определяется многими факторами, важнейшими из которых являются степень и характер загрязнения земель, природно-климатические особенности района загрязнения и нормативные требования к качеству земель. Их можно разделить на две основные категории.

–Методы, используемые для обработки загрязненной почвы, предварительно удаленной с поверхности выделенного участка земли. Применение таких технологий не требует больших затрат на процессы изъятия почвы, ее транспортировки и целесообразного объема транспортируемых материалов.

–Методы, имеющие преимущества вследствие непосредственного применения их на месте загрязнения. Это снижает риск воздействия загрязняющих веществ на человека и окружающую среду во время извлечения, транспортировки и восстановления загрязненных участков почв, что в свою очередь обеспечивает экономию средств.

Рассмотрим основные из них.

1. Физические методы очистки почвы.

Электрохимическая очистка. В процессе движения электрического тока сквозь почву осуществляется электролиз воды, электрокоагуляция, реакции электрохимического окисления и электрофлотации. Качественный уровень обеззараживания почвы при электрохимической очистке приближается к ста процентам (минимальный показатель – 95%). К минусам метода

можно отнести достаточно высокую стоимость (100–250\$ за 1 м³ почвы).

Электрокинетическая очистка. Технология основана на применении таких процессов как электрофорез и электроосмос. Уровень контроля и воздействия на процессы очищения почвы достаточно высокий. Для использования метода требуется применение химических реактивов или растворов поверхностно-активных веществ. Эффективность электрокинетической очистки почвы составляет 80-99 %. Стоимость составляет 100–170\$ за 1 м³ почвы.

2. Химический метод очистки почвы.

Метод промывки. Технологии химической очистки почвы подразумевают использование растворов поверхностно-активных веществ или сильные окислители (активный кислород и хлор, щелочные растворы). Эффективность при методе промывки составляет до 99%. После того как почва очищена, можно проводить ее рекультивацию.

3. Биологические методы очистки почвы.

Фитоэкстракция. Технология очистки засоренных вредными веществами почв методом фитоэкстракции – это выращивание определенных видов растений на загрязненных участках грунта.

Фиторемедиация и биостимулирование – целенаправленное усиление активности специфической микрофлоры почвы, которая занимается разложением нефтепродуктов. Также, допустимо добавление определенных микробных культур в почву. В результате создаются благоприятные условия для микроорганизмов, которые осуществляют утилизацию.

Метод биоаугментации (входит в состав фиторемедиации) – привнесение в загрязненную среду

биопрепаратов, содержащих микроорганизмы-нефтедеструкторы, в экстремальных условиях (в кислой среде, при дефиците влаги, дефиците питательных веществ в почве) в качестве деструкторов нефти более эффективны дрожжи и грибы. В результате мицелиального роста грибы проникают между локальными источниками питания, в почвенно-нефтяные агломераты и благодаря своей устойчивости к низкому содержанию влаги и низкому рН активно участвуют на поздних стадиях разложения остатков нефтепродуктов в очищаемых средах.

Для обработки обширных загрязненных территорий может использоваться сельскохозяйственная авиация. Если предварительная обработка загрязненных участков почв перед внесением биопрепарата невозможна, то тогда используют многократную обработку биопрепаратами с корректировкой рН и внесением удобрений. Активный процесс биодеструкции протекает за 3–10 недель, затем наблюдается медленное снижение содержания нефтепродуктов. На начальных стадиях скорость биодеструкции может быть повышена повторными внесениями препарата (2–3 приема) в рекомендуемых или повышенных дозах. Для сбора остатков нефтепродуктов с поверхности суши можно использовать сорбенты, которые наносят на нефтяное пятно. После пропитывания сорбента нефтью его собирают, не нарушая верхнего слоя почвы, и вывозят на обезвреживание.

Важное значение имеет рекультивация земель – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных и загрязненных земель, а также на улучшение условий окружающей среды. Задача рекультивации - снизить содержание нефтепродуктов и находящихся с ними других токсичных веществ до безопасного уровня, восстановить продуктивность земель, утерянную в результате

загрязнения. В настоящее время разработаны различные способы рекультивации в зависимости от вида и мощности нефтезагрязнений, с учетом биоклиматических, геоморфологических и почвенно-растительных условий.

Горно-техническая рекультивация земель, нарушенных нефтедобывающей промышленностью, проводится в связи с загрязнением почв и грунтов буровым раствором при бурении нефтяных скважин, а также прокладки трубопроводов и включает горно-технический и биологический этапы. Плодородный слой почвы снимается и на время буровых работ хранится в гумусовых складах. Отходы бурения, буровой раствор, эмульсии хранятся в котлованах-амбарах. По окончании буровых работ буровые отходы высушиваются и распределяются по поверхности почв, затем засыпаются плодородным слоем почвы

Для биологической рекультивации земель используется посев однолетних и многолетних трав, обладающих развитой корневой системой и повышенной устойчивостью к нефтяному загрязнению почвы. Эта технология направлена на активизацию аборигенной или привнесенной нефтеокисляющей микрофлоры. Бактериальные препараты и удобрения, стимулирующие процессы микробиологической деструкции углеводов, используются в крайне незначительных объемах, однако этот метод достаточно перспективен.

Благодаря имеющемуся опыту и собранным данным технологии восстановления загрязненных почв постоянно развиваются. Обобщая имеющийся опыт по проблемам восстановления почв, загрязненных нефтепродуктами, мы можем комбинировать технологии и создавать оптимальные методики рекультивации для различных регионов с учетом существующего разнообразия почвенно-климатических зон, что имеет большое значение

для рационального природопользования. Это позволяет оптимизировать выбор наиболее приемлемых методов, как с экологической, так и экономической точки зрения.

Библиографический список

1. Технологии очистки почв от нефтепродуктов [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://revolution.allbest.ru/geology/00843932_0.html.
2. Демина, Л.А. Как отмыть "Черное золото": О ликвидации нефтяных загрязнений // Энергия. – 2000. – №10. – С. 51-54.
3. Морозов, Н.В. Оптимизация процесса восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / Н.В. Морозов, Е.В. Лыкова // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 11 – С. 63-63.
4. Велихов, Э.Х. Охрана окружающей среды на нефтедобывающих объектах в современных условиях / Э.Х. Велихов // Нефтяное хозяйство. – 1996. – №10. – С. 47.
5. Орлов Д.С. Методы контроля почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / Д.С. Орлов, Я.М. Аммосова // Почвенно-экологический мониторинг – 1994. С. 219-231.
6. Лушников, С.В. Очистка воды и почвы от нефти и нефтепродуктов с помощью культуры микробов-деструкторов / С.В. Лушников, К.Н. Завгороднев, В.В. Бобер // Экология и промышленность. – 1999. – №2. С. 17-20.

УДК 546.65

Станулевич К.Г. Науч. рук. Зык Н.В.

Химический состав и характер включения соединений редкоземельных элементов в состав фосфогипса

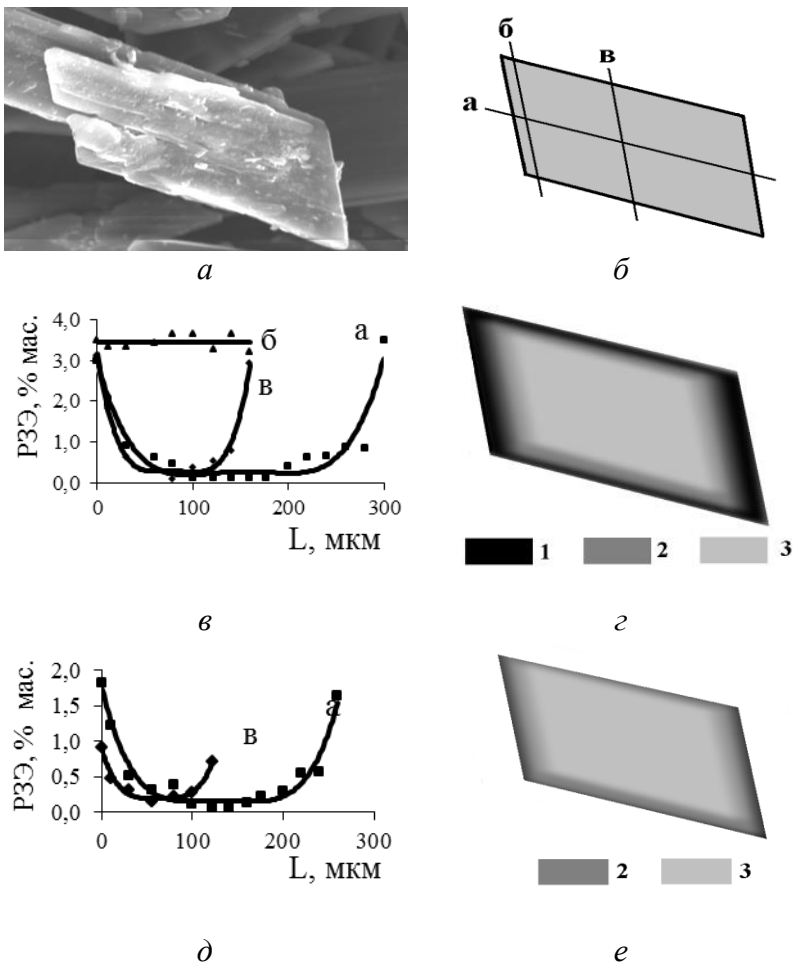
ФГДЭ, 1 курс

Интерес к изучению соединений редкоземельных элементов (РЗЭ) характерен для современного этапа развития химии, что связано с широким практическим применением соединений лантана, церия и неодима, на долю которых приходится около 90 % общего объема производства редких земель, в различных отраслях народного хозяйства – в электронной, электротехнической промышленности, в металлургии и энергетике. Для производства редкоземельных элементов новой сырьевой базой могут стать природные фосфаты, в частности, апатитовый концентрат Хибинского месторождения, значительная часть которого перерабатывается сернокислотным способом с получением фосфорной кислоты. При этом в среднем 70 % мас. редкоземельных элементов, содержащихся в апатитовом концентрате, переходят в фосфогипс. Учитывая масштабы переработки апатитового концентрата и отсутствие сырьевых источников РЗЭ в Республике Беларусь, фосфогипс можно рассматривать как один из сырьевых источников получения редкоземельных элементов. В связи с расширением производства фосфорных удобрений в большинстве развитых стран возникла проблема утилизации фосфогипса, возможной областью применения которого, является переработка его на гипсовое вяжущее и изделия из него. Однако основные технологические

трудности методов утилизации фосфогипса во многом определяются содержанием в нем примесей соединений фтора и фосфора. Имеющихся в литературе сведений о процессах синтеза соединений редкоземельных элементов при кислотной обработке фосфогипса недостаточно для разработки технологии извлечения РЗЭ и получения очищенного фосфогипса, пригодного для производства вяжущих материалов.

С целью установления характера включения лантаноидов в состав фосфогипса, необходимого для проведения их селективного извлечения, проведен рентгенофазовый анализ модельных систем фосфат лантана – дигидрат сульфата кальция, фторид лантана – дигидрат сульфата кальция. Линии рентгенограмм полученных образцов не претерпевают никаких смещений, что свидетельствует об отсутствии любых замещений ионов Ca^{2+} на La^{3+} в структуре дигидрата сульфата кальция. Следовательно, в процессе производства экстракционной фосфорной кислоты в дигидратном режиме редкоземельные элементы не входят непосредственно в структуру дигидрата сульфата кальция в виде изоморфной примеси. Исследования фосфогипса методом растровой электронной микроскопии показали, что основная часть соединений РЗЭ содержится на торцевых гранях. При количественном анализе по профилям вдоль и поперек различных граней шлифов кристаллов $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (в том числе после обработки фосфогипса азотной кислотой) установлено, что соединения РЗЭ в фосфогипсе распределены неоднородно – максимальное их количество наблюдается в поверхностном слое кристалла сульфата кальция (рисунок 1).

Установлено закономерное повышение содержания соединений РЗЭ по мере увеличения размера кристалла фосфогипса (рисунок 2).



a – изображение сканированного шлифа кристаллов (150x300 мкм);
б – схема профилей (а–в) в шлифах кристаллов $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
в, д – концентрационные кривые РЗЭ по профилям (сумма РЗЭ);
з, е – схема распределения РЗЭ в шлифах кристаллов
 (1 – до 5 % мас., 2 – 1-5 % мас., 3 – менее 1 % мас.);
в, з – исходный фосфогипс;
д, е – фосфогипс, обработанный азотной кислотой

Рисунок 1 – Распределение соединений РЗЭ
в шлифах кристаллов $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

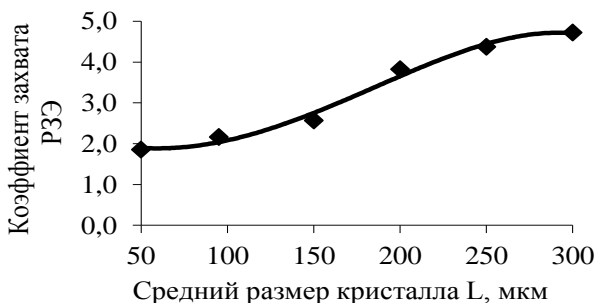


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента захвата РЗЭ от размеров кристалла фосфогипса (по наибольшей оси) L

Таким образом, обоснован способ извлечения лантаноидов из фосфогипса в раствор путем его обработки азотной кислотой. Сочетанием химических и физико-химических методов установлено, что РЗЭ присутствуют в фосфогипсе в виде гидратированных фосфатов и фторидов [1, 2].

Библиографический список

1. Зык, В.В. Термодинамическое изучение процессов осаждения и растворимости $\text{Ln}(\text{OH})_3$, $\text{LnF}_3 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{LnPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (где Ln – La, Ce, Nd) / В.В. Зык, Г.И. Новиков // Труды БГТУ. Сер. III: Химия и технология неорганических материалов и веществ. – 2004,. Вып. XI. – С. 74-77.
2. Зык, В.В. Поведение редкоземельных элементов при сернокислотной переработке природных фосфатов / В.В. Зык, Г.И. Новиков // Весці Акад. навук Беларусі. Сер. хімічных навук.– 2005, № 2.

УДК 691

Степурко А.Д. Науч. рук. Меженцев А.А.
Прессованный кирпич на основе мела

ФГДЭ, 1 курс

Существующий опыт использования меловых отложений, с одной стороны, определил возможности получения довольно качественных материалов (воздушной извести, дисперсного мела для красок и подкормки птиц и др.), а с другой – выборочная разработка месторождений привела к накоплению значительных по объему меловых отвалов, которые легко размываются дождем, загрязняя плодородные земли и водоемы, что приводит к нарушению экологического равновесия в природе.

На основании анализа литературных данных была установлена перспективность использования мягкого мела для производства не только воздушной извести, но и других строительных материалов для кладки стен (пеноблоков, жесткопрессованного кирпича и др.). Значительное разнообразие в номенклатуре производимых строительных материалов предопределяет возможности не только безотходной разработки мягкого мела в карьерах, но и изготовление недорогих стеновых строительных материалов из местного легкодобываемого сырья.

Мел, благодаря своей химической чистоте, является эффективным заменителем известняка. Практически любая разновидность добытого в карьере мела может быть использована в производстве строительных материалов.

Минералогический и химический состав мела достаточно разнообразны. Небольшое содержание примесей, особенно глинистых, существенно меняет его физико-механические свойства. Мягкий мел легко

диспергируется в водной среде. Он отличается большой пористостью, низкой плотностью, высоким водопоглощением и невысокой прочностью (от 1 до 5 МПа, а с ростом глинистой составляющей – до 15 МПа). Водонасыщение мела существенно снижает его прочностные свойства, а морозостойкостью мягкий мел и вовсе не обладает вовсе. Однако, благодаря своей высокой химической активности, мел и мелоподобные горные породы в тонкодисперсном состоянии вступают во взаимодействие с цементными новообразованиями. Особенно активно эти процессы протекают в условиях всестороннего обжата, что позволило сделать вывод о возможности получения достаточно прочных цементно-меловых композиций (ЦМК) в процессе прессования.

Для изготовления цементно-мелового кирпича было предложено использовать технологию жесткого прессования, суть которой заключается в одностадийном кратковременном приложении прессующего усилия. Такой метод формования малозатратен, так как позволяет отказаться от дорогостоящей опалубки и тепловой обработки. Отформованные изделия можно сразу же пакетировать и транспортировать к месту вызревания.

При использовании легкоразмокаемого и влагоемкого мела для производства водостойких и долговечных изделий предложено применять современные методы модифицирования структуры ЦМК, в том числе введение химических добавок. Было установлено, что для получения качественных ЦМК лучше использовать гидрофобные химические добавки, которые способны проявлять положительную роль в формировании структуры и улучшения свойств жесткопрессованных цементно-минеральных изделий.

В опытах был использован мел категории (А). В качестве вяжущего был использован бездобавочный портландцемент марки ПЦ500ДО.

Для повышения физико-механических характеристик жесткопрессованных ЦМК применялся суперпластификатор С-3. Эксплуатационные свойства определяли на образцах – цилиндрах диаметром и высотой 5 см.

Для формования образцов использовался метод жесткого прессования при удельном давлении 10 – 40 МПа. Подготовка мела заключалась в его дроблении с отсевом фракций менее 5 мм.

Подготовку формовочной смеси осуществляли ручным перетиранием, с последующим прессованием. Твердение отформованных образцов проходило в нормальных условиях, а их испытания – по методикам нормативных документов.

Испытания проводили на составах цемент / мел = 1÷4 при водосодержании формовочной смеси 8% от массы сухих компонентов, что соответствует оптимальной плотности свежеформованного композита.

Важную роль в структурообразовании жесткопрессованных ЦМК играет режим его уплотнения. Современные гидравлические пресса способны создавать в формовочной смеси удельное давление прессования до 25 МПа в течение 3 – 4 с. Такое ударное воздействие на смесь требует довольно точного регулирования зернового состава заполнителя, чтобы обеспечить достаточную интенсивность удаления вовлеченного воздуха. Поэтому и водосодержание формовочной смеси должно быть таким, чтобы отжимаемая из пленок вода не закупоривала капиллярные поры и не затрудняла удаление воздуха из системы. Таким образом, регулирование зернового состава формовочной смеси и удельного давления прессования

являются основными рецептурно-технологическими факторами, определяющими качество цементно-меловых композитов. В опытах с ЦМК уже при давлении 25 МПа достигалась практически максимальная их плотность, а рост давления прессования до 40 МПа оказался малоэффективным.

Известно, что мягкий мел и мелоподобные горные породы имеют светлые тона. Поскольку в ЦМК они составляют большую часть, то представляло интерес оценить возможность получения цветные композиции.

С точки зрения экологии пигменты не должны содержать ионов тяжелых металлов, быть устойчивыми к свету и щелочам, легко диспергироваться в воде и иметь устойчивые цветовые характеристики. В ходе экспериментов по оценке условий распределения пигментов лучшие результаты были получены, когда пигменты равномерно смешивали с мелом, затем добавляли цемент и наконец, воду затворения.

В ходе проведенных исследований была установлена возможность получения прессованных цементно-меловых композиций с прочностью на сжатие М150.

УДК 54.384.2

Столярчук И.Д. Науч. рук. Кречко Н.А.

Зависимость свойств гиперпрессованного гранитного композита от удельного давления прессования

ФГДЭ, 1 курс

Вязущие вещества – это материалы, обладающие свойством в определенных условиях твердеть с образованием прочного камня и связывать зерна песка, гравия, щебня. Неорганическими вязущими строительными материалами называются порошкообразные вещества, образующие при смешивании с водой пластичную массу, затвердевающую со временем в прочное камневидное тело. Минеральные вязущие вещества классифицируют по различным признакам, как, например, область применения или скорость твердения [1].

Бесклинкерные шлаковые вязущие – это продукты тонкого измельчения шлаков, содержащих добавки активизаторов их твердения. Активизаторы тщательно смешивают со шлаком или их совместным измельчением (сульфатно-шлаковые, известково-шлаковые вязущие), или затворением водными растворами (шлакощелочные вязущие) [2]. Особый интерес для получения бесклинкерных вязущих представляют известково-гранитные композиты, полученные из негашеной извести с активностью 78% и гранитного отсева с размерами частиц менее 20 мкм, взятых в соотношении 1:9.

После смешения исходных компонентов и гашения извести, смесь с влажностью 7% подвергали прессованию в форме. Цилиндрические образцы диаметром и высотой 4 см получены при различных удельных давлениях

прессования от 40 до 240 МПа. Изготовленные образцы подвергали тепловлажностной обработке по режиму 2-6-2 часов при температуре 90 °С. Свойства сухих образцов представлены в таблице.

Таблица – Зависимость плотности и водопоглощения изготовленных образцов от удельного давления прессования

Удельное давление прессования, МПа	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение, %
40	1,95	16,1
80	2,03	14,3
120	2,13	11,98
160	2,17	10,98
200	2,24	10,0
240	2,3	9,98

Из полученных экспериментальных данных следует, что при повышении удельного давления прессования плотность изучаемых известково-гранитных композитов увеличивается с 1,95 г/м³ при удельном давлении прессования 40 МПа до 2,3 г/м³ при удельном давлении прессования 240 МПа, что сопровождается значительным снижением водопоглощения с 16,1 до 9,98%. Снижение водопоглощения на 38% при одновременном росте плотности является достаточно эффективным результатом увеличения удельного давления прессования и позволяет предположить усиление данного эффекта при дополнительной гидрофобизации изучаемых композитов.

Библиографический список

1. Химия неорганических вяжущих материалов [pandia.ru>text/77/192/22290.php](http://pandia.ru/text/77/192/22290.php)
2. Шлаковые вяжущие. Строительный вестник [ctcmetar.ru>stroitelnoe/2131...vyazhuschie.html](http://ctcmetar.ru/stroitelnoe/2131...vyazhuschie.html)

УДК 502.37

Тишковская Е.А. Науч. рук. Басалай И.А.

Использование рекуперационной установки в процессе приема, хранения и реализации нефтепродуктов

ФГДЭ, 4 курс

Состояние окружающей среды является одним из важных факторов, влияющим на здоровье человека. В свою очередь на него оказывают влияние различные сферы деятельности, одной из которых является хранение нефтепродуктов.

Нефтепродукты – смеси углеводородов, их производных, а также других химических веществ и добавок, получаемых в результате перегонки нефти [1].

Сырая нефть представляет собой сложную смесь нескольких тысяч жидких углеводородов (80–90%) с примесью других органических соединений, а также воды (до 10%), растворенных газов (до 4%), минеральных солей и микроэлементов.

Экологические воздействия нефтяной промышленности охватывают всю технологическую цепочку – от добычи сырья и первичной обработки до использования конечного продукта, и размещения отходов. При попадании значительного количества нефтепродуктов в окружающую среду происходит её загрязнение и последующее негативное воздействие.

В процессе деятельности промышленных предприятий данной отрасли возникает необходимость в запланированных или непредвиденных сбросах нефтепродуктов, что неизбежно наносит ущерб

окружающей среде и значительно увеличивает вероятность реализации экологических рисков.

В отличие от многих антропогенных воздействий, нефтяное загрязнение оказывает комплексное воздействие.

Для предотвращения данного воздействия, следует учитывать все возможные риски и аварии в местах хранения нефтепродуктов. В мероприятиях для минимизации этих рисков и аварий большую роль играет правильно подобранный способ, условия хранения, а также оборудование.

Одним из приоритетных направлений в области охраны окружающей среды, при процессе приёма, хранения и реализации нефтепродуктов, является охрана атмосферного воздуха [2].

В момент слива топлива в резервуар при высокой температуре продукта и наружного воздуха наблюдается наибольшее выделение загрязняющих веществ. При закачке нефтепродукта в резервуар происходит вытеснение паровоздушной смеси в окружающую среду в объеме приблизительно равному поступившему количеству продукта, происходит так называемое «большие» дыхание. В течение года происходит несколько циклов «больших» дыханий, число которых равно коэффициенту оборачиваемости резервуара. В периоды между «большими» дыханиями происходят выделения паров нефтепродуктов за счет колебания температуры окружающей среды, так называемые «малые» дыхания резервуара [3]. При повышении температуры воздуха в дневное время, поверхность резервуара нагревается, в результате увеличивается давление и температура парогазовой среды в резервуаре, вследствие чего увеличивается испарение нефтепродуктов. В ночное время при охлаждении продукта давление парогазовой среды снижается, создается частичный вакуум и происходит

обратное явление – воздух поступает в газовое пространство резервуаров.

Для исключения потерь нефтепродуктов при данных явлениях в местах хранения предусматривают системы рекуперации паров, примером которой служит комплекс конденсации и рассеивания паров нефтепродуктов (ККР) (рисунок 1).

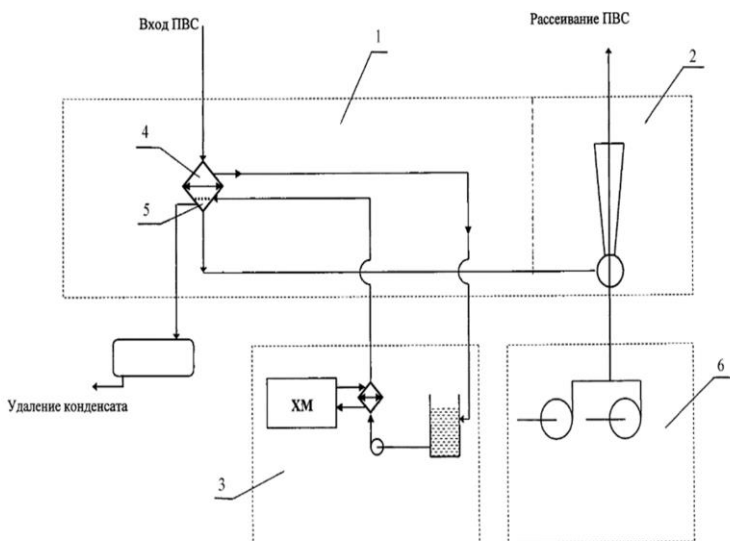


Рисунок 1. – Комплекс конденсации и рассеивания паров нефтепродуктов ККР-1200

Технология работы ККР, принципиальная схема которого представлена на рисунке 2, заключается в охлаждении выбросов ПВС до температуры -20°C с последующей сепарацией газа-конденсатной смеси на сепараторе, оригинальной конструкции [4].

Процесс конденсации и сепарации реализуется в блоке 1 конденсации и сепарации (совмещенные в едином корпусе теплообменник-конденсатор и сепаратор). При

сепарации газо-конденсатной смеси дополнительно происходят процессы массообмена и теплообмена, а также растворения не сконденсированной части на холодном конденсате. Полученный в результате конденсат (рекуперлируемый продукт) собирается и самотеком сливается в емкость хранения. Остальная часть (10÷15%) выброса ПВС эжектируется и рассеивается в атмосферу со скоростями до 30÷40 м/сек посредством вентиляционного блока 6 и блока 2 эжекции и рассеивания.



- 1 – блок конденсации и сепарации;
- 2– блок эжекции и рассеивания;
- 3 – блок охлаждения и подачи промежуточного хладоносителя,
- 4 – теплообменник-конденсатор; 5 – сепаратор;
- 6 – вентиляционный блок.

Рисунок 2 – Принципиальная схема ККР

В зависимости от изменения тепловой нагрузки на ККР (изменение объема выброса ПВС или его температуры) холодопроизводительность холодильного агрегата автоматически меняется, что позволяет экономить на потребляемой мощности, при этом постоянно поддерживать заданную температуру конденсации.

Таким образом, конденсационно-сепарационные установки реализуют технологии рекуперации (возврата) рекуперированного продукта товарного качества [5].

Библиографический список

1. Краткий электронный справочник по основным нефтегазовым терминам с системой перекрестных ссылок. – М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2005. – 125 с.
2. Шлегель О.В. Управление экологическими рисками на предприятиях нефтяной отрасли / О.В. Шлегель // Российское предпринимательство. – 2011. – № 11 Вып. 2 (196). – С. 92-97.
3. НЕФТЬ-ГАЗ Электронная библиотека [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.dobi.oglib.ru/bgl/8815/72.html>
4. Комплекс конденсации и рассеивания паров нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://poleznayamodel.ru/model/10/101376.html>
5. Технологии, обеспечивающие вашу безопасность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energoneftegazhim.ru/node/687>

УДК 504.062

Цыбулько К.М. , Фарафонова В.М., Пузевич М.В.

Науч.рук. Скуратович И.В

Перспективы использования явления осмоса для выработки энергии

ФГДЭ, 2 курс

Развитие цивилизации сопровождается непрерывным ростом ежегодного энергопотребления. Однако запасы природного топлива (нефти, газа, угля, торфа) и иных полезных ископаемых на Земле ограничены.

Наиболее распространенным энергоносителем на сегодняшний день является нефть: ее сравнительно легко добыть, транспортировать, очищать и использовать. В нашей стране запасы нефти, природного газа и угля не являются стратегическими, а значит, поиск альтернативных источников энергии является актуальной задачей для Республики Беларусь.

Кроме того, использование ископаемых источников энергии приводит к росту выбросов в атмосферу продуктов сгорания топлива. Возобновляемые источники энергии оказывают значительно меньшее воздействие на окружающую среду.

В качестве альтернативных источников энергии используется энергия солнца, ветра, падающей воды, приливов и отливов, геотермальная энергия.

Также в качестве энергетического ресурса можно использовать генераторы, работающие на соли. В этом случае градиент солености, получаемый из-за разницы, созданной между пресной и морской водой, благодаря явлению осмоса может быть использован для получения

избыточного давления жидкости, которое преобразуется в электрическую энергию привычными турбинами.

Первая в мире электростанция, использующая для выработки электричества процесс осмоса, открылась 24 ноября 2009 г. Норвежская энергетическая компания Statkraft, получив государственный грант, и затратив более 20 млн. долларов, стала пионером в новом виде энергетики.

Соленая морская и пресная вода на электростанции разделены мембраной; так как концентрация солей в морской воде выше, между соленой и пресной водой развивается явление осмоса, в результате чего давление соленой воды самопроизвольно возрастает. Так как давление соленой воды повергшейся осмосу, больше, чем атмосферное, возникает мощный поток воды, который и приводит в действие гидротурбину, вырабатывающую энергию.

Для получения осмотической энергии необходимо иметь вблизи более или менее концентрированного раствора источник с малой концентрацией соли. В условиях Мирового океана такими источниками являются устья впадающих в него рек.

Коммерческая привлекательность таких станций начинается с эффективности съема мощности более 5 Вт с квадратного метра мембран. На норвежской станции в Тофте это значение едва превышает 1 Вт/м². На сегодня испытываются мембраны с эффективностью 5 Вт/м².

Для Республики Беларусь возможно использование такого подхода для затопления водой отработанных шахт в Солигорске. Это позволит получить соленые бассейны с водой или же использовать солевые шламы для создания электростанции, работающей на явлении осмоса.

В процессе переработки сильвинитовой руды на ОАО «Беларуськалий» образуются промышленные отходы,

основными из которых являются галитовые и глинисто-солевые шламы. Особый интерес вызывают глинисто-солевые шламы (ГСШ), которые представляют собой 69–82 % суспензию нерастворимого осадка в рассолах, имеющих минерализацию 200 г/л, с содержанием растворимых солей. В настоящее время ГСШ не подвергаются переработке, а накапливаются в шламохранилищах ОАО «Беларуськалий», представляющих собой специальные гидротехнические сооружения. Шламохранилища занимают площади свыше 1100 га плодородных земель Солигорского района, требуют создания солезащитных экранов для предотвращения дальнейшего загрязнения окружающей среды (проникновения рассолов в подземные воды и засоления почв).

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь на 01.01.2016 г. на ОАО «Беларуськалий» складировано более 1043,2 млн. т отходов, среди которых свыше 110,5 млн. т составляют ГСШ и 932,7 млн. т – галитовые отходы. За 2015 г. накоплено около 3,15 млн. т ГСШ. Проблема утилизации накопившихся в Республике Беларусь ГСШ, не решена по настоящее время.

Преимуществом такого метода выработки энергии также является и то, что подземный комплекс размером с футбольное поле способен бесперебойно снабжать электричеством целый город с 15000 индивидуальных домов. Причем, в отличие от ветряков, такая осмотическая установка практически бесшумна, не изменяет привычный ландшафт и не влияет на здоровье человека.

УДК 574

Чешун А.А. Науч. Рук. Родькин О.И.

Влияние осушительных мелиораций на состояние водных объектов на примере реки Ясельда

ФММП, 2 курс

Осушительными мелиорациями называется комплекс мероприятий, направленных на преобразование переувлажненных земель в плодородные, на которых можно получать высокие устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур [1].

Площадь заболоченных и переувлажненных земель сельскохозяйственного использования в РБ составляет около 5 млн. га, из них около 2 млн. га приходится на торфяно-болотные почвы. Мелиорация способствует улучшению почвообразовательного и микробиологического процессов в почве, путем регулирования водного, воздушного, теплового и питательного режимов, что создает благоприятные условия для развития растений. Вместе с тем нельзя допускать чрезмерного осушения земель. Экологически не обоснованные и широкомасштабные мелиорации могут вызывать негативные изменения в окружающей среде.

В Республике Беларусь с середины прошлого века было осушено около 3 мл га земель, что составляет приблизительно 15% территории страны. Естественно, такие масштабы не могли не оказать определенного негативного воздействия на состояние природных комплексов. Так в районах Полесья наряду с ростом урожайности сельскохозяйственных культур в ряде мест наблюдается значительное снижение уровня грунтовых вод на прилегающих территориях, обмеление рек и озер, обеднение пахотных торфянистых слоев. Дальнейшее

снижение грунтовых вод приведет к падению продуктивности деградированных сельскохозяйственных земель, нанесению урона лесным экосистемам.

Объектом наших исследований является экосистема реки Ясельда в окрестностях деревни Хомск и деревни Старомлыны.

Цель исследований: Оценка особенностей формирования речного русла и поймы, определение закономерностей их изменения под влиянием осушительных мероприятий.

Название р. Ясельды. Ясельда (Яцольда, Асольда) происходит от выражения «река асов», богов, которым поклонялись индоевропейцы ещё во времена своего первого распространения к Балтии. Часть слова «альда» - река у индоевропейцев. Неслучайно балты позже назвали лодку – алдия, а славяне – ладьёй. В языке ванов, соперников и сородичей асов, «ясу» - ясный [2].

Еще несколько столетий назад на юге Беларуси, на месте нынешнего Полесья, находилось большое море, о существовании которого говорят древние карты, хроники и археологические находки.

2500 лет назад знаменитый древнегреческий историк Геродот писал, что на территории современного Полесья размещалось тогда большое озеро (море), которое принято называть морем Геродота. Историки Ю. Крашевский и А. Киркор писали, что крестьяне в пойме Припяти находят якоря и целые суда [3].

Ясельда это река, протекающая в Брестской области Белоруссии, левый приток Припяти (бассейн Днепра). Длина — 242 км, площадь бассейна — 5430 км² [4]. Исток восточнее Беловежской пуши, проходит через озеро Споровское. Ясельда соединена Огинским каналом со Щарой (бассейн Немана), а через Пину - Днепроовско-Бугским каналом с рекой Мухавец (бассейн Западного

Буга). Ясельда – второй по величине и водности левобережный приток Припяти. Берет начало из низинного болота, расположенного в 4,0 км западнее с. Трухновичи, Пружанского района, Брестской области.

Рельеф территории водосбора равнинный, однообразный, представлен обширными пространствами болот с участками переветренных песков, чередованием незаметно переходящих друг в друга речных террас и плоскими полуразмытыми моренными образованиями. Растительность представлена смешанным лесом, основные породы: дуб, сосна, береза и ольха. Наиболее облесены северо-западная и юго-восточная части. На остальной территории леса встречаются небольшими пятнами среди болот, значительная часть их заболочена. Лесистость порядка 30%.

Русло реки в верховье, вследствие осушительной мелиорации канализовано, на остальном протяжении извилистое. Преобладающие глубины составляют 0.8-2.3 м. Берега преимущественно обрывистые и крутые, высотой 0.6-2 м. Режим реки изучается на 2 гидрологических постах у города Береза и у с. Сенин.

О негативных последствиях мелиорации на состояние реки свидетельствует тот факт, что река в довоенное время была широкой, полноводной и имела широкое хозяйственное применение, в том числе использовалась как транспортная артерия [5].

Мелиоративные работы на территории водосбора Ясельды начались в 50-х гг прошлого столетия. В 1983 г. были установлены дизельные насосы для откачки воды из реки для орошения с/х растений. Вследствие мелиоративных работ Ясельда в окрестностях деревни Старомлыны превратилась в проточный канал, русло реки значительно уменьшилось вследствие развития водной растительности.



Рисунок 1 – Колодец в д. Старомлыны, 2012 г.



Рисунок 2 – Русло р. Ясельда около моста д. Старомлыны, 2012 г

В отдельные засушливые годы, как примеру, в 2012 г уровень воды в реке не достигал 50 см., в колодцах практически не было воды как в 2012 г., так и в 2013 г [6].

Таким образом, проведенная оценка позволяет заключить, что масштабные мелиоративные работы привели к негативным последствиям, в результате чего, уровень реки в засушливые годы падает до 50 см. Произошло сокращение видового состава травянистых растений и животного мира, а некоторые из них занесены в Красную книгу. Для улучшения ситуации следует провести реконструкцию мелиоративной сети, обеспечить равномерный приток воды в реку, очистить ее русло и прибрежную зону от растительности.

Библиографический список

1. Охрана окружающей среды. Учебно-методическое пособие. 2-е издание, дополненное / О.И. Родькин, В.Н. Капица., Минск «Беларусь», 2010, - 165 с.

2. Дрогичинский край – Пинск: ОДО «ИРА «Паляшук», 2007. – 52с.

3. Дрогичинский район: прошлое и современность – Пинск: ТГО «ИРА «Паляшук», 2010. – 80с.

4. Между Ясельдой и Днепробугом: Дрогичинский край /Авт.-сост. Д.В. Новиков и др. – Мн.: ИД «Молпресс», 2004. – 196с.

5. Микротопонимика Хомского сельского совета. Материал собран группой учителей ГУО «Хомская ОСШ».2004г.

6. «Памяць: Гіст. – дакум. хроніка Драгічынскага раёна/ Беларускае тэлеграфнае агенцтва; Я.Я. Аляксейчык і інш.; - МН.: БЕЛТА, 1997. – 575с.

УДК 629.7.07

Шарипов С. Ш. Науч. рук. Лаптёнок С.А.

Системы наблюдения для управления воздушным движением: опыт и перспективы

БГАА, магистрант

Управление воздушным движением (УВД) заключается в постоянном контроле и регулировании процесса выполнения полетов в целях поддержания установленного порядка движения воздушных судов на аэродромах и в воздушном пространстве. УВД от взлета до посадки представляет собой непрерывный последовательный процесс, обеспечиваемый сложным комплексом радиотехнических средств обеспечения полетов.

Для выполнения большей части своих функций, диспетчерам УВД крайне важно знать местоположение воздушных судов. Точная и достоверная информация касательно рассредоточения воздушных судов в воздушном пространстве необходима для обеспечения безопасного эшелонирования. Определение местоположения воздушных судов считается функцией навигации и наблюдения.

Наблюдение является неотъемлемой частью и важнейшим элементом любой аэронавигационной системы. Используя информацию от систем наблюдения, диспетчер получает информацию о текущем местоположении воздушного судна (ВС), его характеристиках на любом этапе полета, включая движение по аэродрому.

Благодаря системам наблюдения, органы организации воздушного движения (ОрВД) имеют полную и достоверную информацию касательно траектории полета воздушного судна и воздушной обстановки в целом. Все данные, касающиеся полета, принимаются и обрабатываются на специальных средствах отображения.

В целом, функция наблюдения заключается в определении положения ВС с помощью радиолокационных устройств и сопоставления этой информации с заявленным планом полета.

Все используемые в настоящее время и перспективные системы наблюдения за воздушной обстановкой, обозначены Комитетом по перспективным аэронавигационным системам FANS термином Surveillance System. Они разделяются на два основных типа: системы зависимого наблюдения; системы независимого наблюдения.

Независимое наблюдение – наблюдение, при котором местоположение ВС определяется независимым способом, который может быть реализован следующими техническими средствами: первичным обзорным радиолокатором (ПОРЛ); вторичным обзорным радиолокатором (ВОРЛ); радиолокационными станциями обзора летного поля (РЛС ОЛП); системой спутникового наблюдения; многопозиционными системами наблюдения (МПСН).

При осуществлении зависимого наблюдения местоположение ВС или какого-либо другого транспортного средства определяется на борту, и затем полученные данные передаются по речевой связи или каналам передачи данных на землю органу УВД либо другим ВС, находящимся в одном воздушном пространстве.

В зависимости от места установки различают: наземные, морские, самолетные и спутниковые РЛС.

На сегодняшний день радиолокационные станции представляют собой систему, используемую для обнаружения воздушных и наземных объектов, а также для определения их дальности, скорости и геометрических параметров. РЛС используют метод, основанный на излучении радиоволн и регистрации их отражений от объектов.

Использование первичных радиолокаторов (ПОРЛ) для наблюдения за воздушной обстановкой не требует никакого дополнительного оборудования на борту, т.е. такая система наблюдения является полностью независимой.

Основная функция первичного радиолокатора – обнаружение и определение координат, таких как азимут и дальность объектов в воздушном пространстве с последующей передачей информации о воздушной обстановке в центры ОВД

для осуществления контроля и обеспечения управления воздушным движением.

С помощью первичных радиолокаторов определяются две координаты ВС: наклонная дальность и азимут. Точность и разрешающая способность при этом оказываются достаточно высокими для эффективного обслуживания воздушного движения (ОВД). К сожалению, третью координату – барометрическую высоту ВС – определить с помощью первичного радиолокатора не представляется возможным. Не определяется также и другая дополнительная полетная информация: индивидуальный номер самолета, остаток топлива, вектор путевой скорости, особые случаи в полёте и т.д.

Вторичные ОРЛ могут быть отнесены к средствам независимого наблюдения только лишь условно, поскольку координатная информация у них действительно определяется независимо от бортовых навигационных систем, а вот дополнительная полётная информация (индивидуальный номер ВС, барометрическая, остаток топлива, вектор путевой скорости) вырабатывается бортовыми техническими средствами. Но и в том, и в другом случаях для передачи соответствующих сообщений используется самолётный ответчик, исполняющий роль активного ретранслятора в линиях связи «земля – борт» и «борт – земля».

Основной функцией вторичного радиолокатора является определение местонахождения ВС путем использование активного ответчика, установленного на ВС, а так же получения дополнительной информации (барометрической высоты полета, номера борта, запаса топлива и др.), позволяющей, в частности, идентифицировать ВС в процессе управления воздушным движением.

Многопозиционные системы могут комплексно использовать различные методы радиолокации и космические технологии и в совокупности с современными информационными технологиями и каналами связи являются наиболее перспективным средством наблюдения для УВД, реализующим как оценку полетных характеристик воздушного судна в режиме реального времени, так и их архивирование для последующего анализа в целях повышения безопасности воздушного движения.

УДК 691

Шеремет Б.В. Науч. рук. Яглов В.Н.

Методы утилизации фосфогипса

ФГДЭ, 1 курс

Утилизация промышленных отходов является одним из радикальных решений проблемы ликвидации загрязнения окружающей среды и сохранения равновесия между экологической средой и развивающейся промышленностью. Реализация этой проблемы может быть найдена в результате организации замкнутых циклов безотходного производства. В связи с этим большое значение приобретает использование промышленных отходов в качестве вторичного сырья.

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов является использование их в строительстве и производстве строительных материалов, что позволяет на 40% удовлетворить потребности в сырье. Применение отходов позволяет на 10-30% снизить затраты на изготовления строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья. Экономия капитальных вложений при этом составляет 35-40% [1].

Среди строительных материалов достойное место занимают гипсовые вяжущие и изделия на их основе, которые характеризуются высокой огнестойкостью, звукоизолирующей способностью, гигиеничностью, широким диапазоном прочностных характеристик и малой теплопроводностью. При этом удельные капитальные затраты в производство гипсовых вяжущих в 2 раза, а энергозатраты в 4 раза ниже, чем на получение клинкерных цементов. Однако за последние десятилетия производство гипсовых строительных материалов и

изделий продолжает сокращаться. Эта негативная тенденция продолжает действовать и сегодня. Следует отметить, что кроме общих причин объективного и субъективного характера, связанных с заниженными ценами на энергоносители и гипертрофированным развитием сборного железобетона, в практике отечественного и, частично, зарубежного производства гипса и изделий на его основе существуют две основные нерешенные проблемы.

Первая проблема связана с состоянием сырьевой базы гипсовой промышленности. Беларусь не располагает месторождениями природного гипса. Поэтому, развитие сырьевой базы гипсовой промышленности и использование гипсосодержащих отходов и попутных продуктов различных отраслей промышленности является важной задачей. Вторая проблема связана, прежде всего, с устаревшей технологией производства гипсовых строительных изделий, которые применяются по настоящее время на большинстве строительных предприятий. Например, производя сравнение по такому важному показателю, как удельный расход вяжущего в объеме сырьевой смеси для производства строительных изделий, следует отметить, что при используемой на подавляющем большинстве гипсовых заводов литьевой технологии он составляет 70% и более. Для современных технологических линий по производству вибропрессованных бетонных изделий на цементном вяжущем этот показатель равен 15-20%. Поэтому, своевременной и актуальной задачей является совершенствование существующих и разработка новых, более эффективных технологических схем, обеспечивающих, прежде всего, значительное сокращение расхода самого дорогостоящего компонента гипсового вяжущего и повышающих в целом технико-

экономическую эффективность производства гипсовых материалов и изделий [2, 3].

Фосфогипс содержит от 80 до 90% гипса и может быть отнесен к гипсовому сырью. Высокая дисперсность фосфогипса позволяет исключить из технологического процесса дробление и грубый помол. Вместе с тем высокая влажность фосфогипса (до 40%) усложняет его транспортирование, и приводит к значительным расходам топлива на сушку. Наличие в фосфогипсе водорастворимых фосфор – и фторсодержащих примесей усложняет переработку отходов по сравнению с переработкой гипсового камня, вызывает необходимость промывки, нейтрализации и др., и обуславливает соответственно более высокие тепловые затраты. При обычной технологии гипсовые вяжущие, полученные на основе фосфогипса низкокачественны, что объясняется высокой водопотребностью фосфогипса, обусловленной большой пористостью образуемого полугидрата. Если водопотребность обычного строительного гипса составляет 56-70%, то для получения теста нормальной густоты из фосфогипсового вяжущего без дополнительной обработки требуется 120-130% воды. Отрицательное влияние на строительные свойства фосфогипса содержащихся в нем примесей можно снизить, используя формование изделий методом виброукладки. В этом случае качества фосфогипсового изделия повышается, хотя и остается ниже, чем строительного гипса из природного сырья. Исследования показали, что основной причиной ухудшения вяжущих свойств промытого фосфогипса является образования значительного количества ангидрита, т.е. безводного сульфата кальция. С ростом содержания ангидрита выше 30% прочность вяжущих приближается к нулю. Примеси в фосфогипсе свободных фосфорной и серной кислот и растворимых солей

замедляет твердения гипсовых вяжущих. Осложняет технологию также выделения фторсодержащих газов при тепловой обработке.

Основные методы подготовки фосфогипса в производстве гипсовых вяжущих можно разделить на 4 группы:

- 1 – промывка фосфогипса водой;
- 2 – промывка в сочетании с нейтрализацией и осаждением примесей в водной суспензии;
- 3 – метод термического разложения примесей;
- 4 – введение нейтрализующих, минерализующих и регулирующих кристаллизацию добавок до обжига и после него. Методы 1-й и 2-й группы связаны с образованием значительного количества загрязненной воды (2-5,4 м³ на 1 тонну фосфогипса), большими затратами на их удаление и очистку. Большинство методов термического распада примесей (3-я группа) основано на обжиге фосфогипса до образования растворимого ангидрита с дальнейшей гидратацией и повторным обжигом до полугидрата. Широкого применения эти методы пока не имеют, также как и методы 4-й группы. Для реализации последних необходимы дефицитные добавки. На основе фосфогипса возможно получение как высокопрочного, так и строительного гипса, отличающихся пониженной водопотребностью и соответственно прочностью достигаемой уже через 1,5 ч после затворения [1–4].

Фирма Кнауф предлагает три варианта производства вяжущих из фосфогипса в зависимости от области его дальнейшего использования. По I варианту загрязненный фосфогипс промывают и флоатируют для удаления водорастворимых и твердых примесей, затем дегидратируют с получением чистого продукта (полугидрата) [5].

По II варианту из фосфогипса готовят смесь в отношении ангидрита к полугидрату, равному 1/3:2/3. Стадия очистки от примесей может быть той же, что и по I варианту; степень очистки можно снизить за счет уменьшения дозировки химических реагентов на стадии флотации. В процессе грануляции к дегидратированному фосфогипсу добавляют воду и вещества, осаждающие растворимые соединения фосфора. Затем продукт выдерживают в специальных реакторах, где происходит образование фосфатов, которое заканчивается в процессе обжига и рассева.

III вариант разработан для получения полугидратного фосфогипса непосредственно в производстве экстракционной фосфорной кислоты. Так как полугидрат содержит намного меньше примесей по сравнению с дигидратом, то необходимость первых четырех стадий его очистки отпадает, а образующийся полугидрат можно использовать для получения гипсовых перегородочных плит или газогипсовых панелей [1–4].

Технология получения высокопрочного гипса из фосфогипса предусматривает доведение соотношения в фосфогипсовом шламе жидкой и твердой фаз до единицы, введение в полученную суспензию добавки ПАВ – регулятора кристаллизации полугидрата – и гидротермальную обработку усредненной суспензии в автоклаве, где происходят дегидратации фосфогипса и кристаллизация полугидрата сульфата кальция, α – модификации. На вакуум-фильтре твердая фаза суспензии отделяется и поступает последовательно на сушку, помол и склад готовой продукции. На подобной технологической линии получения высокопрочного гипса из фосфогипса может быть непрерывным и полностью автоматизированным [5].

Обоснована возможность создания эффективных штукатурных растворов на основе гипсовых вяжущих путем модификации их органоминеральным модификатором, получаемым совместной механо-химической активацией специально подобранной смеси портландцемента, кремнеземистых и химических добавок, при твердении которых образуются стабильные, водонерастворимые цементирующие гидратные новообразования, формирующие структуру, которая обеспечивает высокие показатели свойств в начальный и последующий периоды твердения вяжущего [6].

Методами физико-химических исследований выявлен характер новообразований, структура раствора, оказывающие влияние на прочность, плотность и долговечность затвердевшего раствора. Установлено, что при твердении модифицированного гипсового раствора образуются кристаллы двугидрата сульфата кальция, который создает основной каркас, а также ультрадисперсные гидросиликаты гидросиликаты типа CHS (B), гидроалюминаты, карбонат кальция, портландит, которые обеспечивают водостойкость и морозостойкость раствора. Характер пор в основном зависит от компонентного состава органоминерального модификатора и его расхода.

Установлено, что оптимальное содержание портландцемента должно находиться в пределах $15 \div 17\%$ массы вяжущего. Модификация исходного гипсового вяжущего позволило изменить его свойства до следующих характеристик: прочность при сжатии – от 14,5 до 21,2 МПа, коэффициент размягчения от 0,57 до 0,85 [6].

Библиографический список

1. Мадаминов, Д.У. Улучшение свойств фосфогипсовых строительных материалов с применением минеральных

- добавок. Автореф. канд. дисс. / Д.У. Мадаминов // Ташкент, 2007. – 25 с.
2. Ахмедов, М.А. Фосфогипс, исследование и применение / М.А. Ахмедов, Т.А. Атакузиев // Ташкент, ФАН, 1980. – С. 9-10.
3. Комар, Ю.А. Получение исследования облицовочного материала на основе вяжущего из фосфогипса и полимерных добавок. Автореф. канд. дисс. / Ю.А. Комар // М.: 1988. – 23 с
4. Иваницкий, В.В. Фосфогипс и его использование / В.В. Иваницкий // М.: Химия, 1990. – 224 с.
5. Врублевский, В.М. Водостойкий фосфогипсовый материал / В.М. Врублевский, Ю.А. Комар // Изв. вузов. Строительство и архитектура, № 8, 1975. – С. 45-47.
6. Каключин, А.В. Модифицированное гипсовое вяжущее для пресованных стеновых изделий. Автореф. канд. дисс. / А.В. Каключин // Ростов-на-Дону, 1995. 23 с.

УДК 621.3

Эркабаева Е.О. Науч. рук. Зеленухо Е.В.

Воздействие энергетического производства на атмосферный воздух

ЭФ, 3 курс

Одним из источников воздействия на окружающую среду в Республике Беларусь является энергетическое производство. Это воздействие характеризуется химическим загрязнением биосферы (выбросы и сбросы загрязняющих веществ в газообразном, жидком и твердом состоянии), тепловым загрязнением воздушного бассейна и водных объектов, физическим воздействием, а также

изъятием природных ресурсов для технологических нужд и размещения основной площадки объекта энергетики.

В данной работе проведен анализ воздействия технологического процесса производства энергии на атмосферный воздух при сжигании газообразного, жидкого и твердого топлива. На основании анализа топливно-энергетического баланса республики были выделены следующие виды топлива: природный газ, мазут (резервное топливо), древесное топливо и торфяные брикеты, как наиболее используемые. Расчеты выбросов проводились для водогрейного котла, не оборудованного системой очистки. Количество отпускаемой тепловой энергии за год во всех случаях было принято постоянным и равным 1000 Гкал. Фактический расход топлива определили с учетом теплоты сгорания газообразного, жидкого и твердого топлива. Результаты расчета расхода различных видов топлива для получения 1000 Гкал тепловой энергии представлены на рисунке 1.

В соответствии с «ТКП 17.08-01-2006(02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт» проведен расчет выбросов:

- при сжигании природного газа – углерода оксида, азота оксидов;

- при сжигании мазута, торфяных брикетов и древесного топлива - углерода оксида, азота оксидов, серы диоксида, твердых частиц.

Параметры для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании топлива приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Параметры для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Наименование топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	Среднее содержание серы в рабочей массе топлива, %	Фактическая зольность топлива на рабочую массу, %	Потери тепла, от механической неполноты сгорания топлива, %	Доля золы, уносимой газами из котла	Потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %	Доля серы оксидов, связываемых летучей золой в котле
Мазут малозольный	40,39	0,85	0,04	0,1	0,05	0,02	0,02
Брикеты торфяные	16,59	0,2	9	5	0,06	2	0,25
Древесина дровяная	10,22	0,05	0,6	4	0,2	1	0,69

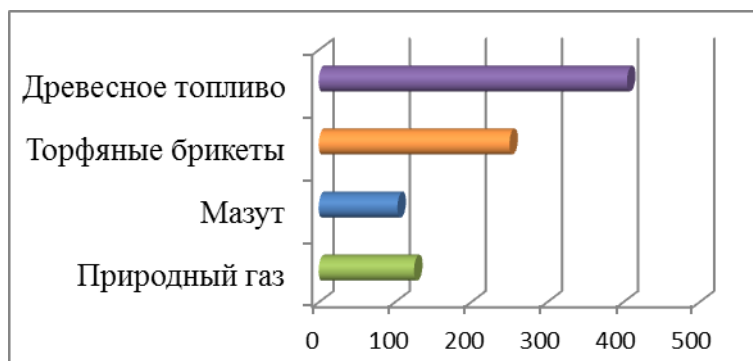
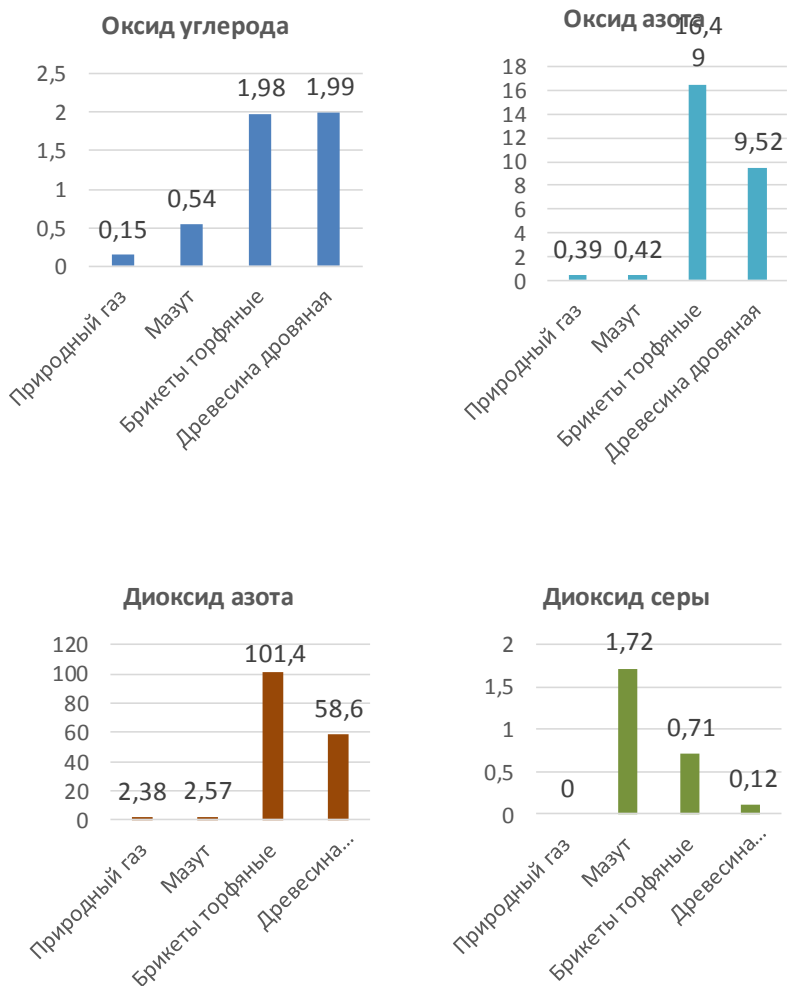


Рисунок 1 – Результаты расчета расхода различных видов топлива для получения 1000 Гкал тепловой энергии

Результаты расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива представлены на рисунке 2.



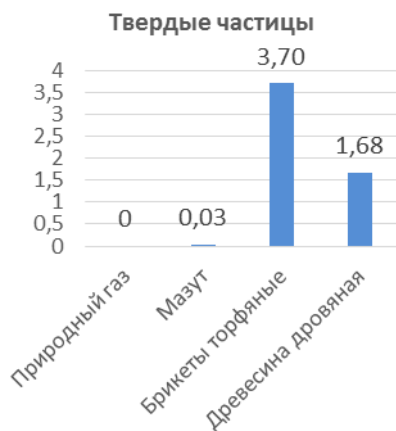


Рисунок 2 – Результаты расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании различных видов топлива, т

Сжигание топлива является также источником поступления в окружающую среду выбросов тяжелых металлов. Топливо, содержащее в своем составе тяжелые металлы, сжигается в топливосжигающих установках, в процессе чего микропримеси тяжелых металлов частично попадают в шлак, частично выбрасываются с летучей золой и газами в атмосферный воздух [2].

В настоящее время расчет выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива производится в соответствии с ТКП 17.08-14-2011 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов тяжелых металлов». Согласно [3], к числу тяжелых металлов, которые подлежат

контролю и расчету при сжигании топлива, относятся следующие: кадмий и его соединения (в пересчете на кадмий); медь и ее соединения (в пересчете на медь); никеля оксид (в пересчете на никель); ртуть и ее соединения (в пересчете на ртуть); свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец); хрома трехвалентные соединения (в пересчете на хром трехвалентный); цинк и его соединения (в пересчете на цинк); мышьяк, неорганические соединения (в пересчете на мышьяк).

Выбросы тяжелых металлов в атмосферный воздух при сжигании топлива осуществляются преимущественно с твердыми частицами. Выбросы ртути осуществляются с твердыми частицами и в парогазовой фазе.

Выбросы тяжелых металлов при сжигании топлива зависят от:

- вида топлива;
- исходного содержания тяжелых металлов в топливе;
- условий сжигания топлива (типа и мощности установки, условий горения);
- системы очистки отходящих газов.

Выброс тяжелых металлов в атмосферный воздух определяется по одному из двух методов:

- на основании содержания тяжелых металлов в топливе;
- на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива.

Валовый выброс i -го тяжелого металла (т/год) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании содержания тяжелых металлов в топливе определяется по следующей формуле [3]:

$$E_i^{тс} = (A_j^{тф} \cdot C_{IJ} - \frac{A_j^{тф} \cdot C_{IJ} \cdot (1 - a_y)}{(1 - a_y) + f_{ei} \cdot a_y}) \cdot R_I \cdot (1 - \eta) + A_j^{тф} \cdot C_{IJ} \cdot (1 - R_I)) \cdot 10^{-6},$$

где A_j^{tf} - расход топлива j в топливосжигающей установке, т/год (для газообразного топлива, тыс. м³/год);

C_{IJ} - содержание i -го тяжелого металла в топливе j , г/т (для газообразного топлива, г/м³);

a_y - доля золы, уносимой дымовыми газами;

f_{ei} - коэффициент обогащения летучей золы (золы уноса) тяжелым металлом;

R_i - доля i -го тяжелого металла, переходящего в золу;

η - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях.

Среднее содержание тяжелых металлов в топливе, потребляемом в Республике Беларусь приведено в таблице 2 [3].

Содержание тяжелых металлов в топливе может различаться в зависимости от месторождения, глубины залегания и других условий.

Таблица 2 – Среднее содержание тяжелых металлов в топливе, потребляемом в Беларуси, г/т

Тип топлива	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Мазут	0,03	0,07	0,50	0,38	0,05	47,0	1,33	1,7
Природный газ	–	–	–	–	1,4 ₁₎	–	–	–
Торфяные брикеты	5,0	0,19	2,3	2,1	0,1	0,9	1,5	14,5
Дрова топливные	0,05	0,08	0,31	1,59	0,01	0,62	0,41	6,5
1) – в мкг/м ³								

Валовый выброс i -го тяжелого металла (т/год) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов рассчитывается по формуле:

$$E_I = A_J \cdot F_{IJ} \cdot 10^{-6},$$

F_{IJ} – удельный показатель выбросов i -го тяжелого металла при сжигании топлива, г/т.

Расчет выбросов тяжелых металлов проведен на основании удельных показателей, приведенных в таблице 3 [3].

Таблица 3 – Удельные показатели выбросов тяжелых металлов, г/т (г/тыс. м³)

Топливо	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Природный газ	-	-	-	-	0,0014	-	-	-
Мазут	0,02	0,05	0,48	0,36	0,05	44,65	1,26	1,62
Брикеты торфяные	0,75	0,03	0,35	0,32	0,02	0,14	0,23	2,18
Древесина дровяная	0,008	0,01	0,05	0,24	0,002	0,09	0,06	0,98

Результаты расчета выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива, г

Топливо	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Природный газ	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Мазут	2,07	5,17	49,6	37,2	5,2	4616,4	130,3	167,5
Брикеты торфяные	154,2	6,17	71,9	65,8	4,1	28,8	47,3	448,2
Древесина дровяная	3,11	3,89	19,4	93,3	0,8	35,0	23,3	381,1

Анализ полученных результатов расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух показывает, что использование твердых видов топлива по сравнению с традиционными видами (газ, мазут) имеет свои положительные и отрицательные стороны:

- положительные – снижаются затраты на приобретение топлива;
- отрицательные – рассматриваемые виды топлива имеют меньшую теплотворную способность, что приводит к увеличению фактического расхода сжигаемого топлива и как следствие образованию большего количества выбросов загрязняющих веществ.

Таким образом, степень воздействия энергетического производства на атмосферный воздух зависит от вида, состава и свойств используемого органического топлива, его качества и фактического расхода, а также от типа котла, его номинальной тепловой мощности и наличия системы очистки.

Библиографический список

1. ТКП 17.08-01-2006 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт. – 49 с.
2. Басалай И.А., Зеленухо Е.В. Оценка выбросов тяжелых металлов при сжигании органического топлива / Вестник СамГУ, – 2014, №1, – с. 65-70.
3. ТКП 17.08-14-2011 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов тяжелых металлов». – 19 с.
4. Басалай И.А., Зеленухо Е.В. Мероприятия по снижению экологической нагрузки на атмосферный воздух от объектов энергетики / Вестник КузГТУ. – 2014. – №2. – С. 158-160.

УДК 504.6

Янковская А.В. Науч. рук. Басалай И.А.

Воздействие добычи и переработки нерудных полезных ископаемых на окружающую среду

ФГДЭ, 2 курс

Добыча полезных ресурсов неизменно приносит пользу людям и причиняет вред окружающей среде. На стадиях их добычи и обработки возникают многочисленные экологические проблемы.

Нерудные полезные ископаемые добываются открытым и закрытым (подземным) способами [1].

Закрытый способ добычи (рисунок 1) применяется для извлечения твердых полезных ископаемых, залегающих на большой глубине под землей, с помощью строительства подземных предприятий – шахт.



Рисунок 1 – Добыча полезных ископаемых закрытым способом

Открытый способ добычи полезных ископаемых представляет собой процесс создания на месторождении котлованов, которые называются разрезами или карьерами (рисунок 2).



Рисунок 2 – Добыча полезных ископаемых открытым способом

В ходе добычи и переработки полезных ископаемых происходит большой геологический круговорот, в который вовлекаются различные системы. Вследствие этого оказывается большое воздействие на экологию региона добычи, и такое воздействие влечет за собой негативные последствия.

Влияние добычи полезных ископаемых на литосферу [2]:

1. Разработка месторождений плотных горных пород сопровождается значительным изъятием земель сельскохозяйственного назначения, лесных земель. Добыча приводит к значительным изменениям ландшафта:

созданию антропогенных форм мезорельефа – карьеров, отвалов.

2. Возможна активизация геологических процессов (карст, оползни, осыпи, оседание и сдвигание горных пород, рисунок 3)). При подземной добыче полезных ископаемых образуются мульды проседания и провалы.

3. Механическое нарушение почв и их химическое загрязнение.



Рисунок 3 – Воздействие добычи полезных ископаемых на литосферу

Влияние добычи полезных ископаемых на атмосферу [2, 3].

В результате процессов первичной обработки добытых руд в воздух выбрасываются большие объемы:

- метана
- горных выработок
- серы
- углерода

Кроме того, во время добычи в воздух попадает большое количество пыли. При использовании 1000 т взрывных веществ загрязняется около 40 млн. м³ атмосферного воздуха с превышением ПДК в десятки раз,

при этом его распространение возможно на свыше 15 км. В результате массовых взрывов в карьерах образовывается от 0,027 до 0,170 кг пыли на 1 м³ породы.



Рисунок 4 – Пылевое загрязнение
в результате взрывных работ

Ежедневно на прилегающие к карьерам территории падает до двух килограмм пыли, в итоге почва остается погребенной под полуметровым слоем на долгие годы, а часто навсегда, и, естественно, теряет свое плодородие. Также следует отметить и негативное влияние и состава взрывных веществ, которые используются при открытой разработке карьеров. Вредные газы, образующиеся в результате взрыва, выделяются в воздух на протяжении 10–15 часов [4].

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым образом вызывает не только деградацию земной поверхности в районе ведения горных работ, а и резкое изменение гидрологических и гидрогеологических условий, приводящих к изменению качества поверхностных и подземных вод [3].

В результате добычи природного сырья сильно истощаются водоемы как подземные, так и поверхностные, осушаются болота. При добыче, например, угля осуществляется откачка подземных вод, которые располагаются вблизи месторождения. На каждую тонну угля приходится до 20 м³ пластовых вод, а при добыче железных руд – до 8 м³ воды. Откачка вод создает такие экологические проблемы, как:

- образование депрессионных воронок;
- исчезновение родников;
- высыхание малых рек.

Поверхностные воды страдают от загрязнений в результате осуществления процесса добычи и переработки ископаемого сырья. Так же как и в атмосферу, в воду попадает большое количество солей, металлов, токсических веществ, отходов [3]. В результате этого гибнут микроорганизмы, живущие в водоемах, рыба. Человек использует загрязненную воду не только для своих хозяйственных нужд, но и в пищу, что приводит к ухудшению здоровья населения. Предотвратить экологические проблемы, связанные с загрязнением гидросферы можно путем сокращения сбросов сточных вод, уменьшения расходов воды при добыче продукции, заполнением образованных пустот водой.

Негативное влияние от проведения подземных горных разработок проявляется в засорении поверхности земли, в результате выноса пустых пород, которые складывают в отвалах. Горная промышленность в этой сфере является одним из лидеров. Ежегодно на каждого человека в нашей стране добывается не менее 20 тонн различного минерального сырья. Однако, из этого количества, в конечном счете, используется лишь 1-2%. Остальная же часть идет в отходы.

Загрязнение природной среды отходами производства является одной из крупнейших современных проблем. В результате такой деятельности происходит отчуждение сельскохозяйственных земель, снижается продуктивность соседних угодий.

Таким образом, как показывает проведенный анализ воздействия добычи и переработки нерудных полезных ископаемых, актуальность экологических вопросов постоянно возрастает. Для охраны природы, в горнодобывающей промышленности необходимо использовать все основные направления: охрану и рациональное использование земель, атмосферы, водных ресурсов, недр, а также осуществлять комплексный подход к применению отходов производства.

Библиографический список

1. Мирзаев Г.Г., Иванов Б.А. и др. Экология горного производства. М.: Недра, – 1991. – 320 с.
2. Маценко, А.М. Эколого-экономические проблемы добычи, обработки и использования гранита [Электронный ресурс]: «Экология и охрана труда» А.М. Маценко, М.А. Козина, Е.И. Маценко – 2010. – №55. – С.152-155
3. Чирков, А.С. Добыча и переработка строительных горных пород: учебное пособие для вузов/ А.С.Чирков. М.: Изд.МГГУ, 2001. – 180 с.
4. Басалай И.А. Загрязнение атмосферного воздуха при добыче и обработке плотных горных пород / Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: 14-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. В 2 т. Т.1: материалы конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. – с.451–456.