



Министерство образования Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

«НИРС–2003»

*VIII Республиканская научно-техническая конференция
студентов и аспирантов*

9-10 декабря 2003 г.

г. Минск

Часть 3

Минск 2003

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

«НИРС–2003»

VIII Республиканская научно-техническая конференция
студентов и аспирантов

9 – 10 декабря 2003 г.
г. Минск

Тезисы докладов

В 7-ми частях

Часть 3

МЕТАЛЛУРГИЯ. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ.
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ.
ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Минск 2003

В сборнике представлены тезисы докладов VIII Республиканской конференции студентов и аспирантов. Тематика докладов посвящена актуальным проблемам современной науки и соответствует основным направлениям конференции:

- *Аграрно-технические и аграрно-инженерные науки*
- *Архитектура, строительство, транспортные коммуникации*
- *Биология*
- *Информационные технологии, компьютерные сети и системы*
- *История*
- *Математика*
- *Машиностроение*
- *Медицинские и фармацевтические науки*
- *Металлургия*
- *Мировая экономика и бизнес-администрирование*
- *Политология, социология, социальное управление*
- *Правоведение*
- *Приборостроение*
- *Природные ресурсы, ресурсосбережение и экология*
- *Теория, методика и психология преподавания*
- *Транспорт*
- *Физика*
- *Филологические науки*
- *Философия, психология*
- *Химия и химические технологии*
- *Экономика, маркетинг, менеджмент, предпринимательство*
- *Энергетика*

В конце сборника приведен авторский указатель.

Редакционная коллегия:

Б.М. Хрусталеv – д-р техн. наук, профессор

Ф.А. Романюк – д-р техн. наук, профессор

В.Л. Соломахо – д-р техн. наук, профессор

Ю.В. Кравцов – канд. техн. наук

В.М. Тrepачко – канд. техн. наук

Металлургия

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ КАПИЛЛЯРНЫХ СТРУКТУР КОНТУРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

А.В. Агеенко

Научный руководитель — к.т.н. *В.В. Мазюк*
Белорусский национальный технический университет

Высокая испарительная способность пористых порошковых материалов обусловила их применение в качестве капиллярных структур тепловых труб - уникальных по совокупности эксплуатационных свойств и диапазону возможностей устройств, составляющих основу систем обеспечения тепловых режимов объектов современной электротехнической, электронной и космической областей техники. В т. н. традиционных тепловых трубах капиллярная структура представляет собой тонкий (толщиной порядка 1 мм) слой пористого материала, спеченного из металлического порошка, расположенный на внутренней поверхности корпуса тепловой трубы диаметром порядка 1 см. В тепловых трубах нового поколения общепринятый способ изготовления испарителей путем предварительного формования из металлического порошка, прессования и спекания капиллярной структуры в виде втулки нужных размеров, нарезания на ней канавок и запрессовывания ее в корпус испарителя ограничивает мощность тепловой трубы, поскольку затруднительно запрессовать спеченную высокопористую втулку значительных размеров в корпус, не разрушив ее. Поэтому целесообразнее спекать капиллярную структуру непосредственно в корпусе испарителя, обеспечивая надежный тепловой контакт между капиллярной структурой и корпусом, а пароотводные каналы выполнять внутри капиллярной структуры, оставляя всю нагреваемую поверхность корпуса покрытой капиллярно-пористым материалом. Такая конструкция капиллярной структуры позволяет в несколько раз повысить предельный тепловой поток в испарителе.

Однако при спекании порошковой капиллярной структуры большого наружного диаметра непосредственно в корпусе испарителя возникает проблема обеспечения надежного механического и термического контакта капиллярной структуры с корпусом, обусловленная усадкой порошка в процессе спекания. Особенно остро эта проблема встает при изготовлении капиллярных структур с мелкими (порядка нескольких микрон) порами. Поэтому важной практической задачей является разработка способов получения мелкопористых капиллярных структур на внутренней поверхности труб при обеспечении надежного (лучше – металлического) контакта между капиллярной структурой и поверхностью трубы.

Перспективным для решения указанной проблемы способом является использование жидкофазного спекания сформованной непосредственно на внутренней поверхности трубы капиллярной структуры из двухкомпонентной смеси мелкодисперсных порошков (Cu-Al, Cu-Sn, Cu-Mg, Al-Mg, Al-Zn, Ti-Al, Ni-Al, Ni-Cu и др.). Особенность этого процесса состоит в том, что при определенных режимах спекания образование жидкой фазы сопровождается не усадкой, а значительным объемным ростом спекаемых порошковых покрытий. Это относится к системам с большой однополярной растворимостью в твердой фазе компонента, образующего расплав.

С целью разработки технологии получения капиллярных структур выполнены экспериментальные исследования объемных изменений в процессе жидкофазного спекания свободнонасыпанных и слабоуплотненных двухкомпонентных порошковых материалов с основной компонентой из никеля, титана и алюминия. Установлено, что присутствие в порошковой засыпке активирующей добавки (алюминия и меди к никелевой основе, алюминия к титановой основе, магния к алюминиевой основе), служащей причиной образования в процессе спекания жидкой фазы, при определенных режимах спекания вызывает рост высокопористых образцов. Отмечено наличие такой совокупности исходных факторов (пористости, содержания добавки), при которой объем образца после спекания остается прежним.

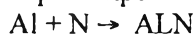
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ РАБОЧИМИ ПАРАМЕТРАМИ ИСТОЧНИКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ И ДИСПЕРСИОННЫМ СОСТАВОМ ПОЛУЧАЕМОГО ПОРОШКА

Р.П. Быков

Научный руководитель – *О.О. Кузнецик*

Белорусский национальный технический университет

Объектом исследования являлся процесс взаимодействия потока плазмообразующего газа с потоком порошковых частиц алюминия во время протекания плазмохимического синтеза



в реакторе плазмотрона высокочастотной индукционной установки П-05.

Из анализа работ [1 – 5] следует, что на коэффициент полезного действия такой установки, кроме индукционного тока, частоты электромагнитного излучения, соотношения линейных размеров газоразрядной камеры к линейным размерам факела плазмы, расхода плазмообразующего газа, оказывает влияние также и взаимодействие потока газа с потоком частиц порошка, которые подаются в реактор плазмотрона. Взаимодействие порошковых частиц с плазмообразующим газом образуют динамическую систему, состоящую из двух типов вещества, находящихся в различных фазовых состояниях (газ – твердое тело) или двухфазный поток. В этой системе может происходить нагрев материала порошковой частицы до температур плавления и кипения. Время нагрева зависит от соотношений массы порошка к массе газа (коэффициента двухфазности потока) и удельной теплоемкости материала порошковой частицы к удельной теплоемкости плазмообразующего газа при постоянном давлении (коэффициента относительной удельной теплоемкости). Зная эти соотношения можно установить взаимосвязь между рабочими параметрами источника низкотемпературной плазмы и дисперсионным составом получаемого порошка.

Целью работы являлось исследование влияния коэффициентов двухфазности потока и относительной удельной теплоемкости на время нагрева и плавления порошковой частицы, определение взаимосвязи между рабочими параметрами источника низкотемпературной плазмы и дисперсионным составом получаемого порошка.

При выполнении научно-исследовательской работы были проведены теоретические исследования теплообмена в двухфазном потоке молекул газа с частицами порошка. Для описания характера теплообмена был введен коэффициент K , устанавливающий степень двухфазности потока:

$$K = \frac{m_{n.ч}}{m_2} \frac{c_{n.ч}}{c_2} = \frac{\rho_{n.ч} V_{n.ч}}{\rho_2 V_{02}} \frac{c_{n.ч}}{c_2} = \frac{\pi \rho_{n.ч} D_0^3}{6 \rho_2 V_{02}} \frac{c_{n.ч}}{c_2},$$

где $m_{n.ч}$, m_2 – массы порошковой частицы и газа; $c_{n.ч}$, c_2 – удельные теплоемкости порошковой частицы и газа; $\rho_{n.ч}$, ρ_2 – плотности порошковой частицы и газа; D_0 – диаметр частицы; $V_{0г}$ – объем газа, приходящийся на одну частицу.

С его помощью установлено влияние линейных размеров порошковых частиц на время их нагрева и плавления и с помощью расчетов установлено, что при подаче мелкодисперсных порошков ($D_0 = 1 - 10$ мкм) в реактор плазмотрона плазмохимической установки П-05, имеющей следующие рабочие параметры:

- мощность электромагнитного излучения, кВт 10;
- частота излучения, МГц 1,67;
- расход плазмообразующего газа, л/мин 8,5;

температурное поле в нем изменяется в пределах от 1 000 до 4 000 К. Поэтому, в зависимости от зоны подачи реагентов, число Фурье для никеля и нитрида алюминия может изменяться в пределах от 10 до 400 и от 3 до 7 соответственно. Если при этом выбирать зоны реактора, в которых температура изменяется в пределах от 2 000 до 4 000 К, а степень двухфазности потока не превысит 0,5, то время нагрева и плавления порошковых частиц будет минимальным.

Литература

1. Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники. В 3-х т. Том 1 / А.П. Достанко, С.П. Кундас, М.Н.Босяков и др.; Под.общ. ред. А.П.Достанко. – Мн.: ФУАинформ, 2000. – 424 с.
2. Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники. В 3-х т. Том 2 / А.П. Достанко, С.В. Бордусов, И.В.Свадковский и др.; Под.общ. ред. А.П.Достанко. – Мн.: ФУАинформ, 2001. – 244 с.
3. Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники. В 3-х т. Том 3 / А.П. Достанко, С.П. Кундас, С.В. Бордусов и др.; Под.общ. ред. академиков НАН Беларуси А.П.Достанко и Витязя П.А. – Мн.: ФУАинформ, 2001. – 292 с.
4. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь, В.С.Ивашко, А.Ф.Ильющенко и др. – Мн.: Белорусская наука, 1998. – 583 с.
5. Теория термической электродуговой плазмы. Ч. 1. Методы математического исследования плазмы / Жуков М.Ф., Урюков Б.А., Энгельшт В.С. и др. – Новосибирск: Наука, 1987. – 287с.

РАЗРАБОТКА МАГНИТОМЯГКОГО ФЕРРИТОВОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИНДУКЦИОННОЙ СВАРКИ ТРУБ

Д.Р. Виолентий

Научный руководитель – к.т.н. *С.Г. Барай*
Белорусский национальный технический университет

Сердечники из магнитомягких ферритов, как и индуктивные элементы на их основе, могут использоваться в самых разнообразных условиях эксплуатации. Они работают в магнитных полях с напряженностью до 800 А/м, на частотах до сотен мегагерц, в условиях всевозможных механических и климатических нагрузок. Эти изделия могут эксплуатироваться в принципиально отличающихся друг от друга режимах.[1-3]

Целью настоящего исследования являлась разработка магнитомягкого ферритового материала для условий индукционной сварки труб. В этом случае требования к ферритовому материалу сводятся к следующему:

- возможность работы в слабых магнитных полях в диапазоне частот до 1 МГц;
- возможность работы в условиях эксплуатации с жесткими требованиями по термостабильности и критической температуре, т.е. иметь температуру Кюри не ниже 200 °С;
- иметь начальную магнитную проницаемость 1500–2000, обеспечивающую стабильный процесс сварки труб различной толщины стенки без потери качества сварного шва;
- иметь низкое магнитное сопротивление для подавления отрицательного влияния внешнего нагрева на плотность потока магнитной индукции, которая должна быть не менее 0.5 Тл, что гарантирует эффективность процесса сварки.

В трехкомпонентной системе $MnO - ZnO - Fe_2O_3$ марганцевый стехиометрический феррит соответствует точке с 50 мол.% Fe_2O_3 на стороне $Mn - Fe_2O_3$. С целью модификации основных электромагнитных параметров промышленного порошка марганец-цинкового феррита и обеспечения его работоспособности в условиях индукционной сварки разработана методика создания нестехиометрического состава путем замещения избытка оксида железа оксидом марганца и методика легирования получаемого состава диоксидом циркония.

На основании проведенных исследований разработан ферритовый материал с плотностью 4.8-5.0 г/см³, со средним размером зерен 35-55 мкм, остаточной пористостью в пределах 3.3 - 6.4 % и оптимальными электромагнитными параметрами: начальной магнитной

проницаемостью 1900-2000, магнитной индукцией 0.54 Тл, сохраняющий рабочие характеристики до температуры Кюри равной 200 °С и таким образом пригодный для использования в качестве электромагнитного концентратора в процессах высокочастотной индукционной сварки труб.

Литература

1. Куневич А.В., Сидоров И.Н. Индуктивные элементы на ферритах. Ферритовые сердечники в узлах радиоаппаратуры: Справочник домашнего мастера. - СПб.: Лениздат, 1997.- 408 с.

2. Сидоров И.Н., Биннатов М.Ф., Шведова Л.Г. Индуктивные элементы радиоэлектронной аппаратуры: Справочник.-М.: Радио и связь, 1992.-288 с.

3. Ферриты магнитомягкие. Марки, основные параметры и методы измерений. ОСТ11 707.015 – 77.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХСЛОЙНЫХ ПОРОШКОВЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПУТЕМ ПОЭТАПНОГО ПРЕССОВАНИЯ ПОРОШКОВ ОДНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Д.И. Жегздринь

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.Г. Горанский*
Белорусский национальный технический университет

Одно из основных требований, предъявляемых к порошковым фильтрующим материалам (ФМ), заключается в том, что они должны обладать высокой проницаемостью при заданной тонкости очистки. На практике повышение проницаемости ФМ достигается за счет создания материалов, у которых размеры пор (характеристика ФМ, отвечающая за тонкость очистки) изменяются в направлении фильтрации.[1] Наиболее распространенными представителями этих материалов, изучению которых посвящено большинство научных работ, являются ФМ, получаемые путем совместного прессования порошков разных фракций.[2] В то же время проведенные нами ранее исследования позволили сделать предположение, что принципиально возможно получение двухслойных ФМ из несферических порошков одной фракции путем поэтапного прессования.[3] Экспериментальное подтверждение сделанного предположения и является предметом рассмотрения в настоящей работе.

Исследования проводили на образцах в виде диска диаметром 30 и толщиной 3 мм, изготовленных из восстановленных порошков коррозионностойкой стали ПХ18Н15 с размерами частиц $(-0,63 + 0,4)$ и $(-0,315 + 0,2)$ мм путем прессования в жесткой матрице и последующего спекания в вакууме при температуре 1180°С в течении 1 ч. Образцы изготавливали по следующей технологии: при заданном давлении прессования P_1 из исследуемой фракции порошка изготавливали прессовку толщиной 1 мм, затем на прессовку насыпали порошок той же фракции из расчета, чтобы общая толщина образца составляла 3 мм, и проводили повторное прессование при меньшем давлении P_2 . После спекания по стандартным методикам определяли коэффициент проницаемости K и средний размер пор $d_{п\text{ ср}}$, а также параметр E_1 , характеризующий эффективность фильтрующего материала и вычисляемый путем деления корня квадратного из коэффициента проницаемости на средний размер пор. Были экспериментально построены зависимости $E_1 = f(d_{п\text{ ср}})$ при отношениях $P_1/P_2 = 2,1$ и $P_1/P_2 = 1,4$.

Сравнение полученных данных со свойствами однослойных ФМ при одинаковых размерах пор подтвердило возможность получения двухслойных материалов с повышенным комплексом свойств, при этом сделан вывод, что при применении рассмотренного метода получения ФМ, следует стремиться к использованию порошков с более крупными размерами частиц. Установлено, что параметр эффективности двухслойных ФМ, полученных путем поэтапного прессования порошка фракции $(-0,63 + 0,4)$ мм при давлении прессования первого слоя $(0,7 - 1,0)$ МПа и соотношении $P_1/P_2 = 2,1$, на 15-32 % выше по сравнению с параметром эффективности однослойных ФМ.

Литература

1. Гатушкин А. А. , Солонин С. М. Двухслойные фильтры для тонкой очистки жидкости. ПМ 69 г. №17 с. 36-40
2. П. А. Витязь, В. М. Капцевич, Р. А. Кусин Фильтрующие материалы: свойства, область применения, технология изготовления. Мн: НИИПМ с ОП, 99 г.
3. Исследование свойств двухслойных ФМ, полученных прессованием порошка коррозионностойкой стали. Научно-техническая конференция 2003 г. с. 110

АБРАЗИВНЫЙ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИЙ МАТЕРИАЛ С ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ СПЕКАНИЯ

А.Г. Жук

Научный руководитель – к.т.н. *Л.В. Судник*
Белорусский национальный технический университет

Целью проведенных исследований являлась разработка новых алмазосодержащих материалов с пониженной температурой спекания и повышенными эксплуатационными температурами.

Методика проведения эксперимента: структура материала исследовалась методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, выбор состава компонентов связки выбирали по результатам исследований угла смачивания по методу лежащей капли, технологические температуры определяли по методу дифференциального термического анализа (ДТА).

Было установлено:

Необходимость нанесения нанопокровов на алмазные зерна, которая связана с нарастающими требованиями к алмазному инструменту по абразивной способности, технологическим и эксплуатационным температурам. Материалом покровов, решающим поставленную задачу служит сложная смесь оксидов из SiO_2 , $\text{ZrO}_2 \cdot \text{Y}_2\text{O}_3$.

Установлены оптимальные технологии нанесения наноразмерных покровов на алмазные зерна: золь-гельная – для SiO_2 и метод молекулярного наслаивания – для $\text{ZrO}_2 \cdot \text{Y}_2\text{O}_3$. Предложен метод ультразвуковой обработки гелей и определены параметры направленного изменения – их свойств. Синтез планируемых фаз осуществляется путем введения катионов растворимых солей металлов.

Установлены закономерности формирования наноразмерных покровов на алмазных зернах, определяющиеся структурными и морфологическими факторами алмаза. Толщина покровов может варьироваться от 6 до 100 нм и зависит от физико-химических процессов, происходящих в составляемых рабочих растворах.

Рассмотрены принципы выбора кремнеземсодержащих гелей для нанесения покровов. Проанализировано влияние температуры термообработки на деструкцию различных гелей и показано преимущество SiO_2 -покровов, полученных из гелей этилсиликата, заключающееся в их способности сохранять аморфность до температур порядка 700°C .

Для получения наноразмерных слоев $\text{ZrO}_2 \cdot \text{Y}_2\text{O}_3$ использован метод молекулярного наслаивания, основанный на способности алкоколятов некоторых соединений циркония и иттрия, содержащих группировку Me-O-R (где R-органический радикал), образовывать при высыхании тонкую пленку. Время формирования нанослоев составляло 3 с, температура 500°C .

Разработанные составы и дизайн исходной шихты абразивного материала позволяет применять для формирования инструмента относительно новый в абразивном производстве метод литья под давлением. Технологические параметры процесса – литье при температуре $65-70^\circ\text{C}$ при давлении 4-6 атм.

При применении статического прессования прочность прессовок высока, достигает 5,5 МПа при сжатии, обеспечивает сохранение формы инструмента и загрузки печи для спекания.

Предложенный метод снижения температуры спекания – использование легкоплавких стекол – позволяет значительно увеличить скорость усадки при спекании благодаря образованию вязкой жидкой фазы на их основе. Температура спекания снижена до 680 °С.

Используемые технологии при отработанных режимах позволили реализовать инструменты со структурой, имеющей упрочняющие слои на абразивных зернах и частицы тугоплавких стекол, гомогенно распределенные по объему материала. Материал инструмента имеет $\sigma_{сж}$ до 450 МПа и $\sigma_{изг}$ до 400 МПа, регулируемую пористость, что соответствует требованиям, предъявляемым к абразивным материалам.

ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЧАСТИЧНО СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ (ЧСДЦ) И НИКЕЛЕВОГО КЕРМЕТА НА ЭЛЕМЕНТЕ ТОПЛИВНОЙ ЯЧЕЙКИ

Т.А. Ильющенко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.Г. Горанский*
Белорусский национальный технический университет

Твердоокисные топливные ячейки, преобразующие химическую энергию непосредственно в электрическую, являются одной из самых чистых и наиболее эффективных технологий генерации энергии. ТОГЭ состоят из нескольких слоев, обязательно включающих в себя анод, электролит и катод. Топливные ячейки - электрохимические устройства, которые преобразовывают химическую энергию топлива непосредственно в электрическую энергию. В типичной топливной ячейке, газообразные топлива (изделия угольной газификации, природного газа, водород и так далее) питается непрерывно к купе анода, и окислитель (то есть, кислород от воздуха) питается непрерывно к купе катода; электрохимические реакции имеют место в электродах, чтобы произвести электрический ток. Твердая окисная топливная ячейка - высокая температурная топливная ячейка. Электролит состоит из окиси, обычно из окиси циркония, с небольшим количеством добавленной окиси иттрия. Эта окись проводит ионы кислорода в высоких температурах.

Максимальная электрическая эффективность твердой окисной топливной ячейки, которую управляет водород оценена в 60 %.

В настоящее время решается проблема достижения достаточной проводимости материалов при более низких эксплуатационных температурах и создание новых более устойчивых.

Задача состояла в обработке процесса напыления покрытий из частично стабилизированного диоксида циркония (ЧСДЦ), смеси ЧСДЦ и NiCrAlY на вакуумной плазменной установке VPS фирмы "Плазма-Техник".

Покрытия наносились на стальную подложку, в дальнейшем режимы будут обрабатываться на подложке из $La_{0,5}Sr_{0,5}MnO_3$.

На исследования представлены два образца напыленные методом вакуумного плазменного напыления: образец №1 - $ZrO_2 + 7\% Y_2O_3$ с подслоем NiCrAlY; образец №2 - $ZrO_2 + 7\% Y_2O_3$ с промежуточным слоем 50% NiCrAlY + 50% ZrO_2 и подслоем NiCrAlY.

Микроструктуру покрытий исследовали до и после травления в световом микроскопе Mef-3 фирмы Reichert, Австрия.

Рентгеноструктурный анализ образцов проводили на рентгеновском дифрактометре общего назначения ДРОН-3,0 в CuK_α монохроматизированном излучении с вращением в собственной плоскости с применением "Программ "X-RAY" (версии 1.0 и 2.0) автоматизации рентгеновского фазового анализа.

Предварительный анализ дифрактограмм показал, что в обоих покрытиях на больших углах наблюдается сильное размытие линий, что в зависимости от его степени может свидетельствовать о разной степени потери дальнего порядка в кристаллической решетке.

Уменьшение размера кристаллов ниже некоторой пороговой величины может приводить к значительному изменению свойств. Такие эффекты появляются, когда средний размер кристаллических зерен не превышает 100 нм, и наиболее отчетливо наблюдается, когда размер зерен менее 10 нм.

В результате анализа полученных данных качественного и полуколичественного рентгенофазового анализов получено:

а) при анализе по основным линиям подавляющее количество для покрытия без промежуточного слоя – 94,4% и с промежуточным слоем – 93,9% принадлежит фазе $Y_{0,15}Zr_{0,85}O_{1,93}$ или $92ZrO_2 \cdot 8Y_2O_3$.

б) при анализе по основным линиям и линиям малой интенсивности подавляющее количество для покрытия без промежуточного слоя – 94,6% (при анализе по базе без Fe) и 92,5% (с Fe), с промежуточным слоем – 92,8% также принадлежит фазе $Y_{0,15}Zr_{0,85}O_{1,93}$.

После повторного проведения идентификации фазового состава можно сделать вывод, что отличие в покрытиях имеется только по микроструктуре промежуточного слоя. Это отличие практически не сказалось на рентгенофазовом составе покрытия. т.к. основная информация при рентгенографировании исследованных образцов с покрытием данной толщины получается от слоя $ZrO_2 \cdot Y_2O_3$ при очень слабом "подсвечивании" нижележащих слоев покрытия, а по основной фазе в этом слое покрытия не отличаются.

Литература

1. В.А. Оковитый, А.Ф. Ильющенко, С.П. Кундас, Б. Форманек. Формирование газотермических покрытий: теория и практика – Мн.: Бестпринт, 2002.-480 с.
2. К.А. Стернс. Теплозащитные покрытия // Аэрокосмическая техника. 1987. №9.
3. В.А. Оковитый. Влияние технологических параметров керамического слоя теплозащитного покрытия на стойкость к термоциклированию // Порошковая металлургия. 1998. Вып. 21.
4. А.Ф. Ильющенко, В.А. Оковитый, В.С. Ивашко. Формирование теплозащитных покрытий на основе диоксида циркония // Передовые технологии в производстве материалов и восстановлении изношенных поверхностей: Тез. 2-й междунар. конф., 24-25 марта 1997г.-Мн, 1997.
5. В.А. Оковитый, А.Ф. Ильющенко, С.С. Соболевский. Разработка многослойных теплозащитных покрытий // Сварка: Сб. докладов 3-й междунар. конф.-Рига, 1999.
6. В.А. Оковитый. Оптимизация режимов напыления теплозащитного плазменного покрытия на основе $ZrO_2 - Y_2O_3$ // Машиностроение и техносфера на рубеже 21 века: Тез. докладов междунар. конф. в Севастополе. Донецк, 1999.
7. И.Л. Куприянов, А.Ф. Ильющенко, В.А. Оковитый. Плазменное напыление теплозащитных покрытий // Порошковая металлургия. 1994. № 16.
8. А.И. Шевцов, А.Ф. Ильющенко, В.А. Оковитый. Оптимизация технологии получения многослойных ТЗП // Сварочное производство:2000:№10.

ФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТОРМОЗНЫХ И ПЕРЕДАТОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Е.В. Синявский

Научный руководитель – А.А. Дмитриевич

Белорусский национально-технический университет

Целью данной работы является совершенствование и поиск нового фрикционного материала. Это вызвано тем, что фрикционные материалы должны обладать комплексом свойств, из которых основные: достаточно высокий и стабильный коэффициент трения, высокие износостойкость, теплостойкость и механическая прочность, отсутствие схватывания. В связи со сложностью комплекса требований ни один из применяющихся в промышленности фрикционных материалов не удовлетворяет полностью всем этим требованиям.

Для достижения более высоких рабочих температур наблюдается переход к более тугоплавким металлам и к более сложному легированию. Для повышения потолка рабочих

температур и механической прочности материалов на медной основе предложено легировать медь алюминием вместо олова. Дальнейшее повышение теплостойкости и механической прочности фрикционных материалов на железной основе достигается легированием железа никелем, кобальтом, хромом, марганцем, вольфрамом, молибденом. При этом графит, нестабильный в контакте с железом при высоких температурах, все больше заменяется такими инертными антизадирными присадками, как нитрид бора.

Задача повышения износостойкости также решается повышением прочности металлической основы фрикционного материала за счет более сложного легирования.

Для решения задачи повышения коэффициента трения, его регулирования и стабилизации проводятся широкие исследования по изысканию новых фрикционных и противозадирных присадок. Чтобы повысить коэффициент трения материалов на железной основе в них вводятся такие соединения, как карбиды бора, кремния, циркония, нитрид бора. В материалы на медной основе вводят двуокись кремния, асбест, муллит, окись алюминия.

Исследования в этой области закладывают научные основы проблемы конструирования фрикционных материалов с наперед заданными свойствами. Результатом этих исследований должно быть построение физической модели процессов трения и износа фрикционных материалов, что позволит сознательно управлять свойствами создаваемых материалов.

О ВЛИЯНИИ НАНОРАЗМЕРНЫХ КОМПОНЕНТ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АЛЮМООКСИДНОГО КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

С.Б. Сосно

Научный руководитель – к.т.н. *Л.В. Судник*
Белорусский национальный технический университет

Рассматриваемый в данной работе материал предназначен для изготовления изоляторов системы поджига дуги установок катодно-дугового напыления.

На основании заключения патентно-информационного поиска сформулированы основные технические требования к материалу керамических изоляторов, который должен иметь:

- высокие диэлектрические свойства;
- достаточная механическая прочность;
- химическая инертность;
- высокая теплостойкость

Целью проведенных исследований являлась достижение перечисленных свойств.

В результате исследований методами сканирования электронной и атомной микроскопии, а также при установлении связи структуры и свойств (твердости, пористости, прочности на изгиб) выбраны исходные материалы и определена основа керамического композита для разрабатываемого изделия – оксид алюминия, содержащий в качестве модифицирующей и активирующей добавки также, но наноразмерный оксид алюминия. Материал может иметь обычно применяемые модифицирующие добавки в виде оксидов магния, кальция, циркония, иттрия и кремния, но лишь в небольших количествах $\leq 0,5\%$ и гомогенно распределенные по поверхности частиц.

Материал имеет следующие свойства:

- кажущаяся плотность 3,47-3,7 г/см³;
- остаточная пористость 3%;
- твердость НВ 95;
- коэффициент вязкости разрушения 5,5 МПа·м^{1/2}.

Исследования показали, что использование разрабатываемого материала является эффективным методом улучшения рабочих характеристик установок катодно-дугового напыления.

Работа выполнена в соответствии с заданием 2.24 ГНТП "Новые материалы и технологии".

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С АНИЗОТРОПНОЙ ПОРОВОЙ СТРУКТУРОЙ, ОСНОВАННАЯ НА ЦЕНТРОБЕЖНОМ ФОРМОВАНИИ ЧАСТИЦ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО ИЛИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВОВ

И.Э. Тарновский

Научный руководитель – к.т.н. *Л.П. Пилиневич*
Белорусский национальный технический университет

Одним из основных преимуществ порошковой металлургии является возможность изготовления пористых порошковых материалов (ППМ). Наличие системы взаимосвязанных пор обеспечивает ППМ такими свойствами, как проницаемость для жидкости и газов, способность к капиллярному транспорту жидкости и ее удержанию в порах. Эти свойства, а также высокая прочность и пластичность, устойчивость к тепловым ударам, коррозионная стойкость, являются основой для успешного применения ППМ во многих областях народного хозяйства: машиностроении, сельском хозяйстве, приборостроении, медицине, коммунальном хозяйстве и т.д.

В работе рассмотрена технология получения высокоэффективных ППМ с анизотропной поровой структурой, основанная на центробежном формовании частиц различного гранулометрического или химического составов.

Сущность технологии заключается в следующем. Пористая заготовка, изготовленная из крупного металлического порошка в форме цилиндра с засыпанным в ее внутреннюю полость дозой мелкого полимерного порошка закрепляется в зажимы специального приспособления, которое помещается в печь и приводится во вращение с помощью электропривода вокруг своей оси. В процессе вращения производится припекание засыпанного полимерного порошка к пористой заготовке.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований получено уравнение, описывающее кинетику формования пористого полимерного слоя под воздействием центробежных сил. Установлено, что время, необходимое для формирования слоя заданной толщины, определяется следующей зависимостью:

$$t = K \frac{HV\rho}{vFm},$$

где K – экспериментально определенный коэффициент; H – толщина слоя; m – масса одной частицы; v – линейная скорость; t – время формования; F – коэффициент трения; ρ – плотность частиц; V – объем засыпки.

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований процесса получения композиционного ППМ из металлических и полимерных порошков при центробежном формовании и припекании полимерного порошка определены оптимальные технологические режимы получения фильтрующих элементов для очистки и осушки сжатых газов. На рисунке показана структура и внешний вид образца пористого композиционного материала, изготовленного из порошка титана марки ПТХ-2-1 и фторопласта марки ФЗОП. Центробежное формование позволяет получать фильтрующие элементы, которые позволяют повысить степень очистки сжатого воздуха от влаги более чем на 30% по сравнению с лучшими аналогами.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА ДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ СИСТЕМЫ Cr-Al-Si НА УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЯХ

С.В. Борисов, А.В. Стефанович, О.В. Синяевская

Научный руководитель – *В.Г. Борисов*

Белорусский национальный технический университет

В работе приведены исследования структур и фазового состава диффузионных жаростойких слоев на техническом железе и стали 45, полученных как при раздельном, так и совместном насыщении хромом, алюминием, кремнием из порошковых смесей. Для однокомпонентного насыщения использовались порошковые смеси на основе феррохрома марки Х75, алюминия марки ПАС-1, кремния марки КР1 составов: (50% Х75+50% Al_2O_3) + 1,5% NH_4Cl - для хромирования (20% АСП-1+80% Al_2O_3) + 1,5% NH_4Cl - для алитирования (10% Кр.1+90% Al_2O_3) + 0,5% NH_4Cl - для силицирования.

Для двух- и трехкомпонентного насыщения использовались взятые в необходимых соотношениях согласно концентрационному треугольнику смеси для однокомпонентного насыщения [1]. Насыщение проводилось при температуре 1100⁰С в течение 5 часов.

Изучение микроструктуры и фазового состава диффузионных слоев, полученных в исследуемых смесях. Позволило разбить всю гамму структур на три наиболее характерных типа: Слои, полученные при насыщении преимущественно а) хромом; б)алюминием; в) кремнием.

Структуры диффузионных слоев в области преимущественного насыщения хромом на техническом железе состоят из α -твердого раствора, легированного хромом и, возможно, кремнием и алюминием, а также, небольшой по толщине поверхностной зоны σ -фазы (Fe Cr). В этой структурной области при, обработке в некоторых смесях для двух- и трехкомпонентного насыщения формируются слои α -твердого раствора, отличающиеся значительной пористостью.

При чистом алитировании на поверхности железа формируется зона алюминидов Fe_2Al_3 , $FeAl_2$, $FeAl$ за ней следует зона $FeAl$ и Fe_3Al , а затем α -твердый раствор. На всех остальных образцах со структурой типичных алитированных слоев полученных при двух- и трехкомпонентном насыщении, фаза Fe_2Al_3 отсутствует. В поверхностной зоне присутствуют только алюминиды. $FeAl_2$ и $FeAl$.

Диффузионные слои области преимущественного силицирования имеют двухфазное строение: с поверхности обнаружена α' -фаза (Fe_3Si), под ней - столбчатая зона, кремнистого феррита.

На границах структурных зон формируются диффузионные слои промежуточные по структуре, имеющие структурные составляющие разных структурных областей.

На стали 45 преимущественно хромированные слои представлены с поверхности зоной карбидов, состоящей из внешней фазы $(Cr, Fe)_{23}C_6$ и внутренней - $(Cr, Fe)_7C_3$. Под слоем карбидов располагается зона легированного α - раствора. По мере увеличения, в насыщающей смеси алитирующей и силицирующих составляющих уменьшается толщина карбидной зоны и одновременным изменением фазового состава - исчезает высокохромистый карбид $(Cr, Fe)_{23}C_6$ и карбидный слой состоит из фазы $(Cr, Fe)_7C_3$.

Рентгоструктурным послойным фазовым анализом алитированных слоев установлено присутствие в поверхностной зоне фаз: Fe_2Al_3 , $FeAl_2$, $FeAl$, Fe_3Al . Под зоной алюминидов располагается зона α -твердого раствора. В области преимущественного алитирования в поверхностной зоне слоя обнаружены только алюминиды $FeAl$ и Fe_3Al . В пограничных областях преимущественного алитирования в поверхностных зонах диффузионных слоев кроме алюминидов Fe_3Al обнаружен карбид Fe_3C_3 и силицид Cr_7Si_3 .

Структура преимущественно силицированных смесь на стали 45 состоит из α' -фазы (Fe_3Si) с поверхности и расположенного под ней α - твердого раствора.

Пограничные слои имеют характеристики смежных структурных областей.

Исследования жаростойкости полученных диффузионных слоев позволят установить связь между свойствами и структурой диффузионных слоев.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ХРОМОСИЛИЦИРОВАННЫХ ДИФфуЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЯХ

А.В. Стефанович, С.В. Борисов, С.В. Борисова

Научный руководитель – *В.Г. Борисов*

Белорусский национальный технический университет

В данной работе приведены результаты рентгеноструктурного и микрорентгеноструктурного анализов хромоалюмосилицированных диффузионных слоев на сталях 20Х13 и 12Х18Н10Т. Насыщение проводилось из порошковых смесей при 1100°С в течение 5 часов. Состав насыщающих смесей выбирался из концентрационного треугольника. В вершинах которого находились, составы для однокомпонентного насыщения хромом, алюминием и кремнием. Для получения смесей для двух- и трехкомпонентного насыщения однокомпонентные смеси смешивались в определенных пропорциях согласно треугольнику концентраций.

Анализ полученных диффузионных покрытий позволил установить формирование трех типов диффузионных слоев, имеющих общие структурные признаки. Таким образом в концентрационном треугольнике составов смесей формируются области преимущественно хромированных, алитированных и силицированных диффузионных слоев.

Микроструктура хромированного слоя, а также двух- и трехкомпонентных слоев, первого типа на стали 20Х13 состоит из двух зон: слаботравящейся зоны карбидов $(Cr, Fe)_7C_3$ и развитой зоны легированного α -твердого раствора со столбчатой структурой с включениями σ -фазы (Fe, Cr) . По мере увеличения в насыщающей смеси алитированной и силицирующей составляющих уменьшается толщина зоны карбида.

Алитированные слои, а также двух- и трехкомпонентные слои второго типа состоят из столбчатой гетерогенной зоны алюминидов с поверхности, в которой рентгенографически установлено присутствие фаз: $(Fe, Cr) Al_3$, $(Fe, Cr)_2 Al_5$, $(Fe, Cr) Al_2$, $(Fe, Cr) Al$, $(Fe, Cr)_3 Al_8$ в примыкающей к сердцевине зоны α -твердого раствора с выделениями алюминидов в верхней части.

Диффузионные слои третьего типа со структурой преимущественно силицированных слоев представляли собой столбчатые зерна легированного феррита, с выделениями силицидов хрома. Над слоем α -фазы располагается пористая хрупкая зона α' -фазы состава Fe_3Si .

В структуре преимущественно хромированных слоев на стали 12Х18Н10Т металлографически обнаружено 2 зоны. С поверхности располагается хрупкая зона твердого раствора железа и никеля в хrome (α' -фаза) с содержанием хрома до 60%. Вторая зона имеет гетерогенное строение ($\alpha + \sigma$). С уменьшением хромирующей составляющей в смеси α' -фаза постепенно исчезает и структура диффузионного слоя состоит, только из зоны α -твердого раствора.

Структура диффузионных слоев в области преимущественного алитирования состоит из внутренней зоны столбчатых кристаллов α -твердого раствора алюминия, никеля, хрома в железе с расположенных под ней гетерогенных зон алюминидов состав которых в общем виде можно выразить формулой $(Fe, Ni, Cr)_n Al_m$, с содержанием алюминия на поверхности для процесса чистого алитирования согласно данным спектрального анализа до 60-66%. Послойный рентгеноструктурный анализ диффузионных слоев этой области фиксирует наличие в поверхностной зоне алюминидов Fe_2Al_5 , $FeAl_2$, $FeAl$, а также интерференционных линий алюминидов никеля и хрома.

Преимущественно силицированные слои имеют структуру легированного феррита с игольчатыми выделениями по границам и в теле ферритных зерен силицидов хрома и никеля. В поверхностной зоне установлено присутствие фазы $(Fe, Cr)_3 Si$.

Исследование структуры, состава диффузионных слоев системы Cr-Al-Si на стали 20Х13 и 12Х18Н10Т позволило выделить основные типы структур диффузионных слоев и построить диаграммы «Состав насыщающей смеси - тип структуры».

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НАПЛАВЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ТРУБЧАТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

А.В. Стефанович

Научный руководитель – **В.А. Стефанович**
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является проверка метода оценки структуры наплавленных покрытий систем металл - бор предложенной в работе [1].

Трубчатые электроды изготавливались из листовой стали 08КП толщиной 0,1 мм методом протяжки заготовок через фильтры. Перед последней колибрующей протяжкой в полость заготовки запрессовывался легирующий порошок. Получаемые электроды имели диаметр 2 мм. По заданным размерам электрода (толщина оболочки $\delta=0,1$ мм, радиуса $r=1$ мм) и содержание бора в легирующем порошке (Вэ) оценивалось содержание бора в наплавленном слое (Вс) по формулк $Vc=0,579 Vэ$.

Легирующий порошок имел фракцию 0,063-0,1 мм и представлял собой смесь химического соединения FeВ содержащего 16% бора и стали У8. Содержание бора в электроды регулировалось соотношением порошков FeВ и стали. Данные по ожидаемой структуре наплавленного слоя представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вэ	16	10	8	7	6	5	4
Вс	9,2	5,8	4,6	4,1	3,5	2,9	2,3
Структур а	Зазвт.	Зазвт.	Зазвт.	Эвт.	Дозвт.	Дозвт.	Дозвт.

Наплавка осуществлялась электродуговым методом в защитном газе CO₂ на подложку из стали Ст.1. Толщина наплавленного слоя составляла 2-3 мм. Анализ микроструктуры ногедал, что доэвтектические структуры формируются при ожидаемой концентрации бора до 2,9% мас. заэвтектические от 5,8% мас. Эвтектические структуры формируются в широком диапазоне ожидаемых концентраций бора от 3,5 до 4,6% мас., что значительно отличается от эвтектической концентрации бора - 3,8 мас. Это связано с частичным выгоранием бора при наплавке и ускоренным охлаждением расплава. Которое приводит к образованию квазиэвтектики. Структура наплавленных слоев эвтектического состава состоит из переходной зоны толщиной 150-250 мм доэвтектического строения состоящей из включений перлита, по границам которого располагалась эвтектика. Эвтектическая зона состоит из зерен 30-100 мкм очень мелкозернистого строения. Твердость наплавленных покрытий зависит от содержания бора в покрытии и химического состава наполнителя (таблица 2)

Таблица 2

Марка наполнителя	Ожидаемое количество В в наплавленном покрытии, %	Ожидаемая структура	Структура наплавленного покрытия	Твердость наплавленного покрытия, МПа
У8	2,9	дозвт.	дозвт.	560±60
У8	3,5	дозвт.	эвт.	590±40
У8	4,1	эвт.	эвт.	600±40
У8	4,6	заэвт.	эвт.	630±40
У8	5,8	заэвт.	заэвт.	680±50 1440±70*
Х6ВФ	4,1	эвт	эвт	850±40±
Х6ВФ	5,8	заэвт	заэвт	900±50

*Твердость избыточной фазы

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖАРСТОЙКИХ Al-Cr-Si-Y ПОКРЫТИЙ НА СТАЛЯХ

А.С. Мартинкевич

Научный руководитель – *В.А. Вейник*

Белорусский национальный технический университет

Целью работы явилось повышение насыщающей способности состава для диффузионного алитирования в порошковых смесях, а также повышение эксплуатационных характеристик изделий с комплексными диффузионными покрытиями по сравнению с обычным алитированием.

Химико-термическая обработка хромоникелевой стали X18H9T проводилась при температурах 1100⁰С в течение 5 часов в контейнерах с плавким затвором без использования вакуума или защитных атмосфер.

Данные на жаростойкости и толщине диффузионных хромиттрийкремнийалюминидных слоев на стали X18H9T приведены в таблице 1.

Таблица 1

Составы для диффузионного получения Al-Cr-Si-Y покрытий на стали X18H9T и их жаростойкость

№	Состав насыщающей смеси, мас. %							Жаростойкость при t=1100 ⁰ С за 100 ч	Толщина диффузионного алюминидного слоя, мкм
	Al ₂ O ₃	Cr	Al	Y	MgO	Si	NH ₄ Cl		
1	75	12,5	11,5	-	-	-	1	61	560
2	64	13	7	13	-	2	1	68	720
3	64	12,5	7,5	12,5	1	1,5	1	50	650
4	63,5	12	8	12	2	1	1,5	54	680
5	63	11,5	8,5	11,5	3	0,5	2	56	700
6	64	11	9	11	4	-	1	67	800
7	66,5	12,5	7,5	12,5	-	-	1	69	600
8	77,5	12,5	7,5	-	-	1,5	1	74	690
9	76,5	12,5	7,5	-	1	1,5	1	72	710

Жаростойкость покрытия при статических испытаниях оценивали по величине увеличения массы образцов при температуре 1100⁰С за 100 часов.

Таким образом, использование предлагаемого состава позволяет по сравнению с известным повысить жаростойкость жаропрочных сплавов в 1,1-1,2 раза и увеличить толщину диффузионных слоев в 1,1-1,3 раза. Введение иттрия позволяет повысить устойчивость алюминидов диффузионного слоя, что снижает на 20-30% рассасывание алюминия при длительном воздействии высоких температур, а дополнительное введение кремния ведет к оборудованию на поверхности покрытия тонкой, но прочной оксидной пленки Al₂O₃-Cr₂O₃-Y₂O₃-SiO₂ типа шпинели имеющей высокую пластичность и стойкую к статическому и циклическому окислению.

ОСНОВНЫЕ ПУТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ И ИНСТРУМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е.Г. Клещенак, О.Г. Тарновская

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Ю.В. Соколов*
Белорусский национальный технический университет

Целью настоящей работы является выбор оптимального технологического варианта получения композиционных материалов для технологической оснастки и инструмента на основе анализа имеющихся данных в области электрошлаковых технологий.

Использование композиционных материалов, состоящих из обычной углеродистой и высоколегированной стали, позволяет не только снизить стоимость оснастки и инструмента, но и существенно повысить их эксплуатационную стойкость. Различные виды электрошлаковой наплавки являются наиболее эффективными способами получения композиционных материалов для технологической оснастки и инструмента. Впервые эта технология была опробована для получения биметаллического инструмента в США в начале 50-х годов прошлого столетия. Из стран СНГ в этом направлении несомненным авторитетом является институт электросварки имени Е.О.Патона Украины. В 1967 году сотрудниками института были разработан способ электрошлакового переплава (ЭШП) и кристаллизатор для получения многослойного металла, у которого одна из стенок выполнена в виде приставной неохлаждаемой плиты. Вопросами получения композиционных материалов с использованием электрошлаковых технологий занимается Японская фирма “Хитачи Дзосэн” и английская “Бритиш стил корпорейшин”.

Японской фирмой “Хитачи Дзосэн” был предложен способ изготовления многослойного металла методом ЭШП, заключающийся в электрошлаковой наплавке металла на заготовку. В охлаждаемый кристаллизатор помещают заготовку, в пространстве между боковой поверхностью заготовки и охлаждаемым кристаллизатором переплавляет расходуемые электроды. Оплавление заготовки регулируют изменением расхода охлаждаемой воды, подаваемой в кристаллизатор.

Применение электродов различного химического состава и разделение плавильного пространства металлической ванны на зоны, в которых плавятся электроды одного состава — основной прием, используемый фирмой “Бритиш стил корпорейшин” в предложенном способе изготовления биметаллических заготовок.

В ИЭС им.Е. Патона разработан способ получения биметалла электрошлаковой наплавкой, обеспечивающий качественное сварное соединение без проплавления основного металла за счет стабилизации температуры шлаковой ванны. С целью стабилизации температуры шлаковой ванны в рафинирующий флюс дополнительно вводят специальный компонент.

Электрошлаковый процесс со стабилизацией требуемой температуры дает возможность получать качественный биметалл из материалов, отличающихся температурой плавления, причем в качестве электродного металла во всех случаях применяется более легкоплавкий материал, для которого подбирают и соответствующий состав флюса.

На основании анализа различных технологических вариантов для получения композиционных материалов в БНТУ были разработаны технологические процессы изготовления биметаллических штампов для горячего деформирования методом электрошлакового обогрева с использованием графитовых электродов, а также технология изготовления биметаллического режущего инструмента методом послойной наплавки композиционным расходуемым электродом.

ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ ПОСЛОЙНАЯ НАПЛАВКА КАК СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШТАМПОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ

О.Г. Тарновская, Е.Г. Клещенак

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.А. Стефанович*

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время на белорусских предприятиях используется более 2 тыс. тонн технологической оснастки (преимущественно штампы и прессформы литья под давлением) и инструмента, из различных среднелегированных и высоколегированных сталей (5ХНМ, 4Х5МФС, ДИ-22, ДИ-23, 3Х2В8Ф и др.), которые поставляются из-за пределов республики. Поэтому разработка технологий, позволяющих восстанавливать отработанную оснастку и изготавливать композиционный биметаллический инструмент из металлоотходов является актуальным.

В БНТУ проводятся работы по совершенствованию технологии восстановления штампов методом электрошлакового обогрева (ЭШО), разработанной в ИЭС имени Е.О.Патона Украины. Сущность технологии заключается в следующем. В разъемный водоохлажденный кристаллизатор устанавливается, вышедший из строя штамп. На гравюру штампа засыпается слой специального флюса и опускаются нерасходуемые графитовые электроды. На электроды подается напряжение и запускается электрошлаковый процесс. На первой стадии происходит расплавление флюса и подплавление рабочего слоя штампа на глубину гравюры. На следующей стадии через шлаковую ванну подается стальная стружка из наплавляемой стали.

После наплавки слоя необходимой толщины, которая контролируется с помощью специального щупа, снимается напряжение с электродов и начинается процесс кристаллизации. Перед началом кристаллизации восстановленного штампового кубика через шлаковую ванну вводятся модификаторы и раскислители. После охлаждения кубика до 300-400 °С он извлекается из кристаллизатора и помещается в колодец для замедленного охлаждения.

Получение биметаллической заготовки для режущего инструмента осуществляется с помощью композиционного расходуемого электрода, состоящего из хвостовой заготовки из стали 45, заготовки из стали для переходной зоны и заготовки из стали Р6М5 для рабочей части инструмента. Послойная наплавка осуществляется в водоохлаждаемом кристаллизаторе под слоем рафинирующего флюса. Подача флюса в смеси с модификатором осуществляется отдельными порциями в процессе плавки. Введение модификаторов позволит получить высокий комплекс свойств стали рабочего слоя в литом состоянии. Инструмент, изготовленный из биметаллической заготовки, полученной послойной наплавкой по своей эксплуатационной стойкости не уступает инструменту, изготовленному из проката.

При получении биметаллических заготовок заливкой порции жидкого металла, необходимо обеспечить направленную кристаллизацию без дефектов усадки по всему сечению. Это требование обусловлено тем, что поверхность обогрева впоследствии становится рабочей поверхностью оснастки и даже небольшие усадочные раковины и микропустоты могут быть причиной преждевременного выхода ее из строя.

Одно из необходимых условий для предупреждения дефектов усадки заключается в том, чтобы поддержать температуру шлака выше температуры плавления металла до полной его кристаллизации. Температура шлака при послойной наплавке зависит от напряжения, силы тока, глубины шлаковой ванны и других условий. Проведенные исследования позволили определить взаимосвязь параметров обогрева с температурой шлака и характером усадки металла при затвердевании.

НЕСТАЦИОНАРНОСТЬ ОБЖАТИЯ ПРОКАТЫВАЕМОЙ В ВАЛКАХ ПОЛОСЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТОЧНОСТЬ ПРОКАТА

М.В. Кудин

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Е.Б. Ложечников*
Белорусский национальный технический университет

Цель исследования – влияние переменности входных параметров (толщина и ширина заготовки, биение валков и др.) на точность проката. Исследование проводили на клиновых образцах цинка [1] (угол заострения $\beta=5^\circ$), шириной 32; 84 и 174 мм, толщиной $H=15$ мм (рис.1). Образцы нагревали до температуры $T=150^\circ\text{C}$ и за один проход обжимали в гладких валках диаметром $2R=200$ мм прокатного стана до толщины $h=9$ мм.

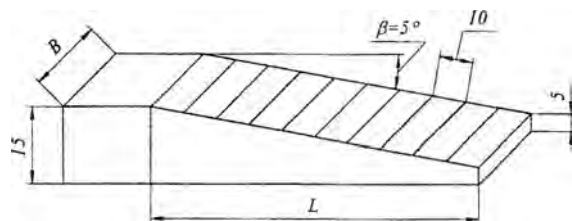


Рисунок 1

Результаты измерения толщины прокатанных образцов показали, что их обжатие началось с толщины $h_0=7,6$ мм принятый за установочный раствор валков. Установлено, что с увеличением толщины обжимаемых заготовок, толщина проката увеличивалась, что вызвано упругой деформацией рабочей клетки. При этом интенсивность увеличения толщины проката была пропорциональна увеличению ширины проката, что можно объяснить увеличением действующих на валки распорных сил P и упругой деформации рабочей клетки $h_y=P/J$ [2] (J –жесткость) в соответствии с ростом площади их контакта с прокатываемым материалом (рис.2). Тогда $h=h_0+h_y=h_0+P/J$.

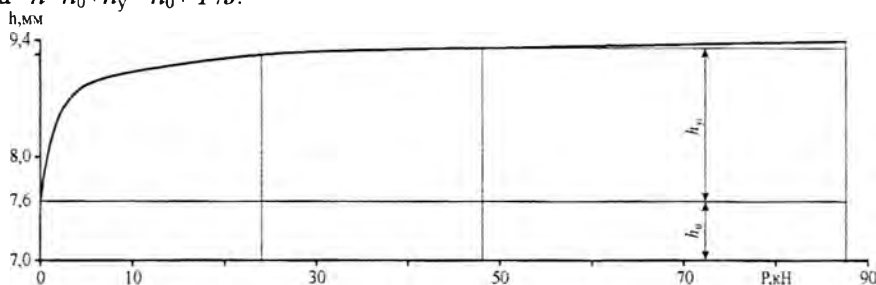


Рисунок 2

Уширение наблюдалось только при прокатке образца шириной $B=32$ мм, которым производили настройку стана. В последующих образцах уширение было незначительным, в пределах $0,5 \dots 1$ мм.

Установлена нелинейная зависимость h_y от действующих на валки усилий P , что является следствием конструкции рабочей клетки (большое число сопрягаемых поверхностей). Для уменьшения нелинейности $h_y=P/J$, проявляемой в начальной стадии процесса, и повышение точности проката рекомендовано и реализовано в предложенной конструкции уменьшение сопрягаемых поверхностей и увеличение жесткости клетки.

Литература

1. Тарновский И.Я. Формоизменение при пластической обработке металлов.– Металлургиздат., М. 1954.–405с.
2. Ложечников Е.Б., Исаевич Л.А. Получение тонких полос латуни из гильз артиллерийских выстрелов больших калибров // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2002.– С.46-48

ФОРМИРОВАНИЕ ШИРИНЫ ПОЛОСОВЫХ ЗАГОТОВОК С ПЕРЕМЕННЫМ ПО ДЛИНЕ ПРОФИЛЕМ ПРИ ПРОКАТКЕ НА ОПРАВКЕ.

А.Г. Герасимова

Научный руководитель – к.н.т., профессор *Л.А. Исаевич*
Белорусский национальный технический университет

При прокатке полосовых заготовок переменного по длине профиля, используемых в качестве заготовок для малолистовых рессор, вследствие интенсивного обжатия концевых участков полос и потери жесткого конца увеличивается уширение на данных участках. По причине этого прокатанные заготовки получают с дефектом типа «лапа», что приводит к увеличению потерь металла в обрезку.

Целью данной работы является разработка способов, позволяющих снизить уширение концевых частей полосы, и тем самым уменьшить металлоемкость заготовок.

Разработано три способа снижения уширения концевых частей полосы при прокатке на оправке полосовых заготовок переменного по длине профиля [1].

1. В процессе прокатки в зоне деформации концевых участков исходной заготовки повышали коэффициент контактного трения в направлении уширения. Для этого на поверхности формообразующего инструмента (оправке) в зоне деформации концевых участков исходной заготовки выполняли продольные канавки [2].
2. В первом проходе исходную заготовку прокатывали в ручьевых валках трапециевидной формы с интенсивным обжатием кромок полосы до толщины готовой детали, во втором в гладких валках.
3. Изменяли геометрию исходного бокового профиля полосы путем пластического деформирования (обжатия концов полосы по ширине). В одном случае форму боковой поверхности полосы выполняли прямолинейной, в другом – вогнутой.

Для каждого случая был проведен теоретический анализ с последующим проведением опытов на экспериментальной установке с приводными валками и оправкой прямоугольного сечения. При различных условиях прокатки были прокатаны свинцовые заготовки, размерами $h_0=22\text{мм}$, $B_0=90\text{мм}$, $L_0=140\text{мм}$.

Анализируя полученные данные, сделали следующие выводы:

- результаты экспериментов показали удовлетворительную сходимость с теорией, что доказывает правильную постановку теоретических задач;
- при прокатке на оправке с продольными канавками уширение снизилось на 30%, а при наличии смазки, нанесенной на оправку, на 45% по сравнению с прокаткой на гладкой оправке;
- при прокатке заготовки в первой паре ручьевых валков уширение снизилось до 80 %, а при прокатке во второй паре гладких валков практически отсутствует.
- варьируя параметрами исходного бокового профиля полосы, можно изменять геометрию бокового контура полосы после прокатки, вследствие этого можно устранить дефект концов прокатанной полосы;
- наиболее эффективный способ снижения уширения – второй, так как он менее трудоемкий и снижает уширение до 80%.

Литература

1. Степаненко А.В., Исаевич Л.А., Король В.А., Томило В.А. Изготовление полос переменной толщины для малолистовых рессор. // КШП. – 1997. - №6 – с.15-17.
2. Исаевич Л.А., Герасимова А.Г. Сидоренко М.И. Расчет уширения концевых частей полосы при прокатке на оправке. Машиностроение и техносфера XXI века //Сборник трудов международной научно- технической конференции в г. Севастополе 8-14 сентября 2003г. В4-х томах. - Донецк: ДонНТУ, 2003.Т.1.- с.312-316.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОЛОСЫ ИЗ ПРУТКА

С.В. Иваницкий

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Л.А. Исаевич*
Белорусский национальный технический университет

В данной работе предпринята попытка разработки технологии формообразования продольной прокаткой в гладких валках из круглого прутка узких высоких полос, используемых впоследствии в качестве исходных заготовок для гибки полуколец к аппарату Илизарова (рис.1), применяемого для лечения ортопедо-травматологических больных. Очевидно, что для получения полосы из круглого прутка требуется произвести операцию плющения. Однако из-за неравномерности деформации на начальных этапах плющения круглого сечения требуется изучение этого процесса для выбора единичных обжатий, обеспечивающих достижение точности геометрии и размеров формообразуемых полос.

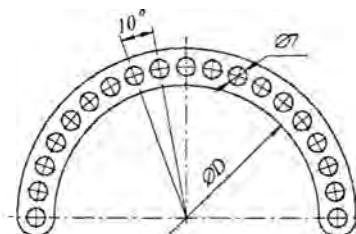


Рисунок 1. Полукольцо к аппарату Илизарова

Однако из-за неравномерности деформации на начальных этапах плющения круглого сечения требуется изучения этого процесса для выбора единичных обжатий, обеспечивающих достижение точности геометрии и размеров формообразуемых полос. Очевидно, что для получения полосы из круглого прутка требуется произвести операцию плющения.

Предложены формулы для расчета ширины прокатанной из прутка полосы в зависимости от ее конечной толщины.

Проведен ряд экспериментов по прокатке прутка диаметром 10 мм в гладких валках радиусом 100 мм.

По данным расчетов и экспериментов построены графики зависимости ширины полосы в зависимости от ее конечной толщины.

По результатам проведенной работы можно сделать вывод, что технология формообразования узких стальных полос из круглого прутка позволяет без больших сложностей получать прокат с заданными размерами поперечного сечения при правильном выборе единичных обжатий. Это важно при изготовлении полос к аппарату Илизарова, применяемого для лечения ортопедо-травматологических больных.

Литература

1. Громов Н. П. Теория обработки металлов давлением. М.: Металлургия. 1978, 359 с.
2. Целиков А. И., Никитин Г. С., Рокотян С. Е. Теория продольной прокатки. М.: Металлургия. 1980, 318 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРАВКИ ДЛИННОМЕРНЫХ ПРОФИЛЕЙ ПРОКАТКОЙ В МНОГОВАЛКОВОМ КАЛИБРЕ

М.В. Кудин, В.А. Шарий, А.Н. Бусел

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Е.Б. Ложечников*
Белорусский национальный технический университет

Известные способы правки длинномерных профилей и лент, основанные на их многократном знакопеременном пластическом изгибе, неприемлемы для непрерывно литых заготовок. Это обусловлено особенностями структуры литых заготовок, дефекты поверхности

которых являются концентраторами напряжений. Образующиеся в приповерхностном слое микротрещины при многократном изгибе развиваются и приводят к разрушению заготовки.

Правка таких заготовок возможна лишь при однократном их упругом изгибе – спрямлении оси прокаткой без обжатия в многовалковом калибре (рисунок).

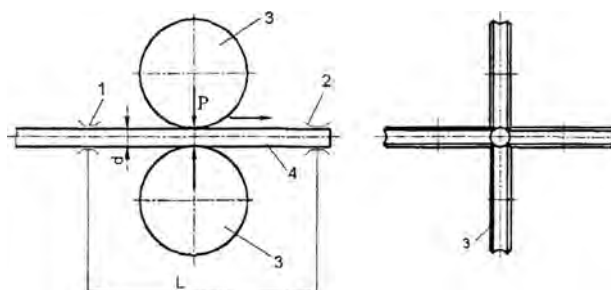


Рисунок. Схема правки

При соосности с осью калибра входной 1 и выходной 2 проводок прокатываемая в валках 3 заготовка 4 упруго изгибается под действием силы P

$$P=48 \cdot E \cdot I \cdot f / L^3,$$

где : E – модуль упругости;

I – момент инерции сечения заготовки;

f – прогиб на длине L.

Возникающие при этом продольные (изгибающие) напряжения

$$\sigma = \pm 12 \cdot f \cdot E \cdot d / L^2.$$

Очевидно, что исходя из условия пластичности $\sigma_1 - \sigma_2 = \sigma_s$ для пластической деформации, обеспечивающей уменьшение кривизны заготовки, необходимо создать на контактной с валками поверхности напряжения $\sigma_r < \sigma_s$, но недостаточные, чтобы произошел упругопластический изгиб – выравнивание оси заготовки (σ_s – предел текучести)

$$\sigma_r = \sigma_s - 12 \cdot f \cdot E \cdot d / L^2.$$

Литература

1. Прокатка малопластичных металлов с многосторонним обжатием: Учебное пособие для вузов/ Барков Л.А., Выдрин В.Н., Пастухов В.В. и др. Челябинск, Металлургия, Челябинское отделение, 1938.–304с.

УПРОЧНЕНИЕ СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ ХОЛОДНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

П.В. Бубович, А.К. Гавриленя, С.Г. Стрибук

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Л.А. Исаевич*

Белорусский национальный технический университет

Исследование относится к области холодного пластического деформирования прутковых материалов, в частности, стальной стержневой арматуры с целью повышения её прочностных характеристик. Известны различные схемы упрочнения арматуры, наиболее простыми из которых являются одноосное растяжение и кручение [1]. Первая из них обладает очень серьезным недостатком, заключающимся в ограниченной степени пластической деформации до разрушения, что не позволяет существенно повысить прочностные характеристики [2]. При кручении степень деформации по сравнению с одноосным растяжением может быть намного большей и, следовательно, обеспечиваются условия для значительного повышения предела прочности.

Для оценки относительной деформации при кручении получено уравнение

$$\epsilon_1 = 1/6 \gamma_{12},$$

где $\gamma_{12} = 90 - \alpha$.

В свою очередь $\alpha = \arctg(\pi D \phi / 180 l_0)$,
 здесь D – диаметр прутка, подвергаемого кручению;
 ϕ – угол закручивания стержня вокруг оси в градусах;
 l_0 – базовая длина, в пределах которой оценивается угол α .

Экспериментальные исследования проводили на прутках диаметром 8 мм из стали ст.3. Кручение осуществляли в специальном приспособлении с защемлением одного конца неподвижно, а другого с возможностью поворота на требуемый угол вокруг оси. Простое растяжение осуществляли на испытательной машине Р-5. Базовую длину отмечали метками на боковой поверхности стержня.

Результаты экспериментов показали, что предельная степень деформации при кручении достигала 0,45 против 0,25 при одноосном растяжении. После предварительной деформации прутков по указанным схемам из них изготавливали образцы по ГОСТ 1497-84 для проведения механических испытаний. В результате установлено, что в случае предварительной деформации до степеней 0,35 при кручении и 0,15 при одноосном растяжении предел прочности составлял 610 МПа и 490 МПа соответственно. Это позволяет сделать вывод об эффективности схемы кручения для упрочнения материалов холодным пластическим деформированием.

Литература

1. Мулин Н.М. Стержневая арматура железобетонных конструкций. М.: Стройиздат. 1978. – 232с.
2. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. М.: Metallургия, 1978. 242с.

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ ЗАГОТОВОК В ПРОХОДНОЙ МНОГОКАМЕРНОЙ МАТРИЦЕ

Р.В. Кравцов, А.А. Романейко

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Е.Б. Ложечников*
Белорусский национальный технический университет

Цель работы – разработка способа прессования длинномерных заготовок из порошка.

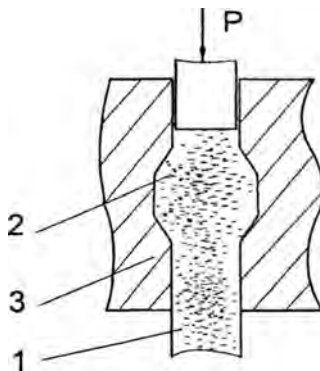


Рисунок 1. Схема процесса прессования длинномерных заготовок из порошка

На основе анализа напряженного состояния прессуемого порошка и установленных соотношений [1]:

$$\sigma_x; \sigma_y = \sigma (1 \pm \sin \varphi \cdot \cos 2\delta) - \sigma_c,$$

где σ и σ_c – соответственно среднее напряжение и сопротивление разрыву частиц порошка;

φ – угол межчастичного трения;

δ – главное направление (угол между направлением большого главного напряжения σ_1 и осью Y)

$$\sigma_2 / \sigma_1 = (1 - \sin \varphi \cdot \cos 2\delta) / (1 + \sin \varphi \cdot \cos 2\delta),$$

показывающих возможность поперечной деформации до разрушения прессуемых заготовок.

Разработана и экспериментально проверена технология и оснастка (рис. 1) прессования длинномерных заготовок 1 из дискретно загруженного в матрицу 3 порошка 2.

Порошок дискретными порциями уплотняется и перемещается в матрице. В расширяющейся полости сглаженные стыки разрушаются, а затем при последующем обжатии совместно уплотняются, образуя прочное соединение.

Литература

1. Кравцов Р.В., Романейко А.А. Расчет бокового давления при прессовании порошка / Материалы IV Республиканской студенческой научно-технической конференции. Мн.: БНТУ. 2003. – С.74-75.

УМЕНЬШЕНИЕ РАЗНОСТЕННОСТИ ПОЛУЧАЕМЫХ ТРУБОК ПРИ РОТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКЕ С УТОНЕНИЕМ

В.В. Бенько, Г.И. Добровольский

Научный руководитель – к.т.н., доцент ***И.Г. Добровольский***
Белорусский национальный технический университет

При существующей (наиболее распространенной) технологической схеме ротационной вытяжки с утонением заготовка (колпачок) одевается на консольную оправку, закрепляемую в патроне токарного станка, и протягивается вместе с ней через специальную шариковую (роликовую) головку планетарного типа. При этом по мере утонения стенки исходной заготовки с каждым переходом уменьшается абсолютная разностенность получаемой трубки при, практически, сохранении на том же уровне ее относительной величины [1].

Одним из реальных путей решения этого вопроса является осуществление ротационной вытяжки исходной заготовки на оправке, жестко установленной в центрах (шпинделе и заднем центре) с помощью специальных головок планетарного типа, обеспечивающих точную соосность всех элементов деформирующей системы при создании оптимальных кинематических условий по проскальзыванию деформирующих тел качения.

Для этой цели предлагается устройство, позволяющее при обработке в жестких и точных прецизионных центрах исправлять исходную разностенность колпачка (трубки-заготовки) уже на первых переходах обработки. В известных устройствах для ротационной вытяжки тонкостенных цилиндрических изделий телами качения исправления исходной разностенности заготовок не происходит, т.к. для компенсации погрешности установки ротационной матрицы на станке и смещения опорных колец они делаются плавающими.

С целью упрощения конструкции, повышения надежности работы и стойкости деформирующих шариков и колец, улучшения качества обрабатываемой поверхности в предлагаемом устройстве подвижное опорное кольцо выполнено в виде полый концентрической втулки, имеющей на наружной поверхности три равномерно расположенных наклонных лыски с которыми контактируют упорные стержни, в свою очередь, имеющие лыски, выполненные под углом к оси стержня. Упорные стержни расположены параллельно оси матрицы, и своими торцами упираются в прижимную гайку через сферическую опорную шайбу. При этом стационарное опорное кольцо выполнено в виде упорного подшипника качения, подвижное кольцо которого служит опорой деформирующим шарикам.

Подобное конструктивное решение и расположение упорных стержней в сочетании с указанным исполнением подвижного кольца значительно упрощает конструкцию по сравнению с известными аналогами и повышает ее надежность, т.к. практически отпадает необходимость в применении сложного механизма фиксации. Его роль в данном случае выполняет обычная гайка, снабженная сферической шайбой. Сочетание предлагаемой конструкции подвижного и стационарного колец позволяет значительно уменьшить проскальзывание в точках пятна контакта шариков с металлом обрабатываемой заготовки.

Реализация предлагаемой схемы обработки осуществляется следующим образом. Корпус устройства устанавливается на соответствующем станке. Наладка головки (матрицы) завершается настройкой раскатной обоймы на соответствующий размер, точной соосной ее выставкой с осью шпинделя по калибру и жесткой фиксацией подвижного кольца с помощью

вышеназванных стержней (штифтов). После удаления калибра из шпинделя станка и замены его раскатной оправкой (пуансоном) на последнюю надевается исходная заготовка (колпачок). При вращательном движении оправки и ее (или устройства) поступательном перемещении происходит ротационная вытяжка с утонением исходной заготовки.

Литература

1. Арсентьев А.П., Константинов В.Ф., Левшунов М.А. Исследование разностенности цилиндрических оболочек, получаемых ротационной вытяжкой//Кузн.штам. про-во. -1989. -№9. -С.18-19.

РАСЧЕТ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА КОМБИНИРОВАННОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЗАМКНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Е.С. Якимович, И.В. Заяш, В.А. Орловский

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Л.М. Давидович*

Белорусский национальный технический университет

Целью работы является определение усилия формообразования необходимого для выбора кинематической схемы проектируемой машины и ее привода для изготовления профиля типа "Perform" и "Sadeff" (рисунок 1).

Выбранный вариант формовки – двухпереходный, когда вначале формируется только радиусная часть и концы под сварку, а затем формируется остальной профиль (рисунки 2, 3).

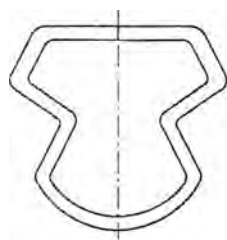


Рисунок – 1.

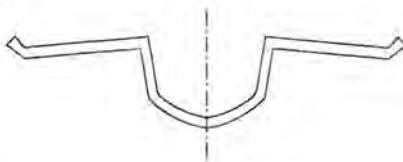


Рисунок – 2.

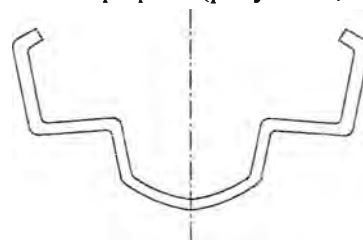


Рисунок – 3.

Исходя из условий равенства действующего изгибающего момента в рассматриваемом сечении моменту внутренних сил, можно вывести уравнение для определения величины и момента сил, действующих при пластическом изгибе.

Задача определения усилия при гибке профиля сводится к случаю балки, лежащей на двух опорах с расстоянием между ними, равным l_x , и нагруженной по середине усилием P_0 .

Изгибающий момент для прямоугольного профиля определяется по формуле:

$$M = \frac{P_0 l_x}{4} = W \sigma_B (1,5 + \varepsilon_B) = (1,5 + \varepsilon_B) \frac{b s^2}{6} \sigma_B,$$

где W – момент сопротивления бруса, равный для прямоугольного сечения $bs^2/2$;

σ_B – условный предел прочности;

ε_B – относительное удлинение материала при разрыве (момент образования шейки).

Откуда усилие гибки для любого положения пуансона:

$$P_0 = \frac{4(1,5 + \varepsilon_B) b s^2 \sigma_B}{6 l_x}.$$

Наибольшее усилие получается в конце гибки и определяется по формуле:

$$P_0 = \frac{4(1,5 + \varepsilon_B) b s^2 \sigma_B}{6 \cdot 2r \cdot \sin \frac{\alpha_x}{2}}.$$

Так как, кроме усилия, необходимого непосредственно для гибки, приходится также преодолевать силу трения между скользящими плоскостями детали и рабочими частями штампа, то действительное усилие P будет всегда больше на величину силы трения $P_{тр}$,

которую при коэффициенте трения $f=0,3$ можно принять с некоторым запасом $P_{тр}=0,3P_0$.

Тогда:

$$P = P_0 + P_{тр} = 1,3P_0.$$

В результате проведенных расчетов и экспериментальных исследований установлено, что для осуществления формообразования замкнутых профилей прямоугольного сечения целесообразно использовать оборудование с гидравлическим приводом и усилием на ползуне равным 10000 кН.

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ПРОЧНОСТЬ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Т.В. Арех, Д.Н. Кульчинский, А.Н. Талецкий

Научный руководитель – *О.А. Шиманович*

Белорусский национальный технический университет

В данной работе исследуется влияние пластической деформации на прочность связи слоев композиционных материалов, полученных сваркой взрывом. Широкому внедрению биметаллов на основе разнородных трудносвариваемых материалов препятствует ряд процессов, протекающих в зоне соединения на различных стадиях технологического процесса обработки (резкое снижение прочности соединения за счет образования хрупких интерметаллидных соединений, низкая точность формы получаемых листов из-за трудно контролируемого изгиба и коробления в процессе импульсного нагружения и т.д.). Устранить эти недостатки можно с помощью последующей прокатки.

Для исследования влияния пластической деформации на прочность соединения был получен биметалл алюминий-медь, в зоне соединения которого имелось большое количество микронеоднородностей в виде интерметаллидных включений размером 40 – 120 мкм и расслоений, образовавшихся под воздействием растягивающих напряжений волн разгрузки.

Последующая прокатка сварных заготовок с обжатиями до 30...35% приводит к снижению прочности соединения по сравнению с исходной. Это объясняется дроблением образовавшейся в процессе импульсного нагружения хрупкой интерметаллидной прослойки и нарушением на некоторых участках непрерывности зоны сцепления. При этом граница соединения представляет собой плотно расположенный слой крупных интерметаллидных осколков размером 80...120 мкм, ориентированных перпендикулярно межслойной границе, перемежающихся несплошностями, заполненными мелкими интерметаллидными включениями размером 10...16 мкм.

При увеличении степени деформации до 50...60% происходит сдвиг и дробление включений интерметаллидной фазы, обнажаются ювенильные поверхности, которые становятся новыми активными центрами схватывания. Размеры крупных интерметаллидных включений уменьшается до 25...42 мкм, а относительная протяженность бездефектной границы соединения возрастает до 30%. Этот процесс сопровождается возрастанием прочности соединения.

Особенностью процесса прокатки биметаллов с несимметричным расположением слоев является изгиб выходящего из валков конца полосы. Изгиб полосы является следствием неравномерной послойной деформации, выражающейся в различной степени вытяжки основного и плакирующего слоев. В результате, в слоистой полосе возникают большие остаточные напряжения, а кривизна полосы часто достигает значений близких кривизне валков. Это приводит к оковыванию валка полосой и возникает опасность вторичного захвата.

Компенсировать несимметрию, вызванную неравенством сопротивления деформации компонентов биметалла, и исключить изгиб полос возможно при прокатке с рассогласованием окружных скоростей валков. В этом случае совокупное влияние всех факторов деформации на изгиб полосы может быть выражено критерием $V_{1п}/V_{2п}$, где $V_{1п}$ и $V_{2п}$ скорости пластического течения основного и плакирующего слоев биметалла. Таким образом, изгиб полосы можно рассматривать как следствие различия в скоростях пластического течения слоев биметалла, при этом полоса изгибается в сторону слоя, имеющего меньшую скорость течения.

Исследования показали, что путем последующей пластической деформации можно

значительно повысить прочность соединения слоистых композиционных материалов, компоненты которых взаимодействуют в процессе высокоскоростного плакирования с образованием хрупких интерметаллидных соединений. Одновременно, используя способ прокатки с рассогласованием окружных скоростей валков, можно получать прямолинейные биметаллические полосы путем соответствующего выбора величин обжатий и рассогласования скоростей валков.

ЧИСТОВАЯ ВЫРУБКА ЛИСТОВЫХ БИМЕТАЛЛОВ

П.А. Медушевский, Д.П. Жданович

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.И. Любимов*
Белорусский национальный технический университет

Листовой биметаллический прокат находит все более широкое применение для изготовления деталей методами листовой штамповки. Применяемые в производственной практике традиционные технологические процессы отрезки, вырубки и пробивки не обеспечивают требуемого качества изделий из биметаллов: при штамповке мягкий слой биметалла по контуру отделяемой детали или заготовки выдавливается из-под инструмента, поверхность среза сильно искривляется, пластически деформируется и сама деталь, и, кроме того, имеет место расслоение. Это объясняется тем, что процессы разделения биметаллических материалов в штампах имеют существенные особенности по сравнению со штамповкой монометаллических материалов. Различают три стадии процесса разделения биметаллов [1]. Начальная стадия процесса характеризуется упругой деформацией твердого слоя и пластической деформацией мягкого слоя. При этом твердый слой выполняет роль жесткой подложки, на которой пластически деформируется (выдавливается) мягкий слой. Смятие мягкого слоя у режущей кромки инструмента достигает 50% от его первоначальной толщины, а ширина пояса смятия равна толщине биметалла. [2]. При смятии мягкого слоя происходит его упрочнение. Когда сопротивление деформированию обоих слоев в непосредственной близости от режущих кромок инструмента станет одинаковым, начинается вторая стадия разделения – совместная пластическая деформация слоев, которая продолжается до исчерпания пластичности и завершается разделением.

Получение некачественной поверхности среза приводят к необходимости дополнительной обработки, увеличенному расходу материала, ухудшению условий обработки на последующих операциях и росту трудозатрат. Для исключения указанных недостатков предложена технология чистой вырубки и пробивки листовых биметаллов. Процесс реализуется путем применения двух встречных матриц, пуансона и контрпуансона. Причем матрица, расположенная со стороны мягкого слоя, имеет конусный выступ. Процесс осуществляется в две стадии: на первой стадии производится разделение мягкого слоя, на второй – твердого. При этом, как и при традиционных методах вырубки и пробивки, твердый слой на первой стадии процесса выполняет роль жесткой подложки, на которой с помощью матрицы с конусным выступом происходит разделение мягкого слоя.

Получаемая данным методом поверхность среза практически не имеет дефектов и близка к идеальной. Важной особенностью процесса является то, что в надлежащий момент времени рабочий ход матрицы с конусным выступом приостанавливается, материал остается в зажатом между матрицами положении, и происходит переключение пресса на отделение детали пуансоном. Для реализации указанной последовательности рабочих частей штампа необходимы прессы тройного действия.

Разработана конструкция штампа, позволяющая осуществлять чистовую вырубку биметаллов на прессах простого действия.

Литература

1. В.И.Колос, В.Б.Любушин. Механика процесса штамповки-вырезки листового биметалла.– «Кузнечно-штамповочное производство», 1975, №11
2. В.Б.Любушин, Р.С.Горовой, В.В.Грязев, Г.Е.Скорород. Исследование процесса штамповки-вырезки толстолистовых заготовок из биметаллических стале-алюминиевых полос.– «Кузнечно-штамповочное производство», 1968, №10.

ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОЙ МАШИНЫ НА ПРОВЕДЕНИЕ ЕЕ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ

Е.И. Бузак

Научный руководитель – к.т.н., доцент *П.С. Овчинников*

Белорусский национальный технический университет

В данной работе приведен анализ наиболее распространенных причин перегрузок кузнечно-прессовых машин и последствие этих перегрузок.

Можно привести много примеров, когда разрушались станины у прессов общего назначения, кривошипные валы у горизонтально-ковочных машин и кривошипных горячештамповочных прессов, шатуны листогибочных машин. Эти поломки прошли на различных заводах г. Минска. Перегрузка машин может быть вызвана такими причинами, как поломка пуансона, сдвоенная заготовка, подстуженная заготовка, ошибка – при расчете усилия деформации.

Мощность электродвигателя главного привода кузнечно-прессовой машины рассчитывают исходя из работы, производимой за цикл. Эта работа включает в себя работу деформации и работу холостого хода. Работа деформации рассчитывается исходя из типового графика нагрузки и номинального усилия машины. Методика расчета такова, что учитываются силы трения, действующие в цапфах кривошипно-шатунного механизма и в опорных подшипниках валов [1]. Мощность электродвигателя принимается таким образом, что ее достаточно для выполнения технологической операции, усилие при которой достигает величины номинального. Все кривошипные машины имеют маховик в приводе, который аккумулирует кинетическую энергию во времени холостого хода и пауз, а во время рабочего хода, помогает электродвигателю. Исполнительный механизм машины, приводимый электродвигателем и маховиком при резком торможении, что бывает при перегрузках, способен в энергетическом отношении преодолеть усилие большее номинального. Но размеры шатуна, кривошипного вала, зубчатых передач принимают такими, что их прочность соответствует номинальному усилию машины. При перегрузке эти детали разрушаются. Чтобы этого не случилось, машина должна иметь устройство отключающее электродвигатель при перегрузке или дающее возможность маховику проскальзывать. Это исключит совместное действие электродвигателя и маховика в пиковый момент.

Литература

1. Ланской Е.Н., Банкетов А.Н. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных прессов. М.: Машиностроение, 1966, 380с.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОКИНЕТИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Т.Н. Брагинец

Научные руководители – к.т.н., доцент *В.А. Сметкин*, к.т.н., доцент *А.Г. Сманцер*

Белорусский национальный технический университет

В БНТУ проведен цикл исследований, посвященных использованию металлооксидных композиций для создания порошковых насыщающих сред химико-термической обработки, позволяющей получать при их использовании на широкой гамме металлических материалов различные типы защитных покрытий (карбиды, бориды и т.д.).

Цель настоящей работы - разработка технологии получения насыщающих порошковых сред на основе оксидов хрома. Железа и алюминия на их насыпную плотность, температуру и кинетику протекания металлотермических реакций.

Насыпную плотность насыщающей смеси фракцией 0,30-0,50 мм определяли с помощью волюмометра. Эксперименты по замеру температуры и кинетики протекания металлотермических реакций осуществляли по специально разработанной методике. В центр рабочего контейнера на расстоянии 100 мм друг от друга по высоте устанавливали две W-Re

термопары, посредством которых замеряли температуру реакции.

При изучении кинетических особенностей протекания реакций восстановления установлено, что независимо от соотношения гаммы шихты максимальная температура реакции восстановления не превышает 1880°C . Соответственно увеличение оксида и железа повышают температуру, скорость реакции и насыпную плотность. Изменение оксида магния в пределах 6% не влияет на скорость и температуру реакции. Полученные порошковые смеси не склонны к расслоению, что их выгодно отличает от аналогичных сред на основе металлического хрома и феррохрома.

КИНЕМАТИКА И СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ С РАССОГЛАСОВАНИЕМ ОКРУЖНЫХ СКОРОСТЕЙ ВАЛКОВ

В.И. Будревич, А.И. Бузак, А.П. Мукавоцик

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.С. Карпицкий*

Белорусский национальный технический университет

В условиях обычной прокатки силы трения, приложенные к полосе со стороны валков, оказывают подпирание действие на деформирующий объем металла, в связи с чем контактные напряжения, необходимые для пластической деформации полосы значительно возрастают. Это ведёт к повышенному расходу энергии, ухудшению геометрии и качества поверхности проката и появлению значительной разнотолщинности полосы. Снизить давление металла на валки можно путём повышения температуры нагрева полосы, натяжением её концов и изменения схемы напряженного состояния в очаге деформации

Прокатка при высоких температурах (в частности для рессорных сталей при температуре выше 900°C) приводит к интенсивной рекристаллизации и росту зерна. При прокатке с натяжением в прокатываемой полосе под действием растягивающих напряжений развиваются микротрещины, как в объеме металла, так и на его поверхности. Поэтому проблему снижения давления металла на валки, особенно при изготовлении полос с высокой усталостной прочностью металла, следует решать путём изменения схемы напряжённого состояния металла в очаге деформации и при этом процесс прокатки по возможности необходимо осуществлять при минимальных значениях переднего натяжения или его отсутствия.

Реализация таких условий возможно при прокатке с принудительным рассогласованием окружных скоростей валков. Изменяя величину рассогласования, можно в широких пределах изменять структуру очага деформации и схему напряженно-деформированного состояния металла.

При симметричном способе прокатки, когда окружные скорости валков равны ($v_1=v_2$), строение очага деформации для обоих валков будет одинаковым, состоящим из двух зон: зоны отставания и зоны опережения. С возникновением разности окружных скоростей валков ($v_1>v_2$) на ведущем валке, вращающемся со скоростью v_1 , протяженность зоны опережения будет уменьшаться, а на ведомом, вращающемся со скоростью v_2 – увеличиваться. Степень рассогласования скоростей валков характеризуется коэффициентом рассогласования, равному отношению окружных скоростей валков ($k_v = v_1/v_2$). В зависимости от степени рассогласования, существуют три варианта прокатки полосы, отличающиеся строением очага деформации.

При ($1 < k_v < k_k$) (где k_k – степень критического рассогласования валков), очаг деформации состоит из трех зон: зоны отставания, зоны опережения и зоны сдвига, в которой силы трения на контактных поверхностях направлены в противоположные стороны и уравнивают друг друга. Как следствие, снижается давление металла на валки.

По мере увеличения степени рассогласования, наступает момент, когда зона опережения на ведущем валке исчезает и наступает критическое рассогласование окружных скоростей валков ($k_v = k_k$). При этом в очаге деформации отсутствует избыток сил контактного трения и прокатка, как граничный вариант, возможна без переднего натяжения. Давление металла на валки снижается в значительно большей степени, чем в первом варианте.

Исследования показали, что процесс прокатки с критическим рассогласованием окружных скоростей валков обеспечивает снижение давления металла на валки по сравнению с обычной прокаткой до 40%.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА СВОЙСТВА ЛИТОГО БОРСОДЕРЖАЩЕГО МАТЕРИАЛА

Ю.Н. Фасевич, Ю.А. Болбат

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Н.Ф. Невар*
Белорусский национальный технический университет

Одним из наиболее эффективных методов улучшения структуры, а следовательно и свойств литой стали, является модифицирование редкоземельными элементами. Большинство исследователей освещающих вопрос влияния РЗМ считают, и это подтверждено на практике, что данные элементы способны оказывать поэтапное воздействие, начиная с раскисления расплава, затем его объёмного модифицирования, и наконец собственно микролегирование матрицы. Редкоземельные элементы, также проявляют исключительно большое химическое сродство к металлоидам, присутствующим в чёрных металлах.

Исследования влияния модифицирования проводили на сплавах следующего состава, мас. %: С – 0,1-0,3; В – 2,1-2,8; Si – 0,12-0,5; Mn – 1,5-3,35; Al – 0,6-1,0; S и P не более 0,05; Fe – остальное. Сплавы выплавляли в лабораторной индукционно – тигельной печи. В качестве шихты служили техническое железо и борсодержащий компонент В₄С.

В качестве модифицирующих компонентов при проведении настоящей работы были использованы Y (иттрий) и Ce (церий), являющиеся представителями двух групп – иттриевой и цериевой. Модифицирование проводили из расчёта 0,1-0,6 % от веса шихты. Редкоземельные элементы вводили в расплав в конце плавки после тщательного предварительного раскисления алюминием. Раскисление проводили непосредственно перед вводом РЗМ, для предотвращения взаимодействия последних с кислородом и их угара.

Сравнительный анализ микроструктур литого сплава показал, что увеличение содержания элементов до 0,2-0,4 % приводит к тому, что в структуре сплава отмечается рост эвтектической составляющей. Это свидетельствует о том, что точка эвтектического превращения в системе Fe – В – С при модифицировании РЗМ смещается несколько влево. Причём, наиболее активно ведёт себя иттриевая группа РЗМ. Влияние иттрия на строение объясняется его сильным модифицирующим действием за счёт повышенной поверхностной активности этого элемента.

Измерение твёрдости, проведённое по методу Роквелла, показало возрастание её до значений до 63-65 HRC. Такое повышение можно объяснить локализацией модифицирующих компонентов, с образованием упрочняющих фаз в межзёрненном пространстве. Вследствие этого происходит измельчение зёрен основы, их модифицирование и формирование концентрированного раствора повышенной твердости.

Влияние редкоземельных элементов на ударную вязкость, показало, что экспериментальные образцы материалов достигают максимального уровня 0,45-0,62 МДж/м² при 0,2-0,35% РЗМ от веса шихты.

В настоящей работе, также проводились испытания экспериментальных образцов сплавов на износостойкость. В результате этих испытаний, установлено, что с увеличением количества вводимого модификатора от 0,1% до 0,6% износ материала достигает значений 1,8-6,4 кг/м² при трении в контакте со стальными и 11-52 кг/м² – с абразивными контртелами. Данный рост обусловлен уменьшением доли хрупкого разрушения в контактных зонах.

Анализ полученных данных показывает, что в результате введения редкоземельных элементов в сплав его износостойкость возрастает в среднем на 4-6 % по сравнению с немодифицированными.

Таким образом, полученные результаты по введению редкоземельных элементов свидетельствуют о ниже следующем:

✓ Введение большого количества РЗМ приводит к появлению сегрегаций на основе легирующих добавок по границам зёрен основного металла и значительно ухудшает свойства литого сплава;

✓ РЗМ, будучи поверхностно – активными добавками, уменьшают величину работы образования зародышей металла, вследствие чего понижается степень пересохлаждения.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ЦЕРИЯ И ИТТРИЯ В ЖИДКОМ ЖЕЛЕЗЕ

Ю.А. Саунин, Д.И. Станюк, О.В. Волосач
Научный руководитель – д.т.н., профессор *С.С. Гурин*
Белорусский национальный технический университет

Начиная с 50-ых годов прошлого столетия, был разработан ряд приближенных методов расчета равновесия химических реакций. Расчеты равновесия важных реакций стали благодаря этому широко внедряться в инженерную практику.

Однако эти методы (расчет с помощью стандартных таблиц, методом комбинирования химических уравнений, два первых приближения Улиха, энтропийный метод), если и не столь громоздки, какими были первоначальные, методы расчета равновесия, все равно требуют изрядной затраты времени как на отыскание отправных данных в ряде таблиц, так и непосредственно на вычислительную работу.

С целью еще большего упрощения работы по вычислению приближенных значений логарифма констант равновесия Владимиром Л. П. [1, 2] была разработана методика и на ее основе составлена вспомогательная таблица, позволяющая с исключительной простотой и легкостью получить значения логарифма константы равновесия любой химической реакции.

Описываемый расчет не требует обращения к справочным или сводным таблицам термодинамических свойств веществ, кроме единственной вспомогательной таблицы. Этот метод расчета не требует также предварительного определения тепловых эффектов реакций образования участников изучаемой реакции, как и предварительного вычисления энтальпии реагирующей системы. Этот метод не вызывает необходимости и в предварительном отыскании абсолютных значений энтропии для всех участников реакции и в последующем расчете изменения энтропии системы.

В данной работе приводится описание данной методики. Так же на основании данной методики и данных других авторов [4, 5, 6] произведен расчет термодинамических характеристик процесса растворения церия и иттрия в жидком железе.

В работе приведены новые таблицы вспомогательных функций M и N , с помощью которых можно производить ускоренные расчеты равновесия реакций протекающих при растворении в железе церия и иттрия.

Литература

1. Владимир Л.П. Приближенный термодинамический расчет равновесия с помощью вспомогательной таблицы. Научные записки Львовского политехнического института. Изд-во Львовского госуниверситета, 1955, вып. 23, с. 151–178.
2. Владимир Л.П. Быстрые методы приближенного и точного расчета равновесия. ЖФХ, т. XXX, 1956, вып. 6, с. 1396–1400.
4. Владимир Л.П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций. М., «Металлургия», 1970. 528 с.
5. Кинне Г и др. Изв. вузов. Черная металлургия, 1962, №9, с. 92–99.
6. Hansen M., Anderko K. Constitution of Binary Alloys. N. Y., 1958.

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК РАВНОВЕСИЯ РЕАКЦИИ РАСКИСЛЕНИЯ ЧУГУНА ЦЕРИЕМ И ИТТРИЕМ

Ю.А. Саунин, Д.И. Станюк, О.В. Волосач
Научный руководитель – д.т.н., профессор *С.С. Гурин*
Белорусский национальный технический университет

Неидеальные растворы характеризуются отклонениями от законов Рауля и Генри. В тех случаях, когда растворенное вещество обнаруживает отрицательное отклонение от закона Рауля, оно, как правило, дает положительное отклонение от закона Генри.

Вещества, имеющие малое сродство к железу, образуют с ним растворы, дающие положительное отклонение от закона Рауля. Наиболее показательны в этом отношении растворы меди в железе. Наоборот, вещества, имеющие определенную химическую связь с железом, при растворении образуют неидеальные растворы, дающие, как правило, отрицательные отклонения от закона Рауля. К таким веществам относятся углерод, кремний, алюминий, титан, цирконий, бор.

В данной работе рассмотрены вопросы расчетов равновесия процессов растворения в железе примесей, таких как церий и иттрий, образующие с ним неидеальные, но регулярные расплавы. Выведены на базе данных других авторов [1, 2, 3], а так же на основании собственных расчетов новые уравнения для процессов растворения в железе различных концентраций церия и иттрия при температурах 1550, 1600, 1650 и 1700°C.

На основании полученных данных и новых вспомогательных таблиц в работе показано, как легко и детально могут быть исследованы металлургические реакции с помощью ускоренных методов расчета равновесия реакций раскисления железа церием и иттрием.

Данный метод расчета позволяет за один прием получить конечное значение термодинамических характеристик равновесия для таких реакций, участники которых могут взаимодействовать друг с другом, находясь в различных аллотропических и агрегатных состояниях или будучи растворенными в жидком железе. Этот метод расчета устраняет, таким образом, необходимость в осуществлении целого ряда поправочных расчетов на переход от одной модификации к другой, на изменение агрегатного состояния или растворение одних веществ в других. В итоге вместо 10–15 этапов на отыскание искомого значения характеристики равновесия требуется лишь один.

Литература

1. Владимиров Л.П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций. М., «Металлургия», 1970. 528 с.
2. Кинне Куликов И.С. Раскисление металлов. Металлургия, М. 1975. 504 с.
3. Vahed A., Kay D.A.R. "Mef. Trans.", 1976, B7, №3.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ ТОРФОБРИКЕТНЫХ ПРЕССОВ

Д.Г. Козлов, Е.М. Косова

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Ф.И. Рудницкий*
Белорусский национальный технический университет

В Республике Беларусь эксплуатируется 32 торфобрикетных предприятия, на которых производится около 1,2 млн. тонн топливных брикетов, призванные обеспечить топливом около 30 тыс. коммунально-бытовых предприятий (сельские школы, больницы, детские сады и другие потребители) и более 1 млн. индивидуальных владельцев домов и квартир.

Оборудование торфобрикетных предприятий представляет собой важнейшую часть основных фондов топливной промышленности Республики Беларусь. Наиболее сложным и дорогостоящим оборудованием являются торфобрикетные прессы типа Б8232, выпущенные Рязанским АО "Пресс" (Россия) в 1975-1980 годах, общее количество которых составляет 128 штук. Имеющийся парк прессов изношен более чем на 60%. Особенно в сложных условиях работают шатунные вкладыши подшипников скольжения, изготавливаемые из бронз различных составов (БрОФ 10-1, БрАЖ 9-4Л, БрОЦС 5-5-5), испытывающие действие больших циклических знакопеременных нагрузок, тепловое и изнашивающее воздействие в паре "бронза-сталь" с наличием элементов абразивного характера перерабатываемого торфа. Следует добавить и значительную степень изношенности шеек коленчатых валов, снижающую срок службы вкладышей, различную зольность и другие свойства торфа в разных регионах страны. Все это предъявляет повышенные требования к выбору состава антифрикционных материалов, технологии их плавления и обработки.

Концерном "Белтопгаз", в структуру которого входят торфоперерабатывающие предприятия, совместно с БНТУ проявлена весьма своевременная и правильная инициатива по созданию собственного производства вкладышей с использованием вторичного сырья на базе собственных предприятий, имеющих литейные участки. Однако, к сожалению, выпускаемая продукция в части качества не смогла удовлетворить потребности торфобрикетных предприятий вследствие ряда объективных причин. Из них в первую очередь необходимо отметить небольшой срок службы бронзовых вкладышей подшипников скольжения из-за смешивания различных марок бронз. Кроме короткого срока службы, большим недостатком применяемых ныне вкладышей из загрязненных примесями бронз является повышенный износ коленчатых валов торфобрикетных прессов, приводящий к преждевременному выходу их из строя.

В связи с изложенным для изготовления вкладышей подшипников разработаны и предложены новые составы антифрикционных материалов на базе баббитов и цинковых сплавов. Создана технология изготовления вкладышей, предусматривающая для легкоплавких сплавов (олово, свинец) биметаллический вариант сталь-баббит, а для цинковых сплавов – монометаллический вариант подшипника.

ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЛИТЫХ СПЛАВОВ ПУТЕМ МОДИФИЦИРОВАНИЯ

Т.В. Бабанькова, О.Н. Гвоздева, О.В. Корник
Научный руководитель – к.т.н., доцент *Ф.И. Рудницкий*
Белорусский национальный технический университет

На машиностроительных и металлообрабатывающих предприятиях Республики Беларусь используется прокат легированных и конструкционных сталей, различного рода цветные сплавы: бронзы, латуни и др., ввозимые из-за ее пределов.

В настоящее время значительно возрос интерес к вовлечению в производственный цикл вторичных металлических материалов, образующихся при обработке, в связи с высокой стоимостью ввозимого проката и первичных материалов. При этом наибольшая отдача ощутима при рецилинге высоколегированных сталей и сплавов, содержащих в своем составе дорогостоящие и дефицитные легирующие элементы: вольфрам, молибден, ванадий, хром, олово, медь и др.

Для эффективного использования вторичных материалов необходимы сведения о закономерностях формирования структуры и свойств сталей и сплавов, получаемых в результате переплава, применение дополнительных технологических приемов раскисления, рафинирования и модифицирования, что обусловлено спецификой самих материалов. Они могут быть представлены в виде кусков, стружки, металлообразивного шлама, окалина, скрапа. Если переплав кусковых металлоотходов не представляет особой сложности, то использование других видов отходов в качестве шихтовых материалов, без снижения качества отливок, затруднительно. Стружка, окалина, скрап, дисперсные отходы шлифования отличаются высокой степенью загрязненности, окисленности и, поэтому, требуют специальной подготовки перед плавкой, хотя несмотря на нее все равно оказывают определенное влияние на структурные и качественные показатели литых изделий. В связи с этим в работе наибольшее внимание уделено разработке модифицирующих комплексов, введение которых в расплав позволяет не только устранить все недостатки исходной шихты, но и значительно повысить структурные и эксплуатационные показатели литых изделий.

Выбор модифицирующих комплексов осуществлен с учетом современных представлений о механизмах модифицирования и рафинирования с помощью средств вычислительной техники и методов математического планирования эксперимента.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАГРЕВА ПРИ ДВИЖЕНИИ СЛИТКА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ

А.С. Бороздин

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *А.Н. Чичко*
Белорусский национальный технический университет

В данной работе были проведены системные исследования процессов нагрева заготовки фиксированного размера при различных вариантах трёхмерной промышленной печи с заданными температурными зонами и скоростью движения слитка.

Целью исследования является моделирование температурных полей в условиях движения слитка в печи с температурными зонами.

В качестве основной математической модели в работе было использовано трёхмерное краевое уравнение теплопроводности Фурье с граничными условиями I-го рода. Для данного уравнения на пространственно-временной сетке строилась неявная двухслойная схема, решение которой проводилось по экономичной локально одномерной схеме со вторым порядком точности. Для проведения расчетов на ЭВМ данная вычислительная схема была реализована в программе моделирования физических процессов на клеточном автомате.

При компьютерном моделировании строилась упрощенная модель печи с тремя температурными зонами, имеющими одинаковую протяженность. Все рабочее пространство печи принималось заполненным воздухом с температурой, соответствующей конкретной тепловой зоне. В процессе моделирования вдоль печи, по температурным зонам с постоянной скоростью перемещался слиток. Слиток принимался изготовленным из стали марки 40х. Для него задавались пространственные размеры, теплофизические характеристики, начальная температура и скорость движения. При проведении вычислительного эксперимента проводилось варьирование как значениями температур в тепловых зонах печи так и скоростью движения слитка. Компьютерное моделирование проводилось для трех конфигураций температурных зон при двух вариантах скоростей движения слитка. При проведении расчетов на движущемся слитке был зафиксирован ряд контрольных точек, с которых снимались значения температуры. Фиксируемые точки располагались равномерно от центра слитка к одной из его боковых граней. Продолжительность компьютерного расчета определялась временем, необходимым, что бы при заданной скорости движения слиток мог пройти через все рабочее пространство печи и выйти на стан.

В результате проведенных численных расчетов были получены температурные поля для моделируемой печи и слитка в различные периоды времени. Для каждой температурной зоны было получено частотное распределение элементов слитка по температурным диапазонам для каждой тепловой зоны печи. Данное распределение строилось по количеству элементов слитка, попадающих в тот или иной температурный интервал при выходе его из каждой температурной зоны печи. Для каждой из зафиксированных точек слитка были построены температурно-временные зависимости, позволяющие оценить степени влияния нагревающей среды температурных зон печи и скорости движения слитка на распределение температурных полей по сечению слитка при его движении в рабочем пространстве печи.

Проведенное исследование может служить основой для расчета оптимальных режимов нагрева металла с заданными теплофизическими характеристиками в промышленных печах, имеющих неоднородное температурное поле. Программная реализация, по которой проводился вычислительный эксперимент, позволяет учитывать как размеры заготовки, так и скорость ее движения.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ УЧЕТА ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СПЛАВОВ

С.С. Сотников, С.Г. Лихоузов

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *А.Н. Чичко*
Белорусский национальный технический университет

В данной работе излагаются некоторые подходы к моделированию кристаллизации на ЭВМ. Рассмотрены методы решения одной из важных проблем при моделировании процесса кристаллизации — расчет скрытой теплоты с учетом инертности кристаллизации. Исследован один из часто распространенных методов — корректирование теплоемкости сплава, для чего в промежутке между ликвидусом и солидусом вычисляется корректирующее значение теплоемкости и прибавляется к номинальной теплоемкости сплава при данной температуре; полученное значение теплоемкости используется при расчете. Показано, что при данном методе не учитывается инертность кристаллизации и поэтому не подходит для моделирования интенсивного охлаждения сплава.

Для отражения в моделировании инертности кристаллизации предложен метод накопления скрытой теплоты, при котором рассчитанная скрытая теплота не сразу идет на компенсацию охлаждения сплава, а равномерно распределяется на некотором интервале времени, так что скорость выделения скрытой теплоты при моделировании нарастает плавно. В результате при быстром охлаждении сплава выделение накопленной скрытой теплоты может полностью скомпенсировать, или даже превысить потерю теплоты в результате теплопередачи, моделируя, таким образом, разогрев переохлажденного сплава в результате выделения теплоты при кристаллизации. Выделение скрытой теплоты при кристаллизации начинается гораздо позже, чем при использовании метода корректирования теплоемкости.

На основе предложенного метода был разработан алгоритм и программа моделирования кристаллизации сплавов в сложных пространственных структурах. Компьютерная программа, реализующая данный алгоритм, использует метод конечных разностей для представления объектов. В ней предусмотрено задание начальных и граничных условий, а также введение сложных элементов изображения трехмерного объекта. Программа ориентирована на решение задач, связанных с кристаллизацией сплавов в литейных формах.

ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛИТОЙ СТРУКТУРЫ СТАЛИ 35Л И 20 ГСЛ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БКЛ

С.А. Вовся, Л.А. Кобилецкая, Д.В. Кондратьев

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.А. Стасюлевич*
Белорусский национальный технический университет

В данной работе проводились исследования по улучшению физико-механических характеристик и эксплуатационных свойств стали 20 ГСЛ за счет формирования оптимальной структуры на стадии кристаллизации.

Известно, что одним из способов получения отливок с определенной структурой и свойствами является метод воздействия на процесс зональной ликвиции введением модифицированных добавок в расплав и снижение температуры заливаемого расплава. Эти способы можно регулировать и управлять процессом затвердевания металла и получать в средних слоях крупных отливок условия для возникновения зародышей мелких равноосных кристаллов. Это приводит к образованию во внутренней части отливки структурной зоны, состоящей из равноосных различно ориентированных дендритов. Цель исследования – определение возможной причины получения нестабильных значений ударной вязкости стали 20ГСЛ. В качестве модификатора эффективно влияющего на процесс улучшения жидкотекучести и тем самым обеспечение снижения температуры заливки расплава была выбрана бескремниевая комплексная лигатура (БКЛ). После выплавки заготовки подвергались

термообработке: нормализации 880-930 °С и отпуску 630-660 °С. Микрошлифы, изготовленные на половинках ударных образцов, подвергались исследованиям по определению зерна, оценивалась загрязненность металла неметаллическими включениями, определялась микротвердость.

Анализ результатов металлографической оценки загрязненности металла неметаллическими включениями показал, что неметаллические включения не превышают 2 балла по хрупким силикатам, 1-го балла по точным оксидам, 0,5 балла по сульфидам. В результате использования БКЛ на литом металле стали марки 20ГСЛ были получены стабильные значения механических свойств как прочностных, так и пластических, удовлетворяющих требованиям для данной марки стали, причем отмечается повышение уровня значений ударной вязкости.

Реализация технологий, отвечающих поставленным требованиям, проводилась в сталелитейном цеху УРП «МоАЗ им.С.М.Кирова».

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.С. Козюченко, М.И. Курбатова, Е.С. Сериков

Научный руководитель – *М.И. Курбатов*

Белорусский национальный технический университет

Перспективным направлением литейного производства является использование композиционных материалов для изготовления кокилей.

В качестве композита интересно использование спеченных пористых материалов, которые позволяют создавать кокили с повышенной термостойкостью и определенными теплофизическими свойствами. Использование основного несущего и термостойкого слоев, а также возможность расчленения литейной полости кокиля позволяет снизить термические напряжения. Для эффективного подбора теплофизических свойств материала в широких пределах и увеличения прочности формы возможна пропитка пористого материала различными металлами.

Однако затраты на изготовление порошковых материалов значительно превосходят по стоимости литую заготовку, а качество получаемых заготовок во многом определяется способом получения порошков, их фракционным составом, однородностью перемешивания и другими факторами.

Конструкция кокиля выполненного в виде пакета металлических пластин и огнеупорных материалов, предлагается в работе (1). Кокиль, обладая газопроницаемостью, обеспечивает высокое качество литых заготовок, особенности его конструкции позволяют устранить коробление кокиля в процессе работы.

Японские специалисты предлагают использовать пористую литейную металлокерамическую форму, изготовленную из тонкой проволоки нержавеющей стали сплетенной с волокнистым огнеупорным материалом (2). Изготовленная таким способом форма имеет газонепроницаемость 40-60%, что обеспечивает хорошую гидродинамику заполнения формы при ее заливке.

Дальнейшим развитием идеи сборных кокилей из нормализованных элементов является разработка игольчатых кокилей. Идея создания таких кокилей впервые была предложена П.И.Степиным (3). Автор предложил рабочую поверхность формы формировать торцами проволок. Игольчатый кокиль не коробится, температурные напряжения в нем минимальны, при хорошей газопроницаемости его стойкость в десятки раз превышает стойкость монолитных кокилей. Время затвердевания отливок в игольчатом кокиле на 15-25% больше, чем в монолитном, изготовленном из того же материала, что является важным для получения чугунных заготовок без отбела (4).

Несмотря на очевидные преимущества рассмотренных композиционных материалов, сведения о широком использовании их в литейном производстве отсутствуют.

Литература

1. Калабушкин В.С. Многослойные металлические формы. В кн.: Литье в металлические формы. М., Машгиз, 1951.
2. Патент 49-21690 (Япония). Пористая литейная металлокерамическая форма/ Когисо Конти - 1973.
3. А.с. 62362(СССР). Податливый кокиль/ Степин П.И.-1940.
4. Вейник А.И. Применение универсальных нормализованных элементов для сборки кокилей. В кн.: Проблемы теплообмена при литье. Минск, БПИ, 1969, с. 146-149.

АНАЛИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ УВЕЛИЧЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ФОРМ РАБОТАЮЩИХ В КОНТАКТЕ С РАСПЛАВОМ

В.С. Козюченко, М.И. Курбатова, Е.С. Сериков
Научный руководитель – *М.И. Курбатов*
Белорусский национальный технический университет

Повышение долговечности металлических литейных форм является важнейшим фактором дальнейшего развития кокильного литья. Основными недостатками технологического процесса литья в кокиль чугуновых заготовок являются малая долговечность форм из-за высоких термических напряжений и необходимость термической обработки для получения качественных заготовок.

Наиболее распространенными материалами для изготовления рабочих стенок металлических форм при литье деталей из черных сплавов являются, низкоуглеродистые стали и серый чугун. Кокили имеют относительно низкую стойкость, под действием циклически изменяющихся термических напряжений, в процессе их эксплуатации на рабочей поверхности появляется разгар, приводящий к ухудшению качества литья и довольно быстрому выходу кокиля из строя.

Наиболее существенное влияние на термостойкость материалов оказывают температурные параметры – скорость нагрева и охлаждения, число теплосмен, термовременные параметры цикла, структурные, физико-химические и механические свойства материалов, фазовый и химический составы, величина зерна, а также геометрические факторы.

Существенные возможности повышения долговечности металлических форм могут быть реализованы путем воздействия на свойства материала кокиля и на способ его изготовления.

В связи с недостаточной стойкостью кокилей за рубежом и у нас в стране проводятся широкие исследования с целью поиска новых более эффективных материалов для кокилей и способов их изготовления.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ АЛЮМОБОРФОСФАТНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Г.В. Гуминская, О.Н. Клименок
Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Ф. Одиночко*
Белорусский национальный технический университет

Применение в литейном производстве стержневых смесей на основе неорганических связующих: – жидкого стекла и фосфатов алюминия, магния, хрома и железа улучшает условия труда и экологии. Неорганические связующие являются водорастворимыми, не содержат органических растворителей, не выделяют фенола и формальдегида при заливке и выбивке форм, а также содержат незначительное количество органических катализаторов и добавок.

Недостатками неорганических связующих, особенно жидкостекольных, являются низкие прочностные свойства смесей, затрудненная выбивка и плохая регенерация формовочного песка.

В отличие от жидкостекольных, фосфатные связующие обеспечивают легкую выбиваемость и высокую прочность смесей. Фосфатные смеси имеют небольшую деформацию при высокой температуре и обеспечивают хорошие санитарно-гигиенические условия труда, низкую газотворность и не способствуют науглераживанию поверхности отливки даже при стальном литье.

Целью данной работы являлось достижение приемлемой сырой прочности образцов стержневой смеси на основе кварцевого песка и алюмоборфосфатного концентрата с сохранением сравнительно высокой сухой прочности образцов на разрыв.

В лабораторных условиях испытывали стержневые смеси на основе кварцевого песка 1К02Б и алюмоборфосфатного концентрата (ТУ 113–08–606–87) (далее АБФК). Компоненты перемешивали в лабораторном лопастном смесителе в течение 6 мин. Каждый состав испытывали по три раза.

Образцы стержневых смесей при испытании на прочность при сжатии испытывали в сыром виде, а образцы при испытании прочности на разрыв сушили в сушильной камере при температуре 240 °С в течение 10 мин. Влажность смесей также устанавливали в лабораторных условиях.

Лабораторным исследованиям подвергали образцы стержневых смесей на основе кварцевого песка 1К02Б и АБФК четырёх составов, отличающихся содержанием АБФК (2,5; 4; 5 и 6%мас.). Прочность на сжатие образцов смесей всех четырёх составов составила 0,007–0,0075МПа. Влажность смесей увеличивалась с увеличением содержания АБФК от 1,1 до 2,3% мас.

Прочность смеси при растяжении сухих образцов с увеличением содержания АБФК возрастала и составила соответственно 0,725; 0,975; 1,30 и 1,375 МПа.

Физико-механические свойства смеси с содержанием АБФК 5%: влажность 2,3% мас.; газопроницаемость - 123 ед.; прочность на сжатие в сыром состоянии - 0,0064 МПа; прочность на растяжение в сухом состоянии - 1,225 МПа. В процессе приготовления смеси заметного выделения паров кислот не наблюдалось.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ТВЕРДЫМ УГЛЕРОДОМ

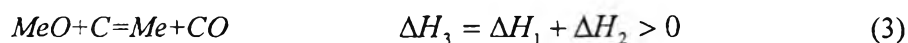
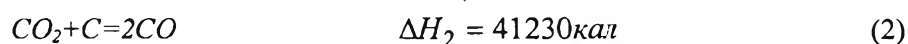
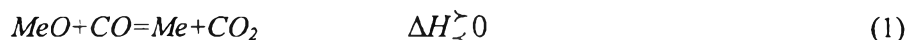
Т.А. Беринчик, О.В. Пешкун

Научный руководитель – к.т.н., доцент *А.Г. Слуцкий*
Белорусский национальный технический университет

Многие металлы находятся в рудах в основном в виде оксидов. Наиболее простым и естественным способом удаления кислорода является разложение оксида при нагреве на металл и кислород. Однако практически все используемые в промышленности металлы имеют при температурах (1000-2000К) очень низкую упругость диссоциации и термическое разложение оксида не идет, либо протекает очень медленно.

В связи с этим в промышленных условиях металлы получают из руд путем восстановления другим веществом, способным соединиться с кислородом.

Некоторые металлы восстанавливают твердым углеродом по следующим реакциям:



Условием равновесия реакции (3) является одинаковый состав газовой смеси (СО-СО₂). Для случая, когда Me, MeO и С представляют собой твердые фазы, равновесия реакции (3) характеризуется одной степенью свободы. При постоянном давлении температура,

при которой реакция (3) находится в равновесии, имеет определенное значение. Эта температура называется температурой начала восстановления металла из оксида твердым углеродом ($T_{НВ}$). Восстановление происходит при условии $T > T_{НВ}$.

Целью настоящей работы являлись теоретические и экспериментальные исследования процесса восстановления металлов из оксидов твердым углеродом.

Для расчетов использовали метод, основанный на равенстве химического сродства восстанавливаемого металла к кислороду и углерода к кислороду.



При условии $\Delta G_{MeO}^0 = \Delta G_{C/CO}$

$$M_1 + N_1 T = M_2 + N_2 T, \text{ тогда } T_{НВ} = (M_2 - M_1) / (N_1 - N_2)$$

M_1, M_2, N_1, N_2 – коэффициенты, которые берутся из таблиц температурной зависимости ΔG^0 для соответствующих реакций.

Были рассчитаны температуры начала восстановления следующих металлов: меди, свинца, никеля, олова, хрома. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Расчетные значения $T_{НВ}$

Восстанавливаемый металл	Cu	Pb	Ni	Sn	Cr
$T_{НВ}, K$	360	650	750	1210	1600

На втором этапе работы проводилась экспериментальная проверка расчетного значения $T_{НВ}$. Установка для проведения опытов состояла из электрической печи, реакционной трубки, которая сообщалась с манометром, термопары и потенциометра. В лодочку на 2/3 высоты засыпалась смесь оксида и углерода (давался с избытком). Поддерживая равномерный нагрев печи (10-15⁰С в минуту) через каждые 5 минут фиксировались показания манометра. Начало восстановления сопровождалось резким выделением газа CO.

Исследовали оксиды меди, никеля и олова. Установлено, что температура начала их восстановления углеродом близка к расчетным значениям и составляла соответственно 350, 740 и 1180 К.

Таким образом полученные теоретические и экспериментальные данные могут быть использованы при металлургической переработке отходов, содержащих соединения тяжелых цветных металлов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛЕГИРОВАНИЯ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ ЖЕЛЕЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

О.И. Федотенко, В.В. Павлович

Научный руководитель – к.т.н., доцент *А.Г. Слуцкий*
Белорусский национальный технический университет

Известно, что для достижения наибольшего эффекта по стабильности технологии плавки качественных высокоуглеродистых сплавов железа необходимо соблюдать последовательность и технологичность операций легирования. Например, на стадии ковшевого легирования элементами с высокой температурой плавления имеет место неоднородность структуры в отливках. Кроме того использование ферросплавов и лигатур вводимых в жидкий металл при получении требуемого состава приводит к значительному расходу материала за счет более высокого угара. Практический интерес представляет исследование процесса плавки гильзового чугуна с одновременным легированием сплава за счет отходов и вторичных материалов.

Известно, что цветные металлы в значительной части отходов содержатся в виде соединений, что требует разработки технологии легирования железоуглеродистых сплавов.

На первом этапе работы были проведены термодинамические расчеты условий протекания восстановительных процессов. Известно, что углерод обладает значительным сродством к кислороду в зависимости от концентрации и температуры и в процессе плавки высокоуглеродистых сплавов возможно его взаимодействие с оксидами металлов. Для расчета уравнений, описывающих восстановление оксида растворенным в сплаве углеродом необходимо знание константы равновесия реакции, а также формулы оксида.

За стандартное состояние принимался 1% идеальный разбавленный раствор, а для шлака – состояние чистых оксидов. Реакции взаимодействия рассчитывались с учетом фазовых переходов из чистого состояния в раствор железа. Проведены расчеты констант равновесия реакция взаимодействия ряда оксидов с углеродом чугуна заданного состава для двух температур (1473 и 1873 К).

Анализ расчетных значений распределения легирующих элементов между металлом и шлаком показал, что такие металлы как никель, медь могут практически полностью восстанавливаться углеродом чугуна в процессе его плавки. На втором этапе работы были проведены лабораторные исследования процесса легирования чугуна медью через шлаковую фазу. В качестве легирующего материала использовались отработанные медьсодержащие катализаторы. Плавки осуществляли в печи сопротивления с использованием графито-шамотных тиглей. Отходы в измельченном виде вводились в состав твердой металлошхты в различных количествах.

В результате проведенных экспериментов установлено, что степень восстановления меди из оксидов зависит от величины добавки материала и составляет 75-85%. Полученные расчетные и экспериментальные данные подтверждают возможность эффективного легирования высокоуглеродистых сплавов железа медьсодержащими отходами.

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ЛИТОГО СПЛАВА

Ю.Н. Фасевич, Д.Л. Боцоха

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Н.Ф. Невар*
Белорусский национальный технический университет

Одним из наиболее эффективных методов улучшения структуры литых сплавов, а следовательно и свойств – является влияние легирующих и модифицирующих элементов, в частности, таких как марганец, кремний, алюминий.

Как известно, в определенных количествах указанные элементы уже входят в состав различных сплавов, а также данный комплекс материалов применяется в плавильном производстве и как раскислитель.

Для установления характера влияния легирующих элементов на свойства литого сплава, упрочненного боридными фазами, их введение осуществлялось в количествах, обеспечивающих остаточное содержание их в сплаве до 2,1–2,3 %.

Исследование влияния легирования проводили на сплавах следующего состава, мас. %: С – 0,1–0,3 %; В – 2,1–2,8%; S и P не более 0,05%. В качестве шхты использовали техническое железо и борсодержащие компоненты — карбид бора (B_4C) и ферробор (ФБ). Легирующие элементы вводим в расплав перед вводом борсодержащего компонента.

Из опытов установлено, что марганец начинает проявлять свое действие на свойства сплава, при содержании 0,4–0,6%. В этом промежутке наблюдается рост значений твёрдости и ударной вязкости. Анализ опытных данных показал, что если при малых количествах вводимого марганца 0,1–0,2 %, твердость составляет 57–59 HRC.

Испытания образцов с размерами 10×10×55 мм без надреза (ГОСТ 9454-78) на ударную вязкость проводимое на маятниковом копре, показало также, некоторое увеличение значений данной характеристики. Так, при содержании 0,1–0,2% Mn, ударная вязкость составляет 0,15–0,22 кДж/м². Увеличение содержания марганца до 1% приводит к повышению значений ударной вязкости до 0,4 кДж/м².

При указанных содержаниях марганца наблюдается заметное увеличение в сплаве перлитной составляющей, что и определяет характер повышения твердости и ударной вязкости.

Износостойкость литого легированного сплава, испытанного в условиях трения в паре металл-металл и в контакте с абразивным диском имеет следующие значения. При введении 0,2–0,4% Mn в состав сплава износ в паре контртело-сталь 25ХГТ составит 9,0–10,0 кг/м², при увеличении содержания Mn до 1,2% — 4,5–5,5 кг/м². В результате испытаний в условиях трения в контакте контртело-вулканит значения износа при аналогичных содержаниях марганца соответственно составляет 25,0–30,0 кг/м² и 12,0–18,0 кг/м².

Следует отметить, что наиболее высокая износостойкость отмечается у сплавов легированных кремнием. Так, увеличение содержания кремния от 0,2 до 1,2% понижает износ сплава с 8,0 до 2,5 кг/м².

Выполненные исследования позволяют отметить положительное влияние легирующих элементов, а в частности, влияние марганца на весь комплекс рассмотренных свойств. При этом введение марганца наряду с алюминием и кремнием, способствует более полному удалению кислорода, уменьшают пористость сплава и тем самым, обеспечивают повышенную его вязкость.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В.А. Ковалева

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Л.П. Филянович*
Белорусский национальный технический университет

Моделирование является наиболее полезным инструментом исследования. Это особенно справедливо в области техники безопасности, поскольку основная задача моделирования состоит в проведении эксперимента на бумаге или на ПЭВМ, что позволяет избежать дорогостоящего физического эксперимента. В технике безопасности в «затраты» на эксперимент могут быть включены жизнь и здоровье людей. Поэтому при прочих равных условиях крайне выгодно проверить контрмеру моделированием до ее реализации.

Для моделирования необходимо знать соотношение между случайными переменными изучаемого процесса и их влиянием на конечный эффект этого процесса. Кроме того, решения, т.е. альтернативные контрмеры, будут влиять на эти соотношения и/или на распределения случайных переменных. Следовательно, надо знать распределения каждой случайной переменной для каждой совокупности решений.

Ограничим рассмотрение техники моделирования использованием дискретных распределений. Метод, связанный с генерированием случайных чисел, называется методом Монте-Карло, вне зависимости от того о непрерывных или о дискретных распределениях идет речь. Рассмотрим ручные методы. Они могут быть легко алгоритмизированы, и многие машинные языки разработаны специально для моделирования.

Основой метода Монте-Карло является метод формирования значения переменной по ее распределению.

Практически моделирование является процедурой, почти обратной статистическому анализу в том смысле, что мы сначала получаем информацию, а затем на ее основе генерируем данные. Если известно распределение случайной переменной, то ее исходы могут изучаться без дорогостоящего экспериментирования.

Чтобы имитируемые исходы можно было бы использовать, необходимо знать их влияние на другие части системы. Другими словами, должна быть задана модель системы в целом. Не обязательно, чтобы она выражалась в сложной математической форме.

Моделирование должно включать следующие этапы:

1. Определение случайных переменных и вида их влияния на выходной эффект.
2. Формулируется последовательная процедура, имитирующая работу системы.

Моделирование оказывается средством изучения реальных исходов эксперимента без необходимости проведения самого эксперимента.

ИССЛЕДОВАНИЕ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

О.А. Слука

Научный руководитель – к.т.н., доцент *А.М. Науменко*
Белорусский национальный технический университет

Целью настоящей работы является определение содержания природных радионуклидов в строительных материалах, добываемых и производимых в Республике Беларусь и сравнении с предельно допустимыми уровнями.

Предельно допустимые уровни удельной активности веществ установлены гигиеническими нормативами ГН 2.6.1.8 – 2000 Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000). Эффективная удельная активность ($A_{эф}$) природных радионуклидов в строительных материалах (щебень, гравий, песок, цементное и кирпичное сырье и пр.), добываемых на их месторождениях или являющихся побочным продуктом промышленности, а также отходы промышленного производства, используемые для изготовления строительных материалов (золы, шлаки и др.) не должна превышать:

- для материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях (I класс), А,

$$A_{эф} \leq 370 \text{ Бк/кг};$$

- для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах населенных пунктов, а также при возведении производственных сооружений (II класс),

$$A_{эф} \leq 740 \text{ Бк/кг};$$

- для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов (III класс),

$$A_{эф} \leq 1350 \text{ Бк/кг}.$$

При $1350 \text{ Бк/кг} < A_{эф} < 4000 \text{ Бк/кг}$ (IV класс) вопрос об использовании материалов должен решаться по согласованию с республиканским органом санитарно-эпидемиологической службы. При $A_{эф} > 4000 \text{ Бк/кг}$ материалы не должны использоваться в строительстве.

В результате исследований нами была определена удельная активность природных радионуклидов в строительных материалах (щебень, керамзит, гравий, гипс, фосфогипс, кирпич, мел), в кирпичном и цементном сырье (глина, песок), а также в отходах промышленного производства (шлак, гранитный отсев).

Исследования проводились с помощью бета-радиометра РУБ-01П1, который предназначен для измерения удельной и объемной активности бета-излучающих нуклидов в пробах природной среды.

Результаты измерений приведены в таблице 1:

№№ пп	Наименование материала	Удельная активность, Бк/кг	Класс
1.	Цемент, г. Волковыск	610	II
2.	Керамзит, г. Петриков	1400	IV
3.	Щебень, г., Микашевичи	1335	III
4.	Фосфогипс, Гомельский химзавод	110	I
5.	Гипс строительный, г. Минск	85	I
6.	Глина, Гомельская обл., Городок	650	II
7.	Глина, месторождение Гайдуковка	1610	IV
8.	Глина, Витебская обл., месторождение Осетки	1480	IV
9.	Глина, г. Гомель	1110	III
10.	Гранитный отсев, г. Микашевичи	2700	IV
11.	Шлак, г. Жодино	500	II
12.	Мел, Колядичи	47	I
13.	Песок, г. Волковыск, карьер Яново	365	I
14.	Кирпич красный, Минский КСМ	680	II

Литература

1. ГН 2.6.1.8-127-2000. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000).

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ

М.В. Углянец

Научный руководитель – *Е.В. Мордик*

Белорусский национальный технический университет

Современный подход к освещению предусматривает проведение политики, направленной на экономию энергетических и материальных ресурсов при устройстве освещения, производстве осветительных приборов, их эксплуатации и утилизации.

Практическая реализация указанного подхода основывается на трех моментах: нормировании, технике и законодательстве.

Известно, что в последние годы резко возросла заболеваемость органов зрения, за последние десять лет – на 40 %. Одной из причин увеличения заболеваемости глаз является недостаточно объективный подход к нормированию освещения и несоблюдение существующих нормативов.

Современные нормы устанавливаются в зависимости от вида источников света, вида применяемой системы освещения и разряда зрительной работы. Нормируются в основном уровни освещенности. Однако, единый подход к нормированию освещенности не учитывает психоэмоциональное состояние человека, его возраст, тип нервной системы и др.

В ряде стран применяются методики нормирования, в значительной степени учитывающие вышеперечисленные факторы. Например, в Англии учитывают зрительную работоспособность (Visual Performance) и уровень видимости (Visibility Level), в США – обеспечение определенного уровня зрительного комфорта (Visual Comfort).

В настоящее время задачи освещения расширяются. Необходимо не только обеспечить комфортное освещение, но и рассматривать осветительные приборы как важные элементы дизайна. Уже разработаны и применяются компьютерные программы для расстановки светильников в интерьере, которые позволяют обеспечить требуемые уровни освещенности при желаемом дизайне помещений различного назначения.

УСЛОВИЯ ТРУДА ОПЕРАТОРОВ ЭВМ

Л.М. Мельник

Научный руководитель – *С.Н. Винерский*

Белорусский национальный технический университет

Нами произведена оценка условий труда операторов ЭВМ в Слуцком райпо. Прежде всего, площадь «операторской» не соответствует числу работающих: в помещении площадью 35 м² работает 4 оператора ЭВМ и 4 товароведа, т.е. площадь, приходящаяся на 1 человека, составляет около 4,5 м² (нормативная величина площади, приходящаяся на 1 оператора, должна составлять не менее 6 м²). Кроме того, постоянные телефонные разговоры, которые ведут товароведы, и работа с приходящими к товароведам в операторскую клиентами снижает эффективность работы операторов.

Шум, создаваемый на рабочих местах, значительно превышает допустимые нормы.

Шумовой фон, создаваемый на рабочем месте, оборудованном видеотерминалом Samsung (1997 года выпуска), составляет 62 дБА, шум при работе 2-х принтеров – 70 дБА, 3-х – 71 дБА, 4-х – 72 дБА (нормативное значение, установленное СанПиН 9-131 РБ и ГОСТ 12.1.003-83 для рабочих мест операторов – 50 дБА).

Так как принтеры работают в среднем 6,0 ... 6,5 часов, большую часть смены превышение громкости звука на рабочем месте оператора составляет от 4 до 4,5 раз.

Параметры метеоусловий в операторской (для теплого периода года): температура воздуха – 21 °С (оптимальные параметры - 23 ... 25 °С, допустимые – 22 ... 28 °С); относительная влажность – 78 % (оптимальные значения - 40 ... 60 %, допустимое – не более 75 %), скорость

движения воздуха – 0,05 м/с (оптимальное значение – не более 0,1 м/с, допустимые – 0,1 ... 0,2 м/с).

Освещенность на клавиатуре и на рабочей поверхности стола не соответствует СанПиН 9-131 РБ и СНБ 2.04.05-98: К.Е.О. при естественном освещении – 1,0 % (нормативное значение – 1,5 %), при искусственном – 150 ... 250 лк (нормативное значение – 400 лк).

Работа оператора ЭВМ включает обработку документов на компьютере (80 % времени смены) и работу с клиентами (получение заявок на выписку товаров от магазинов и решение текущих вопросов с завмагами, товароведками, завскладом).

Обработка документов на компьютере предусматривает ввод, корректировку и печать приходных и расходных документов, прием, набор на компьютере и печать товаротранспортных накладных, сведений по поступлению товара в розничную торговую сеть, протоколов контрольной проверки по отчетам, инвентаризационной описи и т.д. и связана с восприятием изображения на экране видеотерминала и одновременным различением текста, требует большого нервно-эмоционального напряжения, собранности, высокой концентрации внимания, ответственности за качество выполняемой работы.

Все без исключения операторы жаловались на повышенное общее и зрительное утомление (болевые ощущения в глазах, расстройство зрения), головную боль, боли в спине и в мышцах плечевого пояса, причем повышенная общая усталость в конце смены приводит к росту числа ошибок при выполнении текстового задания.

Повышенное зрительное напряжение обуславливается постоянной переадаптацией глаз из-за наличия в поле зрения поверхностей различной яркости, недостаточной четкости и контрастности изображения на экране, яркостными мельканиями, плохим качеством исходного документа, используемого при работе в режиме ввода данных.

Перечисленные выше неблагоприятные факторы подчеркивают важность проблемы оздоровления и оптимизации условий труда операторов.

ОСВЕЩЕНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ЦЕХОВ

А.И. Михович

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Б.М. Данилко*
Белорусский национальный технический университет

Сварщикам приходится выполнять операции, различающиеся по точности зрительной работы: разметку, сборку, чтение чертежей, сварку, контроль сварных соединений и др. Наличие источников повышенной яркости вызывает необходимость частой переадаптации зрения: каждый раз при переходе от вспомогательных операций, выполняемых без щитка, к сварке, выполняемой обязательно со щитком.

Создание высоких уровней освещенности мест сварки (порядка десятков тысяч люкс) с тем, чтобы все операции можно было выполнять со щитком, экономически не выгодно и практически сложно. Уровни освещенности для сварочных работ установлены в соответствии с действующими нормативными документами для люминесцентных ламп 150 лк, а для ламп накаливания 50 лк с учетом наличия в поле зрения самосветящихся элементов.

Характер технологических операций в сборочно-сварочных цехах (работа на нефиксированных местах) определяет целесообразность создания системы общего освещения локализованного или равномерного общего с использованием переносных светильников местного освещения. С учетом возможности использования газоразрядных источников света целесообразно повысить уровни освещенности при электросварочных работах до 500 лк при общем и местном освещении и до 300 лк при одном общем освещении.

В переносных светильниках необходимо предусматривать ограничение прямой блескости. Под кранами должны быть повешены дополнительные светильники, компенсирующие затемнение рабочих мест. При сварке внутри емкостей следует использовать светильники направленного действия, расположенные снаружи, или ручные переносные светильники, имею-

щие защитную сетку (трансформатор должен быть установлен снаружи, его вторичная обмотка заземлена; не допускается применение автотрансформаторов).

Светильники, окна и световые фонари необходимо очищать по мере загрязнения (не реже одного раза в три месяца).

Окраску стен целесообразно выполнять специальными красками, обладающими высоким коэффициентом отражения для видимой части спектра и низким коэффициентом – для ультрафиолетовых лучей.

РЕЖИМ РАБОТЫ МАШИНИСТА КОТЛОВ И ЗАГАЗОВАННОСТЬ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЗОНАХ ОБСЛУЖИВАНИЯ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Т.С. Полякова

Научный руководитель – *С.Н. Винерский*

Белорусский национальный технический университет

Нами произведена оценка режима работы машиниста котлов и загазованности воздушной среды в зонах обслуживания в котлотурбинном цехе БелГРЭС.

Машинист котлов осуществляет контроль за работающим оборудованием по показаниям контрольно-измерительных приборов и приборов автоматики, проверку работоспособности предохранительных клапанов и осмотр оборудования во время регулярных обходов.

Фактический баланс оперативного времени при работе машиниста котлов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Оперативное время

Рабочая зона (точки обслуживания)	Процент от времени смены
Тепловой щит управления (отметка 4,75 м)	70,8
Площадка обслуживания форсунок (отметка 6,75 м)	10,0
Площадка у барабана котла	5,0
Дымососная площадка	5,0
Зольная (нулевая отметка)	5,0

Загазованность воздуха рабочей зоны представлена в таблице 2.

Таблица 2

Обнаруженная концентрация, мг/м³, вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Место замера	Азота диоксид (ПДК= =2 мг/м ³)	Ангидрид сернистый (ПДК= =10мг/м ³)	Углерода оксид (ПДК= =20мг/м ³)	Углеводороды (ПДК= =300мг/м ³)
Тепловой щит управления (отметка 4,75 м)	1,15	1,05	10,7	38,6
Площадка у форсунок	1,41	1,21	13,9	50,6
Площадка у барабана котла	1,65	1,5	16,9	68,8
Дымососная площадка	3,94	1,7	24,5	80,0
Зольная	0,7	0,65	6,8	25,2

Анализ состояния воздушной среды в зонах обслуживания показывает, что работа машиниста котлов выполняется во вредных условиях при постоянном присутствии в воздухе рабочей зоны оксидов азота и углерода, сернистого ангидрида, углеводородов, причем на дымососной площадке отмечено превышение ПДК для оксида углерода в 1,2 раза, а для диоксида азота - в 1,97 раза. Учитывая, что воздействие вредных веществ на человека в условиях интенсивного шума (на площадке обслуживания форсунок уровень звука составляет 85 дБА, на дымососной площадке - 89 дБА, а у барабана котла он достигает 91 дБА) и высоких температур (на

площадке обслуживания у форсунок температура составляет (28,5...30,0) °С, а на дымососной площадке и у барабана котла она достигает (36,0...42 °С) усиливается., эта работа может приводить к серьезным нарушениям в работе отдельных органов или организма человека в целом.

Кроме того, работа машиниста котлов характеризуется напряженностью внимания (число объектов одновременного наблюдения свыше 25) и нервно-эмоциональным напряжением из-за возможности аварийной ситуации с сосудами под давлением.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА В ЗОНАХ ДЕЙСТВИЯ ЛИЧНОГО СОСТАВА ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОГО ОТРЯДА

Т.Ю. Аладьева

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Н.М. Журавков*
Белорусский национальный технический университет

Ежегодно стихийные бедствия, возникающие в разных районах, производственные аварии на объектах народного хозяйства, коммунально-энергетических системах городов вызывают крупномасштабные разрушения, гибель людей, большие потери материальных ценностей. Ликвидация последствий стихийных бедствий, аварий и катастроф является важной государственной задачей и с этой же целью созданы военизированные горноспасательные части.

Основными задачами ВГСО являются: спасение людей, застигнутых авариями в горных выработках, ликвидацию этих аварий и их последствий, проведение профилактических обследований на обслуживаемых предприятиях. Личный состав обеспечивает круглосуточное дежурство и боеготовность к выезду на аварию в течение 1 минуты с момента получения сигнала об аварии.

В результате исследований вредных и опасных факторов в зонах действия личного состава военизированного горноспасательного отряда показали, что работа в подземных коммуникациях ведется в условиях высокой влажности ($\approx 98\%$); воздух содержит примеси углекислого газа, оксида углерода, метана, сероводорода. При ведении горных работ сюда добавляются выхлопные и компрессорные газы, а также пары химических веществ, применяемых в технологических целях. В потоках воздуха присутствует патогенная микрофлора. Шум генерируется компрессорами, вентиляторами, трансформаторными подстанциями и достигает уровней $\approx 87 - 90$ дБА.

Кроме того при ликвидации различных по характеру аварий на личный состав горноспасательного отряда действуют следующие опасные и вредные факторы:

- при ликвидации пожаров – открытое пламя с интенсивностью ИК-излучения 2500 – 3000 Вт/м², высокая температура до 40 – 60 °С, токсичные продукты горения (оксид углерода, оксиды азота, сернистый ангидрид), отсутствие кислорода;

- при затоплении шахтных выработок канализационной водой характерно загазирование воздуха зоны действия метаном, углекислотой, аммиаком, сероводородом, образующимся от разложения фекальных масс, а также от случайного попадания в канализационную сеть – парами кислот – щелочей, хлора, нефтепродуктов (бензина, керосина, формальдегида и т.д.);

- при разборе завалов от обрушений – высокая запыленность воздуха.

Кроме вредных санитарно-гигиенических факторов личный состав МВГСО подвергается действию следующих психофизиологических факторов:

1. Физическая нагрузка при выполнении горноспасательных работ (транспортировка пострадавших, разбор завалов и т.д.). Вес горноспасательного снаряжения, включая респиратор, которые спасатели постоянно носят на себе составляет более 30 кг.

2. Неудобная, вынужденная поза, в которой приходится вести работы.

3. Работа под землей в условиях ограниченной видимости при аварийном освещении.

4. Эмоциональное напряжение за счет работы в экстремальных ситуациях при дефиците времени с риском для собственной жизни.

5. Физиологический дискомфорт при работе в специальных средствах защиты, в т.ч. респираторе.

Комплексная оценка условий труда личного состава МВГСО показала, что условия труда характеризуются как особо вредные и особо опасные (суммарный балл более 10) что позволяет определить право персонала на льготное пенсионное обеспечение по Списку № 1 производств, работ, профессий, должностей и показателей.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА РАБОТАЮЩИХ С ПЭВМ

Е.И. Главинская

Научный руководитель – к.т.н., доцент *А.М. Науменко*
Белорусский национальный технический университет

По обобщенным данным, у работающих за монитором от 2 до 6 часов в сутки функциональные нарушения центральной нервной системы происходят в среднем в 4,6 раза чаще, чем в контрольных группах, болезни сердечно-сосудистой системы - в 2 раза чаще, болезни верхних дыхательных путей - в 1,9 раза чаще, болезни опорно-двигательного аппарата - в 3,1 раза чаще. С увеличением продолжительности работы на компьютере соотношения здоровых и больных среди пользователей резко возрастает.

Исследования функционального состояния пользователя компьютера показали, что даже при кратковременной работе (45 мин.) в организме пользователя под влиянием электромагнитного излучения (ЭМИ) монитора происходят значительные изменения гормонального состояния и специфические изменения биотоков мозга. Замечено, что у групп отрицательная реакция функционального состояния организма не проявляется при работе с ПК менее 1 часа. Биологический эффект ЭМП в условиях длительного многолетнего воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови, опухоли мозга, гормональные заболевания. Установлено, что у животных, облученных ЭМП, отягощается течение инфекционного процесса.

Наиболее ранними клиническими проявлениями последствий воздействия ЭМИ Лица, длительное время находившиеся в зоне ЭМИ, предъявляют жалобы на слабость, раздражительность, быструю утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна, головные боли. Нередко к этим симптомам присоединяются расстройства вегетативных функций. Нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы проявляются, как правило, нейроциркуляторной дистонией: лабильность пульса и артериального давления, склонность к гипотонии, боли в области сердца и др. Отмечаются также фазовые изменения состава периферической крови (лабильность показателей) с последующим развитием умеренной лейкопении, нейropении, эритроцитопении. Изменения костного мозга носят характер реактивного компенсаторного напряжения регенерации. Через 1-3 года у некоторых появляется чувство внутренней напряженности, суетливость. Нарушаются внимание и память. Возникают жалобы на малую эффективность сна и на утомляемость, растет длительность речедвигательной и зрительно-моторной реакций, повышается граница обонятельной чувствительности. Возникает ряд симптомов, которые являются свидетельством нарушения работы отдельных органов — желудка, печени, селезенки, поджелудочной и других желез. Угнетаются пищевая и половая рефлексии.

Результаты анализа ведомости учета потерь рабочего времени среди работающих с ПЭВМ (100 чел.) на РУП «МТЗ» за 2002г. показывают что:

- основные потери рабочего времени (туберкулез – 248,8 дн., острые респираторные инфекции - 246,5 дн., поясничный остеохондроз – 174 дн., грипп – 162,8 дн., болезни кишечника – 111,6 дн., добр. и неопр. новообразования – 107 дн., болезни вен и лимфатических сосудов – 58,1 дн.);

- уровень заболеваемости в среднем на одного человека 17 дней в году.

Литература

1. Денисенко Г.Ф. Охрана труда: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1985. – 319с.
2. <http://www.colan.ru>

ИНФРАЗВУК И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Е.И. Главинская

Научный руководитель – к.т.н., доцент *А.М. Науменко*

Белорусский национальный технический университет

Инфразвук — это колебание в воздухе, в жидкой или твердой средах с частотой меньше 16 Гц. Инфразвук человек не слышит, однако ощущает. Все механизмы, которые работают при частотах вращения меньше 20 об/с, излучают инфразвук. Развитие промышленного производства и транспорта привело к значительному увеличению источников инфразвука в окружающей среде и возрастанию интенсивности уровня инфразвука.

Основные техногенные источники инфразвуковых колебаний в городах:

- Автомобильный транспорт - снаружи 70-90 дБ, внутри до 120 дБ
- Железнодорожный транспорт и трамваи - внутри и снаружи от 85 до 120 дБ
- Промышленные установки аэродинамического и ударного действия - до 90-105 дБ
- Вентиляция промышленных установок и помещений, то же в метро - до 75-95 дБ
- Реактивные самолеты - снаружи до 130 дБ

Согласно действующим нормативным документам уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16, Гц должен быть не больше 105 дБ, а для полос с частотой 32 Гц — не более 102 дБ. Благодаря большой длине инфразвук распространяется в атмосфере на большие расстояния. Инфразвук на пути его распространения практически невозможно остановить при помощи строительных конструкций. Длина инфразвуковой волны весьма велика (на частоте 3.5 Гц она равна 100 метрам), проникновение в ткани тела также велико.

Самым опасным считается промежуток от 6 до 9 Гц. Значительные психотронные эффекты сильнее всего выказываются на частоте 7 Гц, созвучной альфа-ритму природных колебаний мозга, причем любая умственная работа в этом случае делается невозможной. Звук малой интенсивности вызывает тошноту и звон в ушах, а также ухудшение зрения и безотчетный страх. Звук средней интенсивности расстраивает органы пищеварения и мозг, рождая паралич, общую слабость, а иногда слепоту. Упругий мощный инфразвук способен повредить, и даже полностью остановить сердце. Обычно неприятные ощущения начинаются со 120 дБ напряженности, травмирующие - со 130 дБ. Инфрачастоты около 12 Гц при силе в 85-110 дБ, наводят приступы морской болезни и головокружение, а колебания частотой 15-18 Гц при той же интенсивности внушают чувства беспокойства, неуверенности и, наконец, панического страха.

По данным зарубежных источников разработан малогабаритный инфразвуковой излучатель (до 5 кг). Конструктивно он состоит из двух УЗ генераторов с частотами, различающимися на 5-15 герц. Лучи излучателей будут сходиться, и в точке схождения будет генерироваться инфразвуковое излучение. Его применение не будет смертельным, а значит оно будет пригодно для самозащиты, охраны жилища и объектов. УЗ-излучение проходит сквозь металл, поэтому тяжелые бронжилеты, не будут защищать от такого оружия. Также оно будет эффективно для вывода из строя экипажей бронетехники в городских условиях, после чего экипаж можно будет легко обезоружить, что намного гуманнее, чем сожжение танка вместе с экипажем.

Литература

1. Жидецкий В.Ц., и др. Основы охраны труда. Учебник. –Л., Афиша, 2000. – 351с.
2. <http://www.dar.dialogue.ru>.

Природные ресурсы, ресурсосбережение и ЭКОЛОГИЯ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ГАЗА В ЦИКЛОНЕ

К.А. Кричко

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Н.В. Кислов*
Белорусский национальный технический университет

Решение задач, связанных с моделированием движения газа в циклонах традиционными методами, является трудоемким и не всегда точным. Применение методов вычислительной газовой динамики (ВГД) для расчета движения газа позволяет правильно описать распределение скоростей в циклоне.

Для расчета выбран стандартный циклон ЦН-15-300. Моделирование движения газа проведено с помощью программы вычисления движения жидкости и газа, основанной на конечно-объемном методе решения уравнений гидродинамики.

В качестве расчетной выбрана $k-\varepsilon$ модель турбулентного течения газа, предназначенная для расчета течения газа при больших числах Рейнольдса и малых изменениях плотности.

Представлены результаты математического расчета циклона. Получены пространственные поля скоростей и значение гидравлического сопротивления аппарата. Проведен анализ движения газа в циклоне. Представлены графики радиальных, тангенциальных и осевых скоростей газа в криволинейном канале.

ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ И ДАВЛЕНИЙ ГАЗА В ШНЕКОВОМ ОСАДИТЕЛЕ

К.А. Кричко

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Н.В. Кислов*
Белорусский национальный технический университет

С появлением мощных персональных компьютеров стало возможным проведение компьютерного эксперимента для моделирования различных процессов, в том числе – решения задач вычислительной газовой динамики (ВГД).

Расчет движения газа в шнековом осадителе проведен с помощью программы моделирования движения жидкости и газа, основанной на конечно-объемном методе решения уравнений гидродинамики.

Течение газа в камере аппарата рассчитывалось по формулам Навье-Стокса при больших числах Рейнольдса и незначительных изменениях плотности.

Результаты математического расчета осадителя представлены в виде пространственных полей скоростей и давлений газа в криволинейном канале. Получены графики радиальных, тангенциальных и осевых скоростей газа. Проведена оптимизация конструкции шнекового осадителя с целью уменьшения потерь давления и износа внутренней поверхности камеры.

ВЛИЯНИЕ ТОРФЯНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ДЕПОНИРОВАНИЕ И СТОК ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

В.В. Слыш

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.В. Казаченко*
Белорусский национальный технический университет

Накопление углекислого газа в атмосфере одна из главных причин парникового эффекта. Вследствии антропогенных влияний содержание парниковых газов CO₂, CH₄(МЕТАН) и N₂O(закись азота) неуклонно растёт. Доли некоторых государств в глобальном выбросе двуокиси углерода таковы: США-22%, РОССИЯ и КИТАЙ - по 11%, ГЕРМАНИЯ и ЯПОНИЯ -

по 5% [1]. Правда, действует и процесс, направленный в обратную сторону, - это процесс фотосинтеза, в котором растения усваивают двуокись углерода из воздуха. В северной и центральной части Европы, а также в районах Западной Сибири, США и Канады основным местом накопления CO₂ являются болота, имеющие большой запас органического углерода, накопленного со времён последнего ледникового периода.

Немалую роль в парниковом эффекте составляют окислы азота и метан. Основными поставщиками окислов азота в атмосферу сегодня считаются тропические леса и северные торфяники. Следует отметить, что доля накопления органического углерода в северных торфяниках в три раза больше, чем в тропических(2). Метан испаряется в атмосферу в основном над заболоченными землями и накапливается в ней со скоростью 1-2% в год [2]. Здесь болота играют двойную роль: торфяная залежь действует как поглотитель углекислоты и в то же время как источник метана. С понижением уровня грунтовых вод вследствие мелиорации увеличивается CO₂-С испускания на 10 г/м³. Максимум эмиссии диоксида углерода дают осушенные месторождения (21.3-23.6 т/га в год), минимум - осушенные торфяные почвы, занятые посевами и заболоченные девственные земли (7.5-8.6 т/га в год) [3]. В результате неумелой хозяйственной деятельности человека тонкий баланс между депонированием и стоком CO₂ нарушается. Есть доказательства, что сначала 70-ых годов влажные экосистемы тундры и Аляски вместо связывания стали больше выпускать углекислоты в атмосферу.

Таким образом, возникает вопрос о целесообразности мелиорации болот и поиске новых технологий для менее ущербной добычи торфа.

Литература

- 1.Gorham E., 1999. Northern peatlands:role in the carbon cycle and probable responses to climate warming .Ecol.Appl.1:182-195 .te
- 2.Новиков Ю.В.Экология,окружающая среда и человек: Учебное пособие для вузов.- М.:Агенство "ФАИР", 1998-320 с .-
- 3.Ракович В.А.Количественная оценка вклада лесов и болот в формирование источников и стоков парниковых газов: тезисы докладов международного симпозиума. -Мн.: ОДО "ТОНЛИК", 2002. -242с.

БУРОВЫЕ РАБОТЫ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Д.В. Фомин

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.А. Таяновский*
Белорусский национальный технический университет

В данной работе выполнен обзор техники бурения скважин большого диаметра при строительных, мелиоративных, гидрологических, инженерно-изыскательских работах. Применение скважин большого диаметра при строительных работах позволяет повысить нагрузку на опоры и фундаменты. При мелиоративных работах скважины сооружают с целью водопонижения и водоснабжения. Скважины геологоразведочного назначения бурят при разведке полезных ископаемых. Бурение - прогрессивный способ сооружения как вертикальных, так и наклонных выработок. При этом способе значительно повышается производительность труда, возможна автоматизация всего комплекса работ; циклический характер работ заменяется непрерывным процессом, повышается безопасность работ [1].

Цель бурения состоит в разрушении горной породы и создании в породном массиве скважин или шпуров. Его эффективность определяется скоростью бурения и зависит в основном от прочностных свойств горной породы. Горно-геологические условия бурения скважин весьма разнообразны в зависимости от глубины, рельефных и гидрогеологических условий. Буримые породы различны по своим структурам, физико-механическим свойствам, устойчивости стенок ствола скважины и редко встречаются в виде однородных пластов значительной мощности, а чаще они представляют собой перемеживающиеся прослойки [2].

В зависимости от коэффициента крепости горной породы выбирают способ бурения и соответствующее оборудование. В работе была создана паскаль-программа, в которой реализован алгоритм выбора оборудования для шнекового, шарошечного и ударно-вращательного способов бурения скважин большого диаметра. В диалоге приводятся сведения о целях бурения и назначении скважин большого диаметра, технические характеристики буровых станков и установок, основные конструкции бурового инструмента для шнекового, шарошечного и ударно-вращательного бурения мелких – до 5 м, средней глубины – до 25 м, глубоких – от 25 до 75 м и более скважин. В программе в зависимости от геологических условий бурения скважин осуществляется выбор различного оборудования.

В разработанной программе по формулам рассчитывается также количество буровых станков, определяется их производительность и парк буровых станков.

Правильная организация буровых работ обеспечивает более высокую их эффективность и позволяет увязать данный технологический процесс с другими видами работ на карьере. Порядок подготовки площадок и оборудования указывается по блокам в соответствии с блоковым взрыванием горных пород. На блоке буровые станки перемещаются по определенной схеме: порядной, поперечно-диагональной и поперечно-возвратной. В программе с учетом конкретных условий и предшествующих вычислений выбирается одна из вышеназванных схем и указывается на рисунке.

Основные способы бурения преимущественно классифицированы в зависимости от способа разрушения породы на вращательный, ударный, ударно-вращательный, вибрационный, гидродинамический, термический, термомеханический. В зависимости от способов удаления продуктов разрушения различают способы бурения с прямой и обратной промывкой, продувкой, шнековый и др. По площади разрушения забоя различают способы бурения: бескерновый, колонковый, бурение с расширением. Кроме того, имеются также способы, характеризующие тип применяемой установки, бурового инструмента. К таким способам относят: роторное и шпindelное бурение, турбинное бурение, бурение электробуром, алмазное и твердосплавное бурение и др. /1/. Разработанная программа учитывает особенности этой классификации при выборе исходных данных для расчетов и выбора оборудования.

Литература

1. Керимов В.А. Техника бурения скважин большого диаметра. М.: Недра, 1983.
2. Борисович В.Т. и др. Бурение скважин большого диаметра. М.: Недра, 1997.

КЛАССИФИКАЦИЯ И РАЗВИТИЕ РАБОЧИХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ

М.И. Зубрицкий

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.А. Таяновский*
Белорусский национальный технический университет

В работе рассмотрена классификация исполнительных органов современных проходческих комбайнов по принципиальным конструктивным признакам, проведен анализ их достоинств и недостатков при работе на калийных рудниках в зависимости от схем разработки калийного месторождения, сформулированы тенденции развития исполнительных органов зарубежных проходческих комбайнов.

Исполнительным оборудованием проходческих комбайнов называются их исполнительные органы, предназначенные для разрушения горного массива. По конструктивным особенностям исполнительные органы подразделяют на две основные группы: 1) избирательные с перемещением в одной или двух плоскостях; 2) буровые - роторные и планетарные [1].

Основным отличительным признаком этих двух групп является различный способ разрушения забоя. Избирательные органы одновременно обрабатывают только часть забоя, в то время как буровые — сразу весь забой.

Исполнительные органы избирательного действия подразделяют на перемещающиеся при обработке забоя в одной плоскости и перемещающиеся в двух плоскостях. Первые органы, с перемещением в одной плоскости, при работе перемещаются либо в горизонтальной, либо в вертикальной плоскости. Сечение проводимой выработки определяется амплитудой качания или размерами исполнительного органа, а иногда тем и другим.

Траекторией инструмента машин с избирательными исполнительными органами является результирующая его движения относительно оси режущей головки и перемещения самой головки в плоскости забоя. Для придания выработке необходимой формы комбайны оснащены дополнительными органами, разрушающими уступы кровли и почвы и выравнивающими боковые стенки выработки.

Исполнительные органы, перемещающиеся в одной плоскости, бывают баровыми, корончатыми, комбинированными и шнековыми. Комбайны со шнековыми исполнительными органами предназначены для работы в камерах, но могут частично работать и на проходке.

Исполнительные органы, перемещающиеся в двух плоскостях, по конструктивному признаку подразделяют на однобарабанные, двухбарабанные, лучевые, кольцевые, дисковые и комбинированные.

Траектории движения инструмента в исполнительных органах бурового типа (роторных и планетарных) являются либо плоскостными и лежат в плоскостях, перпендикулярных к оси вращения планшайб, либо представляют сложные пространственные кривые.

Энерговооруженность комбайнов с роторным исполнительным органом значительно выше, чем комбайнов избирательного действия.

Планетарные буровые исполнительные органы применяют в основном для разрушения калийных руд, угля и пород.

Комбайны с избирательными исполнительными органами имеют возможность без каких-либо монтажных и демонтажных работ изменять величину и форму сечения проводимой выработки, эффективно разрушать неоднородные и различные породы крепостью $f \leq 8$.

Разрушение забоя по всему сечению буровыми исполнительными органами позволяет достигнуть непрерывного движения исполнительного органа комбайна и, следовательно, высокой производительности. Ими можно разрушать породы крепостью $f \leq 16$. Энерговооруженность комбайнов с органами такого типа достигает 1000 кВт и более.

Литература

1. Малевич Н.А. Горнопроходческие машины и комплексы. М.: Недра, 1980. – 380 с.

ВЫБОР ТИПА СМЕСИТЕЛЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КУСКОВОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ТОРФА-СЫРЦА

В.В. Седловец

Научный руководитель – к.т.н., доцент ***Г.А. Таяновский***
Белорусский национальный технический университет

Один из путей обеспечения дешевым и качественным твердым топливом индивидуальных хозяйств состоит в производстве композитного кускового топлива на основе торфа и отходов лесопиления и деревообработки, льнопереработки по малоэнергозатратной технологии путем влажного формования смеси сырого торфа и опилок или костры и последующей сушки на сетках в штабелированном виде под навесом. При этом появляется возможность круглогодичного производства топлива одним тракторным мобильно-стационарным агрегатом.

Важнейшее из условий получения эффективного прочного и качественного композитного куска состоит в обеспечении быстрого равномерного перемешивания торфа и опилок, либо костры с доведением массы для формования до оптимальной влажности и пластичности, что в значительной степени улучшает процесс структурообразования куска при сушке и качество конечного продукта. Смесители разных типов, применяемые в торфяной промышленности, должны быть приспособлены к перемешиванию указанных составляющих с большими

несовпадающими диапазонами влажностей за счет повышения интенсивности и качества перемешивания. При этом качество перемешивания может быть оценено коэффициентом относительной неоднородности, а качество готовой массы – показателем пластичности и влажностью [1].

В работе была представлена общая классификация смесителей в структурно-комбинационной форме, проведен отбор смесителей подходящих конструктивных схем и произведен их анализ на предмет выбора наиболее перспективных для дальнейшей разработки.

Разработанный метод построения структурно-комбинационной классификации позволяет реализовать ее компьютерное представление с возможностью диалогового вывода всех данных, в том числе графических, о конкретной структуре выбранного варианта смесителя.

Проведенные классификация и анализ достоинств и недостатков смесителей позволили сравнить различные типы смесителей и рекомендовать в качестве целесообразного для использования в производстве композитного кускового топлива на основе торфа-сырца наклонный барабанный двухвальный смеситель непрерывного действия с двухленточными винтовыми спиралями встречной навивки.

Литература:

1. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками.- Л: Химия, 1975. 384 с

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ ДАТЧИКОВ С ПЭВМ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО АВТОМАТИКЕ ГОРНЫХ МАШИН

Д.А. Гришков

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.А. Таяновский*
Белорусский национальный технический университет

Подготовка высококвалифицированных специалистов в области разработки и эксплуатации систем автоматизированного контроля, оперативной диагностики и управления производственным оборудованием требует внедрения в учебный процесс и лабораторные практикумы методов и устройств обработки данных, реализованных на основе современной микропроцессорной техники и ПЭВМ.

Известна система СОДУС, предназначенная для ввода в ПЭВМ сигналов от датчиков физических величин любых типов, установленных на лабораторных учебных стендах, производственном оборудовании или мобильной машине, и выдачи управляющих сигналов от персонального компьютера на исполнительные элементы.

Система разработана на основе аналогового порта ввода/вывода AD7569 фирмы Analog Devices и включает следующие элементы:

- базовый аппаратный модуль к общей шине которого возможно подключение до 7-ми адаптеров датчиков и исполнительных элементов;
- платы адаптеров, содержащие как схемы приема и преобразования входных аналоговых и цифровых сигналов, так и формирователи выходных аналоговых и цифровых сигналов.

Программное обеспечение (ПО) представляет собой средство управления исполнительными элементами и визуализации входных данных системы СОДУС. ПО обеспечивает следующие возможности:

- ввод и отображение сигналов состояния системы;
- вывод и отображение управляющих сигналов системы;
- выбор частоты дискретизации (5, 10, 20, 50, 100, 200 выб/с) входных аналоговых сигналов;
- отображение реализации аналоговых сигналов по четырем каналам в реальном масштабе времени;
- просмотр реализации входных сигналов;
- запись текущей реализации входных сигналов в файл;

- использование файла результатов измерений в программных приложениях Excel, Grapher, MathCAD в качестве исходных данных для моделирования рабочих процессов машин и для построения графических диаграмм.

ПО позволяет производить непрерывное управление системой с сохранением текущих реализаций входных сигналов в четырех буферах. ПО представляет собой проблемно-ориентированный программный модуль, позволяющий адаптировать систему в соответствии с изменившейся конфигурацией датчиков и исполнительных элементов.

В работе приведены результаты использования системы СОДУС для проведения лабораторных работ по автоматизации горных машин и комплексов, на примере поставленной лабораторной работы по изучению частотных характеристик системы подрессоривания горной машины.

Результаты проведенной работы с использованием системы СОДУС позволяют рекомендовать ее к применению в учебном процессе для выполнения лабораторных практикумов по профилирующим инженерным дисциплинам, а также в научно-исследовательских организациях, проводящих экспериментальные исследования параметров горного оборудования и мобильных машин.

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ГИДРОСИСТЕМ

А.В. Прохоров, А.Г. Яжевич

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Н. Страх*
Белорусский национальный технический университет

Надежность работы любой гидросистемы зависит от качества очистки поверхностей, контактирующих с рабочей жидкостью. Эффективна очистка с помощью ультразвуковых колебаний за счет кавитации, проходящих в жидкости на частотах порядка 20 кГц.

Для передачи ультразвуковых колебаний акустического преобразователя к месту расположения загрязнения в протяженных гидросистемах выбраны волноводы типа стержневого концентратора. Они увеличивают амплитуду колебательного смещения частиц на хвостовике волновода и передают волны нормального типа трех видов - продольные, изгибные и крутильные.

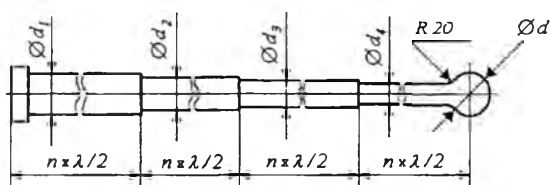
Основными свойствами всех трех типов волн является то, что при заданных значениях продольного сечения в стержне $\varnothing d$ может распространяться только определенное число волн, которое тем меньше, чем меньше соотношения $\frac{d}{\lambda_l} = \frac{\omega d}{\pi C_l}$, где λ_l , C_l , ω - длина волны, разовая скорость, круговая частота, соответственно.

В стержневом волноводе при $d = 2$ мм, когда $d/\lambda_l \ll 1$, может распространяться только по одной нормальной нулевой волне каждого типа. При этом нулевая волна продольного типа представляет собой простейшую продольную волну в стержне с синфазными продольными смещениями частиц в каждом его сечении. Ее фазовая и групповая скорости равны $\sqrt{E/\rho}$, где E - модуль Юнга, а ρ - плотность материала.

Нулевая волна изгибного типа на низких частотах – это обычная изгибная волна. Нулевая волна крутильного типа – это волна, в которой все поперечные сечения стержня поворачиваются как целое на некоторый угол относительно оси z . Для нее $C_l = \sqrt{\mu/\rho}$, где μ - модуль сдвига. Отсутствие в волноводе волн более высоких порядков, чем нулевой, обеспечивает хорошую настройку всей системы и ее максимальный КПД.

Стержневые волноводы – концентраторы могут иметь различную форму, как в продольном, так и в поперечном сечении (круглый, клинообразный и другие). Так как волноводы обычно работают на резонансной частоте, то его длина волны ℓ должна быть

кратной целому числу полуволен $\ell = n \frac{\lambda}{2}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$ - число полуволен. В свою очередь длина волны связана со скоростью распространения ультразвука и его частотой соотношением $\lambda = c/f$. Так как скорость распространения ультразвука в металлах - порядка 5000 м/с, а принятая рабочая частота $f = 20$ кГц, то в этом случае $\lambda/2 = 125$ мм. С целью получения требуемых длин используются составные или многоступенчатые стержни. Получение переходного участка, который также равен длине полуволны, в виде конуса или экспоненты на прутках $d = 1,5-2,0$ мм затруднено при механической обработке из-за их недостаточной жесткости. Поэтому в качестве базового был принят ступенчатый стержневой волновод с круглым сечением и перепадом диаметров от 0,5 до 2,0 мм. При этом на длине каждого диаметра стержня укладывается целое число полуволен n (см. рис.).



Коэффициент усиления ступенчатых волноводов равен: $K = \frac{R_1^2}{R_o^2}$, где R_1 и R_o - радиусы широкого (входного) и узкого (выходного) торцов ступени волновода соответственно.

Принятая форма волновода позволяет усиливать продольные и крутильные колебания.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭКСТРУЗИОННЫХ ГОЛОВОК

А.Г. Квятинский

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.А. Таяновский*
Белорусский национальный технический университет

Вязко-эластичная характеристика расплава полимера и большое количество взаимосвязанных феноменов и ограничений делает изготовление экструзионного формующего очень сложной задачей, которая предъявляет высокие требования как к знаниям и опыту, так и к интуиции проектировщика и часто сопровождается несколькими неудачными попытками.

Поэтому ожидается значительная выгода от использования компьютерных инструментов расчета и анализа течения для решения этих задач. Однако, несмотря на наличие нескольких коммерческих программных продуктов для численного прогноза потока расплава полимера через фильеру, их применение требует от пользователя принятия решений по исправлению геометрии. Более того, известные автору коммерческие программы не включают в расчет все феномены системы фильера-калибратор. Например, есть возможность прогноза, учитывающего разбухание экструдата, но без учета его вытягивания и максимально допустимого дебаланса потока фильеры. В то же время эти программы из-за сложности подготовки геометрии к расчету и длительному времени самого расчета часто не удовлетворяют требованиям быстрого принятия решений на производстве. Полная автоматизация расчета экструзионного инструмента все еще остается недостигнутой, и цель данной работы - внести вклад в дальнейшее развитие автоматизации проектирования экструзионного инструмента.

Проектирование экструзионного инструмента - итеративный процесс, состоящий из нескольких основных этапов. Проектирование начинается с предварительного определения формы и размеров выходного сечения фильеры и продолжается по направлению к входу материала от экструдера в фильеру. Каждый шаг этого процесса соотносится с определенной геометрической зоной, соответственно называющихся: параллельной зоной (ПЛЗ), предпараллельной зоной (ППЛЗ), переходной зоной (ПЗ) и адаптером (А).

Алгоритм включает четыре основных этапа проектирования инструмента. На этапе 1, основываясь на аналитических зависимостях, определяется первая пробная геометрия ПЛЗ и ППЛЗ. С этой целью сечения ПЛЗ и ППЛЗ делятся на элементарные участки (ЭУ). Затем, принимая, что поток сбалансирован, сечение параллельной зоны итеративно определяется таким образом, чтобы учесть влияние феноменов системы фильера-калибратор, при

максимальной производительности фильеры, которая продиктована максимальным напряжением сдвига расплава $\tau_{крит}$ и/или максимально допустимым противодействием фильеры. Начальная пробная длина каждой элементарной секции затем рассчитывается таким образом, чтобы достичь желаемого баланса потока. Окончательно начальная геометрия канала создается с помощью предварительно определенной степени сжатия и угла сужения продиктованного максимально допустимым нормальным напряжением расплава $\sigma_{крит}$.

Этап 2 заключается в итеративном определении геометрии предпараллельной зоны, используя численное моделирование потока в ППЛЗ и ПЛЗ.

После достижения необходимого баланса потока сечение ПЛЗ проверяется численной симуляцией потока в предпараллельной, параллельной зонах и свободной поверхности (этап 3).

Окончательно на этапе 4 генерируется переходная зона и адаптер, после чего производится общая проверка.

Предлагаемая общая методология реологического проектирования профильного экструзионного инструмента включает в себя не только наиболее существенные феномены, но также некоторое практическое ноу-хау для гарантии достижимости реального результата. Предлагаемая структура пригодна для ее дальнейшего включения в автоматизированную систему оптимизации геометрии канала расплава.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОТОКА ЭКСТРУДИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА

А.Г. Квятинский

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.А. Таяновский*
Белорусский национальный технический университет

Проектирование экструзионного формующего инструмента включает в себя сложный аналитический расчет гидравлических сопротивлений участков фильеры, который, однако, не позволяет с достаточной точностью определить необходимую геометрию фильеры. Более того, при проектировании необходимо учитывать такие пост-экструзионные эффекты, как разбухание, вытягивание и нестабильность выхода экструдата, которые находятся в сложной системе взаимозависимости. Поэтому изготовление экструзионного формующего инструмента ведется в той или иной степени методом проб и ошибок, то есть проводятся многократные испытания с последующими многочасовыми ручными "доводками", стоимость которых составляет 10-50% от стоимости инструмента. Целью данной работы является поиск методологии экспериментальных исследований потока экструзионного материала, а также подбора оптимальных технологических режимов работы экструзионного оборудования.

Важнейшими условиями качественной работы экструзионного инструмента, улучшения которых добиваются в процессе его доводки, являются: 1) отсутствие застойных зон в фильере, 2) баланс скоростей выхода экструдата из фильеры, 3) соответствие толщины стенок профиля чертежу, 4) достижение требуемых геометрических размеров сечения, 5) отсутствие геометрических дефектов профиля, 6) отсутствие поверхностных дефектов профиля.

Алгоритм проведения испытаний включает в себя 4 этапа.

Этап 1 - "Балансирование скоростей выхода экструдата", заключающейся в визуальном наблюдении равномерности выхода материала из фильеры, а также – в построении эпюры отклонения толщин стенок и линейных весов элементарных участков сечения профиля от номинала. Далее в зависимости от толщины стенки и скорости элементарного участка, а также их соотношения производят его балансирование изменением высоты зазора фильеры или длины формующего канала. Также для многоручьевых инструментов возможна настройка с помощью локального изменения температуры на фильере. Затем испытания фильеры повторяют до достижения неравномерности отклонения веса элементарных участков до 5..20% для соответственно толстостенных (более 2 мм) и тонкостенных профилей.

Этап 2 - “Настройка пост-экструзионных эффектов”. Данный этап заключается в выборе оптимального положения калибратора относительно фильеры, обеспечивающего требуемые размеры сечения профиля и минимизацию утечек вакуумного разрежения. Также на этом этапе корректируются криволинейные поверхности в заходной части калибратора, обеспечивающие формирование сложных участков профиля, таких как пазы, шипы, канавки и т.д.

Этап 3 - “Настройка подвода вакуума”. На данном этапе выполняется настройка уровней вакуумного разрежения для элементарных участков формирующегося профиля. Цель данного этапа заключается в оптимизации нормальной силы между стенкой профиля и стенкой калибратора и, следовательно, в снижении тянущей силы. Также на данном этапе добиваются качественной глянцевой поверхности профиля.

Этап 4 - “Настройка охлаждения профиля”. Для несимметричных профилей и профилей с разной толщиной стенки выполняется регулировка потока охлаждающей жидкости для каждого элементарного участка.

Предлагаемая методика прошла практическую апробацию и успешно используется на производстве.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНОЙ МАШИНЫ

А.П. Мойсейков

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.А. Таяновский*
Белорусский национальный технический университет

При добыче калийных удобрений в Беларуси используются, в основном, зарубежные колесные погрузочно-доставочные машины, которые обеспечивают захват разрыхленной горной массы рабочим органом, ее подъем на некоторую высоту, транспортирование на расстояние откатки от 60 до 300 метров и перегрузку в другие транспортные средства или разгрузку на скребковые конвейеры в условиях ограниченных поперечных сечений выработок и полос для совершения маневров. В странах СНГ выпускаются пять моделей погрузочно-доставочных машин с ковшами емкостью 1; 1,5; 2,5; 4; 4,5; 6; и 8 м³. Они оснащаются дизельным приводом с двигателями мощностью от 66 до 200 кВт и имеют конструктивную массу от 5 до 28 тонн. Грузочно-доставочные машины имеют погрузочно-транспортный ковш, самозагружающийся за одно или несколько черпаний и служащий для транспортирования горной массы [1].

Однако используемые машины не создавались специально для калийных рудников, морально устарели, имеют низкие удельные показатели, требуют больших затрат на эксплуатацию и ремонт, не в полной мере соответствуют потребностям действующих в республике калийных шахт. Поэтому есть необходимость создания эффективной отечественной машины для работы на шахтах Старобинского месторождения. При этом, учитывая высокий автотракторный машиностроительный потенциал Беларуси, тенденции развития погрузочно-доставочных машин за рубежом, а также сравнительные технико-экономические показатели подобных машин с дизельным приводом и электроприводом, предпочтение следует отдать первому приводу.

Проведенный информационный поиск и анализ конструкций и рабочего процесса, опыта эксплуатации подобных машин на калийных рудниках Беларуси позволили уточнить требования к погрузочно-доставочной машине и сформулировать ее концепцию. В соответствии с ними машина должна разрабатываться как блочно-модульная двухосная шарнирно-сочлененная, с реверсивным постом управления движением с непрерывным регулированием скорости перемещения и набором быстросъемных рабочих органов и с емкостью ковша до 12 м³, с высокой степенью унификации с выпускаемой в Республике Беларусь автотракторной техникой, с антикоррозийной защитой и унифицированной двухступенчатой системой каталитической и жидкостной нейтрализации отработавших газов дизельного двигателя, а также с возможностью быстрого вычленения приводной и

исполнительной частей и замены модулей моторно-трансмиссионного двухпоточного агрегата полноприводной машины при ремонте.

Выбор проектных параметров проектируемой погрузочно-доставочной машины учитывает систему ограничений, накладываемых на проектные и режимные параметры машины спецификой условий эксплуатации в шахтных выработках и производится по критериям оценки рабочего процесса по важнейшим эксплуатационным свойствам, при решении задачи технической оптимизации проектируемой машины. В работе предложена методика выбора проектных параметров и разработана структурная схема и алгоритм функционирования автоматизированной подсистемы инженерного анализа и выбора ее параметров. Разработанная структура подсистемы инженерного анализа и выбора параметров погрузочно-доставочной машины является инвариантной по отношению к типу привода.

Литература

1. Кантович Л.И., Гетопанов В.Н. Горные машины.- М.: Недра, 1989. 304 с

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФОКОКСОВЫХ БРИКЕТОВ

И.П. Шинкевич

Научный руководитель – д.т.н., проф. ***Н.В. Кислов***
Белорусский национальный технический университет

Прогноз специалистов свидетельствует, что в течение 20–30 лет вагранки останутся в Республике Беларусь основным плавильным агрегатом при производстве отливок из чугуна. Топливом для вагранок служит литейный кокс, размеры кусков которого должны превышать 40 мм, а содержание мелочи – не более 6 %. Однако качество кокса, завозимого в основном из России, не всегда соответствует требованиям стандарта (содержание мелочи достигает 30 %). Реализация отсева кокса с размером частиц меньше 40 мм не увенчалась успехом из-за того, что при сгорании коксовой мелочи в котельных и бытовых печах происходит разрушение нагревательных устройств[1]. В связи с изложенным разработка технологии использования отходов кокса является актуальной.

Решение проблемы утилизации коксовой мелочи может быть осуществлено путем изготовления торфококсовых брикетов.

В результате экспериментов было установлено, что оптимальным является соотношение композиции из торфа и отходов кокса 70 и 30 % соответственно. При этом размеры брикета составляют 180 X 70 X 40 мм, его масса – 0,6 ÷ 0,7 кг, прочность 2,8 МПа. При использовании торфяной сушенки низинного торфа со степенью разложения 20 % теплотворная способность торфококсовых брикетов составила 16–17 МДж / кг.

В результате анализа данных, полученных при испытании торфококсовых брикетов в вагранке, установлено, что несмотря на достаточную прочность (2,8 МПа) из-за снижения теплотворной способности и пиролиза торфа он утратил связующую способность. В результате этого брикеты не достигли зоны горения, а ход плавки проходил неравномерно.

Одновременно были проведены испытания торфококсовых брикетов как топлива для бытовых отопительных котлов. Средние значения теплопроизводительности соответствовали показателям котла “Немига”, работающего на каменном угле.

Эффективность использования композиционных брикетов в бытовых печах и котлах была оценена по разнице стоимости тепловой энергии от сжигания торфяных и торфококсовых брикетов. Оказалось, что разница стоимости тепловой энергии 1 т торфококсовых брикетов и 1 т торфяных брикетов составляет 133,3 руб. Утилизация коксовой мелочи в республике позволяет получить значительный экономический эффект (306 000 тыс. руб.) и дополнительно загрузить производственные мощности торфобрикетных заводов, дооборудованных установками для получения торфоугольных брикетов.

Литература

1. Свидинович Н.А., Кислов Н.В., Бобров Ю.П. и др. Исследование и разработка процесса изготовления и использования торфококсовых брикетов при плавке чугуна в вагранке // Литье и металлургия. 2003. – № 2. С. 57–60.

КОЛЕСНЫЕ ТЯГАЧИ СЕМЕЙСТВА МЗКТ: РЕАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Н.В. Горейко

Научный руководитель – *Г.А. Басалай*

Белорусский национальный технический университет

Многие проблемы на транспорте тяжеловесного, крупногабаритного оборудования и массивных, неделимых грузов и при организации технологических процессов горной промышленности на удалении от транспортных и энергетических коммуникаций, решаются с использованием колесных тягачей семейства МЗКТ. Марка “*Волат*” за надежность и высокие эксплуатационные показатели машин известна как в Беларуси, так и во многих странах мира.

Минский завод колесных тягачей (МЗКТ) производит различные по конструктивно-компоновочным схемам колесные тягачи, автопоезда и специальные технологические машины на их базе, которые отличаются большой энерговооруженностью и грузоподъемностью, высокой проходимостью и надежностью в тяжелых климатических и дорожных условиях:

- Колесные шасси повышенной проходимости МЗКТ-652513 (колесная формула 6х6) и МЗКТ-79091 (к.ф. 8х8), шины с регулируемым давлением воздуха, предназначены для монтажа специального технологического оборудования массой 16 и 24 т.

- Специальный автомобиль МЗКТ-79097 (к.ф. 8х8) оснащен седельно-сцепным устройством с нагрузкой на нем 10,5 т, а также лебедкой с тяговым усилием до 500 кН, предназначен для перевозки грузов массой до 21 т на платформе длиной 8 м.

- Внедорожный автопоезд-плетевоз (79096+90011) грузоподъемностью 50 т - для перевозки труб диаметром (530-1420) мм и длиной до 36 м при строительстве трубопроводов.

- Автомобили-самосвалы (к.ф.-лы 6х6 и 8х4) для перевозки сыпучих и других стройматериалов, могут эксплуатироваться в карьерах, на всех видах дорог с заездом на стройплощадки: грузоподъемность 20 и 25 т, емкость платформы 12 и 16,5 м³.

- Автобетоносмеситель на базе шасси МЗКТ-69237 (к.ф. 8х4) с управляемыми колесами двух передних осей, способен транспортировать бетонные смеси объемом (8-10) м³ от РБУ на строительные площадки со скоростью при полной загрузке до 70 км/ч.

- Самосвальный автопоезд с двухсторонней разгрузкой платформ. Масса перевозимого груза на автомобиле и прицепом по 21 т; платформы унифицированы по 12,5 м³.

- Седельный тягач МЗКТ-692374 (к.ф. 8х4) обеспечивает перевозку крупногабаритных неделимых грузов с полезной нагрузкой на полуприцеп до 60 т и полной массе автопоезда 88 т по всем видам дорог со скоростью 65 км/ч.

- Автопоезда-тяжеловесы, состоящие из 4-осных, полноприводных тягачей с дизельными двигателями мощностью (360-480) кВт и полуприцепов, грузоподъемностью (50-70) т, предназначены для доставки тяжелой гусеничной техники (промышленные тракторы, бульдозеры, экскаваторы, проходческие комбайны, подъемные и транспортирующие установки) а также для перевозки крупногабаритных неделимых грузов.

- Большегрузный автопоезд лесовоз-сортиментовоз, включает автомобиль с грузовой платформой, оснащенный манипулятором, и 3-осный прицеп: общая длина – 20 м, массы перевозимого груза длиной по 8 м – (20+24) т.

- Автотопливозаправщик и автопоезд на его базе для перевозки нефтепродуктов: емкость цистерны-20 м³, время заполнения своим насосом 40 мин.

- Краны гидравлические на специальных шасси грузоподъемностью 50, 63, и 70 т. Грузовой момент – 150, 189 и 210 т·м; длина стрелы - (9,2-34,0) м, длина гуська – (9,5-22) м.

- Шасси 80072 (8x8) и 79191(12x12) с установками Бр-125 для бурения, обслуживания и капитального ремонта глубоких (до 2000 м) скважин.

Коллектив МЗКТ работает по государственному заказу, договорам с реальными заказчиками и по инициативной разработке для перспективных потребителей путем обширных НИР и ОКР в тесном сотрудничестве с ведущими отечественными и зарубежными профильными организациями и предприятиями.

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОЙ ВЫЕМКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.А. Хлебко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.А. Таяновский*
Белорусский национальный технический университет

В данной работе дан краткий обзор сырьевой и производственной базы калийной отрасли Беларуси. Приведены характеристики и строение разрабатываемых пластов, а также схемы их выемки по валовой и селективной технологиям [1].

Выполнен обзор опробованных при разработке месторождения способов селективной выемки. Описаны технологические схемы и оборудование, получившие промышленное применение на калийных рудниках. Отмечены преимущества селективной выемки применительно к разработке Старобинского месторождения [2].

Даны рекомендации по расширению области применения селективной выемки на калийных рудниках и совершенствованию технологических схем и оборудования.

Литература

1. Морев А.Б., Калугин П.А. Горные машины фирмы “АЙКХОФФ” на калийных рудниках Беларуси. – Мн.: Выш. школа, 1998.
2. Смычник А.Д., Морев А.Б. Технология и механизация горных работ на калийных рудниках Беларуси. – Мн.: Выш. школа, 2002.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ДВИЖУЩЕГОСЯ ТОРФЯНОГО ПОТОКА

А.В. Мощин

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.Г. Горбутович*
Белорусский национальный технический университет

Для определения влажности исходного сырья поступающего в сушилки торфобрикетного завода используют сверхвысокочастотный влагомер фрезерного торфа.

Влагомер состоит из двух отдельных блоков – приемно-передающего и управляюще-регулирующего.

Приемо-передающий блок, включает в себя генератор, ферритовый вентиль, детекторную секцию и первичный преобразователь.

Блок управления и регистрации состоит из блока питания, усилителя и управляющего микропроцессора, смонтированных в едином корпусе.

Схема прибора позволяет реализовать два наиболее распространенных в СВЧ влагометрии метода измерения – метод поглощения при толщине слоя торфа до 0,06 м и метод отражения при толщине слоя свыше 0,08 м.

Приемо-передающий комплекс в зависимости от метода измерения имеет различные первичные преобразователи – в первом случае в виде двух пирамидальных рупорных антенн, а во втором – одной приемно-передающей рупорной антенны и направленного ответвителя.

Сигнал (рис.1а) от генератора 1 через вентиль 2 поступает на передающую

антенну 3. Радиоволны, проходя через торф 4, поглощаются и, ослабленные, поступают в приемную антенну 5 далее на детектор 6, где выделяется сигнал низкой частоты. Во втором случае (рис.1б) сигнал проходит от генератора 1 через вентиль 2 и направленный ответвитель 3 к антенне 4. Энергия, излучаемая антенной, частично поглощается влажным торфом 5, а частично возвращается обратно в антенну с отраженной волной и по направленному ответвителю поступает к детектору 6, где, как и в первом случае, выделяется низкочастотная составляющая.

Выделенный на детекторе сигнал, пропорциональный влажности, поступает на усилитель, а затем на управляющий микропроцессор, имеющий аналогово-цифровой преобразователь. обработка поступающей информации осуществляется по соответствующей программе.

Программным обеспечением может быть предусмотрено выделение на индикацию текущего значения абсолютной или относительной влажности или среднего из заданного количества измерений текущих значений влажности.

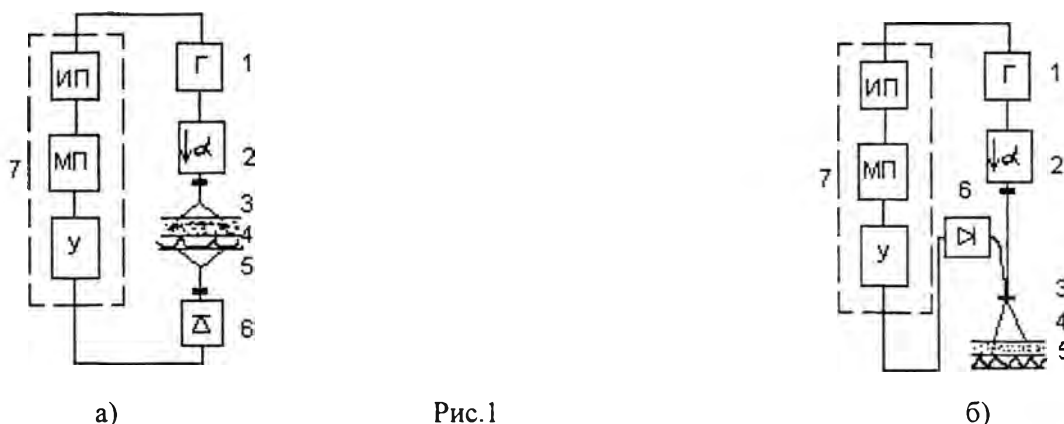


Рис.1

а) 1.Генератор; 2.Вентиль; 3.Антенна передающая; 4.Объект измерения; 5.Антенна приемная; 6.Детектор; 7.Управляющий комплекс (ИП–источник питания, МП–управляющий микропроцессор, У–усилитель).

б) 1.Генератор; 2.Вентиль; 3.Направленный ответвитель; 4.Антенна; 5. Объект измерения; 6.Детектор; 7.Управляющий комплекс (ИП–источник питания, МП–управляющий микропроцессор, У–усилитель).

ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВ С РЕГУЛИРУЕМЫМ ТЕПЛООБМЕНОМ НА ОСНОВЕ БАРБОТАЖНЫХ ПРОЦЕССОВ В МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

М.В. Ковалёв

Научные руководители – д.ф.-м.н., профессор *В.Г. Баишовой*,
к.ф.-м.н., доцент *А.Г. Рекс*

Белорусский национальный технический университет

Давно известно, что барботажные процессы оказывают значительное влияние на интенсификацию теплообмена в жидкостях. Одной из основных проблем при проведении барботажных процессов является создание эффективного механизма генерации пузырей заданного объема и прецизионного управления траекторией их движения. Одним из нестандартных решений этой проблемы является использование в теплообменных установках так называемых “интеллектуальных” материалов и, в частности, магнитных жидкостей. При этом открываются широкие возможности изменения свойств газожидкостных систем при помощи магнитных полей.

С целью построения теории пузырькового теплообмена в магнитных жидкостях в научно-исследовательской лаборатории “Термомеханика магнитных жидкостей” кафедры ЮНЕСКО

“Энергосбережение и возобновляемые источники энергии” был проведен ряд экспериментов, направленных на определение закономерностей отрыва пузыря газа в магнитожидкостной среде под влиянием однородных и неоднородных магнитных полей различной величины.

В ходе проведения эксперимента было установлено, что увеличение однородного горизонтального магнитного поля ведет к значительному уменьшению объема одиночного пузыря в момент отрыва. При исследовании поведения пузыря в неоднородных магнитных полях было выяснено, что увеличение градиента напряженности горизонтального магнитного поля в направлении нормали к полю также приводит к значительному уменьшению объема отрыва. Проведенные исследования позволяют говорить о возможности регулирования магнитным полем поверхности контакта газа и жидкости при проведении барботажа за счет изменения диаметра пузырей и их количества при фиксированном расходе газа.

Одной из ближайших задач, стоящих перед нашей лабораторией, является изучение влияния магнитных полей на траектории и скорости движения одиночных пузырей, а также их совокупностей. Нами была создана оригинальная установка и получен ряд экспериментальных данных, позволяющих утверждать о тесной связи вышеуказанных исследуемых величин с параметрами приложенного магнитного поля.

Построение гидродинамической теории газожидкостных систем с магнитной жидкостью является предпосылкой создания устройств с гибкой системой регулирования теплообменных параметров, которые несомненно будут востребованы в энергетике, металлургии, машиностроении и в иных самых различных отраслях народного хозяйства нашей страны.

СТАТИКА И ДИНАМИКА СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ В КАПИЛЛЯРАХ

П.П. Кузир

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *В.Г. Баитовой*
Белорусский национальный технический университет

Цель работы – установление закономерностей влияния однородного магнитного поля на поведение свободной поверхности магнитной жидкости в капиллярах.

Методология теоретических исследований базируется на модели квазиравновесной намагниченности магнитных жидкостей [1]. Для экспериментального исследования свободной поверхности магнитной жидкости в капиллярах использованы стандартные методики эксперимента, усовершенствованные таким образом, чтобы минимизировать искажения магнитного поля в магнитной жидкости.

Установлено, что под действием однородного магнитного поля, продольного к оси цилиндрического капилляра, мениск магнитной жидкости удлиняется. Форма мениска близка к эллипсоидальной в слабых полях и стремится к конической в сильных полях, причем предельное значение удлинения определяется высотой конуса с углом $|\pi/2 - \gamma|$ при основании, где γ - краевой угол. Установлены закономерности влияния однородного магнитного поля на перепад давления в магнитной жидкости в капилляре. В продольном магнитном поле перепад давления в магнитной жидкости, полностью смачивающей или полностью не смачивающей капилляр, возрастает на 10% в слабых магнитных полях и снижается в два раза в сильных полях. В поперечном поле перепад давления также снижается на 15%.

Теоретически обнаружены особенности поведения ограниченных объемов магнитной жидкости в капиллярах в продольном магнитном поле: объем жидкости, не смачивающей капилляр, преобразуется в свободную каплю, а смачивающей жидкости – в пленку на стенке капилляра, причем критическое значение магнитного поля, соответствующее данным переходам, линейно возрастает с ростом начального продольного размера объема. При краевых углах γ , отличных от 180° , переход к свободной капле имеет гистерезисный характер.

Исследованы два механизма влияния внешнего однородного магнитного поля на высоту поднятия магнитной жидкости в цилиндрический капилляр, связанные 1) с изменением перепада давления в магнитной жидкости в капилляре и 2) с возникновением разности

давлений в магнитной жидкости в капилляре и резервуаре. Второй механизм определяется формой объема жидкости в резервуаре. Если резервуар имеет такую форму, что магнитное поле в магнитной жидкости в резервуаре касательно к поверхности жидкости и равно полю в объеме жидкости в капилляре, то высота капиллярного поднятия определяется только первым механизмом. При произвольной форме резервуара действуют оба механизма, причем в случае поднятия в капилляр из плоского тонкого слоя жидкости, налитой в резервуар, второй механизм оказывает преобладающее влияние. В данном случае высота поднятия увеличивается в продольном поле и снижается в поперечном поле пропорционально квадрату напряженности магнитного поля.

Экспериментально установлено, что время заполнения горизонтальных капилляров магнитной жидкостью снижается на 15% в продольном магнитном поле и возрастает в 1,5 раза в поперечном поле в экспериментально исследованном диапазоне параметров. Характерное время заполнения вертикальных капилляров возрастает на 25% в продольном поле и возрастает на 75% в поперечном поле. Влияние поля на динамику капиллярного проникновения магнитной жидкости связано с изменением перепада давления в жидкости, под действием которого она устремляется в капилляр.

Литература

1. Розенцвейг Р. Феррогидродинамика. – М.: Мир, 1989. – 360 с.

ФИЛЬТРАЦИЯ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ СУСПЕНЗИЙ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

П.П. Кужир

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор *В.Г. Баишовой*
Белорусский национальный технический университет

Цель работы – установление закономерностей влияния однородного магнитного поля на течение магнитореологических суспензий (МРС) в пористых средах.

Методология теоретических исследований базируется на модели цепочечных агрегатов МРС [1]. Для экспериментального исследования напорных течений МРС использовались методы капиллярной реометрии.

Экспериментально установлено, что течение МРС в капиллярно-пористой среде в присутствии однородного магнитного поля подчиняется закону фильтрации Дарси с предельным градиентом. Развита модель течения МРС в капиллярно-пористых средах, учитывающая случайные распределения направлений локальных скоростей потока. На основе данной модели произведено усреднение реологических характеристик МРС по случайной ориентации локальных потоков. Установлено, что усредненный динамический предел текучести МРС $\langle \tau_B \rangle$ (равно, как и предельный градиент давления) монотонно возрастает по мере изменения угла между силовыми линиями поля и скоростью фильтрации от 0 до $\pi/2$. Разница между наибольшим и наименьшим значением $\langle \tau_B \rangle$ убывает с ростом извилистости среды ξ и асимптотически стремится к нулю при $\xi \rightarrow \infty$. Теоретические зависимости предельного градиента давления от напряженности внешнего магнитного поля согласуются с экспериментальными зависимостями, полученными для магнитного поля, продольного к течению, в пределах 4%-й погрешности.

В капиллярно-пористой среде, заполненной намагниченной суспензией имеют место размагничивающие эффекты. При заданном значении внешнего поля H_0 , магнитное поле $\langle H \rangle$, усредненное по объему МРС, принимает большие значения в пористой среде с более сильными магнитными свойствами. Это приводит к тому, что усредненный динамический предел текучести МРС (предельный градиент давления) в магнитной пористой насадке превышает предел текучести (предельный градиент давления) в немагнитной насадке.

Полученные результаты составляют теоретическую базу для оптимизации магнитоуправляемых гидравлических сопротивлений. Для повышения эффективности работы этих устройств рекомендуется использовать пористые насадки из магнитномягкого материала с

максимально возможной начальной магнитной проницаемостью. Для гранулированных насадок наиболее эффективными являются засыпки магнитных гранул, имеющих форму коротких цилиндров с отношением длины к диаметру, равным 0,5, так как эти пористые образцы обеспечивают наиболее широкий диапазон регулировки давления.

Литература

1. Martin J.E., Anderson R.A. Chain model of electrorheology // J. Chem. Phys. – 1996. – Vol. 104, No. 12. – P. 4814 – 4848.

СОЗДАНИЕ WEB-САЙТА КАФЕДРЫ “ЭВИИЭ”

П.А. Махнач, А.Л. Ковалевский

Научный руководитель – *С.Г. Погирницкая*

Белорусский национальный технический университет

Не секрет, что информация играет огромную роль в нашем обществе, и очень важно, чтобы любой человек смог воспользоваться ей в удобное для себя время. Одним из наиболее оптимальных вариантов представляется широкое использование так называемых Интернет-технологий и, в первую очередь, WEB-технологий, основанных на языке HTML, т.е. создание Web-страниц. Этот вариант можно рассматривать, как наиболее правильное решение поставленной перед нами задачи, а именно:

- предоставить актуальную информацию о кафедре, истории её создания, коллективе;
- предоставить доступ всех желающих к учебным материалам (методические материалы, конспекты лекций, задания курсовых работ и т.д.);
- разместить в удобном виде информацию для абитуриентов;
- рассказать о научной работе, проводимой сотрудниками кафедры.

Рассмотрим основные преимущества данного подхода:

- *Удобство доступа к информации.*

Студент может в любое удобное для него время и с любого подключенного к сети Internet компьютера ознакомиться с интересующими его вопросами. Для работы с Web-страницами достаточно простейших навыков пользования персональным компьютером.

- *Наглядность информации.*

Текст легко может быть проиллюстрирован рисунками и фотографиями. Подбрав удачную цветовую схему и используя различные спецэффекты, можно выделить ключевые фразы и положения. Используя звуковые и видео вставки, можно заметно оживить восприятие материала.

- *Четкая структурированность представленной информации и удобство поиска.*

Материал разбивается на несколько частей, к каждой из которой может быть организован удобный доступ. Кроме того, возможно создание поисковой системы по ключевым словам или другому признаку.

- *Лёгкость внесения изменений.*

Информация считается наиболее “скоропортящимся” продуктом человеческой деятельности, поэтому немаловажно иметь возможность в любой момент внести необходимые изменения в документ, не затрачивая для этого значительных ресурсов.

- *Лёгкость и быстрота тиражирования.*

Копирование такого электронного пособия может осуществляться непосредственно из Интернета, а копия может быть послана по электронной почте или записана на лазерный диск или дискеты. Все эти способы практически не требуют финансовых затрат.

ЭКОЛОГИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ: ВЫБРОСЫ ИЗ АЭС И РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ, ВОЗДЕЙСТВИЕ АЭС В НЕАВАРИЙНОМ РЕЖИМЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ПОСЛЕДСТВИЯ ЯДЕРНЫХ АВАРИЙ

А.Н. Питкевич, Э.В. Щербак

Научный руководитель – *Т.А. Реут*

Белорусский национальный технический университет

В данной работе рассматриваются такие проблемы как проблемы выбросов из АЭС и радиоактивных отходов, их утилизации и хранения .

Даже в случае абсолютной надежности и безаварийности работы любой АЭС, по существующим международным стандартам допускаются «лицензированные», то есть разрешенные газообразные и аэрозольные выбросы радионуклидов из действующей АЭС.

Так, в процессе эксплуатации 400 АЭС на протяжении 25 лет своей работы имеют право выбросить и выбрасывают цезия-137 (одного из наиболее опасных радионуклидов!) в 16 раз больше» чем было выброшено в результате чернобыльской аварии.

Если топливные композиции, загружаемые в обычный энергетический реактор, практически безопасны для окружающих, то после отработки в реакторе они становятся смертельно радиоактивными.

Делаются некоторые прогнозы на ближайшее будущее об обострении проблемы утилизации радиоактивных отходов.

Приводятся данные о влиянии некоторых радиоактивных веществ на биосферу, атмосферу, почву, климат Земли.

Также затрагивается проблема, создаваемая атомной электростанцией в период её «безаварийной» работы и как пример приводится воздействие Чернобыльской атомной электростанции в неаварийном режиме на окружающую среду.

Не остались и без внимания последствия ядерных аварий, их влияние на человека

Литература

1. Ермашкевич В.Н., Смоляр И.Н. Атомная энергетика: аргументы за и против./Мн.,2000г.
2. Баланчевидзе В.И., Барановский А.Н., Блинкин В.Л. и др. Энергетика сегодня и завтра./ Под редакцией Дьякова А.Ф.- М. 1990 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТОКСИЧНОГО КЛЕЕВОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ОБЛИЦОВЫВАНИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.В. Смертин

Научный руководитель – *Л.Ю. Дубовская*

Белорусский государственный технологический университет

Благодаря операции облицовывания создается облагороженная поверхность, повышается прочность и формоустойчивость деталей, создается защитное покрытие от выделения токсических веществ при облицовывании древесностружечных плит.

Качество склеивания оценивается по внешнему виду и прочности приклеивания облицовок к основе. Нормативно-техническая документация на изделия из древесины устанавливает нормативную прочность склеивания. Оценка прочности склеивания производится по ГОСТ 15867 путем определения прочности клеевого соединения на неравномерный отрыв.

В настоящее время наиболее широкое применение получили лабораторные испытания. Эти методы имеют экономические и технические преимущества по сравнению с другими, благодаря чему получили широкое распространение.

Облицовывание пластей щитовых заготовок производят, как правило, горячим способом с использованием синтетических клеев на основе карбамидоформальдегидных смол. Эти клеи

являются токсичными и экологически опасными.

Ранее уже проводились эксперименты по использованию жидкого стекла и эрклеза в качестве связующего для получения композиционного материала на основе древесных опилок. Было решено использовать также жидкое стекло и эрклез в качестве клея при облицовывании конструкционных материалов натуральным шпоном.

При проведении поисковых исследований были разработаны технологические режимы облицовывания. В качестве основы была выбрана древесностружечная плита марки П-А как наиболее широко используемая в мебельной промышленности. В качестве облицовки – шпон лущеный толщиной 0,8 мм. Расход клея менялся с целью установления зависимости влияния расхода жидкого стекла на прочность склеивания облицовки с основой.

В результате эксперимента была установлена возможность использования клеевого материала на основе жидкого стекла и эрклеза для облицовывания конструкционных материалов шпоном, определено оптимальное соотношение компонентов клея, зависимость влияния толщины клеевого слоя на прочность облицовывания и даны рекомендации по расходу и применению клея на основе жидкого стекла и эрклеза для облицовывания ДСтП.

Литература

1. Буглай Б.М., Гончаров Н.А. Технология производства изделий из древесины. – М.: Лесная промышленность, 1985. – 408 с.
2. Барташевич А.А., Богомазов В.В. Технология производства изделий из древесины. – Мн.: Высшая школа, 1995. – 364 с.
3. Барташевич А.А., Бахар Л.М. Материаловедение. – Мн.: Технопринт, 2002. – 261 с.
4. Кондратьев В.П., Доронин Ю.Г. Водостойкие клеи в деревообработке. – М.: Лесная промышленность, 1998. – 212 с.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПАРКЕТНЫХ ПОКРЫТИЙ СЛОЖНОГО РИСУНКА

М.О. Игнатович

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Л.В. Игнатович*
Белорусский государственный технологический университет

В жилищно-гражданском строительстве одним из актуальных вопросов является устройство полов. Несмотря на интенсивное развитие производства различных синтетических материалов, полы из древесины находят широкое применение. Оттого как качественно и из какого материала выполнен пол зависит внутреннее убранство помещения. Он не только украшает, но и является важным конструктивным элементом, имеющим необходимую прочность, долговечность, формоизменяемость, влагостойкость, звукопоглощение, теплоизоляцию.

Актуальной задачей в настоящее время является полы и разработка новых технологических решений в производстве паркетных покрытий, дающих возможность значительно уменьшить трудозатраты по формированию паркетных покрытий сложного рисунка и применение дорогостоящей древесины.

Более рациональным на наш взгляд с точки зрения материалоемкости являются паркетные щиты с лицевым слоем 4-6 мм. Это дает возможность получить из высококачественной древесины вместо 1 м² штучного паркета 3 м² лицевого слоя щитового паркета. Однако значительная доля ручного труда при формировании лицевого слоя щитового паркета сложного рисунка, отсутствие отечественного оборудования для механизации набора лицевого слоя, сдерживает рост должного производства [1, 2].

Решить задачу механизированного набора лицевого покрытия сложного рисунка с применением планок одной конфигурации можно путем раскладывания сложного рисунка паркетного покрытия на один или несколько унифицированных элементов (щитов). Простейшим элементом может быть щит в виде квадрата с планками лицевого слоя, расположенными под углом 45°, набранными поочередно из разных пород древесины.

Суть способа механизированного набора слоев паркетного щита заключается в конструкции специально разработанного станка. Работа которого состоит в следующем: планки лицевого слоя с предварительно нанесенным на одну кромку клеевым составом на основе карбамидоформальдегидной смолы, в зависимости от конфигурации рисунка загружаются в питатель станка и сплавиваются в непрерывную ленту. Склеенные таким образом планки, отрезаются поперечной пилой по размеру паркетного щита.

Таким образом, используя данный способ изготовления паркетных щитов, можно обеспечить непрерывный процесс изготовления его слоев и получения паркетных покрытий со сложным рисунком и, как следствие, повышение производительности труда и качества продукции.

Годовой экономический эффект от внедрения станка в производство может составить примерно 28000000 белорусских рублей.

Литература

1. Таранов В.Д., Игнатович Л.В. Автоматическая линия набора лицевого слоя паркетных покрытий // Механическая обработка древесины. – М. 1988-с.5-6.

2. А.с. N1368172 СССР, МКИ В 27М. Способ изготовления облицованного покрытия паркета / Игнатович Л.В., Лежень В.И., Шутов Г.М., Таранов В.Д.

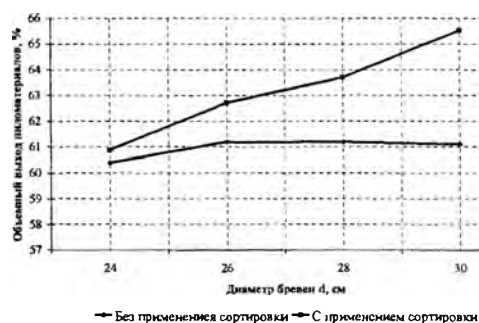
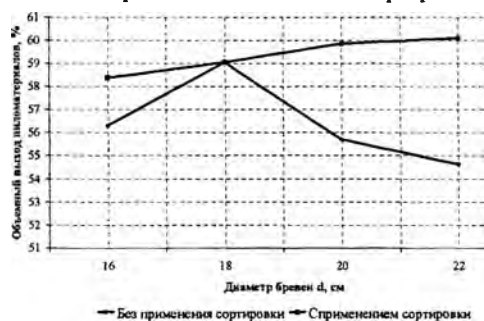
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И РАСКРОЯ БРЕВЕН

Д.Л. Рапинчук

Научный руководитель – к.т.н., доцент. *А.А. Янушкевич*
Белорусский государственный технологический университет

На лесопильные предприятия поступает сырье без необходимого сортирования по размерам и качеству. Чтобы обеспечить рациональное использование древесины и производительность лесопильного цеха, необходимо распиливать бревна, предварительно рассортированные по размерам, породам и качеству. При отклонении фактического диаметра бревна от рассчитываемого на ± 6 см потери объемного выхода обрезных пиломатериалов складываются 11% [1]. Кроме того, при распиловке бревен, не точно подобранных по диаметрам, снижается производительность лесорам до 5% из-за того, что не выдерживаются заданные режимы резания.

По заданию кафедры и просьбе ОАО «Борисовский ДОК» в период преддипломной практики были проведены экспериментальные исследования в производственных условиях по установлению размеров бревен, распиливаемых на лесораме по одному поставу. Наблюдения проводились для диаметров бревен от 16 до 30 см. Оказалось, что 8 четных диаметров бревен распиливают по двум поставам. Далее были составлены и рассчитаны оптимальные поставки на распиловку каждого четного диаметра бревен с учетом той же спецификации. Результаты расчетов представлены в виде графиков.



Анализ результатов показывает, что спецификационный выход пиломатериалов при распиливании сортированных по диаметру бревен увеличивается примерно до 5 %, что подтверждает необходимость сортирования бревен перед распиловкой. По итогам полученных результатов были проведены расчеты дополнительного количества пиломатериалов, которое

можно получить при правильной подготовке сырья перед распиловкой, дополнительное количество пиломатериалов составляет 46,8 м³ на 1000 м³ производимых досок. причем, необходимо отметить, что это дополнительное количество пиломатериалов получается из того же объема сырья. тем самым достигается рациональное его использование.

Диаметр бревна, см	Объем бревна, м ³	Доля бревен данного диаметра в общем объеме, %	Объем досок по оптимально му поставу, м ³	Объем досок по фактическо му поставу, м ³	Дополнительное количество досок из одного бревна, м ³	Дополнительное количество досок на 1000 м ³ пиломатериалов, м ³
16	0,095	1,03	0,05544	0,05348	0,00196	0,3450
18	0,12	9,60	0,07080	0,07080	0	0
20	0,147	20,55	0,08798	0,08185	0,00613	13,921
22	0,178	18,45	0,10694	0,09721	0,00974	16,402
24	0,21	15,81	0,12781	0,12680	0,00101	1,2352
26	0,25	14,60	0,15675	0,15292	0,00383	3,6347
28	0,29	10,05	0,18473	0,17739	0,00734	4,1324
30	0,33	9,91	0,21622	0,20160	0,01462	7,1341
всего						46,8

Литература

1. Янушкевич А.А. Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств. – Мн.: Высш. шк., 1997. – 291с.

ЩИТЫ ОБЛЕГЧЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ В ЖИЛИЩНО-ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И МЕБЕЛИ

С.С. Жёлтиков, Н.Н. Коледа

Научный руководитель – к.т.н, доцент *Л.В. Игнатович*
Белорусский государственный технологический университет

Проведение исследований по повышению конкурентоспособности любой продукции, в частности изделий из древесины, реально следует начинать с анализа проблем производства, рассмотрения ситуации, сложившейся в отрасли. Так, за последнее десятилетие производство мебели в РБ в сопоставляемых ценах уменьшилось в 3,2 раза. Произошло перераспределение категорий основных производителей мебели и удельного веса их в общем объеме производства мебели по РБ с 1990 года сократился с 60 до 48%, а в общем объеме лесопромышленной продукции уменьшился с 16 до 2%. Использование производственных мощностей ведущих мебельных предприятий отрасли составляет 25–35%.

При данном состоянии, сокращение производства мебели на предприятиях обусловлено тем, что прекратились централизованные поставки различных комплектующих элементов мебели, производство черновых заготовок и фанеры. Мебельные предприятия стали испытывать острую нехватку качественного древесного сырья, внутренние цены которого уравнились с экспортными. При этом новая генерация мебельщиков возникла на сырьевой базе прежней промышленности, частично утратившей прежние мощности и нуждающейся в серьезном техническом перевооружении и уже сейчас сталкивающейся с определенными проблемами в области материального обеспечения, где естественными и определяющими принципами любого базового производства являются доступность материала и простота.

Увеличение производства может так же осуществить за счет использования современных конструкционных материалов, например пустотелых изделий, которые к сожалению отсутствуют у наших производителей. Немаловажно также, что подобное производство может возникать везде, где есть хотя бы минимальные условия, сырьё, деньги рабочая сила.

Анализ производства мебели из ДСтП, облицованной строгаными шпоном, традиционно выпускаемая нашими ведущими предприятиями, говорит о неспособности ее конкурировать с импортной мебелью и мебелью изготовленной с использованием плит средней плотности

(MDF) и профильных деталей, облицованных в мембранных прессах. Она не эстетична, попытки улучшения качества этой мебели путём применения импортных материалов приводят больше к возрастанию её себестоимости, чем к улучшению потребительских свойств.

В настоящее время в мировой практике заметен рост поиска и разработки новых конструкционных материалов и технологических решений в производстве мебельных и строительных деталей. Одним из направлений решения данной задачи является производство утолщённых пустотелых плитных материалов облегчённой конструкции. Щиты облегчённой конструкции состоят из трёх основных частей: рамы (брусков) из отходов лиственных или хвойных пород древесины шириной 35–50 мм; наполнителя, изготовленного из плотной бумаги склеенной специальным образом или картона в виде шестигранных ячеек, напоминающих пчелиные соты; облицовочного слоя из шпона, ДВП, фанеры, пластика и др., толщиной от 2 мм. Размеры щитов – не ограничены. Щиты можно изготавливать криволинейной конструкции, а также сложной пространственной, что позволяет использовать их в разнообразных изделиях

Данный конструкционный материал позволяет уменьшить материалоемкость изделия, облегчить их конструкцию, снизить себестоимость. Себестоимость Щита облегчённой конструкции на 35% ниже себестоимости древесностружечных плит, на 30% - плит MDF и на 20% – мебельно-клееных изделий.

Литература

1. Барташевич А.А., Богомазов В.В. Технология изделий из древесины. – Мн.: Высшая школа, 1995.
2. Буйвидович Ф.В. Технология столярно-плотничьих и паркетных работ. – Мн.: Высшая школа, 2000.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО НАТУРАЛЬНОГО ШПОНА ДЛЯ ОБЛИЦОВЫВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ

И.Г. Федосенко

Научный руководитель – к.т.н., доцент. *Л.В. Игнатович*
Белорусский государственный технологический университет

Целью исследования явилось показать преимущества данного способа формирования криволинейных поверхностей, определить оптимальные параметры их облицовывания (режимы бездефектного приклеивания шпона, минимально-допустимые радиусы кривизны облицовываемой поверхности).

В работе использованы методы исследования: 1) Определение коэффициента трения скольжения облицовки по основе; 2) Определение предельно допустимых соотношений толщины шпона к радиусу кривизны, облицовываемой поверхности; 3) Определение предела прочности на неравномерный отрыв (ГОСТ 1586).

Разработан способ облицовывания фигурных поверхностей натуральным шпоном, имеющим заданную степень пластификации, позволяющий получить элементы более сложных форм по сравнению с существующими.

Аналитически получена зависимость оптимальной равномерно распределенной нагрузки на профильную поверхность, необходимой для качественного её облицовывания:

$$q=2E_0bh^3/(3R_0(L-PIR_0\alpha/180)) \quad (1)$$

где E_0 – модуль упругости полоски шпона, Н/см²; b – ширина полоски шпона, см; h – толщина шпона, см; R_0 – радиус изгиба шаблона, см; L – длина полоски, см; α – угол изгиба, град;

Для расчета оптимальной равномерно распределенной нагрузки на облицовываемую поверхность, применив теорию «Общие уравнения изгиба тонких пластин», экспериментальным путем были определены значения коэффициентов трения скольжения облицовки по основе с нанесенным карбамидно-формальдегидным клеем. При скольжении облицовки вдоль волокон он составил 0,289, поперек – 0,258. При вязкости клея КФ-Ж по вискозиметру ВЗ-4 равной 0,5 мин коэффициент трения составил 0,315, при вязкости 1,5 мин –

0,31, при 2,5 мин – 0,298, что соответствует нормативным данным.

Аналитически определено допустимое отношения толщины шпона к радиусу изгиба:

$$h/R = (\epsilon_{рас} + \epsilon_{сж}) / (1 - \epsilon_{сж}). \quad (2)$$

где h – толщина шпона; R – радиус изгиба шпона; $\epsilon_{рас}$ и $\epsilon_{сж}$ – относительное удлинение образца облицовки растянутой и сжатой частей соответственно.

Получены возможные значения h/R : для шпона древесины бука это отношение 1/2,5, для дуба – 1/4, для березы – 1/5,7, для ели – 1/10, для сосны – 1/11.

Шпон приклеивали к поверхности в механическом прессе с применением вакуумной рамки клеями на основе карбамидно-формальдегидных смол, ПВА-Д при различных условиях влажности и температуры. Качество облицовывания проверяли испытанием на определение предела прочности на неравномерный отрыв.

Изучено влияние состояния шпона, радиусов кривизны основы, процесса облицовывания, а также применяемого оборудования на качество облицовывания. Установлены оптимальные параметры режимов бездефектного приклеивания шпона и минимально допустимых радиусов кривизны облицовываемой поверхности, а также разработан способ облицовывания фигурных поверхностей натуральным шпоном с заданной степенью пластификации, позволяющий получить элементы более сложных форм, по сравнению с существующими.

Литература

1. Буглай Б. М., Гончаров Н. А. Технология изделий из древесины. – М.: Лесная промышленность, 1985.

2. Справочник мебельщика. Конструкции и функциональные размеры. Материалы и технология производства. – М.: Лесная промышленность, 1985.

ОТХОДЫ В КАЧЕСТВЕ ОТВЕРДИТЕЛЯ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ КЛЕЁВ

О.В. Котова

Научный руководитель – *Л.М. Бахар*

Белорусский государственный технологический университет

В работе представлены результаты исследований возможности использования шлама от очистки природных вод в качестве отвердителя карбамидоформальдегидных клеев.

Шлам образуется в больших количествах при очистке природных вод от растворенных в них веществ и загрязнений с помощью минерального коагулянта – сернокислого алюминия. Массовое содержание сернокислого алюминия в шламе, только что извлечённом из отстойников водопроводных станций, составляет 1,5 % – 3 %.

Шлам представляет собой мелкодисперсное вещество серого цвета, имеющего влажность 95,0 – 99,7%, водородный показатель рН 3,7 – 4,2, вязкость 0,2 Па·с. Шлам – сложная многокомпонентная пространственная система с сильно развитой поверхностью, объединяющая в единое целое большой комплекс веществ, различающихся по происхождению, качеству и свойствам. Основные компоненты шлама – продукты гидролиза химических реагентов в сочетании с минеральными и органическими веществами.

Клеевую композицию, содержащую в качестве отвердителя шлам, использовали для внутреннего слоя древесностружечных плит, а также при изготовлении фанеры.

Для приготовления клея в карбамидоформальдегидные смолы вводили расчётное количество шлама и воды. Расход клея для внутреннего слоя древесностружечных плит составил 10 % по сухим веществам, а при изготовлении фанеры – 120 г/м². Шлам можно вводить как совместно с клеевой композицией, так и отдельно.

В ходе исследований были изучены физико-химические свойства клеев. Анализ результатов исследований показал, что введение в карбамидоформальдегидный клей шлама вместо сернокислого алюминия обеспечивает возрастание жизнеспособности клея в 1,3 раза. При этом наблюдается небольшое снижение продолжительности отверждения клеев.

Были изготовлены древесностружечные плиты толщиной 19 мм и фанера по

отработанным, в ходе исследований, технологическим режимам и проведены испытания физико-механических свойств.

Установлено, что оптимальная величина массового содержания шлама в клеевой композиции (которая обеспечивает наилучшее склеивание древесностружечных плит или фанеры) для древесностружечных плит составляет 7,6 – 10,8, а для фанеры, 5,0 – 7,0 %.

Использование в качестве отвердителя клея шлама вместо серноокислого алюминия позволяет сократить продолжительность прессования в производстве древесностружечных плит в 1,2 – 1,3 раза, а при изготовлении фанеры в 1,07 – 1,3 раза:

Введённый в смолу шлам изменяет её структуру и способствует образованию большего числа связей между макромолекулами, что приводит к углублению процесса поликонденсации клея.

При замене серноокислого алюминия шламом улучшаются адгезионные свойства клея, что позволяет уменьшить расход клея на 7 – 16 %. При этом прочность материала несколько увеличивается: при растяжении перпендикулярно пласти плиты – 1,5 раза; при статическом изгибе – в 1,05 раза; прочность клеевого соединения возрастает в 1,15 – 1,2 раза.

Утилизация шлама от очистки природных вод (который в настоящее время является отходом) также способствует охране окружающей среды.

Литература

1. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. Обзорная информ. – М.: 1987. – Вып. 7. – С. 12.

2. Эльберт А.А. Химическая технология древесностружечных плит – М.: Лесная промышленность. 1984 – 222 с.

ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИИ СТОЛЯРНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАГРУЗОК И ВОЗДЕЙСТВИЙ ПОСРЕДСТВОМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.С. Пардаев

Научный руководитель – к.т.н. *С.П. Трофимов*

Белорусский государственный технологический университет

Достижения в области информационных технологий, рыночно-ориентированная адаптация производства, многообразие условий эксплуатации столярных изделий, а так же недостаточное развитие комплексных расчетных методов стимулируют освоение методов многокритериального исследования изделий промышленного производства. Реализация этих методов на основе компьютерного моделирования процессов производства и эксплуатации столярных изделий позволит проследить взаимосвязь между физико-механическими свойствами конструкционных материалов, деталей и изделия в целом с учетом условий его взаимодействия с окружающей средой.

Моделирование нагрузок и воздействий, реализованных методами компьютерного моделирования и соответствующих программных средств, позволяет осуществить прочностной, динамический, кинематический, акустический, тепловой и другие виды анализа. Например, такое столярное изделия как оконный блок занимает 30–70% площади ограждающих конструкций и является одним из существенных факторов затрат на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, отличается длительным сроком службы, влияет на параметры среды помещения. Несомненно, указанное изделие в виду его большой ответственности в эксплуатации требует всестороннего анализа различных видов нагрузок и воздействий еще на этапе проектно-конструкторских работ.

Целью исследования и последующего внедрения в деревообработку новых информационных технологий является совершенствование технологии проектирования, повышение качества и оптимизация объекта разработки, устранение дорогого и длительного физического моделирования, сокращение сроков и стоимости выполнения работ, а также

оперативное управление конструкторско-технологической подготовкой производства.

Анализ состояния заводских лабораторий показал, что оценка и испытание продукции традиционными методами путем стендовых испытаний является весьма дорогостоящей и трудоемкой, кроме того, имеющееся лабораторное оборудование на большинстве предприятий не позволяет, в полной мере и оперативно оценивать новые виды столярных конструкций. В проведенной работе обращено внимание на расчетный метод, базирующийся на компьютерных исследованиях. Расчетный метод заключается в моделировании процессов статических и динамических нагрузок, теплопередачи, акустики, а так же в поиске решения взаимосвязанных задач с использованием прикладного программного обеспечения. Например, использование различных систем САЕ (Computer-Aided Engineering), в большинстве которых компьютерный анализ реализован с помощью метода конечных элементов. В зависимости от поставленных задач возможно использование таких систем, как ANSYS, NASTRAN, ADAMS и др.

Таким образом, на примере оконного блока, нами рассмотрены вопросы, связанные с внедрением компьютерного анализа в процесс проектирования столярно-строительных конструкций, в частности на стадии исследовательских работ. Проведен сравнительный анализ различного уровня программного обеспечения на предмет его применения в области деревообработки.

Литература

- 1.Медведев С.В. Компьютерные технологии проектирования сборно-сварочной оснастки. – Мн.: Институт технической кибернетики НАН Беларуси, 2000
- 2.СТБ 940-93 Окна и балконные двери для зданий и сооружений. Методы испытаний .

ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ КОЛЛЕКТИВНЫХ САДОВ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ

Е.Н. Гайдукова

Научный руководитель – *А.В. Подтероб*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Коллективное садоводство—одна из распространенных форм землепользования, осуществляемого добровольными объединениями граждан для производства сельскохозяйственной продукции, создания условий для отдыха, укрепления здоровья.

Функционирование коллективного садоводства связано с изменениями в земельных отношениях и структурной перестройкой всей системы землепользования. Возникает необходимость совершенствования правовых основ функционирования садоводческих товариществ и кадастровых процедур, которые включают методику кадастровой оценки земель, обоснование размера индивидуального садового участка. Разработка методических подходов к оценке коллективных садов становится актуальной, так как на этих территориях осуществляются процессы, связанные с рыночными отношениями.

Кадастровая оценка земель садоводческих товариществ позволяет определить народнохозяйственные ценности каждого земельного участка, который является индивидуальным землевладением. Устанавливает и дифференцирует платежи за пользование участками (земельный налог, арендная плата), нормативные цены при передаче их в частную собственность, совершение иных сделок. Устанавливает также размеры компенсационных выплат. В силу неравнозначности оцениваемых факторов (территориальных, экологических, социальных) возникают сложности с оценкой относительной значимости (ценности) каждого садового участка.

Особенностью кадастровой оценки земель коллективных садов является то, что садовые участки в основном используются как средство производства. Следовательно, к ним применимы методы оценки земель сельскохозяйственного назначения. Кроме того на садовых участках расположены строения, плодовые деревья, ягодные кустарники и другие объекты недвижимости. Это позволяет рассматривать садоводческие участки как застроенные территории. Таким образом в отношении их могут быть применены методы оценки земель населенных пунктов.

Объектом оценки в садоводческом товариществе является земля как природно-территориальный ресурс и средство производства. Кадастровой оценке подлежат земельные участки независимо от форм собственности (кроме земель общего пользования). Первичным объектом оценки выступает зафиксированный в земельно-регистрационной документации земельный участок с индивидуальным кадастровым номером. Оценка земель коллективных садов включает следующие разделы: бонитировка объектов недвижимости, т.е. установление относительной ценности многолетних насаждений и сооружений по каждому садовому участку; бонитировка земель, т.е. оценка садовых участков по степени инженерно-транспортного обустройства; экономическая оценка земель, т.е. установление дифференцированных ставок цены на землю для каждого кадастрового участка.

Кадастровую оценку земель садоводческих товариществ целесообразно проводить в два этапа, которые включают:

1. Оценку земельного массива товарищества в целом, при которой учитывается его размер; расстояние до места основного проживания садоводов; расстояние до ближайшего населенного пункта; остановочного пункта; транспортное сообщение; состояние окружающей среды; уникальность земель; возможность инженерного оборудования территории.

2. Дифференциацию полученных результатов по земельным участкам граждан с учетом размера участка; территориального размещения; формы и конфигурации; технологических условий; благоустроенности; природно-мелиоративного состояния земель; агрохимических свойств; техногенного загрязнения земель; эколого-ландшафтных условий.

Провести кадастровую оценку земель садоводческих товариществ в республике планируется до конца 2006 года. Ее результаты позволят решить землеустроительные проблемы, связанные с землепользованием граждан вообще и в коллективных садах в частности.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОЕКТАХ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

К.К. Коршунов

Научный руководитель – к.э.н. *Д.А. Чиж*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Актуальность организации использования земельных ресурсов в проектах внутрихозяйственного землеустройства обусловлена активными процессами перераспределения земель, их трансформацией и консервацией в процессе оптимизации сельскохозяйственного землепользования. При этом в основу любого проектирования должны быть положены информационные технологии, основанные на исходных базах данных, которые содержат необходимую графическую и цифровую информацию. Однако возникает проблема стандартизации исходных данных и выбора единых платформ ведения база данных. Для примера в настоящее время в землеустроительном производстве ведутся активные работы по внедрению различных систем (ArcView, ArcGIS, AutoCAD Map, MapInfo, MicroStation и др.) хранения, отображения графических и цифровых данных.

Графическая информация для целей внутрихозяйственного землеустройства может содержать карты и планы с характеристиками рельефа, почв, существующей организацией земель и др. данными. При этом эта информация представляется в векторном виде в одной из существующих ГИС, а цифровые данные, необходимые для проектирования, целесообразно собрать в одну базу данных, которая будет поддерживаться ГИС. Содержащаяся в базе данных землеустроительная информация должна иметь однозначную связь с графическими материалами. Способы создания баз данных по землеустройству могут быть различными, но наилучшим, с точки зрения минимальных затрат, является использование данных проектирования за прошлые годы с изменениями по факту.

Для целей внутрихозяйственного землеустройства может быть востребована информация

из экономических, кадастровых, геодезических и других баз данных в форме пригодной для проектирования. При разработке проекта внутрихозяйственного землеустройства должны решаться следующие задачи:

- ресурсное проектирование (специализация и объемы производства сельскохозяйственной продукции, расчет состава и структуры посевных площадей, поголовья скота и др.);

- территориальное проектирование (проектирование размещения производственных подразделений и хозяйственных центров, размещения вновь образуемых землепользований, размещение полей и на них посевов сельскохозяйственных культур и др.).

Ресурсное проектирование производится в автономных программах подобных "ОПТИМ" (УП "БелНИЦЗем"), данные которых могут быть экспортированы в базы данных ГИС.

Территориальное проектирование относится к сложно формализуемым задачам, в силу особенностей характеристик земельных ресурсов. К таким задачам относится размещение посев сельскохозяйственных культур по рабочим участкам с учетом качества земель, структуры посевных площадей и фитосанитарных условий. Для этого предлагается разрабатываемый пакет прикладных программ кадастровой оценки земель, результаты которой будут использованы в программе размещения посевов сельскохозяйственных культур с выводом результатов на цифровые карты ГИС и в базу данных, которые будут использованы для дальнейшего проектирования в качестве входных данных.

Применение при разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства программного обеспечения связанного единым технологическим процессом и общими форматами данных повысит производительность труда проектировщиков, научную обоснованность принимаемых решений и увеличит эффективность проектных разработок.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОЛЛЕКТИВНОГО САДОВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ РАЙОНОВ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Котиков

Научный руководитель – ***В.В. Савченко***

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

1. Введение. Процессы реформирования общественного производства, совершенствования рационального использования земельного фонда Республики Беларусь оказывают существенное влияние на формирование и развитие новых общественных отношений в области использования земель, а также форм хозяйствования. На первый план выходит право индивидуального землепользования, землевладения граждан. Важную роль в обеспечении населения плодоовощной продукцией, в организации его досуга занимает коллективное садоводство и огородничество, носящие также оздоровительные и воспитательные функции. Садоводческие товарищества появились в стране в первые послевоенные годы, и в течение всего периода времени развитие коллективного садоводства происходило неравномерно, претерпевая значительные изменения. Этапы становления, современное состояние и перспективы развития садоводческих товариществ в республике охарактеризованы на примере районов Витебской области.

2. Методика. При выполнении работы был проделан анализ нормативно-правовой базы, регулирующей вопросы ведения коллективного садоводства в республике, отслежена зависимость между изменением законодательства и развитием коллективного садоводства в области, проведена обработка статистических данных с использованием метода группировки, корреляционно-регрессионного анализа, осуществлено прогнозирование дальнейшего создания садоводческих товариществ по методу наименьших квадратов, проанализирована эффективность действия правовых норм, регулирующих вопросы правовой охраны земель.

3. Заключение. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что коллективное садоводство как в Витебской области, так и в целом по республике наиболее

распространено в районах с развитой промышленностью и крупными районными центрами. В районах, где промышленность развита слабо и преобладает население, занятое в сельскохозяйственном производстве, садоводческие товарищества не нашли должного распространения, так как там ведущую роль занимает приусадебное земледелие.

Следует отметить так же снижение числа отводов земельных участков садоводческим товариществам, что свидетельствует о преимущественном удовлетворении спроса граждан на садовые участки. Для ряда районов Витебской области (Витебского, Полоцкого, Оршанского и др.) в последние годы характерно сокращение количества коллективных садов и числа фактически используемых земельных участков гражданами в садоводческих товариществах.

Общая тенденция к уменьшению числа садоводческих товариществ обусловлена не столько нежеланием граждан заниматься коллективным садоводством, сколько рядом других причин, к примеру таких, как превышение материальных затрат, вкладываемых в садовый участок, над доходами, которые из него можно извлечь, достаточной удаленностью коллективных садов от места жительства садоводов и рядом других.

Так в Витебском районе в 2002 году фактически использовалось по целевому назначению лишь 70 % от запроектированных садовых участков. В результате проделанной работы на примере Оршанского и Витебского районов была установлена зависимость между числом фактически используемых садовых участков и расстоянием от садоводческих товариществ до городской черты. Полученные коэффициенты детерминации указывают, что 70 % и 30 % для Оршанского и Витебского районов соответственно в вариации числа фактически используемых садовых участков гражданами обусловлены влиянием удаленности коллективных садов от места проживания садоводов.

Сокращение индивидуальных садовых участков граждан в коллективных садах в свою очередь требует проведения «оптимизации» отведенных им земель. Анализ законодательной базы, регулирующей ведение коллективного садоводства, также выявил необходимость внесения ряда изменений в действующие законы и подзаконные нормативные акты, такие как Кодекс Республики Беларусь о земле, Типовой устав садоводческого товарищества и другие.

ПРОБЛЕМЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ЗЕМЕЛЬ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

И.А. Лосева

Научный руководитель – *В.В. Савченко*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

1. Введение. В соответствии со ст. 46 Конституции Республики Беларусь «каждый имеет право на благополучную окружающую среду и на возмещение вреда, причиненного нарушением этого права. Государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды». Государственный контроль за использованием и охраной земель представляет собой проверку или наблюдение с целью проверки соблюдения требований земельного законодательства Республики Беларусь всеми участниками земельных отношений. В основе его ведения лежат принципы законности, публичности, равенства граждан перед законом, равенства защиты их прав и законных интересов, бессрочности и повсеместности. Осуществление государственного контроля за использованием и охраной земель проводится в соответствии с нормами земельного, гражданского, административного, уголовного и других отраслей законодательства.

Проблемы осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель были рассмотрены на примере Гомельской области. За период с 1 января 2002 года по 31 декабря 2002 года на территории Гомельской области было выявлено 258 нарушений земельного законодательства. Причем наибольшее их число в разрезе административно-территориальных единиц приходится на Калинковичский район, города Гомель и Мозырь – 41, 33 и 30 правонарушений соответственно. Следует отметить, что из 258 нарушений земельного

законодательства, совершенных за указанный период, 107 (41 %) совершены юридическими лицами, а 151 (59 %) – гражданами Гомельской области. К административной ответственности был привлечен 131 нарушитель земельного законодательства. При этом 115 взысканий в течение 2002 года было наложено за не использование по целевому назначению предоставленных земельных участков. В структуре выявленных нарушений земельного законодательства имеются случаи самовольного занятия земельных участков, порчи земель, уничтожения межевых знаков, непринятия мер по снятию и хранению плодородного слоя почвы. В ряде районов Гомельской области на конец года (отчетного периода) по ряду причин имелись не устраненные правонарушения, причем наибольшее их количество пришлось на Гомельский район и город Гомель – 17 и 22 правонарушения соответственно.

2. Методика. При проведении исследований был проделан анализ нормативных актов, регулирующих вопросы осуществления государственного контроля за использованием и охраной земель, проведена статистическая обработка данных с применением метода группировки, корреляционно-регрессионного анализа, осуществлено прогнозирование по методу наименьших квадратов. На основании имеющейся статистической информации была определена степень эффективности действия правовых норм, регулирующих вопросы правовой охраны земель.

1. Заключение. Из полученных данных следует, что на территории как Гомельской области в целом, так и отдельных ее районов осуществляется государственный контроль за использованием и охраной земель, однако эффективность его ведения в последние годы достаточно невелика. Так, отношение количества устраненных правонарушений к числу выявленных в 2002 г. правонарушений на территории Гомельского района составило 0.19. При этом следует отметить, что сокращение в целом по области количества выявленных правонарушений (с 578 в 2000 г. до 258 в 2002 г.) не всегда соответствует фактической картине осуществления землевладельцами, землепользователями, собственниками земельных участков действий по использованию и охране земель. Вызывает недоверие тот факт, что на территории 15 районов Гомельской области (Брагинском, Ветковском, Житковичском, Чечерском и других) в течении 2002 г. выявлено от 1 до 10 нарушений земельного законодательства. В целях повышения эффективности ведения уполномоченными на то государственными органами контроля за использованием и охраной земель необходимо повышение уровня юридической грамотности и правовой культуры субъектов земельных правоотношений, а также устранение халатного отношения соответствующих государственных органов и должностных лиц к возложенным на них в соответствии с действующим законодательством контрольных функций.

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СХЕМЫ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА

С.В. Войшилко

Научный руководитель – к.э.н. *Д.А. Чиж*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

В настоящее время начались активно разрабатываться прогнозные и предпроектные землеустроительные разработки. Примером тому служат схемы землеустройства Дзержинского и Минского районов Минской области. Данные разработки осуществляются впервые за последние 10...15 лет и, в силу произошедших изменений, методики и методология их разработки должна существенно поменяться. В частности, при разработке схемы землеустройства Минского района актуальным является согласование использования земель сельскохозяйственных предприятий и г. Минска, состояние и перспективы развития пригородной инфраструктуры.

Схемы землеустройства являются составной частью схем развития и размещения производительных сил, а также схем комплексного использования, охраны и воспроизводства природных ресурсов. Поскольку схема землеустройства научно- и трудоемкий документ

ресурсного и территориального планирования, то остановимся на особенностях проведения подготовительных работ при составлении схемы землеустройства административного района.

Подготовительные работы по организации использования земель сельскохозяйственного назначения в схеме землеустройства административного района заключаются в сборе, систематизации, изучении и анализе данных, которые позволяют оценить использование земель и на их основе синтезировать перспективные землеустроительные мероприятия. В частности, при составлении схемы землеустройства Минского района осуществлены следующие виды работ:

- сбор и уточнение данных о площади населенных пунктов;
- уточнение данных о наличии и состоянии объектов культурно-бытового обслуживания;
- подготовка плано-картографического материала масштаба 1:10000;
- уточнение сельскохозяйственных землепользователей и землевладельцев;
- идентификация на плано-картографическом материале дачных поселков, садоводческих товариществ и подсобных хозяйств, внесенных в кадастровые книги;
- уточнение границ сельскохозяйственных организаций.

В процессе инвентаризации земель особое внимание следует уделять приведению учетно-кадастровых данных в соответствие с фактическим положением. Проверяется соответствие использования земель их целевому назначению. По материалам земельного кадастра анализируется динамика распределения земель по землепользователям и землевладельцам, угодьям, формам собственности. Систематизируются материалы, характеризующие качество, культуртехническое состояние и технологические свойства земель, степень загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами.

Далее устанавливается место АПК в экономике административного района, анализируются межхозяйственные связи и специализация хозяйств. Проводится анализ и дается оценка хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий по отраслям растениеводства и животноводства. Уточняется местоположение сельскохозяйственных землепользований, наличие дорожной сети и других элементов инженерного оборудования территории, анализируется система расселения, численность сельского населения, количество трудоспособных. Важное значение уделяется первичным административно-территориальным единицам.

На завершающем этапе подготовительных работ даются общие предложения по совершенствованию организации использования земель в схеме землеустройства административного района, где определяют: площади необходимые для развития городского хозяйства и отраслей АПК; предложения по устранению территориальных недостатков землепользования; мероприятия по совершенствованию расселения, инженерной инфраструктуры.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СТРУКТУРУ СОСНОВНЫХ ЛЕСОВ

К.С. Книга

Научные руководители - к.с.-х.н., доцент *Н.В. Лазаревич*, к.с.-х.н. *В.С. Ивкович*
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Целью работы ставилось изучение влияния различных почвенно-гидрологических условий на размерные показатели древостоев сосновых лесов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. – произвести закладку пробных площадей в сосновых лесах, произрастающих на болоте и суходоле;
2. – определить особенности увлажнения и тип почвы на каждой пробной площади: суходола и болота.
3. – определить размерные показатели деревьев на пробных площадях.

Объекты исследования – типичные участки соснового леса на суходоле (сосняк

мшистый) и верховом болоте (сосняк сфагновый) на территории Березинского биосферного заповедника (квартал 299), который не подвергался хозяйственному воздействию.

Опыты проводились на прямоугольных делянках размером 30x10 (суходол) и 15x5 болото. Размерные показатели определялись по соответствующим методикам.

Исследования показали, что в сосняке мшистом (возраст 67 лет), произрастающем на дерново-подзолистой почве, средневегетационный уровень грунтовых вод составляет 1,4 м, сомкнутость полога - 62,7%. Средний диаметр сосны 18,7см, средняя высота - 18,2 м. Протяжённость крон составляла 8,1 м, или 44,5% от общей длины стволов. В вертикальном профиле полог занимает 56,8% пространства и сформирован в основном компактными кронами деревьев разной высоты. В сосняке сфагновом (возраст 55 лет), произрастающем на торфяно-болотной почве верхового типа, уровень грунтовых вод составлял 0,3м, сомкнутость полога составляет всего 17,7%, средний диаметр деревьев -3,7см, средняя высота - 2м. Протяжённость крон в среднем составляла 0.9м, или 47,5% по длине ствола.

Выводы

1. Структура древостоя соснового леса зависит от почвенно-гидролитических условий.
2. В сосняке мшистом на структуру древостоя оказывает влияние конкуренция между деревьями.
3. В сосняке сфагновом, с очень низкой сомкнутостью полога, роль конкуренции незначительна, размеры деревьев здесь определяются в основном площадью их питания.

Для создания высокопродуктивных насаждений необходимо оказывать влияние на конкуренцию между деревьями в сосняке мшистом путём проведения лесохозяйственных мероприятий, создавая благоприятные условия для роста и развития главных пород древостоя путём удаления второстепенных деревьев.

Литература

1. Березинский биосферный заповедник /под редакцией Д.Д. Ставровского, А.А Ковалёва. – Минск, 1996 г.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесная промышленность, 1977 г.
3. Антонайпис В.В., Загребев В.В. Прирост леса. М., – "Лесная промышленность", 1969г.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

С.Н. Таранов

Научный руководитель – к.э.н., доцент *Е.А. Дайнеко*
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Целью исследования является изучение путей внедрения новых экономико-математических методов для расчета эффективности производства комбикормов на ОАО «Речицкий комбинат хлебопродуктов». Для полноты исследования были использованы также монографический и статистический методы анализа.

При использовании этих методов удалось обосновать и внести предложения по совершенствованию производства комбикормов на комбинате.

На производство комбикормов влияют две группы факторов: внешние и внутренние. Внутренние это факторы внутрихозяйственной организации производственных процессов (структура затрат, уровень дисциплины, организация управления и другие), внешние – это экономическая обстановка в районе, области и в стране в целом.

Для решения поставленной задачи был использован экономико-математический метод обоснования объема и структуры производства комбикормов с использованием следующей корреляционной модели:

$$y_x = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5,$$

где y_x – прибыль, тыс. руб.;

a_0 – свободный член, определяет влияние на результативный показатель неучтенных факторов;

a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – коэффициенты регрессии (эффективности факторов);

- x_1 – сырье и материалы, тыс. руб.;
- x_2 – стоимость электроэнергии, тыс. руб.;
- x_3 – стоимость теплоэнергии, тыс. руб.;
- x_4 – оплата труда, тыс. руб.;
- x_5 – амортизация, тыс. руб.

При решении данного уравнения получим:

$$y_x = -12755,1 - 0,04 x_1 - 0,01 x_2 - 1,66 x_3 - 2,63 x_4 - 3,83 x_5.$$

Из уравнения видно, что при увеличении затрат на сырье и материалы на единицу, прибыль, полученная от реализации комбикорма уменьшится на 0,04. При увеличении стоимости электроэнергии и теплоэнергии на единицу, прибыль снизится на 0,01 и 1,66 соответственно. Уменьшение прибыли на 3,83 связано с увеличением амортизации на единицу. При увеличении затрат на оплату труда на единицу прибыль уменьшится на 2,63.

Следует отметить, что значения с отрицательным знаком находятся в обратной зависимости от размера прибыли.

Обобщенная оценка других неучтенных факторов находит свое отражение в величине свободного члена, который равен $-12755,1$.

Объем производства комбикорма за 2002 год на ОАО «Речицкий КХП» колеблется. Наибольший пик производства приходится на март, в данный месяц было произведено 10035 тонн. Из общего производства наибольшее производство приходится по комбикорму для свиней, а именно 5111 т, для птицы – 3644 т, для крупного рогатого скота – 1280 т. Также значительное производство приходится на январь и февраль (8154 и 8779 т соответственно). Наиболее напряженный период по производству комбикорма приходится на январь – июнь. Это связано с большой потребностью птицефабрик и свиноводческих комплексов в данном виде корма.

Таким образом, исходя из вышесказанного, следует, что производство комбикормов для выращивания свиней весьма выгодно, так как приносит значительную прибыль. Реализуя комбикорм, предприятие сможет значительно увеличить производство данного вида комбикорма и повысить рентабельность предприятия.

ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА И СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

С.И. Станкевич

Научный руководитель – д.с.-х.н., доцент *А.А. Шелюто*
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Повышение качества травяных кормов является важнейшей задачей кормопроизводства на современном этапе. Низкий уровень производства и несбалансированность кормовых рационов отрицательно сказываются на продуктивности животных, приводят к перерасходу кормов и снижению эффективности отрасли животноводства.

Изменить сложившуюся ситуацию можно за счет увеличения площади посева многолетних бобовых трав, а также повышения их продуктивности.

В связи с этим целью исследований является разработка и научное обоснование приемов повышения продуктивности многолетних бобовых трав клевера лугового, люцерны посевной в зависимости от способов и сроков применения ростостимуляторов в условиях северо-восточной части Республики Беларусь.

Решение этих задач осуществлялось путем проведения полевых опытов на опытном поле «Тушково» БГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой моренным суглинком. Почва опытного участка характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН 5,9, содержание подвижных форм фосфора P_2O_5 и калия K_2O – 185 мг/кг и 127 мг/кг сухой почвы.

Общее количество вариантов в опыте 27, повторность 4-х кратная. Учетная площадь делянки 25 м.² Размещение вариантов систематическое (последовательное), повторностей –

сплошное двухъярусное. Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см. Нормы высева семян: клевер луговой-5,2 млн. всхожих семян на 1 га (10 кг/га), люцерна посевная-8 млн.(16 кг/га), лядвенец рогатый-10 млн.(14 кг/га). Посев производился беспокровно в июне.

Результаты учета за два года исследования показали, что применение регулятора роста оказали положительное влияние на увеличение урожайности многолетних бобовых трав. Более значительное увеличение урожайности вследствие применения агростимулина и эмистима С отмечалось на посевах люцерны посевной и составило 0,45 ц/га или на 8,5 % сухого вещества. На посевах клевера лугового и лядвенца рогатого эта прибавка урожая составила соответственно 0,38 и 0,36 ц/га, соответственно на 6,9 и 8,4 %.

Следует отметить, что применение регуляторов роста в первый год использования бобовых трав как агростимулина, так и эмистима С вызвало более высокое увеличение урожайности по сравнению со вторым годом использования в среднем на 2 – 3 %.

Среди различных способов и сроков применения регуляторов роста более эффективным был вариант с ранневесенним опрыскиванием посевов многолетних бобовых трав по сравнению с обработкой семян и обработкой посевов в фазу бутонизации. Так, например, урожайность посевов лядвенца рогатого, обработанного в период ранневесеннего отрастания по сравнению с другими вариантами была выше в среднем на 5 – 6 %, а в посевах люцерны посевной – на 6 и более процентов, что составило 0,32 ц/га сухой массы.

Существенное увеличение урожайности многолетних бобовых трав получено в результате применения регулятора роста эмистима С по сравнению с применением агростимулина. Так, в посевах клевера лугового в вариантах с применением эмистима С в период ранневесеннего отрастания по сравнению с вариантами с применением агростимулина увеличение урожайности произошло почти на 2 % или на 0,11 ц/га. В посевах люцерны посевной и лядвенца рогатого увеличение урожайности было менее значительно и составило – 1,5 %.

Таким образом, применение регуляторов роста приводит к увеличению урожайности на всех исследуемых видах бобовых трав. При этом более высокое увеличение урожайности отмечено в первый год пользования травостоем.

Более эффективным способом применения регуляторов является опрыскивание их в период ранневесеннего отрастания посевов.

Более высокая прибавка урожая получена в варианте с эмистимом С по сравнению с агростимулином.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕТА РАСЧЕТОВ С ПОСТАВЩИКАМИ И ПОДРЯДЧИКАМИ

А.Н. Тимошенко, А.В. Жуков

Научный руководитель – *И.Н. Борбит*

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Анализ состояния расчетов в Республике Беларусь показывает, что в настоящее время существуют трудности в области осуществления платежей и расчетов между многочисленными хозяйствующими субъектами. Согласно данным аналитической группы БСПН им. Кунявского, низкая рентабельность каждого второго и убыточность, по сути каждого четвертого предложения, привели к небывалой задолженности. Так, на 1.01.2003 г. кредиторская задолженность увеличилась на 36,5% по сравнению с истекшим годом. Превышение кредиторской задолженности над дебиторской сопоставимо с объемом годовой прибыли (3 трл. руб.). Такие объемы задолженности свидетельствуют о разбалансированности платежной системы.

Наряду с кредиторской задолженностью поставщикам за поставленные ценности в связи с тем, что многие поставщики требуют предварительной оплаты поставок, возникают довольно значительные суммы дебиторской задолженности по выданным авансам. Это обуславливает необходимость в усилении контроля за их наличием, а следовательно, и необходимость

организации соответствующего учета.

Большой удельный вес в настоящее время в расчетах составляют бартерные сделки. Основной проблемой является достижение эквивалентности, определяемой полезностью приобретаемого товара для каждой из сторон. Нередко для обеспечения непрерывности процесса предприятия вынуждены менять свой продукт на не совсем ему нужный или иметь дело не с самым выгодным партнером. Исследования показали, что наиболее распространен бартер, вызванный неплатежеспособностью конкретных партнеров. На наш взгляд, именно такой бартер следует сокращать, а не бартер в целом. В противном случае результат, полученный от реализации прогрессивных мер, может оказаться противоположным ожидаемому: это вызовет массовое разорение в сфере функционирования неплатежеспособных предприятий.

Кроме того, для ускорения оборота денежных средств целесообразно применять новые формы расчетов, например, вексельную. Так как вексель – это высоколиквидная ценная бумага, то при обеспечении задолженности им у поставщика будет больше уверенности в получении оплаты по своим счетам, а денежные средства хозяйства будут временно свободны.

В связи со всем вышесказанным будет целесообразным к счету 60 «Расчеты с поставщиками и подрядчиками» вести следующие субсчета, позволяющие контролировать отдельные формы расчетов:

- 60-1 «Расчеты с предприятиями»
- 60-2 «Расчеты по авансам выданным»
- 60-3 «Расчеты по бартерным операциям»
- 60-4 «Расчеты по векселям»,

Расширение диапазона и форм применяемых расчетов, требует отражение этих изменений в учетных регистрах, которые в настоящее время не отражают не только произошедшие изменения в учете, но и состояние данного участка расчетов.

В первую очередь, это замечание относится к «Реестру операций по расчетам с поставщиками и подрядчиками» форма 6-А. В настоящее время графа 7 «Отклонения» потеряла свое значение. Вместо нее следует ввести графы: «18-1 НДС начисленный» и «Итого с НДС». Это дает возможность отразить как покупную стоимость товарно-материальных ценностей, работ и услуг; НДС, причитающейся к оплате; и задолженность перед поставщиком.

Необходимо внести такие же изменения и во второй раздел журнала-ордера 6-АПК, так как он составляется на основании реестров формы 6-А.

При хорошей организации аналитической работы предприятием создаются предпосылки перехода от пассивного управления дебиторской задолженностью к политике активного управления, предполагающей целенаправленное воздействие на условия представления коммерческого кредита поставщикам, путем отсрочки поставки или применения предоплат.

ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЯНОГО СУХОДОЛЬНОГО ЛУГА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАВСТОЯ

С.И. Холдеев

Научный руководитель – д.с.-х.н, доцент *А.А. Шелюто*
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Перспективным направлением энергосбережения при организации летнего кормления скота является применение рациональной системы использования пастбищ путём внедрения системы комбинированного использования на основе чередования выпаса и скашивания травостоев.

В связи с этим в задачу наших исследований входило изучить влияние комбинированного сенокосно-пастбищного использования на продуктивность сеяного суходольного луга, а также исследовать закономерности изменения ботанического состава и качества корма под влиянием системы комбинированного укосно-пастбищного использования.

Решение этих задач осуществлялось путём постановки полевого опыта на опытном поле

"Тушково" БГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой моренным суглинком. Опыт заложен на злаковом травостое пятого года жизни. С целью улучшения ботанического состава травостоя осуществлён подсев бобово-злаковой травосмеси, включающей клевер луговой раннеспелый Витебчанин, клевер ползучий Гомельский, овсяницу луговую Зорка, мятлик луговой Данга.

В опыте изучается 4 способа использования травостоя: постоянное пастбищное, постоянное укосное, переменное в течение пастбищного сезона (1 укос + 2-3 цикла стравливания) и переменное (2 цикла стравливания + 1 укос). В зависимости от способа использования травостоей выращивается на фоне без удобрений (контроль), на этом же фоне с применением биологического регулятора роста Биокаль 01, на фоне $P_{65} K_{135}$, $N_{60} P_{65} K_{135}$ в сочетании с применением Биокаль 01 и без него.

Использование регулятора Биокаль 01 осуществлялось путём опрыскивания посевов в период весеннего отрастания, а также после очередного скашивания или стравливания травостоя.

Результаты учёта урожайности травостоя в 2003г. показали, что при пастбищном способе использования за 5 циклов стравливания травостоев наиболее высокая урожайность получена в варианте с применением росторегулятора Биокаль 01 на фоне $N_{60} P_{65} K_{135}$, которая составила 76,6 ц/га сухой массы. Использование Биокаля 01 обеспечило прибавку урожайности на этом фоне 8,8 ц/га, что составило 13%. На фоне питания $P_{65} K_{135}$ без азота эта прибавка составила 5,7 ц/га или 11%. Наименьшая прибавка от применения росторегулятора получена на фоне без удобрений и составила 3,3 ц/га или 9%.

При укосном использовании травостоя в фазу цветения также наиболее высокая урожайность получена в варианте с росторегулятором на фоне $N_{60} P_{65} K_{135}$ – 76,8 ц/га сухой массы. Прибавка от применения росторегулятора составила 7,6 ц/га или 11%. На фоне $P_{65} K_{135}$ соответственно – 4,4 ц/га или 8%, а на неудобренном фоне – 2,8 ц/га или 7%.

Таким образом, прибавки урожая от регулятора роста Биокаль 01 наиболее высокими были при пастбищном использовании травостоя.

Переменное сенокосно-пастбищное использование в этом году несущественно изменило урожайность травостоя по сравнению с пастбищным использованием. Прибавки урожайности от росторегулятора находились примерно на таком же уровне.

Внесение под пастбищный травостой азотного удобрения N_{60} обеспечило окупаемость 1 кг д. в. азота 23 кг сухой массы. Аналогично и при укосном использовании. Внесение под травостой $P_{65} K_{135}$ по сравнению с фоном без удобрений обеспечило окупаемость 1 кг фосфорно-калийных удобрений 8 кг сухой массы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ФИЛЬТР-ПРЕССОВАНИЕМ

И.А. Ельшина

Научные руководители – д.т.н., профессор *Г.Н. Абаев*, к.т.н., доцент *А.И. Ельшин*
Полоцкий государственный университет

С ужесточением санитарных норм и экологических требований к отходам всех видов, поступающим в окружающую среду, усилия исследователей сосредоточиваются на развитии и совершенствовании систем переработки вредных отходов в первую очередь с целью повышения эффективности этих систем. Существует большое число способов и технологий обработки отходов [1,2]. Среди разнообразных способов утилизации избыточного активного ила (АИ) очистных сооружений особое внимание привлекает технология комплексной переработки органосодержащих отходов, разработанная в УО «ПГУ» (далее КПОО), которая включает в себя, в зависимости от вида органики, сгущение, метаногенную обработку АИ и/или последующий его пиролиз, с целью получения высококалорийного газа [3]. Поскольку влажность органосодержащих отходов влияет на общие энергозатраты технологии КПОО, необходимо обеспечить требуемую влажность осадка (60-70 %) за счет дополнительного

обезвоживания осадка.

Активный ил систем биологической очистки сточных вод имеет разнообразный и непостоянный состав, что отражается в применяемых на практике способах его обезвоживания и уплотнения. Обезвоживание суспензий, образующих сжимаемые осадки, порождает проблемы на всех этапах технологического процесса: от подготовки суспензии к обезвоживанию до собственно обезвоживания полученных осадков. Укрупненно эти проблемы связаны с тремя причинами. Во-первых, присутствие в составе дисперсной фазы тонкодисперсных частиц обладающих склонностью к образованию структурированных легкосжимаемых осадков. Перед их концентрированием и последующим обезвоживанием требуется применение физико-химических методов их обработки с целью предварительной агрегации частиц и создания пористых осадков с более жестким каркасом. Во-вторых, под воздействием напряжений от приложенных к осадку в процессе обезвоживания внешних сил, происходит уплотнение осадка, ведущее к росту его гидравлического сопротивления и снижению водоотдачи. В третьих, из-за большой удельной поверхности осадок связывает значительное количество жидкой фазы, удаление которой при помощи только одного механического обезвоживания невозможно.

Согласно[4], с помощью современных фильтр-прессов можно уменьшить объем шлама сточных вод в 40 раз.

В результате проведенных экспериментов по фильтрованию АИ после метаногенной обработки с использованием присадочного материала получены данные, позволяющие сделать вывод, что добавление неорганического остатка отходов очистных сооружений позволяет достичь более глубокого обезвоживания при одинаковых условиях фильтр-прессования. Можно говорить об использовании двойного фактора от применения присадки: улучшения влагоотдающих свойств разделяемых смесей и об эффективном удержании при этом на поверхности неорганики водорастворимых органических веществ. Дополнительный эффект обезвоживания от применения присадки можно связать с тем что она изменяет структуру осадка, его сжимаемость, увеличивая долю отделяемой воды из состава флока.

Литература

1. Valdirio I.T. Alternatives to hazardous waste disposal // Pollution Engineering - 1990. - Vol. 22, N 1. - P. 65-74.
2. Статкевич С.А. Моделирование стадии термодеструкции комплексной переработки органосодержащих отходов: Дисс. ... к-та техн. наук: 05.17.08. – Новополоцк, 1999. – 229 с.
3. Физико-химические закономерности комплексной переработки органосодержащих отходов: Отчет о НИР ГБ-0299/ Полоцкий гос. у-т; Рук. Г.Н. Абаев. - ГР 1999798. – Новополоцк, 2000. – 138 с.
4. Schlamm-trocknung - ein Kostenfaktor // Galvanotechnik - 1990. - Vol. 81, N 1. - P. 201-202.

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА В СТРУЙНЫХ АППАРАТАХ

Сафронова Е.В., Абаев Г.Н.,

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Г.Н. Абаев*

Полоцкий государственный университет

Струйные аппараты (СА) получили широкое распространение в промышленности из-за простоты и надежности устройства, осуществляя эжекцию за счет энергии технологических потоков. Последние десятилетия СА используются в биотехнологии для осуществления процессов теплообмена в неоднородных средах, без каких либо специальных контактных устройств с целью создания увеличенной поверхности контакта фаз и интенсификации процессов переноса.

Эффективность теплообмена в СА определяется поверхностью контакта фаз, развиваемой при струйном аэрировании, которая локализуется в зонах ввода аэрированных струй и формируется из однородных пузырьков газа диаметром 3-4 мм. К тому же поверхность контакта фаз при струйном аэрировании остается достаточно однородной во всем объеме

азрированной струи в зоне ее диссипации. Формирование межфазной поверхности в СА целиком определяется закономерностями аэродинамики. Эффективность работы СА характеризуется коэффициентом эжекции: $K_э = \frac{Q_э}{Q_эс}$, где $Q_э$ - расход эжектируемого газа, $м^3/ч$; $Q_эс$ - расход эжектирующей среды, $м^3/ч$.

Одной из важных особенностей природы эжекции является захват газа турбулизированной поверхностью струи. В этом случае эжекция пропорциональна отношению: $\frac{4}{d}$, т.е. возрастает с уменьшением диаметра сопла, что и видно из рис. 1. Из приведенных данных следует, что более эффективными являются эжекторы с наибольшим отношением наружной поверхности к сечению. (плоскоструйные). В таких азаторах $K_э$ составляет 12, что в несколько раз больше $K_э$ при использовании цилиндрических сопел (рис. 2).

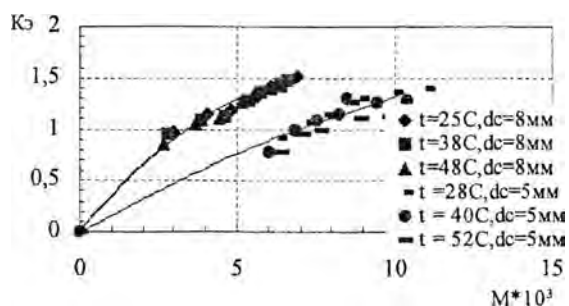


Рис. 1. Зависимость $K_э$ от числа Маха для цилиндрических сопел

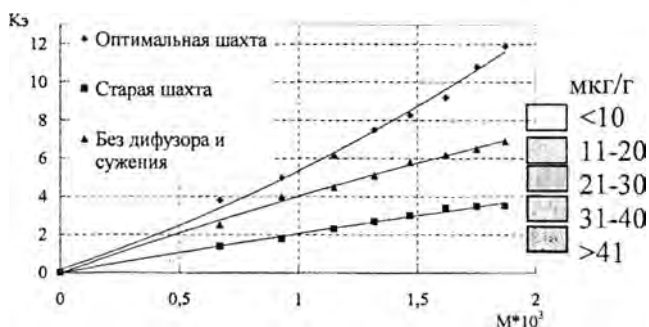


Рис. 2. Зависимость $K_э$ от числа Маха для плоского сопла

Струйные теплообменные аппараты, помимо признания, которое они уже получили в биотехнологии для энергосбережения, могут в целом ряде случаев с успехом применяться как надежное энергосберегающее оборудование для охлаждения газов, конденсации паров и др.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СВИНЦОМ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Пепеляев

Научный руководитель – д.б.н., профессор *Е.Г. Бусько*
Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Территория Беларуси более чем на одну треть занята лесами. Леса являются весьма ценным источником ресурсов – они выступают как сырьевая база многих отраслей промышленности и как рекреационный ресурс.

В связи с интенсивным развитием промышленности и транспорта возникла необходимость в жестком контроле за состоянием окружающей среды. Особенно это касается загрязнений, вызываемых соединениями тяжелых металлов. Одним из наиболее распространенных и опасных поллютантов среди тяжелых металлов является свинец.

Цель данной работы в исследовании состояния лесных экосистем Брестской области и составлении карт загрязненности области свинцом, что позволит составить комплекс мер по охране лесных экосистем.

Для анализа уровня загрязненности свинцом были использованы методы брио- и лишайиндикации. В качестве тест-объектов были выбраны лишайник *Nuragimnia physodes* и мох *Pleurozium schreberi*, так как эти виды имеют обширный географический ареал и отличаются высоким уровнем биоаккумуляции. Отбор тест-объектов проводился в 76 пунктах

сбора по всей территории Брестской области в феврале-марте 2002 года.

Пробы подготавливались к анализу при помощи мокрого озоления. Анализ проводился на плазменном атомно-абсорбционном спектрометре "Spektroflame".

По результатам исследований была получена карто-схема загрязненности Брестской области соединениями свинца (рис. 1).



Рис. 1. Содержание свинца в лишайнике и мхе на территории Брестской области.

На территории Брестской области выявлено 11 локальных очагов со средним уровнем загрязнения, соответствующим концентрации свинца в лишайниках 21—30 мкг/г, и один незначительный очаг его повышенного накопления (31—40 мкг/г) в пределах Национального парка «Беловежская пушта». Основная же часть территории области является зоной слабого загрязнения (11—20 мкг/г), а восточная ее окраина — относительно чистой (<10 мкг/г).

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КАДМИЕМ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Пепеляев

Научный руководитель — д.б.н., профессор *Е.Г. Бусько*
Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Кадмий, наряду с ртутью, является наиболее токсичным тяжелым металлом. При образовании металлорганических комплексов кадмий необратимо связывает хлорофилл и ряд ферментов натрий-калиевого насоса. В организме человека кадмий вызывает тяжелые поражения почечных канальцев и протеинурию, также повреждаются кожные покровы. В связи с этим актуальными представляются исследования содержания кадмия в природных экосистемах, в частности в сосновых лесах, составляющих 60% от всех лесов Беларуси.

Цель работы заключается в исследовании уровня содержания кадмия в лесных экосистемах Брестской области.

В качестве биомониторов использовались широко распространенные на территории Беларуси лишайник *Hypogimnia physodes* и мох *Pleurozium schreberi*, являющиеся хорошими биоаккумуляторами. Отбор проб осуществлялся в феврале-марте 2003 года с 76 точек на всей территории Брестской области.

Пробоподготовка осуществлялась методом мокрого озоления растительных образцов азотной кислотой. Концентрация кадмия определялась на плазменном атомно-абсорбционном спектрометре «Спектрофламе». На основании полученных результатов была составлена схема содержания кадмия на территории Брестской области (рис. 1).



Рис. 1. Содержание кадмия в лишайнике и мхе на территории Брестской области.

Большая часть территории Брестской области характеризуется слабым загрязнением кадмием (1,1—2,0 мкг/г), на фоне распространения которого, на стыке границ Зельвенского, Слонимского и Кореличского районов Гродненской области и Пружанского, Барановичского районов, а также в окрестностях города Пружаны, выявлены незначительные очаги среднего уровня загрязнения (2,1—3,0 мкг/г). Два огромных пятна относительно чистого пространства (<1,0 мкг/г) охватывают территорию Жабинковского, Кобринского и центральной части Ивановского, Пинского, Ганцевичского районов в южной и юго-восточной частях Брестской области.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЕДЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ПРОМВЫБРОСОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

А.В. Клют

Научный руководитель – *Е.К. Смирнова*

Белорусский национальный технический университет

Воссоздание общезаводской картины воздействия литейного производства на окружающую среду на примере Минского тракторного завода возможно посредством организации локального мониторинга промвыбросов на предприятии.

Локальный мониторинг окружающей среды является одной из 13 программ Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) Республики Беларусь и включает подфакельные наблюдения, наблюдения в санитарно-защитной зоне и зоне непосредственного влияния предприятия или иного источника загрязнения.

Общие принципы организации и ведения локального мониторинга определены Техническим проектом НСМОС.

Локальный мониторинг осуществляется в целях:

- получения полной, достоверной, сопоставимой информации о влиянии источников воздействия на окружающую среду;
- организации систематического экологического контроля и наблюдений за состоянием источников воздействия на окружающую среду;
- контроля за соблюдением нормативных параметров технологических процессов;
- обобщения данных наблюдений для оценки и прогноза уровней загрязнения окружающей среды, а также для разработки мероприятий по снижению отрицательного влияния источников антропогенного воздействия на окружающую среду;
- оперативного выявления опасных уровней загрязнения окружающей среды;
- оценки эффективности осуществляемых природоохранных мероприятий;
- обеспечения органов местного управления и самоуправления достоверной экологической информацией о влиянии источников загрязнения на окружающую среду для принятия соответствующих решений;
- предоставления объективной информации о состоянии окружающей среды средствами массовой информации, общественным объединениям, населению.

Объектами наблюдения в системе локального мониторинга являются:

- источники загрязнения (предприятия);
- компоненты окружающей среды:
 - атмосферный воздух;
 - поверхностные, сточные и почвенно-грунтовые (подземные) воды;
 - почвенный покров в зонах влияния источники загрязнения (объектов хозяйствования).

В работе описаны существующие технологические процессы литейного производства Минского тракторного завода. Проанализировано состояние системы организации и ведения локального мониторинга промвыбросов на предприятии. Анализ последней показал, что на предприятии существует программа и оборудование, способные обеспечить надлежащий контроль экологического воздействия на окружающую среду и позволяющие установить постоянный контроль за состоянием и объемами выбросов каждого конкретного подразделения на заводе, прогнозировать возможности применения на конкретном объекте изменений технологий с учетом технологической необходимости, не превышая при этом установленные объемы выбросов как в количественном, так и в качественном показателях.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА КАК ЭЛЕМЕНТА КОНЦЕПЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СУОС ПРЕДПРИЯТИЯ

И.В. Полюхович

Научный руководитель – к.т.н., доцент ***Г.И. Морзак***
Белорусский национальный технический университет

Многие организации проводят экологический «анализ» или «аудит», чтобы оценить свою экологическую эффективность. Однако сами по себе эти «анализы» или «аудиты» могут быть недостаточными для того, чтобы обеспечить организации уверенность в том, что ее эффективность не только удовлетворяет, но и в дальнейшем будет удовлетворять требованиям, налагаемыми законом и ее собственной политикой. Чтобы быть действенными, эти «анализы» или «аудиты» проводятся в рамках структурированной системы административного управления и объединяются в единое целое с общей административной деятельностью [1-2].

Системы управления окружающей средой внедряются не по идеалистическим, а по практическим причинам:

- чтобы наладить более надежное производство, при котором производится меньше отходов, теряется меньше энергии и конечного продукта и уменьшаются общие производственные затраты, все это делает компанию более конкурентоспособной на внутреннем рынке;
- чтобы убедить государственные организации в том, что компания выполняет

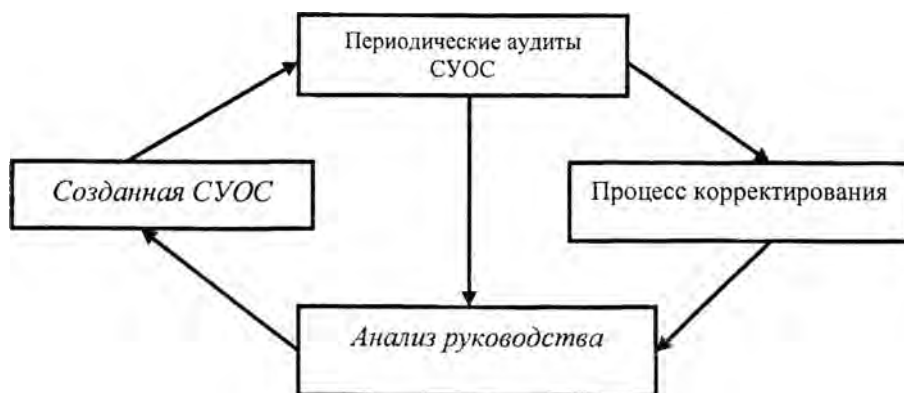
природоохранное законодательство и регламенты;

- чтобы повысить конкурентоспособность на международном рынке.

Результаты аудитов СУОС должны быть связаны с системой корректирующих действий.

Руководство должно использовать результаты аудита СУОС, чтобы выявить тенденции и группы недочетов СУОС. Организация должна также удостовериться, что любые проблемы и неточности системы своевременно исправлены, и что корректирующие действия выполнены и документированы.

Значимость проведения внутренних аудитов заключается в том, что они входят в концепцию непрерывного совершенствования СУОС предприятия. Эта концепция может быть представлена следующей схемой:[3]



Литература

- 1.Никитин А.Т. и др. Основы экологического аудита. -М:МНЭПУ, 2001.
- 2.Винтер Г. Модель экологического менеджмента. Разработка собственного экологического плана вашей компании. –Мн.:Технопринт, 2001.
- 3.Экологический менеджмент и ИСО 14000. Сборник /Сост. Е.В.Красней. –Мн.:Право и экономика, 1999.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПУТЕМ РАСЧЕТА ЛАНДШАФТНОГО БАЛАНСА

Е.В. Филипенко

Научный руководитель – к.э.н. *Е.К. Нестеренко*

Белорусский государственный экономический университет (г. Пинск)

Определение и поддержание экологического равновесия является одной из важнейших проблем и направлено на повышение экологической устойчивости природных систем и эффективное использование имеющегося природно-ресурсного потенциала. Рациональное соотношение между антропогенным и естественным ландшафтами может определяться с помощью разных критериев: оценки по площадям и продуктивности угодий, стоимостной оценки, социально-экономической, сравнительной оценки ущерба природному комплексу и т.д.

Так, равенство между антропогенным и естественным ландшафтами Брестской области по площадям сложилось в 1980 г. и составило 1638,8 тыс. га. Рациональное сочетание в стоимостном исчислении по сумме ценностей в 1970 г. складывалось при соотношении 53 : 47 %, в 1990 г. – 56,1 : 43,9, а ориентировочное допустимое соотношение – 68 : 32 %. Однако наиболее трудно восстановимо биологическое равновесие. Поэтому для определения экологического равновесия ландшафтов предлагается составлять ландшафтный баланс по чистой первичной биологической продукции, рассчитав которую за 1970-200 гг. с угодий естественного и антропогенного ландшафтов, можно сказать, что 30-летняя хозяйственная

деятельность в Брестской области привела к снижению выхода продукции с естественного ландшафта на $10 \cdot 10^5$ т/год (с $310 \cdot 10^5$ до $300 \cdot 10^5$). На угодьях антропогенного ландшафта объем выхода продукции не изменился и сохраняется в пределах $95-96 \cdot 10^5$ т/год. Увеличение антропогенного ландшафта, не сопровождающееся ростом выхода продукции, приводит к снижению общей суммы ценностей. Уничтожение 40 % лесов или 95 % болот равносильно потере продукции со всей пашни.

Для установления равноценной замены угодий с позиции чистой первичной биологической продукции, позволяющей корректировать ландшафтные изменения до равенства, рассчитаны экологические мультипликаторы (отношение изменения суммы ценностей к изменению ресурса, вызвавшего изменение этой суммы). Для естественного ландшафта в целом мультипликатор равен 6 т/га, для леса – 5,5, болот – 13,5, культурных угодий (при потенциальной продуктивности) – 16,5 т/год. Зная экологический мультипликатор, можно определить сумму прироста или уменьшения изменения ценностей от используемого ресурса, либо, зная сумму ценностей, на которую необходимо откорректировать равенство, можно установить требуемые к изменению площади. Например: увеличение ценностей на $2 \cdot 10^5$ т/год потребует дополнительно 33 тыс. га естественного ландшафта ($2 \cdot 10^5 : 6$).

Выход на продуктивность до уровня потенциальных возможностей растений на культивируемых угодьях обеспечит не только расширение площадей под естественный ландшафт, но и увеличит сумму ценностей до $781 \cdot 10^5$ т/год, что в 2,4 раза выше фактической. При этом потребуются площади под антропогенный ландшафт в Брестской области 1122 тыс. га, или 34 % от общей площади земель, что на 516 тыс. га меньше чем фактически используется (мелиорированных земель – 760 тыс. га). Естественный ландшафт займет 2154 тыс. га, или 66 %.

Следовательно, установление экологического равновесия ландшафтов может осуществляться через экономически обоснованное регулирование их равновесия. Такой подход обеспечивает каждый раз новое равновесие ландшафтов, но уже на более высоком уровне ценностей биологической продукции.

Литература

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Моногр. М.: Мысль, 1990. – 632 с.

2. Кэмпбелл Р. Макконнелл, Стенли Л. Брю. Экономика: Учеб. Таллин, 1995. – С. 219-241.

СПОСОБЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЛОРИЙНОГО БИОГАЗА ПРИ АНАЭРОБНОМ СБРАЖИВАНИИ ОТХОДОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Л.П. Шевченко

Научные руководители – д.т.н., профессор *Г.Н. Абаев*, к.т.н, доцент *Р.А. Андреева*
Полоцкий государственный университет

Одним из эффективных биотехнологических методов утилизации является анаэробная ферментация органосодержащих отходов, состоящая в минерализации органического субстрата с помощью микроорганизмов в биогаз, состоящий в основном из метана и диоксида углерода.

Целью работы было более глубокое исследование влияния отдельных факторов на процесс анаэробной ферментации отходов очистных сооружений нефтеперерабатывающей промышленности, а также смеси отходов разного происхождения.

Исследования общих закономерностей процесса метаногенеза проводили на лабораторной установке: герметичный термостатированный стеклянный реактор, общим объемом 3 л.; масса загружаемых отходов варьировалась в пределах $1 \text{ кг} \pm 200 \text{ г}$. Выход биогаза измеряли по объему вытесняемой из аспиратора жидкости. Отбор проб биогаза для определения качественного состава (хроматографический метод) осуществляли через отводы газовой магистрали под давлением.

Известно, что на выход биогаза влияют разные факторы: температура сбраживания,

влажность сбраживаемого осадка, наличие ингибиторов в составе осадка, а также сам состав органического вещества отходов. Было рассмотрено влияние таких факторов ведения технологического процесса на увеличение выхода биогаза как:

- 1) перемешивание: механически и биогазом для снятия диффузионных ограничений;
- 2) сдувка, продувка инертным газом, для уменьшения ингибирования процесса продуктами распада органического вещества, замедляющими стадию метанообразования;
- 3) добавка растительных отходов (углеводосодержащий субстрат) в сбраживаемую смесь для стимуляции распада более сложных жиросодержащих соединений (как источник дополнительной энергии – синтез АТФ).

Проведенные нами исследования показали, что при периодических добавках измельченной картофельной кожуры к отходам промышленных очистных сооружений в определенных количествах процесс метаногенеза улучшается. То есть независимо от суммарного вводимого количества растительной добавки можно получить большой выход биогаза с высокой калорийностью (содержание метана более 70 % об.). Сравнительный анализ показал, что предельный выход биогаза на беззольное вещество, рассчитанный по формуле, приведенной для расчета данных СНИП, предложенной Л.И.Гюнтер [3] для опыта с влажностью отходов 93 масс % и составом беззольного вещества, принятом по литературным данным [1,2], при смешении 1:1 биомассы активного ила и сырого осадка очистных сооружений, равен – 0.399 м³/кг, на практике получено значение выше предельного – 0.495 м³/кг. При этом предел сбраживания расчетно составляет величину –59 %, а фактическая конверсия – 80 %;

- 4) введение иммобилизованной биомассы для увеличения скорости процесса.

В опытах с периодической добавкой использовали иммобилизованную анаэробную биомассу на минеральной основе, в качестве которой применили неорганический остаток отходов очистных сооружений. В данных экспериментах выход биогаза составил 11-12 литров на 1 кг отходов по сравнению с контролем - 6-8 литров.

Литература

- 1.Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки. – М.: Стройиздат, 1991. –127 с.
- 2.Яковлев С.В., Карюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. – М.:
- 3.Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. М.: Стройиздат, 1975, С.5.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПРИ АВАРИЯХ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ

М.Е. Хорун

Научные руководители - д.т.н., профессор *М.В. Лурье*, к.т.н., доцент *В.К. Липский*
Полоцкий государственный университет

Опыт использования магистральных нефтепроводов в различных районах мира показывает, что эксплуатация этих сооружений, как и любых технических систем, неизбежно связана с риском аварий, которые в случае значительных утечек нефти или нефтепродуктов могут наносить огромный ущерб окружающей среде. В связи с тем, что магистральные трубопроводы выполнены в подземном исполнении, то при разливах нефти и нефтепродуктов наиболее вероятным объектом поражения при авариях является почва. Попадание нефти и нефтепродуктов в почву влечет за собой глубокие часто необратимые изменения ее химических, физических и микробиологических свойств. Наносится ощутимый урон плодородным слоям почвы и нарушается экологический баланс не только почвы, но и атмосферы. Эти обстоятельства заставляют считать контроль за нефтяными загрязнениями и вопросы их ликвидации различными методами (механическими, физико-химическими, химическими и биохимическими) весьма важными проблемами.

При оценке масштабов загрязнения почвы возникают вопросы о глубине и ширине

загрязнения, о количестве нефти (или нефтепродукта), находящейся в почве, о механизме взаимодействия различных нефтепродуктов с почвой.

С этой целью проведены аналитические и экспериментальные исследования процессов фильтрации нефти и нефтепродуктов в почву.

Для аналитического описания процесса подход к решению задачи по исследованию проникновения нефти (нефтепродуктов) в грунт осуществлен с позиций теории двухфазной фильтрации методами математического моделирования. По результатам аналитических исследований получены численные зависимости глубины проникновения нефти (нефтепродуктов) в почву от времени, предложены методы оценки проникновения нефтепродуктов в первоначально сухие пористые и нецементированные грунты.

Процесс проникновения загрязняющей жидкости по периметру загрязнения не однороден и подчиняется разным уравнениям для описания процесса фильтрации. В центральной части очага загрязнения происходит фильтрация, суммарная скорость которой равна нулю (случай противодействия). На краях зоны загрязнения суммарная скорость фильтрации двух фаз отличается от уравнения для скорости в случае противодействия. Поэтому для изучения процесса фильтрации нефти и нефтепродуктов в почвах при аварийных разливах проводятся два типа экспериментальных исследований, имеющих различные граничные условия: моделируется пласт неограниченной и ограниченной глубины. При фильтрации в пласт неограниченной глубины делается предположение о том, что замещение воздуха, занимающего поры грунта, жидкостью происходит в случае, когда суммарная скорость фильтрации равна нулю. Это означает, что жидкость будет двигаться вниз, а воздух – вверх. При моделировании пласта ограниченной глубины предполагается, что суммарная скорость фильтрации не равна нулю и воздух из-под фронта фильтрации перемещается в боковом (латеральном) направлении.

По результатам экспериментальных исследований оценивается скорость инфильтрации нефти в почву с известными фильтрационными параметрами и расход через единицу поверхности при различных условиях.

В случае, когда неизвестны фильтрационные параметры почвы (коэффициент пористости и коэффициент проницаемости), их можно определить, используя экспресс-метод. Такой метод является достаточно простым и эффективным средством для определения фильтрационных параметров, как в стационарных, так и в полевых условиях.

Полученные аналитические зависимости и проведенные экспериментальные исследования позволяют прогнозировать экологические последствия при загрязнении почв нефтью (нефтепродуктами) и оценить возможный экономический ущерб.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА *LARIX DECIDUA* MILL. В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Л.И. Козловская

Научный руководитель - д.с.-х.н., профессор *С.С. Штукин*
Белорусский государственный технологический университет

Лиственница – род *Larix* Mill., семейство сосновые (*Pinaceae*) дерево первой величины, растет 300 – 500 лет и достигает высоты до 60 м и диаметра на высоте груди 1,5 – 1,7 м. Уже в возрасте 50 лет в ее насаждениях можно получить высокосортные и крупномерные сортименты с диаметром в верхнем отрезе 25–30 см и более. По интенсивности роста лиственница значительно превосходит наши местные лесообразующие породы: сосну, ель, дуб. Ее древесина характеризуется прочностью, твердостью, способностью хорошо сохраняться в воде и земле, высокой сопротивляемостью сжатию. В Республике Беларусь лиственница европейская не относится к числу местных лесообразующих пород. Все имеющиеся в нашей стране насаждения этой породы созданы искусственным путем в результате интродукции.

Объектами наших исследований являются насаждения лиственницы европейской и лиственницы польской, которые произрастают на территории Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси. Возраст насаждения лиственницы европейской

составляет 70 лет. Растет оно по 1^а классу бонитета с полнотой 1,0. Произрастает лиственница на участке относительно редко. Густота культур составляет всего 650 стволов на 1 га. Однако именно такая густота способствует ее наиболее успешному росту и развитию. По данным В.П. Тимофеева [3] лиственница европейская хорошо развивается именно в редких насаждениях. Густота ее не должна составлять более 1000 – 2000 шт на 1 га. Это связано прежде всего с тем, что лиственница относится к светолюбивым породам и не переносит затенения, а культивировать ее необходимо на открытых, хорошо освещаемых местоположениях, где хвоя лиственницы обладает высокой фотосинтетической способностью.

Установлено, что в исследуемом насаждении лиственница европейская отличается весьма высокой продуктивностью. При среднем диаметре 29,4 см и средней высоте 26,8 м сумма площадей сечения лиственницы европейской достигает 44,6 м², запас – 800 м³ на 1 га. Из-за высокой сомкнутости и полноты под полог насаждения попадает незначительное количество света, что объясняет бедный видовой состав живого напочвенного покрова под его пологом и отсутствие подроста. Благодаря ежегодному опадению хвои, в насаждении сформировался достаточно мощный слой лесной подстилки и гумусового горизонта.

Некоторые авторы [1, 2] выделяют вид лиственницы польской (*Larix polonica*). Опыт выращивания этой породы в дендропарке Глубокского опытного лесхоза свидетельствует о ее преимуществе по интенсивности роста над другими видами лиственницы. В 1989 году на территории Двинской ЭЛБ также были созданы опытные лесные культуры лиственницы польской. Установлено, что в 15-летнем возрасте насаждение имеет средний диаметр 13,8 см, среднюю высоту 14 м, запас – 100 м³ на 1 га. Следует подчеркнуть, что лиственница польская по своим биометрическим показателям значительно превосходит ель европейскую. Так, средний объем ствола у лиственницы превышает контрольный показатель (ели) в три раза. Кроме того, у данного древесного вида отсутствует искривление нижней части ствола, которое характерно для лиственницы европейской. Примечательно то, что лиственница обладает высокими экологическими свойствами и устойчивостью к низким температурам. Благодаря ежегодной смене хвои эта порода обладает повышенной устойчивостью против промышленных выбросов и на века связывает огромное количество углекислого газа, что важно для снижения парникового эффекта на Земле. Особую актуальность выращивание лиственницы европейской (польской) приобретает в последние годы в связи с массовым усыханием еловых насаждений.

Литература

- 1.Бородин Н.А., Некрасов В.И. Деревья и кустарники СССР. – М.: Мысль, 1966. – 673 с.
- 2.Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР.- Минск: АН БССР, 1961.
- 3.Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 215 с.

ИЗМЕНЕНИЕ КОРНЕНАСЫЩЕННОСТИ ПОЧВЫ В НАСАЖДЕНИЯХ ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*LARIX DECIDUA*)

Л.И. Козловская

Научный руководитель – д.с.-х.н., профессор *С.С. Штукин*
Белорусский государственный технологический университет

Корневое питание древесных растений в лесных фитоценозах является одним из важнейших физиологических процессов, определяющих их продуктивность. В значительной степени оно зависит от корненасыщенности верхних горизонтов почвы. Связано это с тем, что от рабочей поглащающей поверхности корневых систем зависит режим водно-минерального питания древесных растений [1]. К тому же этот показатель дает возможность оценить конкурентную способность изучаемых видов в различных растительных сообществах.

Исследование корненасыщенности почвы проведено в трех 15-летних насаждениях: лесные культуры лиственницы европейской (польской), созданные на раскорчеванной широкими полосами вырубке, лесные культуры лиственницы европейской (польской), созданные на нераскорчеванной вырубке и лесные культуры ели европейской (контрольное

насаждение). Для проведения исследования на каждом участке в наиболее типичных условиях были заложены пробные площади и проведены исследования корневых систем древесных растений по методу вольных монолитов, предложенному И.Н. Рахтеенко [2]. При этом на расстоянии 1 м от деревьев отбирались почвенные монолиты размером 20 x 20 x 25 см, из которых производился отбор корней древесных растений. Затем корни высушивались до воздушно сухого состояния, разделялись на фракции в зависимости от их толщины и взвешивались. Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица

Корненасыщенность почвы в культурах лиственницы польской и ели европейской

Варианты опыта/ Густота, тыс. шт./га	Масса сухих корней в одном монолите, г			Всего, г % к контролю
	более 3 мм	1 – 3 мм	менее 1 мм	
Культуры ели (контроль) / 900	8,6	4,4	1,9	14,9 /100
Культуры лиственницы на раскорчеванной вырубке / 670	12,5	13,2	0,7	26,9 /180,5
Культуры лиственницы на не корчеванной вырубке / 260	5,1	1,5	0,6	7,2 /48,3

Таким образом, широкополосная раскорчевка вырубki способствует многократному увеличению массы корней лиственницы польской в верхних горизонтах почвы, что связано с резким увеличением сохранности светолюбивой лиственницы после проведения данного мероприятия. Средняя масса сухих корней на 10000 см³ почвы в этом варианте опыта в 3,7 раза превышает данные, полученные на не корчеванной вырубке. Это свидетельствует об улучшении использования древесными растениями элементов минерального питания на раскорчеванной площади, что оказывает позитивное влияние на общую продуктивность насаждений. Однако в варианте, где корчевка вырубki не проводилась, заметно увеличилась масса корней, имеющих толщину более 3 мм. Скорее всего, это связано с низкой сохранностью культивируемых растений на данной секции и увеличением вследствие этого площади питания древесных растений. Корненасыщенность почвы на делянках, где произрастает ель европейская также достаточно высокая. Это связано, прежде всего, с тем, что густота стояния деревьев в культурах ели выше, чем в культурах лиственницы, а также с тем, что у ели поверхностная корневая система

Литература

1. Корневое питание растений фитоценозах . – Минск: Наука и техника, 1971. – 230 с.
2. Рахтеенко И.Н. Корневые системы древесных и кустарниковых пород. – М.: Гослесбуиздат, 1952. – 105 с.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ОТБРАКОВКИ ПОЛУФАБРИКАТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОБУВИ С ВЫТЯЖНЫМИ СОЮЗКАМИ

Н.В. Васюнина, А.Е. Карпов

Научные руководители – к.т.н. доцент *З.Г. Максина*, к.т.н. доцент *К.А. Загайгора*
Витебский государственный технологический университет

В связи со значительной отбраковкой «вытяжных» союзок при изготовлении обуви определенных конструкций актуальны исследования по изучению влияния различных технологических факторов и свойств используемых материалов на качество выполнения технологической операции «формование «вытяжных союзок».

В данной работе рассматривается вопрос влияния свойств материала верха, системы верх + межподкладка и режимов увлажнения систем на качество формования «вытяжных» союзок.

Для исследования были выбраны кожи под определенный ассортимент обуви различных толщин: эластичный выросток арт. Импульс толщиной 1,2-1,4 мм, производства Бобруйского

кожзавода; эластичный полукожник арт. Дольче 02, толщиной 1,2-1,4 мм; эластичный выросток арт. Дольче толщиной 1,0-1,2 мм производство Казанского кожзавода.

Установлено влияние увлажнения на формоустойчивость систем материалов. Оптимальным способом увлажнения системы с верхом из эластичного выростка арт. Импульс является пропаривание. Оптимальным способом увлажнения системы с верхом из эластичного полукожника арт. Дольче 02 является увлажнение жидкой фазой после наклеивания межподкладки. Оптимальным способом увлажнения системы с верхом из эластичного выростка арт. Дольче 01 является увлажнение жидкой фазой с последующим пропариванием.

Как было установлено ранее, обратимую деформацию и формоустойчивость материалов и систем с верхом из натуральных кож, оказывает влияние материал межподкладки и способ увлажнения. С учетом этого, в работе было проведено исследование распределения деформации по площади союзов и качества их формования.

В процессе исследования отформованных союзов было установлено, что системы с верхом из эластичного выростка арт. Импульс имеют более равномерный характер распределения деформации, а профили отформованных контуров союзов соответствуют профилям контрольного шаблона. Системы с верхом из эластичного полукожника арт. Дольче 02 и эластичного выростка арт. Дольче 01 имеют неравномерные распределения деформации, особенно с использованием тонкой межподкладки. Профили отформованных контуров союзов в этом случае не соответствуют профилю контрольного шаблона.

Проведенные исследования показали, что для уменьшения отбраковки «вытяжных» союзов необходимо определять физико-механические свойства кож перед запуском в массовое производство на предприятиях при одноосном растяжении по ГОСТ 938.11-88(ISO 3376-76 (E) и на двухосное растяжение по ГОСТ 29078-91. Исходя из этих свойств кож, необходимо подбирать соответствующие толщины межподкладочного материала, режимы увлажнения союзов с межподкладкой, что обеспечит высокое качество формования, уменьшит дефекты и позволит снизить трудоемкость и материалоемкость обуви с вытяжными союзками.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДОШВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО РЕЦИКЛИНГА

С.В. Габа, Е.В. Петухова

Научные руководители – к.х.н., доцент *Г.Н. Солтовец, К.С. Матвеев*

Витебский государственный технологический университет

В том случае, когда осуществляется переработка отходов обувной промышленности с получением материалов, которые могут использоваться в условиях собственного производства, решается сразу несколько взаимосвязанных друг с другом задач.

Во-первых, осуществляется процесс ресурсосбережения в результате замены качественного покупного материала на не менее качественный материал, изготовленный из отходов в условиях собственного производства.

Во-вторых, решается экологическая проблема, поскольку на величину переработанных отходов, уменьшаются объемы, подлежащие утилизации.

В-третьих, решается экономическая задача, связанная со снижением материальных издержек, как по причине замены покупных материалов, так и по причине снижения платы за размещение отходов на специализированных полигонах.

Главным во всей этой схеме является получение действительно качественного продукта, иначе все остальные критерии оценки не дадут максимального эффекта.

Цель данной работы заключается в оценке качества подошвенных материалов, полученных методом термомеханического рециклинга. Конкретно речь идет о подошвенном материале из отходов искусственных кож.

Технология переработки подобных материалов заключается в предварительном измельчении отходов, их переработке на шнековом экструзионном оборудовании с получением предварительно сформованного материала, который в вязкотекучем состоянии подвергается

прокатке с получением окончательного продукта в виде пластин. Каждый из этапов рециклинга влияет на окончательное качество продукта.

Применение инструментальных и органолептических методов оценки позволило выделить группу показателей наиболее сильно влияющих на свойства получаемых материалов. Проведение их сравнительной оценки качества со стандартно применяемыми материалами позволили определить область применения новых подошвенных материалов.

Проведение визуальной оценки при помощи микроскопа позволило оценить влияние технологических параметров процесса измельчения и упростить процесс рециклинга за счет снижения степени дисперсности. Сравнительный анализ фотографий микроструктуры показал правильность принятого решения. А измерительный метод оценки определенных показателей качества подтвердил улучшение физико-механических свойств продукции.

Вывод: Проведенные исследования позволяют утверждать, опираясь на имеющиеся экспериментальные данные, что полученные подошвенные материалы могут применяться не только для ремонта, но и для изготовления обуви. Соответственно эффективность процесса рециклинга еще более увеличивается.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.В. Габа, А.Ю. Орехова

Научный руководитель – к.т.н., доцент. *А.Н. Буркин, Е.А. Егорова*
Витебский государственный технологический университет

Проблема ресурсосбережения, переработки и утилизации отходов является актуальной для всех отраслей производства. Однако для предприятий обувной промышленности решение этой проблемы имеет особую практическую значимость. Это связано с тем, что доля сырья и материалов в себестоимости продукции составляет примерно 75-93% [1].

Целью исследования являлась разработка технологии переработки отходов искусственных кож и определение показателей качества новых материалов.

Проанализировав основные способы переработки отходов на основе полимерных композиций, научными сотрудниками УО «ВГТУ» был предложен термомеханический метод, исключающий применение растворителей и дорогостоящего оборудования [2]. В результате переработки этим методом были получены образцы композиционного материала из отходов искусственных кож с поливинилхлоридным покрытием на трикотажной и тканой основе. Трикотажная основа состоит из полиэфирных и полиамидных волокон. Процентное соотношение покрытия и основы составляет: 28-30 % - основа, 70-72 % - покрытие.

Согласно разработанной технологии отходы предварительно измельчаются (размер волокна приблизительно 20 мм). Затем измельченные отходы загружаются в бункер шнекового экструдера. Большая длина шнека в сочетании с уменьшающейся глубиной канавки позволяет достичь высокой степени гомогенизации смеси в течение одной переработки материала. Пройдя через три зоны нагрева, пластифицированный и гомогенизированный материал поступает в формующую головку, назначение которой – придать смеси определенный профиль.

По выше описанной технологии были получены образцы материалов, которые подвергались исследованию с целью определения их физико-механических свойств. Все испытания проводились по стандартным методикам. Перечень методов испытаний был взят согласно НТД на подобные материалы, такие, например, как пластины ПВХ, ПУ, кожволон. В результате было установлено, что новый композиционный материал по своим физико-механическим показателям может быть использован в качестве подошвенного материала.

В связи с трудностью воспроизведения в лабораторных условиях всего комплекса изнашивающих воздействий, для определения износоустойчивости обуви до сих пор применяют опытные носки, несмотря на их дороговизну и длительность. Поэтому в наших исследованиях мы также применили данный метод. Для проведения эксперимента одна полупара обуви была изготовлена на подошве из кожволон, другая – на подошве из нового

композиционного материала. Опытная носка проводилась в течение 30 дней, которые составляют гарантийный срок носки подобной обуви на подошве из традиционных материалов. В данном эксперименте ставилась задача установить, как ведет себя подошва из нового композиционного материала, и сравнить эти результаты с результатами, полученными по подошве из кожволоната. Чистота эксперимента обеспечивалась за счет того, что оба материала подвергались одинаковым воздействиям в течение одного времени. Осмотр обуви проводился через каждые 3 дня. В результате было установлено, что новый подошвенный материал выдержал гарантийный срок носки.

Расчет экономической эффективности показал, что использование в производстве технологии по переработке отходов искусственных кож в подошвенный материал позволит предприятию получить годовую экономическую эффективность в размере 62 253 600 рублей.

Литература

1. Буркин А.Н., Матвеев К.С., Смелков В.К. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска. – Витебск: УО «ВГТУ», 2000. – 118 с.

2. Егорова Е.А., Габа С.В. Изучение механизма и продуктов термомеханической деструкции при утилизации отходов искусственных кож. / Сборник статей VII республиканской научной конференции студентов и аспирантов Беларуси (НИРС-2002) / УО «ВГТУ». – Витебск, 2002. – 405 с.

ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ВОДОНАСОСНЫХ СТАНЦИЙ И ТЭЦ

А.В. Гречаников

Научные руководители – д.т.н., профессор *С.Г. Ковчур*, к.х.н., доцент *А.П. Платонов*
Витебский государственный технологический университет

Вода, подающаяся потребителям (населению, предприятиям), предварительно очищается от солей жёсткости и минеральных примесей на водонасосных станциях (станциях обезжелезивания). В результате образуются неорганические отходы (шлам с полей фильтрации). В Республике Беларусь до настоящего времени не разработана технология комплексной утилизации отходов водонасосных станций. Объектом исследования являлись неорганические отходы станций обезжелезивания г. Витебска. Химический состав шлама определялся методами комплексонометрии. Установлено, что в состав отходов входят ионы железа, кальция, магния, а также диоксид кремния. Содержание тяжёлых металлов (микроэлементов) проводилось с помощью атомно-эмиссионного анализа на спектрографе. Концентрация в отходах большинства тяжёлых металлов незначительна, т.е. не превышает предела чувствительности методов анализа. К таким элементам относятся цинк, кадмий, хром, ванадий, никель, бериллий, медь, барий, молибден, скандий. Исследования, проведённые на кафедрах химии, охраны труда и промышленной экологии Витебского государственного технологического университета, показали, что шлам можно использовать для получения строительных материалов. Разработаны технологические регламенты изготовления цветной тротуарной плитки, строительного пигмента и фасадной краски с использованием непрокалённых и прокалённых отходов станций обезжелезивания.

Вторая задача настоящего исследования – разработка технологии комплексной утилизации отходов, образующихся при водоподготовке на теплоэлектроцентралях. Ежемесячно на крупной ТЭЦ образуется около 50 тонн жидких отходов или 5 тонн сухого шлама. На Витебской ТЭЦ для очистки воды в качестве коагулянта используют сульфат алюминия, а в качестве флокулянта – полиакриламид. Использовать отходы в качестве удобрений нецелесообразно, поскольку в них содержится 10-11 % соединений алюминия. В настоящее время на ТЭЦ накопилось большое количество шлама, не нашедшего применения и загрязняющего окружающую среду. В результате проведённых исследований установлено, что отходы ТЭЦ можно использовать для изготовления дорожного асфальтобетона. Стоимость дорожного покрытия достигает 70 % от общих затрат на сооружение дороги. Поэтому

устройство дорожных покрытий из местных материалов и отходов промышленности является актуальной задачей.

Холодная, влажная мелкозернистая органоминеральная смесь применяется для устройства конструктивных слоёв дорожной одежды дорог IV – V технической категории. В её состав входят песчано-гравийная смесь, гранитный щебень, минеральное связующее (тонкодисперсный доломит), активатор, нефтяной битум. В аттестованной лаборатории по контролю качества дорожных материалов подобран состав и проведены испытания холодной влажной органоминеральной смеси, в которой часть доломита заменена отходами, образующимися на Витебской ТЭЦ. Предварительно проведён лабораторный анализ щебня, песчано-гравийной смеси, доломитовой муки, шлама. Установлено, что замена доломитового порошка шламом не приводит к ухудшению физико-механических свойств асфальтобетона.

СПЕЦИФИКА ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ЕЛЬСКОГО РАЙОНА

С.В. Гузенок

Научный руководитель – *В.Е. Пашук*

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

Работа содержит сведения комплексного характера о возможности ведения лесного хозяйства в районе южной Беларуси, эффективного и рационального использования природных ресурсов этой территории. Научные сведения и практические рекомендации, необходимые для полноценного освоения имеющихся ресурсов территории явно неполны как следствие возникла необходимость комплексного исследования ресурсных возможностей этого региона. Это и являлось главной целью проведенного исследования.

Данные были собраны по результатам производственной практики на Гомельском ПЛХО и Гомельской лесоустроительной экспедиции. Обработку данных и разработку решений по оптимальному решению проблем осуществлял автор.

Полученные результаты свидетельствуют о целом ряде проблем как природного, так и экономического характера, а также о возможности многократного увеличения потенциала отдачи этой территории. Так объём главного лесопользования на данный момент в Бельском лесхозе составляет 72,1 тыс. м³, а прогнозируемый на 2010, 2020, 2030 годы составляет соответственно: 123,3; 169,0; 177,6 тыс. м³. Это говорит о возможности увеличения отдачи продукции с единицы площади более чем в 2,5 раза, без уменьшения общих площадей.

Основные препятствия, которые в настоящее время стоят на пути достижения возможного объёма лесопользования, имеют в основном две главные причины: преобладание в возрастной структуре молодняков и средневозрастных лесов, а также большой процент малоценных лиственных пород (берёза – 18,6%). В это же время процент твёрдолиственных пород невелик: дуб – 4,4%. Однако и возрастание заготовки древесины возможно в основном за счёт сосны: с 31,6 тыс.м³ (2001г.) до 99,8тыс.м³ в 2020 году. Планируемое использование древесины берёзы также возрастёт и составит в 2020 году 41,2 тыс.м³. (в 2001г. – 16,1 тыс.м³)

Главной проблемой на настоящий период является использование мелкотоварной древесины, которая остаётся при прореживании – основы интенсивного ведения лесного хозяйства. Основные пути её использования – переработка и экспорт балансов, которые в последнее время пользуются наибольшим спросом за рубежом (в структуре экспорта лесхоза – 94,5%) Однако экспорт балансов в ближайшей перспективе в страны дальнего зарубежья будет ограничен, его перспективы расширятся по мере ввода в действие ЦБК в Латвии, расширения целлюлозно-бумажного производства в Беларуси. Экспорт другой продукции ограничен технологическим уровнем переработки древесины.

В структуре ежегодной заготавливаемой древесины чётко прослеживается тенденция увеличения объёмов пользования лесом по группе хвойных пород (перевыполнение фактического плана заготовки на 37,6%).

Учитывая физико-географическое расположение территории, специфику природных условий, финансовое положение в регионе, необходимо рекомендовать лесхозу

ориентироваться на самостоятельную и углубленную переработку древесины. Стоит добавить, что всё время возрастающий спрос на древесину хвойных пород должен стимулировать формирование насаждений из хвойных пород, как наиболее пригодных для выращивания в данных природно-климатических условиях, так, и наиболее выгодных с экономической точки зрения (в частности сосны).

Литература

1. Ермаков В. Е. Лесоустройство. – Мн.: Высш. Шк., 1993. – 259 с.
2. Концепция развития лесного комплекса Республики Беларусь до 2015 года. Минск, 1999
3. Лесной Кодекс Республики Беларусь, 2000.
4. Стратегический план развития лесного хозяйства Беларуси. Минск, 1997
5. Юркевич И. Д. Сосновые леса Беларуси. – Мн.: Наука и техника, 1984. – 176с.

ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РАЙОНАХ ПОСТРАДАВШИХ ОТ АВАРИИ НА ЧАЭС

А.М. Заборовский

Научный руководитель – к. т. н., доцент *Ю.А. Лосюк*
Белорусский национальный технический университет

Беларусь обеспечена собственными топливно-энергетическими ресурсами лишь на 10-13%. Поэтому в настоящее время все большее внимание уделяется нетрадиционным и вторичным ресурсам: гидроэнергии, ветроэнергии, фитомассе, отходам растениеводства, твердым бытовым отходам, горючим отходам. Основным препятствием развитию нетрадиционной энергетики в РБ является сравнительно более высокая себестоимость 1 кВтч выработанной ими электроэнергии, обусловленная, прежде всего, более высокими значениями удельных капиталовложений в 1 кВт установленной мощности по сравнению с затратами на сооружение традиционных энергоисточников. Вместе с тем, существует ряд направлений развития нетрадиционной энергетики, где представляется целесообразным ослабить требование прибыльности и быстрой самоокупаемости инвестиционных проектов. Важнейшим из них является использование нетрадиционных источников энергии в районах пострадавших от аварии на ЧАЭС. При этом необходимо совместить техническую осуществимость и экономическую оправданность проекта. Нами были проанализированы следующие возможности использования нетрадиционной энергетики в районах радиоактивного загрязнения: 1) преобразование солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных электрических станций (СЭС); 2) использование ветроэнергетических установок (ВЭУ); 3) преобразование биомассы в электроэнергию. В результате выяснилось, что метеорологические условия загрязненных районов Республики позволяют при должной организации процесса весьма эффективно развивать любое из перечисленных направлений [1]. Однако, экономическая эффективность проектов существенно различается. Ориентировочная стоимость одного кВт установленной мощности («под ключ») для СЭС составляет сегодня около 4000 долл. США (для ВЭУ – 1500 долл. США), что в условиях ограниченности бюджетных средств, практически исключает широкомасштабное участие государства в развитии энергоисточников на базе СЭС и ВЭУ. Проблемы финансирования мероприятий по их сооружению на пострадавших от аварии на ЧАЭС территориях целесообразно решать путем целенаправленного стимулирования инвестиционной активности национальных и иностранных хозяйствующих субъектов, а также переориентации части международной финансовой поддержки в этом направлении. Перспективы использования биомассы оценены нами, как более реалистичные. Так в 2001 году было произведено 32,1 тыс. тонн зерна и 8,8 тыс. тонн картофеля с содержанием ⁹⁰Sr сверх действующих нормативов, в 2002 году заготовлено 2,3 тыс. тонн сена, около 8 тыс. тонн сенажа и более 9 тыс. тонн силоса с концентрацией ¹³⁷Cs выше допустимого уровня. [2]. Продукция, в которой превышает допустимый уровень содержания ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs уничтожается. Более оправданным, с позиций государственной политики по

реабилитации пострадавших территорий, было бы использование продукции с превышением допустимых норм содержания радионуклидов для производства экологически чистого продукта – электроэнергии. В итоге, мы решаем двойную задачу: осуществляем мероприятия по реабилитации территорий и снижаем зависимость Республики Беларусь от поставляемых извне энергоресурсов.

Литература

1. Лосюк Ю.А., Седнин В.А. Возможности нетрадиционной энергетики в районах радиоактивного загрязнения Республики Беларусь. // Энергетика (Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ) – 1993, №3-4.

2. Богдевич И.М., Скурат В.В. и др. Научное обеспечение мероприятий по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. // Доклад НАНБ. Мн.: 2003.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРИКОТАЖА ДЛЯ ПРОТЕЗНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.И. Лаврова

Научные руководители – к.т.н., доцент *А.В. Чарковский*, к.т.н., доцент *В.П. Шелепова*
Витебский государственный технологический университет

Приемная гильза — в один из важнейших узлов протезных изделий. Удобство протеза во многом зависит от качества изготовления приемной гильзы, а легкость и надежность — от материалов и технологии изготовления гильзы, систем крепления и управления протезом.

Технология изготовления протеза и его приемной гильзы предусматривает учет индивидуальных антропометрических данных больного. На коническую оправку требуемого типоразмера послойно накладывается текстильный наполнитель с последующей пропиткой его полимерным связующим. В качестве наполнителя в последнее время используют трикотажные трубки из хлопчатобумажной пряжи, полиэфирных нитей или из сочетания их со стеклонитями.

Целью данной работы является совершенствование технологии вязания для протезов верхних и нижних конечностей.

В ходе исследований установлено, что для обеспечения качества приемной гильзы протеза трикотажная трубка должна обладать высокой растяжимостью в сочетании с достаточной упругостью. Высокая растяжимость необходима для обеспечения нормального надевания трубки на большой диаметр конической оправки гильзы. Упругость трубки должна обеспечить нормальную облегаемость без складок и заломов на маленьком диаметре оправки. Данный комплекс свойств можно обеспечить, используя сочетание различным по свойствам нитей: нитей обычной и повышенной растяжимости при достаточной длине нити в петле.

Поэтому для производства протезных трубок с повышенной растяжимостью и упругостью в качестве сырья выбраны полиэфирные нити в сочетании с эластомерными «спандекс». Полиэфирные нити обеспечивают адгезию трубки со связующими, а спандекс — облегаемость при надевании трубки на оправку.

Предлагаемое переплетение трубки — кулирная гладь. В предварительном эксперименте установлено, что для обеспечения качества трубки и ее высокой растяжимости необходимо увеличивать длину нити в петле примерно до 7-8 мм. Полиэфирную нить необходимо провязывать вместе с эластомерной нитью, заправляя их в один нитевод вязальной машины. Для вязания разработанной трубки используется кругловязальная машина ТМК-1, круглочулочные одно- и двухцилиндровые автоматы.

Были выработаны опытные образцы, определены их основные характеристики: ширина трубки, растяжимость при нагрузках меньше разрывных, параметры петельной структуры. Установлено, что по основным показателям трубки соответствуют требованиям. Трубки переданы в БПОВЦ для апробации.

Литература

1. Разработать технологию производства армированной трубки из стеклонитей для

протезов бедра, голени и верхних конечностей для детей. Отчет о научно-исследовательской работе. ГБ № 513. — Витебск, 2001.

2.ТУ РБ 300031282.016-2002. Трубки трикотажные протезные. Технические условия. Введены с 05.06.2002 г. — Витебск, 2002 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗВОЛОКНЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ ОТХОДОВ НА МОДЕРНИЗИРОВАННОМ ЩИПАЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ

Т.А. Мачихо

Научные руководители – д.т.н., профессор *А.В. Локтионов*,
к.т.н., доцент *В.Г. Буткевич*

Витебский государственный технологический университет

УО ВГТУ предложен способ и разработано оборудование для переработки в нетканые текстильные полотна льняных технологических отходов.

Основная трудность на этапе подготовки волокнистого продукта заключается в оптимизации процесса разволокнения и получения волокон требуемой длины. Для этого была модернизирована щипальная машина (щипальный волчок) используемая для переработки волокон шерсти. Модернизация заключалась в установке дополнительной рабочей пары над главным барабаном и подпружиненных питающих пар.

Известно, что в процессе механической обработки происходит изменение длины волокон. Под действием механических повреждений волокна разрываются, в результате чего изменяется распределение волокон по длине и иные характеристики (средняя, штапельная, модальная длина, неровнота по длине). Таким образом, из исходного распределения образуется произвольное, описываемое соответствующими уравнениями. Теоретические исследования показали, что для льняного лоскута критерий разрыва волокон, представляющий собой среднее число разрывов на единицу длины (1м) на модернизированной щипальной машине составляет 697-2540 и соответствует данному показателю для лоскута шерсти. Лабораторный анализ показал, что средние численные значения длин волокон, полученных из путанки, характеризуются более высокими значениями длины (на 15-27 мм) и процента длинных волокон (на 9,14%). Это свидетельствует не только о том, что для модернизированного оборудования путанка является более качественным сырьем, но и о том, что она может являться основным видом волокон на этапе смешивания компонентов.

Обработка результатов экспериментов показывает, что для путанки разброс характеристик длины волокна практически не выходит за пределы ошибки, что совпадает с теоретическим анализом средних значений распределения волокон по длине. Это подтверждает рекомендации об использовании волокон, полученных при разволокнении путанки в основной сортировке.

Для отходов льняных волокон процесс кардочесания протекает без технологических проблем. В смесях, содержащих не более 30% льняных отходов, не наблюдается значительное уменьшение длины волокна по сравнению с остальными компонентами смеси при прохождении их между кардными поверхностями. При вложении льняных отходов более 30% наблюдается незначительное укорочение волокон, которое, однако, не влияет на процесс формирования нетканых материалов и их физико-механические параметры.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА ГОМЕЛЯ С УЧЕТОМ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Е.С. Пырх

Научный руководитель – *В.Е. Пащук*

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины

В основу комплексной оценки положены данные, определяющие уровни загрязнения приземного слоя атмосферы, подземных вод, почв, радиоэкологические и шумовые характеристики во взаимосвязи с почвенно-геологической устойчивостью территории. На основании этого выделяют территории с разным уровнем загрязнения.

Зона экологической опасности охватывает крупнейшие промышленные предприятия, транспортные пути и жилые кварталы. Максимальные уровни суммарного загрязнения (свыше 200 баллов) отмечены в районе ПО "Коралл", "Гомсельмаш", и др., т.е. в центральной и северной частях города, где наблюдается превышение допустимых норм загрязнения воздуха, подземных вод и почв, радиационного загрязнения. Это территория с умеренной и достаточной почвенно-геологической устойчивостью.

Южнее привокзальной площади выделяется зона в виде дугообразной полосы шириной 0.3-1.2 км, приуроченная к железной дороге и охватывающая такие предприятия, как кондитерская фабрика "Спартак", заводы торгового оборудования, пусковых двигателей, мебельная фабрика, ОПО "Гомельоблтеплосеть", ГПТС "Центральная котельная". Кроме высокого загрязнения (200 баллов), для этой территории характерна неудовлетворительная почвенно-геологическая устойчивость.

Полосой шириной до 2 км простирается зона экологической опасности на юге города, охватывающая 5 микрорайон до завода КПД-2. Суммарное загрязнение оценено менее чем в 160 баллов, но ранг экологического состояния определен как экологически опасный в связи с неудовлетворительной почвенно-геологической устойчивостью. Аналогичную оценку получили районы Новобелица, Якубовка, частично Волотова.

В районе ул. Кирова сформировалась зона экологической опасности размером 0.6 на 0.4 км. Возникновение ее связано с очень высоким уровнем техногенного загрязнения и неудовлетворительной почвенно-геологической устойчивостью.

На левом берегу реки Сож выявлена зона чрезвычайно высокого загрязнения (168 баллов), представляющая собой овальное пятно размером 0.6 на 0.5 км. Эта аномалия обусловлена радиационным загрязнением, доля которого 46 % суммарного загрязнения.

Рангом экологического риска с меньшим уровнем техногенной нагрузки оценены территории южнее завода "Коралл", юго-восточнее завода станочных узлов с ул. Б.Царикова, у завода торгового оборудования с улицами Владимирова, Минской, Мильчанской, Джураева, Бочкина, в районе улиц Западной, Петровского, Ватутина.

Зона экологического дисбаланса расположена двумя отдельными участками. Один огибает протоку Волотова, а также индивидуальные застройки по ул. Брянской. Второй - южное окончание улицы Ильича в Новобелице. Рядом отмечена зона условного экологического баланса по ул. Ладо и в прилегающих лесных массивах, а также на урочище "Пролетарский Луг".

Анализ суммарного воздействия природно-техногенных факторов показывает, что сформировавшееся экологическое состояние окружающей среды города Гомеля весьма сложное. Почти вся его территория по уровням загрязнения и природной устойчивости отнесена в ранг экологической опасности и риска, т.е. как минимум один из основных анализируемых компонентов окружающей среды подвержен загрязнению выше допустимых норм. В зоне же экологической опасности такие превышения характерны по двум и более компонентам, а в районе действия заводов самоходных комбайнов, "Гомсельмаш", станочных узлов и фабрики игрушек - по четырем.

Литература

1. Поляков А.И. Отчет о исследовательской работе // Сборник отчетов. - Гомель, 1996. - №25. - Ст.45.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

Е.С. Пырх, С.В. Гузенок

Научный руководитель – *В.Е. Пашук*

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины

Заболевание - одна из форм биологического ответа на вредное воздействие загрязненной окружающей среды, а заболеваемость может рассматриваться как следствие этого воздействия и быть показателем его интенсивности.

Результаты сравнительного анализа уровня заболеваемости детей в возрасте до 14 лет, проживающих в городе Гомеле и Гомельском районе, основными патологическими формами в общих чертах совпадают с результатами анализа заболеваемости взрослого населения. Дети, проживающие в Гомельском районе, как и взрослые, чаще городских заболевают психическими расстройствами, заболеваниями крови и органов пищеварения (почти в 2 раза), болезнями кожи (более чем в 1,5 раза). В Городе значительно чаще болеют нарушениями эндокринной системы, органов дыхания, костно-мышечной системы, злокачественными новообразованиями.

При выявлении взаимосвязи показателей заболеваемости с факторами окружающей среды установлено выраженное влияние специфических токсичных веществ в техногенно загрязненной зоне на заболеваемость населения. Высокий ее уровень у взрослого населения отмечен на участке, расположенном в северо-восточной части города с повышенным атмосферным и радиационным загрязнением. В границах этого участка, кроме жилых строений, расположено более десятка промышленных предприятий, в том числе ПО “Гомсельмаш”, завод самоходных комбайнов, завод станочных узлов, фабрика “Спартак” и др. Перечень выбросов включает более 20 вредных веществ различных классов опасности с широким спектром токсического действия: диоксиды серы и азота, аммиак, окись углерода, соединения тяжелых металлов, ксилол, толуол, бутил-этилацетат, фенол, формальдегид и др.

У жителей данного участка отмечены наиболее высокие уровни заболеваний нервной системы и системы кровообращения. Значительно выше, чем в среднем по городу, показатели заболеваемости органов дыхания, пищеварения и др. В целом, здесь прослеживается выраженное повреждающее действие основных атмосферных загрязнителей, адекватное характеру заболеваемости населения.

Следует обратить внимание на ситуацию с детскими заболеваниями. Наиболее часто во врачебной помощи нуждаются дети, проживающие на территориях с сочетанием воздействия повышенного радиационного и химического загрязнения. Участки с наиболее высоким уровнем детской заболеваемости расположены компактно в северо-восточной, юго-восточной, частично в центральной части города и граничат между собой.

Таким образом, по шкале биологических ответов организма на воздействие веществ, загрязняющих окружающую среду, вся территория города и района может быть отнесена к уровню высокой экологической опасности. Наряду с этим, значительная часть территории, по сравнению с общим фоном, характеризуется более высоким уровнем радиационного и атмосферного загрязнения, оказывающим особо неблагоприятное воздействие на здоровье населения.

Отсутствие обнадеживающих признаков повышения уровня жизни, улучшения медицинского обслуживания и решения других острых социально-экономических проблем в условиях стабилизировавшегося уровня загрязнения окружающей среды в данном регионе, не дает основания для прогноза улучшения состояния здоровья населения и его медико-диагностических показателей.

Литература

1. Территориальная комплексная схема охраны природы г. Гомеля и Гомельского района. Заключительный отчет. - Гомель: Горрайинспекция, 1997. - 207с.

ВНЕДРЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНЫХ ОБЕСПЕЧЕНИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Р.Г. Шваб, Е.А. Смычник Ю.А. Шестопалов
Научный руководитель – к.т.н. *А.Д. Смычник*
БЕЛГОРХИМПРОМ

Развитие промышленности и науки во всех сферах человеческой деятельности приводит к тому, что создание и разработка каких-либо новых технологий, технических средств, а также методик их применения становится затруднительным, а в некоторых случаях невозможным, без применения научных методов познания и поиска.

Одной из таких обязательных сторон научного исследования является метод моделирования, без которого не обходится ни конструкторская, ни исследовательская работа.

Развитие вычислительных средств, расширение их возможностей являются главным фактором более широкого внедрения их в различные сферы научной и практической деятельности. Интенсивно развивается направление компьютерного синтеза изображений.

В настоящее время сформировалась новая отрасль информатики – трехмерная машинная графика. Ее можно определить как науку о математическом моделировании геометрических форм и свойств объектов, а также методов их визуализации и управления ими.

Информация, содержащаяся в изображении, представлена в наиболее концентрированной форме, и эта информация, как правило, более доступна для анализа, для ее восприятия получателю достаточно иметь относительно небольшой объем специальных знаний.

Существуют различные программные приложения для автоматизации проектирования в горной промышленности. Такие программные приложения представляют собой набор инструментов, используя которые можно значительно повысить эффективность работы при проектировании самых различных объектов горной промышленности.

С помощью программных приложений мы можем увидеть выработку как в данный момент времени так и предполагая, что с ней произойдет через определенное время. Можно построить план влияния горных работ на земную поверхность, проседания земли, мутьду сдвижения и различные геофизические изменения поверхности земли и земного массива.

Программные приложения позволяют проследить практически все геофизические изменения, как земной поверхности так и внутренние изменения массива. Это позволяет выявить опасные факторы связанные со сложными горно-техническими условиями ведения работ.

Литература

1. Нормативные и методические документы по ведению горных работ на Старобинском месторождении калийных солей. Изд-во Слуцкой укрупненной типографии. Солигорск- Минск, 1995, 214с.

ВЛИЯНИЕ НА БИОТУ ПРИРОДНОЙ РАДИАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД

Ю.В. Гусакова
Научный руководитель – к.б.н., доцент *Н.Н. Поликарпова*
Белорусский национальный технический университет

Эволюция жизни на Земле выявила замечательную особенность живых организмов использовать для своего выживания и развития ультромалые количества многих физических и химических факторов. Высокие дозы радиации пагубно влияют на биологические организмы. В тоже время в результате исследований российских биофизиков получены доказательства необходимости для нормального развития и размножения биологических организмов

определенного уровня природной атомной радиации. Доказано, что определенный уровень радиации вызывает стимулирующий эффект в развитии различных организмов. Для простейших он наблюдается при мощности природной атомной радиации 1 Гр/сутки. Стимуляцию развития растений вызывает радиация мощностью 0,1-0,01 Гр/сутки[1]. Увеличение сроков жизни животных происходит при уровне радиации 0,001-0,000001 Гр/сутки[2].

Природный радиоактивный фон определяется пятью основными источниками радиации. Это газ радон и продукты его распада. вклад которых в ПРФ \cong 49,5%, радиоизотоп калия К40 - 15%, космические излучения и порождаемые ими космогенные радионуклиды -15,3%, радиевый ряд урана- 12,2%, ториевый ряд урана - 8%. Радон - 222 (^{222}Rn) образуется из рассеянного в горных породах земной коры, непрерывно распадающегося радия - 226 (^{226}Ra). Калий-40 входит в состав многих горных пород и составляющих их минералов. Уран является широко распространенным элементом. Он представлен тремя изотопами: ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U . В природную облученность биосферы основной вклад вносит ^{238}U . Содержание урана в породах земной коры варьирует в больших пределах: в гранитах от 0,0001 до 4,75%, в ортитах- 0,05%, в уранитах до 70%. Вокруг рудоносных отложений урана на многие сотни км образуются урановые провинции с повышенным содержанием урана во всех составляющих биосферы. Из продуктов распада ^{238}U наибольшее значение для создания ПРФ имеют радий 226, свинец 210 , полоний 210. Содержание радия в горных породах, выраженное в Бк/кг [3] в граните 96-114, базальты 18,5-40,7, известняк 14,8-25,9. Вторым после урана широкораспространенным естественным радионуклидом является торий -232 (^{232}Th). Как и уран он встречается и в виде крупных месторождений, и в мелкодисперсном состоянии во всех горных породах и водах. Концентрация ^{232}Th имеет следующие величины(в Бк/кг): граниты 81,4, диориты 32,5, известняки 7,0. сланцы 44,4. В среднем биота, в том числе и человек, за счет суммарной ПАР получает около 5 мк Зв/сутки. Именно с нею связывается протекание нормальной жизни биоты [1] и возникновение вторичных биогенных излучений, обеспечивающих образование биологических полей [1].

Исследование различных полевых проявлений горных пород и минералов и их влияние на биоту является целью нашей последующей работы.

Литература

1.Кузин А. М. и др. Способность вторичных биогенных излучений вызывать образование колоний клетками, утратившими это в старых культурах// Радиационная биология. Радиэкология. 1997б. Т. 3, вып. С. 275-279

2.Юров С.С. и др. Физиолого-биохимические особенности культивирования *Aspergillus Niger* в сниженном земном γ -фоне естественного ионизирующего излучения // Stud. Biohys. 1981. Vol. 85, № 1. P. 75-77.

3.НКАР- Доклады научного комитета по действию атомной радиации при ООН. Нью-Йорк, 1952, 1962, 1978, 1982.

О МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ КРОВЛИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК В КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ

Р.Г. Шваб, И.Б. Богатов

Научный руководитель – к.т.н. ***А.Д. Смычник***

БЕЛГОРХИМПРОМ

При разработке полезных ископаемых одним из основных вопросов является безопасность ведения горных работ. В настоящее время накоплен большой опыт по разработке калийных месторождений.

Однако существующие нормативы и методики не позволяют в полной мере прогнозировать горнотехническую ситуацию. Усредненный характер расчетов не позволяет анализировать приоритетные факторы: срок устойчивости выработок, расчетные значения

параметров камерной системы разработки, оптимальные размеры очистных камер, межходовых и междуканнерных (поддерживающих) целиков.

Важным фактором, оказывающим влияние на выбор той или иной технологии отработки месторождения, является обеспечение сплошности водозащитной толщи и минимизация вредного влияния подземных горных работ (проседание земной поверхности, заболачиваемость земель, выполнение необходимого комплекса мер охраны зданий и сооружений, отчуждение сельхозугодий под соле- и шламохранилища) при максимальном извлечении полезного ископаемого.

Решение этих задач зависит от многих факторов:

- наличия поверхностных объектов, требующих комплекса охранных мероприятий;
- мощности водозащитной толщи и ее геосостава;
- строения пород, слагающих непосредственную кровлю, их мощности, качественных и количественных характеристик;
- глубины ведения горных работ;
- гипсометрии залегания и мощности разрабатываемого продуктивного пласта;
- применяемой технологии для разработки полезных ископаемых;
- наличия или отсутствия закладки в выработанное пространство.

Важным фактором, оказывающим влияние на выбор той или иной технологии отработки месторождения, является обеспечение сплошности водозащитной толщи и минимизация вредного влияния подземных горных работ при максимальном извлечении полезного ископаемого. Устойчивость выработок зависит от степени нагружения целиков, от мощности слоев слагающих непосредственную кровлю, количества и мощности глинистых прослоек

Учет совместного влияния вышеперечисленных факторов позволяет в некотором роде управлять горными процессами (в зависимости от поставленных задач) и достаточно достоверно прогнозировать ситуацию.

Методика расчета должна основываться на комплексном подходе к анализу задач. Важно определить параметры, которыми можно пренебречь при достижении конкретных целей.

Цель работы заключается в создании комплексного подхода в постановке решаемых задач и методах расчета, позволяющих достигнуть максимального извлечения полезного ископаемого при обеспечении безопасного ведения горных работ.

Литература

1. Нормативные и методические документы по ведению горных работ на Старобинском месторождении калийных солей. Изд-во Слуцкой укрупненной типографии. Солигорск- Минск, 1995, 214с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Т.Ю. Развина, О.И. Матяж

Научный руководитель – к.б.н., доцент *Н.Н. Поликарпова*
Белорусский национальный технический университет

В Беларуси выявлено и разведано более 5 тысяч месторождений полезных ископаемых, среди которых весомое место занимают минералы: калийные и каменная соли, доломит и другие, также недавно были найдены месторождения янтаря. Возрастающие требования к экологии добычи полезных ископаемых требует разработки эффективных способов разрушения добываемых пород. В последнее время в практику горного производства внедряются принципиально новые методы: метод разрушения инфракрасным излучением и метод лазерного разрушения. Лазерно-оптические технологии значительно расширяют возможности добычи и производства изделий из минералов и горных пород. В этих методах используется излучательный режим подвода энергии к породе. В первом случае для формирования мощного потока оптического излучения применяются специальные ИК-генераторы, во втором – лазеры. Внедрение данных методов невозможно без детального исследования оптических

характеристик этих материалов и процессов взаимодействия их с лазерным излучением.

Целью нашей работы является проведение сравнительных исследований оптических характеристик образцов минералов и процессов, происходящих в них под действием импульсного лазерного излучения. В докладе приводятся результаты экспериментального исследования коэффициентов поглощения и отражения поверхности образцов минералов, характеризующимися различными физико-химическими и механическими свойствами, их оптической прочностью и особенностями разрушения под действием лазерного излучения. Были исследованы образцы галита, янтаря и др., а также проведено сравнение с аналогичными параметрами образцов из гранита и мрамора. В качестве источника возбуждающего излучения использовался импульсный рубиновый лазер, а для зондирования облучаемой зоны образцов применялись непрерывные полупроводниковый и газовый лазеры.

Изучение спектров пропускания образцов проводилось в спектральном диапазоне 400 – 1200 нм. С помощью поляризационного микроскопа, а также методом формирования фигуры удара определялись анизотропные свойства изготовленных образцов. Для формирования фигуры удара применялся метод фокусировки излучения рубинового лазера в объеме образца. Симметричное повреждение образцов в виде правильной окружности (так называемая картина удара) соответствует изотропным образцам, а образование картины удара в форме двухлепестковой розетки характерно для образцов, выполненных из анизотропного кристалла

Было проведено исследование зависимости коэффициента отражения от температуры поверхности образцов. В заданном интервале изменения температур коэффициент отражения уменьшался, примерно, в 3 раза (от 0,3 до 0.1-0,09). Такая зависимость была характерна практически для всех исследуемых образцов, исключением являлись образцы, выполненные из мрамора. Методом оптического зондирования были проведены оценки изменения коэффициентов отражения поверхности образцов при облучении их лазерным излучением. Значительная часть энергии возбуждения поглощается образцом, что приводит к локальному нагреванию его поверхности. При этом происходит изменение свойств отражающей поверхности, что вызывает уменьшение отражения зондирующего луча. Получена зависимость коэффициента отражения исследуемых образцов от мощности падающего лазерного излучения.

В основе лазерного разрушения исследуемых образцов лежит термическое действие поглощаемого излучения. Определены основные этапы лазерного разрушения в зависимости от свойств образцов и условий их облучения. Наблюдается неоднородный характер разрушения образцов. Неправильная форма зоны воздействия определяется внутренним строением образца. Установлено, что при импульсном лазерном воздействии происходит объемное растрескивание образца, что снижает его механические свойства.

ЭКОЛОГИЯ БЕЛАРУСИ: УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

А.А. Моисеев

Научный руководитель – *Н.Т. Волосатова*

Белорусский государственный экономический университет

Проблема утилизации опасных отходов промышленности и сельского хозяйства требует особого внимания общественности, чтобы гарантировать, что они не причиняют вреда здоровью человека и не загрязняют окружающую среду. Поскольку в отношении проблемы отходов существует тенденция следовать по пути наименьшего сопротивления, необходимо предпринять меры, гарантирующие, что ликвидация отходов осуществляется по возможности там, где они производятся, а также в тех местах, в которых ликвидация отходов наиболее практически обоснована и безопасна. Однако, безусловно, эта проблема не сводится только к проблеме удаления отходов. Мы также должны свести к минимуму количество и опасность производимых отходов посредством совершенствования технологий производства и соответствующих процессов. Только в прошлом году в республике Беларусь образовалось 26 миллионов тонн отходов производства и 2 миллиона — потребления. О том, что эта проблема актуальна на сегодняшний день, свидетельствуют результаты опросов о существующей

ситуации с утилизацией отходов: 87% опрошенных не устраивает данная ситуация и считают, что угроза здоровью людей увеличивается, причём 36% – это люди возраста от 15 до 18 лет и 51% – после 18 лет, что свидетельствует о том, что и молодому поколению не чужды эти проблемы; 8% эта ситуация устраивает; 4% безразлично относятся к этой проблеме и 1% не имеет о ней никакого понятия.

В ходе исследования были выявлены основные виды отходов, их воздействие на окружающую среду, здоровье людей, способы их утилизации.

Стабильный рост парка автомобилей в нашей республике поставил на повестку дня вопрос сбора и переработки автомобильных шин, а также других резиносодержащих отходов. Изношенные покрышки представляют собой серьёзную экологическую проблему. Между тем при отработанной системе сбора и утилизации вышедшие из употребления покрышки могут превратиться во вторичное сырьё, энергоноситель или источник некоторых полезных для промышленности компонентов. Разработано положение о порядке обращения с изношенными шинами и другими резиносодержащими отходами. Согласно этому положению будет создана сеть заготовительных пунктов, принимающих изношенные шины у населения, а каждый автомобилист обязан будет сдавать вышедшие из употребления покрышки в заготовительные или перерабатывающие организации для дальнейшего их использования.

Большое внимание в докладе уделяется загрязнению окружающей среды полимерными отходами, упаковочным материалом.

Древнейший способ уничтожения мусора – захоронение на свалках или полигонах. Эксплуатация необустроенных свалок, не имеющих элементарных природоохранных сооружений – гидрозащитных экранов, систем сбора и контроля фильтра и т.д., с социальной точки зрения – противопоказана, с природоохранительной – опасна.

До конца этого года в Беларуси планируется установить мусорные контейнеры с тремя отдельными емкостями: для сбора стеклянной тары, жестяной, а также пластмассовых бутылок. Одновременно в ряде крупных универсамов планируется установить автоматы по приему ПЕТ-тары на депозитно-возвратной основе, то есть сдаешь бутылку – автомат возвращает деньги.

Литература

1. www.bhc.unibel.by
2. www.propack.by
3. Мышковед С. М. Проблема расследования экологических преступлений. Мн: Судовый вестник, 1997.
4. Логиноф В. Ф. Состав природной среды Республики Беларусь. Экологический Бюллетень. Мн: Минсктиппроект, 1998.
5. Демичев Д. М. Экологическое право. Мн.: Ураджай, 2002

ШУМ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

А.С. Колыбельникова

Научный руководитель – *Н.Т. Волосатова*

Белорусский государственный экономический университет

Наш век стал самым шумным. Трудно назвать сейчас область техники, производства и быта, где в звуковом спектре не присутствовал бы шум, то есть мешающая нам и раздражающая нас смесь звуков.

Длительный шум неблагоприятно влияет на орган слуха, понижая чувствительность к звуку. Он приводит к расстройству деятельности сердца, печени, к истощению и перенапряжению нервных клеток. Ослабленные клетки нервной системы не могут достаточно четко координировать работу различных систем организма. Отсюда возникают нарушения их деятельности. Отсутствие необходимой тишины, особенно в ночное время, приводит к преждевременной усталости. Шумы высоких уровней могут явиться хорошей почвой для развития стойкой бессонницы, неврозов и атеросклероза.

Человек всегда жил в мире звуков и шума. Звуком называют такие механические колебания внешней среды, которые воспринимаются слуховым аппаратом человека (от 16 до 20000 колебаний в секунду). Колебания большей частоты называют ультразвуком, меньшей - инфразвуком. Шум - громкие звуки, слившиеся в нестройное звучание.

Уровень шума измеряется в единицах, выражающих степень звукового давления, - децибелах. Шум в 20-30 ДБ практически безвреден для человека и составляет естественный звуковой фон, без которого невозможна жизнь. Что касается «громких звуков», то здесь допустимая граница поднимается примерно до 80 ДБ. Шум в 130 ДБ уже вызывает у человека болевое ощущение, а достигнув 150 ДБ становится для него непереносимым.

Появляются всё новые сверхмощные источники звука, например: шум реактивного самолёта, космической ракеты. Очень высок уровень промышленных шумов. На многих работах и шумных производствах он достигает 90-100 децибелов и более, способствуя увеличению числа ошибок в работе, снижая производительность труда примерно в 10 – 15% и одновременно значительно ухудшает его качество.

Если в 60 - 70 годы прошлого столетия шум на улицах не превышал 80 ДБ, то в настоящее время он достигает 100 ДБ и более. На многих оживлённых магистралях даже ночью шум не бывает ниже 70 ДБ, в то время как по санитарным нормам он должен не превышать 40 ДБ. По данным специалистов, шум в больших городах ежегодно возрастает примерно на 1 ДБ. Имея ввиду уже достигнутый уровень, легко себе представить весьма печальные последствия этого шумового «нашествия».

Под влиянием сильного шума, особенно высокочастотного, в органе слуха происходят необратимые изменения. При высоких уровнях шума слуховая чувствительность падает уже через 1 – 2 года, при средних – обнаруживается гораздо позже, через 5 – 10 лет, то есть снижение слуха происходит медленно, болезнь развивается постепенно. Поэтому особенно важно заранее принимать соответствующие меры защиты от шума. В настоящее время почти каждый человек, подвергающийся на работе воздействию шума, рискует стать глухим.

Над проблемой шумового загрязнения во многих странах серьёзно задумались, а в некоторых приняли определённые меры. В связи с ростом шума можно представить состояние людей через 10 лет. Поэтому эта проблема должна быть рассмотрена, иначе последствия могут оказаться катастрофическими.

Литература

- 1.Б.Т. Величковский «Здоровье человека и окружающая среда» Новая школа, 1997
- 2.А.Г. Банников «Основы экологии» Колос, 1996
- 3.Юдина «Борьба с шумом на производстве» Просвещение, 1986
- 4.Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Беларусь. М.: Минприроды Республики Беларусь, 1998.

ОХРАНА РЕСУРСОВ ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ

О.В. Лавская

Научный руководитель – *Н.Т. Волосатова*

Белорусский государственный экономический университет

Целью данной работы является не только привлечение общественного внимания к проблеме ресурсов охотничьих животных, но и нахождение наиболее рациональных способов применения такого неисчерпаемого, и в то же время хрупкого ресурса нашего государства, как охотничьи животные, не нарушая при этом естественного развития и гармоничного функционирования природы.

В Беларуси сложились такие условия, что данные ресурсы можно не только сохранять, вкладывая в эту сферу деньги из бюджета страны, но и развивать, получая от них прибыль. Предлагаемая работа рассматривает ряд мероприятий по проведению этой идеи в жизнь. Так как ресурс охотничьих животных относится к группе воспроизводимых, то существует потенциальная возможность для увеличения их количества. Не так давно в Беларуси прошла

реформа по охране и охоте на охотничьи виды животных. Суть реформы в том, что на основе лесхозов были созданы охотничьи хозяйства. Они должны заботиться о животных и охранять их от браконьеров. При этом в период, когда охота разрешена, все желающие могут принять участие в охоте, заплатив определённую сумму денег за такое удовольствие. Средства, полученные таким образом, идут частично в бюджет страны, а частично охотничьим хозяйствам. Это нововведение в работе рассмотрено на примере Ганцевичского лесхоза, на территории которого были построены удобные домики и привлечены желающие к такому виду отдыха через турагентства. За один сезон 2002 года лесхоз заработал 4 тысячи евро. При этом, охотника обязательно сопровождает егерь, который отмечает, сколько и каких животных было убито или ранено. На такой отстрел существуют свои расценки. Например, олень стоит 1700 евро, кабан – 400. За ранение же животного на охотника накладываются штрафные санкции.

Для увеличения количества охотничьих животных и правильного их использования должны исполняться определённые правила и законы. В данной работе рассматривается нынешнее законодательство, которое закрепляет единый для Республики Беларусь порядок правового регулирования животного мира для удовлетворения экологических, экономических, эстетических и иных потребностей человека с учётом интересов нынешнего и будущих поколений. Главным принципом административного управления в области природопользования и охраны окружающей среды является установление определённых лимитов на использование ресурсов охотничьих животных.

В работе так же рассматривается такой аспект проблемы, как проведение мероприятий по эффективному использованию данного вида ресурсов – создание широкой сети особо охраняемых природных территорий и восстановление нарушенных хозяйственной деятельностью природных объектов. На таких территориях не могут существовать ни люди, ни животный мир. К ним можно отнести, например, ряд осушенных болот на Полесье. Увеличение лесистости территории является важнейшим критерием для развития охотничьих животных, да и всего животного мира в целом. Все данные проблемы трудно или практически невозможно решить без наличия мощного потенциала экологической науки.

Мы всегда должны помнить, что дети наших внуков тоже захотят не только увидеть нашу прекрасную природу во всём её многообразии и великолепии за стальной оградой вольеров, но и поохотится на животных в натуральной, естественной среде их обитания.

Литература

1. Мороз Л. Н. Улучшение природных ресурсов. Мн., 1994
2. Банников А. Г. Основы экологии. Колос, 1996
3. Законодательство Республики Беларусь по охране окружающей среды.
4. <http://www.belta.by>

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕКА

В.А. Осипчиков

Научный руководитель – Н.Т. Волосатова

Белорусский государственный экономический университет

Радиационная обстановка, сложившаяся после катастрофы на ЧАЭС, коренным образом изменила состояние всех компонентов окружающей среды, которая в отдельных районах стала крайне неблагоприятной.

Резкое и катастрофическое изменение среды обитания оказало негативное воздействие на состояние здоровья населения.

В Беларуси вследствие катастрофы на ЧАЭС пострадало 2.2 млн. человек (22 % от общей численности населения РБ на 1986 год), а также признаны загрязнёнными территории площадью 46.500 км². Наиболее пострадавшие области Гомельская и Могилёвская.

Остро встала проблема изменения демографической ситуации в Республике. Демографическая ситуация до 1993г. характеризовалась ростом общей численности населения,

однако в 1994 году население Республики уменьшилось на 20 тыс. и на начало 1995 года составило 10,3 млн. человек. Характерным является уменьшение доли сельского населения. Так население Гомельской области по сравнению с 1985 годом уменьшилось на 4,2 % при росте численности городского на 10,1% и уменьшении сельского на 24,8%

Основная причина снижения численности населения связана с ростом большого количества заболеваний, вызванных неблагоприятными условиями после Чернобыльской катастрофы.

Обращает на себя внимание увеличивающийся в последние годы разрыв уровня продолжительности жизни женщин и мужчин, составляющий на 10,8 года больше у женщин.

Продолжительность жизни населения Беларуси в 1992 г. была практически на уровне этого показателя в странах Западной Европы (75,6 года) и превышала вероятную продолжительность жизни в странах Восточной Европы (69,6 года).

Особенностями для населения Гомельской и Могилевской областей в последние годы является падение рождаемости, увеличение смертности и снижение естественного прироста населения.

Младенческая смертность в республике до 1994 г. имела тенденцию к снижению. В 1994 г. младенческая смертность возросла по республике в целом.

На сегодняшний день фиксируется рост заболеваемости детей и подростков раком щитовидной железы, что стало серьёзнейшей проблемой для Беларуси. Население пострадавших территорий страдает от болезни, связанной с увеличением щитовидной железы, степень тяжести которой колеблется от умеренной до сильной, что связано с дефицитом йода в структуре питания.

Огромное влияние Чернобыльская катастрофа оказала на психику людей и особенно детей. Исследования, которые проводились после катастрофы на ЧАЭС, выявили разные отклонения в психическом развитии у детей. Причём у этих детей, как правило, отмечалось низкое интеллектуальное развитие, слабость эмоционально-волевой регуляции, эмоциональная неустойчивость, частая встречаемость недоразвития фонематического слуха и речи.

Часто не владея информацией, которая представлена в докладе, люди не знают какие меры нужно предпринимать в целях профилактики здоровья. В докладе информируется, а также даются советы по охране здоровья людей, медицинской профилактике и оказанию первой медицинской помощи в целях избежания вредного влияния после аварии на ЧАЭС.

Литература

1. «Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества. Справочник» Под общ. ред. Л.А.Ильина, В.А.Филова. Ленинград, «Химия». 1990.

2.«Медико-санитарная подготовка учащихся» Под ред. П.А. Курцева. Москва, «Просвещение». 1988.

ТРИКОТАЖНЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

И.Г. Черногузова

Научный руководитель – к.т.н., доцент ***М.А. Коган***

Витебский государственный технологический университет

Интенсификация технологических процессов во многих отраслях промышленности сопровождается значительным увеличением количества промышленных выбросов. Это наносит большой урон не только окружающей среде, но и ставит под угрозу безопасность самого человека. В связи с этим все большее значение приобретает развитие методов промышленной и санитарной очистки различных дисперсных систем. Один из распространенных способов разделения и очистки таких систем – фильтрование их с помощью текстильных материалов. Для этих целей широко применяют ткани, нетканые материалы и трикотаж. Однако задача повышения эффективности таких полотен остается весьма актуальной.

Авторами разработаны многослойные трикотажные фильтровальные материалы из

полимерных нитей основязаного способа производства. С целью оценки соответствия разработанных трикотажных фильтровальных материалов конкретному назначению, проведены исследования данных материалов по показателям структуры полотна и такому эксплуатационному показателю как воздухопроницаемость, который является косвенной оценкой фильтрующей способности текстильных фильтровальных материалов. Испытано 9 вариантов многослойных трикотажных перегородок. Испытания разработанных материалов проводили в соответствии со стандартными методами испытаний, а соответствие материалов требованиям, предъявляемым к фильтровальным материалам для промышленных аэрозолей определяли по ГОСТ 30236-95 /1/.

Результаты испытаний представлены в таблице.

Результаты испытаний многослойных трикотажных материалов

№ варианта полотна	Показатели структуры трикотажного полотна								Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$
	Число петельных рядов на 10 см	Число петельных столбиков на 10 см	Повехно-стная плотность, $\text{г}/\text{м}^2$	Толщина, мм	Разрывная нагрузка, Н		Разрывное удлинение, %		
					По длине	По ширине	По длине	По ширине	
1	177	115	321	0.8	834	1513	34	87	191
2	127	113	323	0.66	998	916	87	104	209
3	203	117	289	0.65	566	1337	86	62	183
4	198	115	319	0.68	676	1620	105	60	114
5	168	118	226	0.61	950	1570	40	83	170
6	170	115	395	0.9	963	1997	29	86	84
7	164	114	323	0.68	757	1617	102	79	116
8	181	116	307	0.66	721	1413	118	77	93
9	187	115	307	0.64	765	1450	111	69	90

Результаты испытаний многослойных трикотажных материалов свидетельствуют о том, что все разработанные материалы могут быть использованы в качестве фильтровальных материалов для промышленных аэрозолей.

Литература

1. ГОСТ 30236-95. Материалы текстильные для фильтрации промышленных аэрозолей. Общие технические условия. - Введен впервые; Введ. 01.07.96. – Минск.: Белстандарт, 1995. – 12 с. Группа М49

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩИХ ПОДХОДОВ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МАРКИРОВКЕ

Ю.М. Новикова

*Научный руководитель – Т.С. Благовещенская
Белорусский национальный технический университет*

В исследовательской работе излагаются эффективные подходы к экологической маркировке.

Экологическая маркировка - это один из видов экологической декларации, характеризующей воздействие продукции или услуги на окружающую среду на всех стадиях их жизненного цикла.

Основной целью экомаркировки является выделение среди групп однородной продукции той продукции, которая на всех стадиях жизненного цикла оказывает меньшее воздействие на

окружающую среду.

Экологическая маркировка в Республике Беларусь основывается на стандартах СТБ ИСО серии 14020.

Существующую экомаркировку можно условно разделить на следующие основные предметные группы:

- 1) маркировка для обозначения экологичности продукции (услуг) в целом или ее отдельных свойств;
- 2) маркировка для идентификации товаров (средств их обращения);
- 3) маркировка, призывающая к бережному отношению к окружающей природной среде;
- 4) маркировка экологически чистых продуктов питания;
- 5) маркировка, отражающая опасность продукции (услуг) для окружающей среды и находящаяся на пересечении областей предупредительной и экомаркировки.

Основными общими требованиями к экомаркировке являются эффективное выделение маркируемой продукции из общего числа продукции, находящейся в обращении, передача установленной смысловой нагрузки в сжатой образной форме, способствуя ее усвоению широкими массами, осознание важности природоохранной деятельности и др.

Экологическая маркировка основывается на следующих принципах:

- 1) экологические знаки и декларации должны быть точными, проверяемыми, уместными и не вводящими в заблуждение;
- 2) информация по характеристикам экологичности продукции и услуг, содержащаяся в сопроводительной документации экологического знака, в декларации должна быть предоставлена потребителю непосредственно производителем, применившим маркировку, сделавшим такую декларацию;
- 3) экологическая маркировка и декларация должны основываться на рассмотрении всего жизненного цикла продукции, оценки экологического риска и воспроизводимости результатов испытаний;
- 4) информация, используемая для обеспечения экологической маркировки, должна быть доступна для заинтересованных сторон и др.

Маркировка может иметь форму знака, графического изображения на изделии или таре, может быть представлена в виде текстового документа, технического бюллетеня, рекламного, публичного объявления.

Литература

1. Пашков Е.В., Фомин Г.С., Красный Д.В. Международные стандарты ИСО 14000. Основы экологического управления. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997.
2. ПМС 14020. Экологическая маркировка. Основные принципы.
3. Литвинов О.В. Экологическая маркировка. Стандарты и качество, 1998. № 5. – С. 51-52.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ И УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ОТХОДОВ

Т.И. Заяш

*Научный руководитель – **И.И. Турсунова***

Белорусский национальный технический университет

Согласно второму закону термодинамики, энергия не может быть создана или уничтожена. Она может быть лишь превращена из одной формы в другую. Энергия “обслуживает” процессы, происходящие в обществе, Современные энергосистемы ассоциируются с целым рядом проблем, такими, как уменьшение запасов ресурсов и загрязнение окружающей среды. Для того чтобы выполнить международные соглашения по устойчивому развитию и охране окружающей среды, необходимо, чтобы энергетические системы стали более сбалансированными. Главным условием этого является увеличение эффективности использования энергии во всех секторах общества. Сегодня существует много технических и организационных возможностей, реализовав которые, мы могли бы

обеспечивать наши основные и не основные потребности, используя значительно меньшее, по сравнению с сегодняшним, количество энергии.

Любая из стадий использования энергии – добыча, транспортировка, преобразование, конечное потребление и захоронение отходов имеет свои экологические последствия. С использованием энергии связано загрязнение воды и деградация почв на стадии добычи, нефтяные разливы при транспортировке, загрязнение атмосферы при сгорании топлива и проблема радиоактивных отходов атомных электростанций.

Проблемы удаления отходов, нехватки площадей для их накопления и трудности с организацией новых территорий под хранение отходов становится с каждым годом все более актуальными. Именно поэтому поиск экологически приемлемых методов удаления отходов и совершенствование возможностей переработки приобретают все большее значение.

В то же время многие виды отходов (древесные отходы, сельскохозяйственные отходы и отходы с энергетических плантаций и т.д.) являются мощнейшим источником энергии.

Многие западные страны используют отходы такого рода для выработки электричества и тепла. Например, в Швеции биомасса имеет огромное значение для энергетической системы. В 1994 году 16% общего количества электроэнергии было произведено из биомассы.

В Беларуси есть все необходимые условия для переработки отходов и получения энергии из них: благоприятные природные условия, леса, плодородные почвы, обильные осадки, низкая плотность населения. Потенциально, использование биомассы в нашей республике может дать большой экономический эффект и снизить зависимость от внешних поставок сырья из-за границы.

Литература

1. Пал Борьессон, Птер Хелби и др.

Устойчивое развитие Балтийского региона. Энергия. От ископаемого топлива к сбалансированному использованию энергетических ресурсов.

Издательство УП «Технопринт», 2001. 318 с.

2. Винтер Георг

Модель экологического менеджмента. Разработка собственного экологического плана действий вашей компании. Издательство УП «Технопринт», 2001. 55 с.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ РАСЧЕТА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ОРГАНИЧЕСКОМ ТОПЛИВЕ

Е.М. Минченко

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.П. Бубнов*

Белорусский национальный технический университет

Промышленное производство электрической и тепловой энергии сопровождается крупномасштабным материальным и энергетическим обменом с окружающей средой, следствием которого является отрицательное воздействие на нее. Кроме этого республика не обеспечена в полной мере собственными топливно-энергетическими ресурсами, поэтому современное состояние теплоэнергетики Республики Беларусь требует применения технических решений, направленных на повышение энергетической эффективности и учета экологического воздействия энергоустановок на окружающую среду [1].

Цель данной работы показать необходимость учета экологического аспекта при расчете технико-экономических показателей энергоустановок на органическом топливе и разработать модель расчета эколого-экономических показателей теплоэлектростанции.

Решению задачи повышения энергетической эффективности посвящено большое количество научных исследований и технических разработок, как в нашей стране, так и за рубежом (работы ученых и инженеров ВНИИЭ, ТЭС БНТУ, Московского энергетического института, СибНИИЭ). Однако в данных исследованиях уделяется внимание только оценке экологического ущерба от загрязнения атмосферы и не уделяется внимание оценке ущерба

вследствие загрязнения почв. Кроме этого, как правило, ущерб от загрязнения никак не учитывается в технико-экономических показателях станции [2]. Основным элементом станции, который как-то отражает экологический фактор, является высота трубы выброса отходящих газов. Однако при этом учитывается только концентрация вредных выбросов в атмосферу, а их последующее воздействие на окружающую среду, в том числе и на почву, водные ресурсы, практически не рассматривается.

В данной работе основное внимание уделено оценке эколого-экономических показателей энергоисточника с учетом особенностей технологического процесса всего топливного цикла, включая добычу топлива, его сжигания и вредного воздействия на основные элементы окружающей среды (атмосферу, водные ресурсы, почву).

В работе изложен концептуальный подход составления такой модели исследования и проводятся основные зависимости, описывающие процессы взаимодействия физических, экономических и экологических показателей энергоисточника.

Литература

1. Стриха И.И., Карницкий Н.Б. Экологические аспекты энергетики. – Мн.: УП “Технопринт”, 2001.

2. Рыжкин В.Я. Тепловые электростанции: /Учебник для вузов, 3-е издание/. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА»

А.В. Карповская, О.В. Попретинская

Научный руководитель – *Т.С. Благовещенская*

Белорусский национальный технический университет

Жизненный цикл продукта, как его определяет стандарт СТБ ИСО 9004-1, -- это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта.

В экологическом смысле оценка жизненного цикла продукта – экологическая оценка влияния продукта или материала на протяжении его жизненного цикла. Методологию "оценки жизненного цикла" определяет серия 14040 стандартов СТБ ИСО.

Оценка жизненного цикла продукции используется для анализа экологических свойств продукции на всем протяжении ее жизненного цикла: от добычи и подготовки сырья к производству, производства продукции до ее потребления и обращения с продукцией по окончании ее срока службы. Оценка жизненного цикла продукции используется для оценки и модернизации экологических характеристик продукции на разных этапах ее жизненного цикла, обеспечивая экологическую безопасность продукции.

Каждый продукт в той или иной степени оказывает воздействие на окружающую среду, и поэтому можно говорить только об относительном превосходстве одного продукта над другим, оценивая его на различных стадиях жизненного цикла:

- во время транспортировки сырья для изготовления продукта и при транспортировке продукта потребителю (выхлопные газы);
- в процессе производства (выбросы в атмосферу, сбросы в водоемы, отходы);
- во время потребления и использования продукции (выбросы при использовании лаков, красок, потребление электроэнергии);
- во время утилизации продукции и отходов.

Оценка жизненного цикла продукции является приоритетным инструментом реализации экологических программ и составляет неотъемлемую часть процесса разработки свойств и характеристик каждого продукта. В то же время оценка жизненного цикла продукции может рассматриваться и использоваться как один из критериев выбора поставщиков сырья для

продукции.

Целью данной работы является создание обучающей программы для практических занятий по дисциплине «Оценка жизненного цикла продукции». Данное программное обеспечение позволит упростить процесс обучения, сделать его более наглядным и интересным. В функциях программы заложены основные положения методологии оценки жизненного цикла продукции, данные о составлении материальных балансов, входящих и выходящих потоков ресурсов и продукции в производстве. Так же в дополнение к программе разработаны руководство по ее использованию и учебное пособие «Оценка жизненного цикла продукции».

Литература

1. Bérubé, M., and S. Bisson. 1991. *Lifecycle Studies*. Ministère De L'Environnement Du Québec
2. U.S. Environmental Agency. 1995. *Guidelines for Assessing the Quality of Life-Cycle Inventory Analysis*. EPA, Office of Solid Waste, Washington, DC. Prepared by Jodi S. Bakst, Christopher J. Lacke, Keith a. Weitz, John L. Warren
3. U.S. Environmental Agency. 1994a. *Life Cycle Assessment*. EPA, Office of Solid Waste, Washington, DC. Prepared by Battelle Memorial Instititue
4. U.S. Environmental Agency. 1994a. *Life Cycle Assessment*. EFinal Report, EPA/600/r-92/245. Office of Research and Development. Prepared by Battelle, and Franklin Associates, Ltd
5. The Finnish Association of Graduate Engineers TEK. 1997. *Environmental Assessment of Products: A Textbook on Life Cycle Assessment* . Written by Bo Pedersen Weidema.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ КРИЗИС – УГРОЗА НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е.С. Шаплыко

Научный руководитель – *И.И. Турсунова*

Белорусский национальный технический университет

Республика Беларусь в конце 20-начале 21 столетия характеризуется кризисными явлениями не только в экономическом, социальном и экологическом развитии, но и в демографической ситуации. Республика уже десятый год имеет отрицательный естественный прирост, т.е. умирает больше людей, чем рождается. Эта тенденция сохранится и в будущем. При неблагоприятных условиях развития многие негативные демографические тенденции могут стать необратимыми. Особое беспокойство вызывают тренды смертности. Смертность населения в Беларуси находится на высоком уровне и сопровождается целым рядом негативных явлений. Ожидаемая продолжительность жизни снижается, растет смертность, практически от всех причин ухудшается здоровье населения. В тоже время остается низкой культура самосохранительного поведения, и большое распространение имеют вредные привычки, такие как курение, алкоголизм, наркомания, которые являются факторами риска для здоровья населения. Поэтому именно проблема здоровья становится в республике главной проблемой ближайшего и отдаленного будущего. В этих условиях очень важно выявить истинные причины происходящих процессов и определить пути улучшения ситуации.

Для улучшения демографической ситуации в республике нужна активная политика, направленная, в первую очередь, на улучшение здоровья жителей страны и снижение смертности от основных ее причин до уровня высокоразвитых стран и преодоление отставания от них по показателю ожидаемой продолжительности жизни. Безусловно, это непростая задача. Решить ее можно только при установлении стабильного роста экономики страны и улучшения качества жизни населения. Тем не менее, без целенаправленных мер демографической политики тоже не обойтись. Ввиду того, что показатели продолжительности жизни в значительной степени зависят от образа жизни населения, демографическая политика в области смертности должна быть направлена на формирование здорового образа жизни. Приоритетными направлениями демографической политики должно быть следующее: ориентация мер социальной и экономической политики на оказание благоприятного

воздействия на здоровье и продолжительность жизни населения; повышение доступности и качества медицинского обслуживания для всего населения страны; просветительская и образовательная деятельность по формированию у населения ориентации на здоровый образ жизни, распространению знаний о профилактике заболеваний и укреплению здоровья, предупреждению и искоренению вредных для здоровья привычек. Демографическая политика должна быть ориентирована на все слои населения, и особенно на отдельные его категории входящие в группы повышенного риска.

Литература

- 1.Анисов Л.М,Привалова Н.Н.,Шахотько Л.П.Демографические аспекты национальной безопасности.
- 2.Анисов Л.М.Демографическая проблема Республики Беларусь.
- 3.Никитенко П.Г.,Раков А.А.Состояние и тенденции Демографического развития Беларуси.
- 4.Шахотько Л.П.,Бурачевская Е.В.,Лешкович Л.Ф.Статистический анализ тенденций заболеваемости и смертности в Республике Беларусь в 1990-2001 гг.
- 5.Борисов В.А.Учебник для ВУЗов “Демография”
- 6.Медков В.М.Учебное пособие”Демография”

АВАРИЯ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Е.С. Бухтиярова

Научный руководитель - *Т.А. Реут*

Белорусский национальный технический университет

В данной работе излагаются основные причины, опасные процессы и последствия, происходящие после аварии на чернобыльской атомной электростанции в 1986 году. Чернобыль изменил отношение людей к прогрессу как к благу, впервые после упоения и восторга от научно-технического развития и покорения природы заставил думать об окружающей среде. Именно чернобыльская катастрофа дала мощный толчок ядерному разоружению, сокращению атомных потенциалов великих государств.

Причиной случившейся трагедии явилось непредсказуемое сочетание нарушений регламента и режима эксплуатации энергоблока, допущенных обслуживавшим его персоналом. Качество программы испытаний, которая не была должным образом подготовлена и согласована, оказалось низким. В ней был нарушен ряд важнейших положений регламента эксплуатации. Помимо того, что в программе, по существу, не были предусмотрены дополнительные меры безопасности, ею предписывалось отключение системы аварийного охлаждения реактора (САОР). Причины аварии на ЧАЭС, её развитие исследовались ведущими учёными и специалистами с использованием данных о состоянии реактора и его систем перед аварией, математических моделей энергоблока и его реакторной установки и электронно-вычислительной техники. В итоге удалось восстановить ход событий, сформулировать версии о причинах и развитии аварии.

Выброс радионуклидов за пределы аварийного блока ЧАЭС представлял собой растянутый во времени процесс, состоявший из нескольких стадий. В ходе цепной реакции образуется целый спектр химических элементов, выделилось из аварийного реактора около 23 основных радионуклида. В первые минуты после взрыва и образования радиоактивного облака наибольшую угрозу для здоровья людей представляли изотопы так называемых благородных газов. При делении ядер урана появляется йод, имеющий период полураспада около семи часов. Затем он переходит в ксенон-135, обладающий свойством активно поглощать нейтроны. Загрязнённые воздушные массы распространились затем на значительные расстояния по территории БССР, УССР, РСФСР, а также за пределами Советского Союза. После аварии произошло загрязнение почвы, воды, воздуха, леса. Вместе с тем наблюдались компенсаторные реакции: увеличение продолжительности жизни хвой в ответ на снижение митотической

активности и рост спящих почек в связи со смертью точек роста. В результате катастрофы погибли все мелкие грызуны. Исчез с лица земли целый биоценоз хвойного леса, а сейчас там – буйное разнотравье случайной растительности. Вода так же подвержена радиоактивному загрязнению, как и земля. Водная среда способствует быстрому распространению радиоактивности и заражению больших территорий до океанических просторов. Были сооружены глухие дамбы и стенка в грунте, отсекающие вынос радиоактивности из ближней зоны ЧАЭС.

В целом радиационная обстановка в 1988 году стабилизировалась, так как к этому времени в основном распались короткоживущие радионуклиды и радиационный фон на территориях, расположенных за пределами 30-километровой зоны, определялся долгоживущими радионуклидами цезия-137. Были составлены и реализованы планы по повышению безопасности АЭС с реакторами РБМК и сводные мероприятия по повышению надёжности и безопасности действующих и сооружаемых атомных станций с реакторами РБМК и ВВЭР. Разработаны и осуществляются меры по повышению технического уровня, надёжности и качества изготавливаемого оборудования для АЭС, совершенствованию его конструкций и технологии производства.

Литература

1. Абатуров Ю.Д. и др. Некоторые особенности радиационного поражения сосны в районе аварии на ЧАЭС.- Экология, 1991, №5, с.14-17.
2. Григорьев Ал.А. Экологические уроки прошлого и современности.- Л.:Наука, 1991.
3. Губарев В.С. “Зарево над Припятью”, М., 1987
4. “Чернобыль: события и уроки” Под ред. Е. И. Игнатенко, М., 1989

ГОРОД И БЫТОВОЙ МУСОР

О.Г. Войненко

Научный руководитель – *Т.А. Реут*

Белорусский национальный технический университет

В данной работе рассмотрены некоторые экологические проблемы города Минска, воздействие окружающей среды на здоровье городского населения, проблемы городских отходов, загрязнение поверхности почвы бытовым мусором, влияние автомобильного транспорта на экологию и попытка найти пути решения этих проблем.

Город Минск находится в сложном экологическом состоянии стремительно растёт, переходит за кольцевую дорогу. Сотни тысяч источников выбрасывают в воздух огромное количество вредных веществ. Особый вред наносится автомобилями, технические параметры которых не соответствуют требованиям и качеству воздуха. Выхлопные газы автомашин дают основную массу свинца, износ шин – цинк, дизельные моторы – кадмий. Промышленные предприятия дают очень много пыли, окислов азота, кальция, магния, кремния. Сточные воды города подвергаются биологической очистке, однако, в водоемы все же попадает очень много песка, соли, подкисленной и теплой воды. Заболеваемость минчан в среднем выше, чем по другим районам страны: распространены болезни органов дыхания, астма, различные виды аллергии, сердечно-сосудистые заболевания и т.д.

Городские свалки промышленного и бытового мусора занимают большие площади. В составе мусора могут оказаться ядовитые вещества, такие, как ртуть или другие тяжелые металлы, химические соединения, которые растворяются в дождевых и снеговых водах и затем попадают в водоемы и грунтовые воды. Могут попасть в мусор и приборы, содержащие радиоактивные вещества.

Наиболее перспективным способом решения проблемы является переработка городских отходов. Получили развитие следующие основные направления в переработке: органическая масса используется для получения удобрений, текстильная и бумажная макулатура используется для получения новой бумаги, металлолом направляется в переплавку. Основной проблемой в переработке является сортировка мусора и разработка технологических процессов

переработки. Подлинная перспектива выхода из экологического кризиса – в изменении производственной деятельности человека, его образа жизни, его сознания.

Улучшая технику, создавая приятные условия для нашего обитания, мы тем самым ухудшаем природу, а это приводит к появлению многих болезней. Мы всегда должны помнить о том, что природа, не тронутая цивилизацией, должна оставаться резервом, который со временем, когда большая часть земного шара будет служить промышленным и научным целям, станет приобретать все большее значение критерия, в частности эстетического

Литература

1. Горшков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. – М.: Недра, 1982.
2. Григорьев А.А. Города и окружающая среда. Космические исследования. – Мысль, 1982.
3. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. – 1986.
4. Одум Ю. Основы экологии. – Мир, 1975.
5. Самсонов А. Л. журнал «Экология и жизнь» – Г. Д. Сянькова, 2000.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ КАК ЭЛЕМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Е.В. Крылович, И.А. Тимофеева

Научный руководитель – *Т.С. Благовещенская*

Белорусский национальный технический университет

Продукция и технологии производства постоянно должны соответствовать требованиям общества и потребителей, т.е. современное предприятие должно принимать активные меры как экологического, так и экономического характера. При этом следует стремиться к достижению следующих основных целей:

сохранению природных ресурсов; сокращению выбросов вредных веществ и избыточного тепла; предотвращению чрезвычайных ситуаций и аварий.

Для достижения поставленных целей на предприятиях Республики Беларусь применяется ряд природоохранных инструментов, таких, как: мониторинг и анализ, управление отходами, внедрение более чистых технологий, эколого-экономические подходы, экологический аудит и сертификация, технические методы защиты окружающей среды. Но все вышеперечисленные методы направлены на снижение негативного воздействия предприятия на окружающую среду уже после образования загрязнителей. Одним из современных природоохранных инструментов, позволяющих повлиять на причину образования загрязнителей, является создание и внедрение систем управления окружающей средой (СУОС), которые представляют собой часть общего административного управления предприятием. Разработка и функционирование СУОС осуществляется согласно циклу Деминга и включает в себя 17 элементов.

Помимо снижения вредного воздействия на окружающую среду, внедрение СУОС позволит предприятию завоевать имидж у своих партнеров и общественности, расширить рынок сбыта своей продукции, снизить финансовые расходы на штрафы, на очистные сооружения и т.д.

ПРОБЛЕМА ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Е.А. Панковец, И.Л. Янчукович

Научный руководитель – *И.В. Карпенко*

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является проанализировать существующую проблему парникового эффекта и изменения климата, собрать и обработать данные по парниковым газам в Республике Беларусь, а также рассмотреть пути решения данной проблемы.

Парниковый эффект – это эффект разогрева приземного слоя воздуха, вызванный тем, что атмосфера поглощает длинноволновое излучение земной поверхности. Главной причиной усиления этого природного явления разогрева служит обогащение атмосферы газами, поглощающими тепловое излучение.

Газами, вызывающими парниковый эффект, являются углекислый газ и различные примесные газы, такие как оксиды азота, хлорфторуглероды, метан, пары воды. Данные вещества делают атмосферу менее прозрачной для инфракрасного излучения и затрудняют возвращение тепла в космос.

Источниками выбросов парниковых газов в атмосферу является энергетический комплекс предприятий, машиностроительные предприятия, предприятия металлургической промышленности, автотранспорт и др.

В 1997 году странами учредителями ООН по изменению климата был принят Киотский протокол, который обязал страны, подписавшие этот протокол в период с 2008 года по 2012 год уменьшить выбросы в атмосферу по меньшей мере на 5% по сравнению с уровнями 1990 года.

Для решения данной проблемы предлагается использовать различные регуляторы (внедрение более эффективных технологий производства, современных технологий очистки, методы экономического стимулирования и т. д.). При выборе метода уменьшения количеств парниковых газов учитывается социально-экономическое развитие региона, географическое положение и др.

Литература

1. Методическое указание по ликвидации выбросов в атмосферу. Мн.: Народная асвета, 1998.-67с.
2. Киотский протокол.
3. Корневский А. И. Глобальные экологические катастрофы. М. 2000, 320 с.
4. Экологический энциклопедический словарь. М.: Наука, 2001.-285 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПРОДАЖИ КВОТ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

И.В. Карпенко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *С.В. Дорожко*

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является проанализировать возможности внедрения механизма продажи квот на загрязнение для промышленных предприятий с целью улучшения качества атмосферного воздуха (уменьшение количеств парниковых газов, кислотных осадков и др.).

Применение практики продажи квот на выбросы характерно для США, и в последнее время получило распространение в качестве эксперимента в Германии. Эта практика представляет собой альтернативу применению других природоохранных мер (экологическое налогообложение, штрафные санкции). Политика торговли правами на загрязнение дает возможность переносить рыночные отношения в сферу природопользования. В данном случае формируется рынок прав на загрязнение, который дает дополнительные возможности варьировать затратами [1].

Цель данного принципа – дать возможность предприятиям достигать наибольшей экономической эффективности за счет оптимального перераспределения выбросов между участниками рынка.

В соответствии с такой практикой на экологически опасные предприятия распространяются те же ограничения на выбросы, что и в соответствии с обычными программами борьбы с загрязнением окружающей среды. Однако, если такое предприятие производит меньшее загрязнение, чем допускается его квотой, то эта компания может продать или предложить к продаже разницу между своими фактическими выбросами и допустимыми для нее выбросами другой компании, которая затем будет иметь право производить большие выбросы, чем первоначально предусматривалось ее квотой [2].

Этот механизм использует так называемый “бабл-принцип” (принцип “пузыря”): объем выбросов устанавливается в целом для региона, при этом находящиеся на его территории предприятия могут с различным индивидуальным вкладом сформировать этот объем [3, 4].

Данный механизм может осуществляться для торговли выбросами парниковых газов, веществ, разрушающих озоновый слой, кислотных осадков. В случае внедрения механизма продажи квот на загрязнение достигаются не только природоохранные цели, но и экономические выгоды [5, 6].

Литература

1. Экономические инструменты охраны окружающей Среды в Дании. Отчет. Министерство энергетики, Датское агенство по охране окружающей Среды., Копенгаген, 1999, 265 с.

2. Нестеров П.М., Нестеров А.П. Экономика природопользования и рынок. - М.: ЮНИТИ, 1997, 275 с.

3. Донской Н.П., Донская С.А. Основы экологии и экономика природопользования. – Мн.: УП «Технопринт», 2000, 307 с.

4. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономические методы управления природопользованием. – М.: Высшая школа, 1998, 302 с

5. Henk Folmer Principles of Environmental and Resource Economics. – Cheltenham, UK, 1999, 484p.

6. Improving Environment and economy. – Szentendre, Hungary, 2000, 90p.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕ РАЗВИТИЯ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ ГЭС

Н.В. Левина

Научный руководитель – д.т.н. профессор *В.П. Бубнов*

Белорусский национальный технический университет

В данной работе изучаются результаты анализа стратегий развития энергетики Республики Беларусь в условиях постоянно растущего энергопотребления, а так же нестабильных цен на энергоносители. Так же проведен анализ технических характеристик существующих энергоисточников в РБ на предмет нанесения ущерба качеству окружающей среды.

На основании этого анализа изучены возможности использования нетрадиционных источников энергии, возможность децентрализованного энергоснабжения отдельных потребителей.

Изучение природных условий, географического положения РБ позволяет сделать выводы об эффективности нетрадиционных источников энергии для РБ среди таких как энергия ветра, энергия солнца, энергия воды, биомасса. В данной работе приведен сравнительный анализ технических характеристик нетрадиционных источников и выявлены наиболее оптимальные. Особенностью данной работы является учет совместного воздействия энергоисточников на

окружающую среду и технико-экономические показатели.

Проведенное исследование показывает, что использование энергии ветра и энергии солнца возможно при достижении определенных технических характеристик энергоустановок, определяемых природными условиями такими как скорость ветра и количество солнечных дней и др. Для получения высокопроизводительных и конкурентно способных нетрадиционных энергоустановок с учетом природных условий требуются значительные затраты, высокие инвестиции.

По результатам исследования показано, что развитие нетрадиционных источников энергии в РБ наиболее оптимально может быть обеспечено за счет малых ГЭС и децентрализованного энергоснабжения отдельных потребителей.

В данном исследовании произведена оценка потенциала развития малых ГЭС в РБ, рассчитаны необходимые капиталовложения для развития сети малых ГЭС, представлены технические характеристики необходимых условий и области применения малых ГЭС.

Литература

1. Бубнов В.П., Быков А.И., Веретенников В.Г. Потенциал нетрадиционных источников // Вести АНБ, серия фтн.-1992.-№4.-с. 101-105

2. Бубнов В.П. Некоторые вопросы экологии энергетики.// Энергетика...(Изв. высших учебных заведений и энерг. объединений СНГ).-1993.-№9-10.-с.106-109

3. Бубнов В.П. Энергоисточники и окружающая среда.// Энергетика...(Изв. высших учебных заведений и энерг. объединений СНГ).-1999.-№6.-с.67-74

ЭКОЛОГИЯ В ГОРОДЕ

Е.А. Куприянчик, Н.В. Соколова

Научный руководитель – *И.И. Турсунова*

Белорусский национальный технический университет

В данной работе излагаются некоторые проблемы экологии городов мира, в том числе и городов Беларуси.

Экологические проблемы городов, главным образом наиболее крупных из них, связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия

Города потребляют в 10 и более раз больше воды в расчете на 1 человека, чем сельские районы, а загрязнение водоемов достигает катастрофических размеров. Объемы сточных вод достигают 1м² в сутки на одного человека. Поэтому практически все крупные города испытывают дефицит водных ресурсов и многие из них получают воду из удаленных источников.

Для большинства крупных городов характерно чрезвычайно сильное и интенсивное загрязнение атмосферы. По большинству загрязняющих агентов, а их в городе насчитывается сотни, можно с уверенностью сказать, что они, как правило, превышают предельно допустимые концентрации

Характеризуя загрязнение воздушного бассейна города, необходимо упомянуть о том, что оно подвержено заметным колебаниям, вызываемым как погодными условиями, так и режимом работы предприятия и автотранспорта.

Наряду с загрязнением воздушного бассейна на здоровье человека отрицательно сказываются многие другие факторы окружающей среды городов.

Шумовое загрязнение в городах практически всегда имеет локальный характер и преимущественно вызывается средствами транспорта – городского, железнодорожного и авиационного.

Загрязнение водного бассейна в городах следует рассматривать в двух аспектах – загрязнение воды в зоне водопотребления и загрязнение водного бассейна в черте города за счет его стоков.

Загрязнение воды в зоне водопотребления является серьезным фактором, ухудшающим экологическое состояние городов.

Хозяйственная деятельность, планировка жилых кварталов, ограниченное количество зеленых насаждений приводят к тому, что в городах, особенно крупных, складывается свой микроклимат, который в целом ухудшает его экологические характеристики.

Наличие в городах зеленых насаждений является одним из наиболее благоприятных экологических факторов. Зеленые насаждения активно очищают атмосферу, кондиционируют воздух, снижают уровень шумов, препятствуют возникновению неблагоприятных ветровых режимов, кроме того, зелень в городах благотворно действует на эмоциональное состояние человека.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Т.В. Волощук

Научный руководитель – профессор *В.П. Бубнов*
Белорусский национальный технический университет

Литейное производство в силу специфики его технологии является источником пылегазовых выбросов, загрязняющих воздушный бассейн, где их содержание может в несколько раз превышать ПДК. [1]

Очистка и обезвреживание выбросов литейных цехов, и в первую очередь вагранок, как наиболее распространенных плавильных агрегатов, является частью общей актуальной проблемы современности - защиты окружающей среды. Параметры выбросов зависят от целого ряда факторов: типа, конструкции, мощности плавильного агрегата, разновидности энергоносителя, режима и вида дутья, качества шихтовых материалов, метода и загрузки и т.д.[2]

Газы, выбрасываемые в атмосферу из труб или проникающие через неплотности здания цеха, рассеиваются на значительной территории в зависимости от скорости ветра, температуры и скорости газовой струи, выходящей из трубы. В условиях застроенной территории происходит интенсивный размыв газовых струй за счет турбулентности воздушных потоков и осаждение их на поверхности земли. Высокодисперсная пыль и дым переносятся на значительные расстояния.[3]

В данном сообщении систематизированы качественные и количественные характеристики пылегазовых выбросов плавильных агрегатов, освещен передовой зарубежный и отечественный опыт разработки и эксплуатации аппаратов и систем очистки и отражены отдельные результаты деятельности научно-исследовательских организаций страны, специализирующихся в этой области.[4]

Проблема защиты воздушного бассейна от загрязнений токсичными газами и высокодисперсной пылью, выбрасываемыми вагранками и электродуговыми печами может быть решена только при осуществлении комплекса мероприятий: применение эффективных систем очистки, оборудования агрегатов герметизирующими устройствами, увеличение мощности вентиляционных систем и оптимизации технологического режима плавки. Это позволит значительно снизить ущерб народному хозяйству и улучшить санитарное состояние окружающей среды промышленных центров. [5]

Для эффективной реализации указанных мероприятий рекомендуется на предприятиях литейного производства внедрять систему управления окружающей средой (СУОС), базирующуюся на международном стандарте ИСО 14000.

Литература

1. Белый О. А. Решение проблем экологии в литейном производстве Москва, 1995.-365с.
2. Желтуш Я. Исследование вредных для окружающей среды отходов литейного производстве Краков, 1987.- 158с .
3. Ровин Л. Е , Пылегазовые выбросы литейных цехов и их очистка Минск, 1978.- 50с.

4. Худокормов Д. Н. Перспективные методы очистки газовых выбросов в литейном производстве Минск, 1997- 63с
5. Минко В. А., Кулешов М. И. Обеспыливание в литейных цехах машиностроительных предприятий Москва.,1987-129с

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩИХ ПОДХОДОВ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МАРКИРОВКЕ

Ю.М. Новикова

Научный руководитель – *Т.С. Благовещенская*
Белорусский национальный технический университет

В исследовательской работе излагаются эффективные подходы к экологической маркировке.

Экологическая маркировка - это один из видов экологической декларации, характеризующей воздействие продукции или услуги на окружающую среду на всех стадиях их жизненного цикла.

Основной целью экомаркировки является выделение среди групп однородной продукции той продукции, которая на всех стадиях жизненного цикла оказывает меньшее воздействие на окружающую среду.

Экологическая маркировка в Республике Беларусь основывается на стандартах СТБ ИСО серии 14020.

Существующую экомаркировку можно условно разделить на следующие основные предметные группы:

- 1) маркировка для обозначения экологичности продукции (услуг) в целом или ее отдельных свойств;
- 2) маркировка для идентификации товаров (средств их обращения);
- 3) маркировка, призывающая к бережному отношению к окружающей природной среде;
- 4) маркировка экологически чистых продуктов питания;
- 5) маркировка, отражающая опасность продукции (услуг) для окружающей среды и находящаяся на пересечении областей предупредительной и экомаркировки.

Основными общими требованиями к экомаркировке являются эффективное выделение маркируемой продукции из общего числа продукции, находящейся в обращении, передача установленной смысловой нагрузки в сжатой образной форме, способствуя ее усвоению широкими массами, осознание важности природоохранной деятельности и др.

Экологическая маркировка основывается на следующих принципах:

- 1) экологические знаки и декларации должны быть точными, проверяемыми, уместными и не вводящими в заблуждение;
- 2) информация по характеристикам экологичности продукции и услуг, содержащаяся в сопроводительной документации экологического знака, в декларации должна быть предоставлена потребителю непосредственно производителем, применившим маркировку, сделавшим такую декларацию;
- 3) экологическая маркировка и декларация должны основываться на рассмотрении всего жизненного цикла продукции, оценки экологического риска и воспроизводимости результатов испытаний;
- 4) информация, используемая для обеспечения экологической маркировки, должна быть доступна для заинтересованных сторон и др.

Маркировка может иметь форму знака, графического изображения на изделии или таре, может быть представлена в виде текстового документа, технического бюллетеня, рекламного, публичного объявления.

Литература

1. Пашков Е.В., Фомин Г.С., Красный Д.В. Международные стандарты ИСО 14000. Основы экологического управления. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997.
2. ПМС 14020. Экологическая маркировка. Основные принципы.
3. Литвинов О.В. Экологическая маркировка. Стандарты и качество, 1998. № 5. – С. 51-52.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ГИДРОЦИКЛОННОЙ ОЧИСТКИ МОЮЩИХ РАСТВОРОВ

А.Л. Казаков

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Е.И. Мажугин*
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Одним из источников нарушения природного равновесия являются сбросы загрязняющих веществ различными предприятиями Республики Беларусь. За период с 2000 по 2003 гг. прослеживается тенденция к постоянному превышению существующих нормативов сбросов предприятиями различной ведомственной принадлежности [1,2].

Одним из вредных ингредиентов сточных вод являются синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). СПАВ, являются основным составляющим синтетических моющих средств (СМС). Потребителями СМС являются ремонтные предприятия, автомойки, пункты технического сервиса и т.п.

Как правило, загрязненные СМС после очистки на простейших очистных сооружениях — отстойниках, нефтеловушках сливаются в канализацию. При этом, СПАВ, содержащиеся в СМС, попадают в водоемы, образуя стойкую пену, препятствующую аэрации и ухудшающую очистительную способность водоемов. СПАВ стабилизируют эмульсии нефтепродуктов в воде. Для разделения эмульсии обычно необходима предварительная коагуляция но СПАВ препятствуют коагуляции [3].

Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов на 2001–2005 гг. предусматривает совершенствование технологических процессов и техники путем интенсификации и применения таких конструктивных решений, которые позволили бы осуществить мероприятия по улучшению состояния окружающей среды [4].

Для очистки водных растворов СМС широко применяют центробежный способ очистки. В настоящее время существуют исследования по центробежной очистке СМС [5]. Одним из широко применяемых методов центробежной очистки является очистка в гидроциклонах. Гидроциклоны выделяют загрязнения размером не менее 50 мкм, что является их недостатком [6]. Для более высокой степени очистки необходимо укрупнить загрязнения их коагуляцией.

Нами проводились опыты по интенсификации коагуляции частиц загрязнений в водном растворе СМС Лабомид–203 различной концентрации. Опытты проводились с источником радиоактивного излучения К–40, источником лазерного излучения УКЛ–1 и электромагнитным полем.

В ходе опытов по обработке загрязненного СМС радиоактивным и лазерным излучением, при принятых режимах, коагуляции частиц загрязнений не было обнаружено. При наложении электромагнитного поля наблюдалась коагуляция частиц загрязнений в обрабатываемом объеме по сравнению с контрольным объемом. Наиболее интенсивная коагуляция наблюдалась нами в случае создания вращательного движения жидкости. Поэтому данный эффект можно использовать в сочетании с гидроциклонной очисткой и считать перспективным.

Литература

1. О превышениях нормативов выбросов/ сбросов загрязняющих веществ предприятиями Республики Беларусь/ Информационный бюллетень.–№ 1,2,3 Мн.: Учреждение “БЕЛНИЦЭКОЛОГИЯ”, - 2000.

2. О превышениях нормативов выбросов/ сбросов загрязняющих веществ предприятиями Республики Беларусь/ Информационный бюллетень.–№ 10,11,12 Мн.: Учреждение “БЕЛНИЦЭКОЛОГИЯ”, -2002.

3. Состояние окружающей среды Республики Беларусь. Национальный доклад. Мн. 2001.

4. Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов. Мн. 2001.

5. Скирдов И.В., Пономарев В.Г. Очистка сточных вод в гидроциклонах.

6. Тельнов А.Ф. Исследование процесса очистки щелочных моющих растворов, применяемых на сельскохозяйственных ремонтных предприятиях. Дисс. к.т.н. М.: 1972.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОАО «СЛОНИМСКАЯ КАМВОЛЬНО-ПРЯДИЛЬНАЯ ФАБРИКА»

Алексейчик Е. К.

Научный руководитель – д.б.н., профессор *С.А. Хорева*
Белорусский национальный технический университет

ОАО «Слонимская камвольно-прядельная фабрика» относится к числу основных природопользователей и загрязнителей окружающей среды в данном регионе. Поэтому совершенствование природоохранной деятельности на предприятии имеет ключевое значение для решения экологических проблем. Природоохранные мероприятия ОАО «Слонимская камвольно-прядельная фабрика» представляют собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение, уменьшение и ликвидацию последствий вредного воздействия производства на окружающую среду. Предложение возможного набора таких мероприятий возможно лишь на основе оценки существующего уровня природоохранной деятельности и оценки воздействия ущерба от загрязнений данного предприятия на окружающую среду. Доклад об «Оценке эффективности природоохранных мероприятий на ОАО «Слонимская камвольно-прядельная фабрика» основывается на следующих вопросах:

- характеристика физико-географических и климатических условий размещения промплощадки ОАО «СКПФ»;
- характеристика источников и видов воздействия объекта на окружающую среду в условиях нормального функционирования;
- оценка воздействия промышленного объекта на атмосферу;
- оценка воздействия промышленного объекта на гидросферу;
- возможные направления снижения уровня воздействия ОАО «СКПФ» на окружающую среду;
- влияние природоохранных мероприятий на экономические показатели работы объекта;
- определение некоторых количественных показателей оценки воздействия предприятия на окружающую среду;
- воздействие объекта на окружающую среду при неблагоприятных метеорологических условиях.

Данная работа рассматривает ту природоохранную деятельность, которая ведется на предприятии в настоящий момент.

АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

А.Е. Веретилло

Научный руководитель – д.э.н., профессор *А.В. Неверов*
Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого

Цель исследования – проанализировать воздействие предприятий черной металлургии Республики Беларусь на окружающую природную среду, определить основные направления минимизации и ликвидации выбросов и отходов производственной деятельности отрасли.

Исследование проводилось на основе статистических данных по результатам хозяйственной деятельности предприятий отрасли (в целом по республике и по Гомельской области) и РУП «Белорусский металлургический завод» в частности.

Предприятия черной металлургии являются по-прежнему одним из основных источников загрязнения окружающей природной среды. Технологические процессы черной металлургии сопровождаются вредными выбросами в сотни тысяч тонн пыли, двуокиси серы, окиси углерода, окиси азота, железосодержащих шлаков, сточных вод, требующих очистки или утилизации.

В 2002 году 5% (или 4417 т) выбросов вредных веществ в атмосферу по Гомельской области составили выбросы от стационарных источников РУП «Белорусский металлургический завод» (для сравнения: ОАО «Мозырский НПЗ» – 28% и Мозырская ТЭЦ – 9%). От всех стационарных источников загрязнения атмосферы Гомельской области на очистные

сооружения поступило 71,1% выбросов загрязняющих веществ, из них уловлено или обезврежено 96,5%.

В процессе обследования экослужбами региона промышленных предприятий проверена работа 2588 газоочистных и пылеулавливающих установок. Проверки показали, что из общего количества действующих установок 35 установок (1,4%) эксплуатировались в неисправном состоянии; 104 (4,0%) работали неэффективно. В течение 2002 года зарегистрированы случаи превышения установленных нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. На РУП «Белорусский металлургический завод» из 55 проверенных инструментально источников выбросов выявлены превышения ПДВ на 5. Всего же по области из 1395 проверенных предприятий на 126 (9%) были выявлены случаи превышения норм ПДВ.

В промышленном комплексе и коммунальном хозяйстве области образовалось около 1 млн. тонн отходов производства и потребления. Из них: около 30% - переработано, 20% - удалено на полигоны, 50% - хранится на территории предприятий.

Два принципиально различных способа борьбы с загрязнением среды состоят в очистке вредных выбросов и в более радикальном и экономичном пути создания безотходных или малоотходных технологических процессов. И сегодня перед научно-техническим прогрессом стоит важная проблема реализации общей стратегии формирования взаимно координированных и взаимно уравновешенных отношений техники и природы и создания экологически безвредных производств. Задача состоит в том, чтобы по возможности сокращать использование природных ресурсов, стремиться к уменьшению и локализации негативного воздействия отходов на окружающую среду. Сокращать отчуждение земель под полигоны, отвалы и хранилища отходов, грамотно организовать рынок экологически безопасных технологий и оборудования по переработке и обезвреживанию отходов, отрегулировать нормативно-правовую базу в сфере обращения с отходами на всех уровнях управления.

Литература

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь. 2002 / Министерство статистики и анализа РБ. – Мн., 2002. – 612с.
2. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень. – Мн.: Минприроды РБ, 1999
3. <http://iseu.kingston.ac.uk>
4. Статистические данные Гомельского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, 2003
5. Ласкорин Б.Н., Чалов В.И. Безотходное производство в металлургии. – М.: Металлургия, 1988. – 72с.

РЕГУЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ ОТХОДАМИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.А. Колеченок

Научный руководитель — д.б.н, профессор *С.А. Хорева*
Белорусский национальный технический университет

Интенсивное развитие промышленности, быстрый рост городов и промагломераций приводит к накоплению отходов. Складирование этих отходов ведет к возникновению неблагоприятных экологических ситуаций, проявляющихся в ухудшении санитарно-гигиенической обстановки, нарушении и видоизменении естественных ландшафтов, а также утрате природных ресурсов.

Реализация рекомендации Второй Международной конференции ООН по окружающей среде и развитию требует усиления государственного контроля за использованием и охраной земельных и водных ресурсов на основе широкомасштабного внедрения передовых методов контроля их состояния, разработки экологических нормативов и требований при использовании вод и земель. В связи с этим возникает необходимость разработки новых методов оценки риска

негативного воздействия техногенных массивов на различные компоненты природной среды. Изучение и классификация техногенных массивов, оценка риска воздействия на природную среду позволяет минимизировать их негативное влияние путем целенаправленного выбора типа и конструкции хранилищ для проектируемых предприятий, разработки комплекса мероприятий по оздоровлению и рекультивации территорий, находящихся в зоне воздействия, сокращая расходы на строительство и эксплуатацию хранилищ.

Наиболее значительной техногенной нагрузке подвергается природная среда в районах складирования сульфидсодержащих отходов. Вследствие окисления сульфидной серы происходит формирование кислых дренажных вод. Это приводит к полному уничтожению растительности, трансформации состава покровных отложений, поверхностных и подземных вод. Необходимо создание и внедрение экспресс-методов оценки риска воздействия сульфидсодержащих отходов на приповерхностные отложения и природные воды.

Поэтому целью предприятий и работников службы ООС является обеспечение экологически безопасного складирования отходов производства на основе оценки риска воздействия техногенных массивов на природную среду и сокращение затрат на предотвращение и ликвидацию экологически неблагоприятных последствий этих загрязнителей.

Для выполнения этой цели необходимо провести анализ ландшафтно-геохимической обстановки, сложившейся под воздействием интенсивной техногенной нагрузки в районах складирования отходов, разработать модели процессов альтерации различных типов твердых отходов и экспресс-методы прогноза формирования кислых вод сульфидсодержащими породами, создать методики оценки экологической опасности техногенных массивов, разработать методы экономически целесообразного и безопасного складирования отходов, а также разработать способы и средства защиты природной среды от воздействия складированных отходов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Д.В. Концевой

Научный руководитель – д.э.н., профессор *А.В. Неверов*

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого

Целью исследования является обоснование методологии и разработка методики определения экологического эффекта, как результата деятельности хозяйствующих субъектов.

Методологическую основу исследования составляют научные работы отечественных и зарубежных авторов по экономике природопользования: эколого-экономическому регулированию, формированию системы экономических оценок природопользования, теоретико-методологическим особенностям и практике экономического регулирования экологической сферы, особенностям формирования рыночных институтов экологической сферы, экономической политике переходного этапа и стратегии устойчивого развития.

Суть исследования состоит в следующем. Экологический эффект может вызываться естественным путем и выступать как результат флуктуации под влиянием природных факторов. В этом случае он зависит от свойств экологической системы. Возможно наступление эффекта в результате воздействия на природу, то есть в результате природоэксплуатирующей и природоохранной деятельности. Такой эффект зависит от интенсивности природопользования, применяемых технологий, качества работы, квалификации исполнителей. Заключается экологический эффект в изменении в пространстве и во времени условий окружающей природной среды и ее ресурсов. Эти изменения могут иметь как положительный, так и отрицательный характер: улучшение или ухудшение жизненных условий человека, увеличение или уменьшение количества природных ресурсов.

В случае положительных изменений условий либо ресурсов имеет место выгода, которую мы определяем как хорошие, положительные последствия, приносящие достаток, благополучие, удовлетворяющие потребности.

В случае отрицательных изменений условий либо ресурсов мы имеем дело с порогом чувствительности среды или человека. Если порог чувствительности превышен, имеет место экологический ущерб, в последствии трансформируемый в экономический или социальный. Важным моментом является то, что всякий ущерб выступает результатом воздействия, но не всякое воздействие можно считать ущербом. На наш взгляд, воздействие можно рассматривать как ущерб в случае превышения порога чувствительности среды (экологической системы), то есть ущерб, который не компенсируется в ходе процессов ее саморегуляции, и является чрезмерным нарушением устойчивости экологической системы, способности противостоять внешним воздействиям. Если же воздействие на природу не превышает порог чувствительности экологической системы, то мы опять имеем дело с выгодой, которая наступает в результате экономии, связанной с отсутствием затрат на компенсацию негативного воздействия. Разработанная схема экологического эффекта позволяет непосредственно перейти к его стоимостному выражению.

Практическая значимость полученных результатов определяется тем, что возможен мониторинг экологического эффекта, который будет способствовать разработке мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и взаимодействию с окружающей средой.

Литература

1. Титенберг Т. Экономика природопользования и охрана окружающей среды / Пер. с англ. К.В. Папенова; Под ред. А.Д. Думнова и И.М. Потравного. – М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001. – 591 с.
2. Туныця Ю.Ю. Эколого-экономическая эффективность. – М., 1980, 168 с.
3. Шимова О.С. Эколого-экономическое регулирование. – Мн.: ЗАО «Белбизнеспресс», 1998. – 286 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ЛАНДШАФТНО-КАРТОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ТЕРРИТОРИИ

Е.В. Шушкова

Научный руководитель – к.с.-х.н., доцент *В.М. Яцухно*

Белорусский государственный университет

Современные каркасные концепции организации природоохранных систем (Пан-Европейская экологическая сеть, Национальная экологическая сеть Украины, Литвы, Польши и другие) основаны на обеспечении территориальной непрерывности таких систем и выявлении их функциональных элементов. [3]

Для выявления элементов экологической сети необходим анализ пространственной структуры ландшафтов изучаемой территории, которая отражает соотношение природных и антропогенных элементов ландшафта в регионе.

Для анализа пространственной структуры ландшафтов Белорусского Поозерья была выбрана карта с данными об особо охраняемых природных территориях масштаба 1:200000. [1] Размеры рабочих выделов, в пределах которых проводилась генерализация данных, составили 4 км².

В данном случае по степени преобразованности территории выделялось 5 типов пространственной структуры ландшафта:

1. природные ландшафты покрывают более 90% территории выдела;
2. природные ландшафты покрывают 70-90% территории выдела;
3. природные ландшафты покрывают 30-70% территории выдела;
4. природные ландшафты покрывают 10-30% территории выдела
5. природные ландшафты покрывают менее 10% территории выдела. [2]

Результаты проведенных исследований показывают, что природные ландшафты, не включенные в сеть особо охраняемых природных территорий, типа 1 образуют значительные массивы в северной (в междуречьях рек Дриссы, Полоты и Оболи) и юго-восточной части региона (в долине р. Лучоса), а также в южной части региона на водоразделе рек Березины и Ушачи. Ландшафты типа 2 связывают ландшафты типа 1 в крупные природные территориальные комплексы. Территории, обеспечивающие экологические связи между

природными массивами и исполняющие роль экологических коридоров, будут выглядеть как непрерывные ряды выделов типов 2 и 3.

Таким образом, выявление природных элементов ландшафтов, не включенных в природоохранную сеть региона, создает предпосылки для формирования экологической сети Белорусского Поозерья.

Литература

1. Карта охраняемых природных территорий. Масштаб 1:200000 / Схема рационального природопользования Белорусского Поозерья. Том VI. Книга 1.– Мн.: Белгипроводхоз, 1994.
2. Критерии и методы формирования экологической сети природных территорий. Вып. 1. – 2-е изд. – М.: Центр охраны дикой природы СоЭС, 1999. – С. 23-31.
3. The Development and Application of Ecological Networks. A Review of Proposals, Plans and Programmes / G. Bennett & P. Wit. – IUCN, 2001. – 137 p.

Химия и химические технологии

ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛЫ С НИТРИТ-НИТРАТНЫМ ПЛАВОМ

Е.В. Литвина

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Г.А. Бурак*
Белорусский национальный технический университет

Фотобумага содержит кроме галогенидов серебра также целлюлозу, армированную полимером, и в качестве накопителя сульфат бария.

При сжигании фотобумаги по существующей в республике технологии без избытка воздуха, полного удаления целлюлозы и полимера не происходит. Среда в печи сжигания восстановительная. Поэтому зола фотобумаги содержит углерод, сульфат бария и продукты его восстановления (сульфат и сульфид), а также серебро в виде микрокапелек и не восстановленные галогениды серебра.

Использовать классическую пирометаллургическую технологию плавки серебра, содержащего сырье с содой и бурой практически невозможно, так как шлак будет достаточно вязким. Для сокращения количества примесей предлагается обработка золы в окислительном нитрит-нитратном плаве, который образуется на Гродненском комбинате искусственного волокна.

Навеску твердого плава насыпали в емкость изготовленную из нержавеющей стали и помещали в печь. Температуру в печи доводили до 400 - 450⁰С. При этом плав получался в виде низковязкой жидкости. В емкость с плавом малыми дозами подавали золу.

Зола предварительно освобождалась от магнитных составляющих и подвергалась помолу в дезинтеграторной мельнице до полного прохождения через сито 0,5. В процессе работы изменяли соотношение зола-плав. Далее полученную смесь охлаждали и выщелачивали растворимую часть водой. Осадок промывали раствором HCl. Полученная смесь содержала в основном сульфат бария и микрокорольки серебра. Серебро растворяли в азотной кислоте и отфильтровывали от сульфата бария - осадка белого цвета.

Из нитрата серебра извлекали серебро известными методами. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Результаты переработки золы фотобумаги с использованием нитрит-нитратного плава

№№ сост.	Состав, г		Темпе- ратура	Сод. серебра в золе по анализу,г	Масса выделен. полуфаб- риката,г	Сод. серебра в полуфабр. %	Масса выдел. серебра, г	% извл. сере- бра
	Зола	Окисл. (плав)						
1	100	100	450- 500	1,7	1,571	71,1	1,317	65,7
2	100	120	-// -	1,7	1,551	84,5	1,311	77,1
3	100	150	-// -	1,7	1,599	87,6	1,401	82,4
4	100	200	-// -	1,7	1,602	88,2	1,413	83,1
5	100	250	-// -	1,7	1,522	93,0	1,416	83,3
6	100	300	-// -	1,7	1,512	93,8	1,418	83,4
7	100	250	-// -	1,7	1,519	93,2	1,416	83,3

ВЛИЯНИЕ ТИПА НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Н.Г. Говядов

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.В. Яценко, Н.А. Кречко*
Белорусский национальный технический университет

Композиты на основе полимеров в настоящее время находят широкое применение в современной технике. Это обусловлено регулируемым диапазоном физико-механических, диэлектрических и теплофизических характеристик данных материалов.

Для повышения показателей служебных характеристик в состав композиционных материалов вводят различные функциональные добавки (наполнители, стабилизаторы, пластификаторы и др.).

Анализируя принципы модификации полимерных матриц можно выделить несколько подходов: 1. Межфазное упрочнение (введение) высокомодульных коротковолокнистых наполнителей; 2. Усиление межфазного взаимодействия путем использования активных компонентов, обеспечивающих активацию поверхности наполнителя с целью увеличения взаимодействия полимер наполнителя; 3. Надмолекулярное регулирование с помощью введения модифицированных добавок в качестве активных центров кристаллизации полимерной составляющей. Реализация каждого из указанных принципов позволяет создать композиционный материал определенного функционального назначения.

С целью получения композиционного материала с повышенными физико-механическими характеристиками, устойчивого к термо- и фотоокислительной деструкции был создан материал на основе полиэтилена высокого давления (ПЭВД).

Предварительными экспериментальными данными было установлено, что в исследуемой группе стабилизаторов термо- и фотоокислительной деструкции наибольшую эффективность проявил стабилизатор полидисульфид бензоил гидразина и его оптимальное количество составляет 0,5% мас.

Для оценки влияния наполнителя на комплекс физико-механических характеристик и устойчивость к деструкции стабилизированного материала в стабилизированный ПЭВД были введены в количестве 30 мас. % следующие наполнители: мел, тальк, кицельгур. Оценка физико-механических характеристик полученного композита проводилась по результатам исследования стандартных образцов на прочность при разрыве и относительное удлинение при растяжении. Влияние наполнителей на термоокислительную деструкцию изучалось согласно исследованиям кинетики поглощения кислорода при повышенной температуре в условиях эксперимента.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, что в исследуемых композициях оптимальным наполнителем следует считать мел, введение которого позволяет повысить физико-механические характеристики материала.

При этом устойчивость к термоокислительной деструкции снижается незначительно, оставаясь при этом выше, чем у чистого ПЭВД.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ NaClO НА РАЗЛОЖЕНИЕ ЦИАНИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

С.В. Какшинский

Научные руководители – к.х.н., доцент *Э.Ф. Марчик*, к.х.н., доцент *Р.С. Лукьянова*
Белорусский национальный технический университет

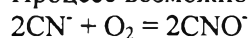
Цианидный метод широко применяется для извлечения благородных металлов и в процессах гальванотехники. Однако цианиды являются чрезвычайно токсичными веществами. Поэтому встает проблема обезвреживания отработанных цианидов.

В литературе известны различные способы обезвреживания цианидных растворов. Предлагаются способы разрушения цианидов до получения азота и оксида углерода (IY), включая обработку хлорной известью, сульфатом железа (II), оксидом серы (IY), озоном, УФ – облучением, биоорганизмами и др.

Экспериментальным путем подбирается соотношение окислитель – цианид-ион, а также продолжительность процесса детоксикации. Причем известно, что растворы, содержащие цианиды натрия, калия, кадмия и цинка обрабатывают в течение 30 минут на первой стадии и 1 час на второй стадии. Цианиды же золота, серебра и никеля требуют более длительной обработки.

Известно, что под действием окислителей цианиды превращаются в безвредные цианаты.

Процесс возможно протекает по уравнениям:



$\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{CNO}^- + \text{H}_2\text{O}$ и др. в зависимости от применяемого детоксикатора.

В настоящей работе в качестве детоксикатора цианида использовали гипохлорит натрия.

Исследовали растворы с содержанием CN^- - ионов 0,0624 г/л, 0,182 г/л и 17,6 г/л. Установлено, что применение гипохлорита натрия эффективно при любых концентрациях CN^- - ионов. Причем, использование гипохлорита натрия наиболее рационально при малых концентрациях CN^- - ионов в растворе электролита (0,0624 г/л). Разложение происходит через 24 часа.

Содержание циан-ионов контролировалось методом титрования.

Для изучения были взяты пробы в объеме 50 см³ цианидных растворов и к ним добавили по 1 - 5 см³ NaClO и определяли содержание CN^- ионов в зависимости от времени, через 1 час, 2 часа, 24 часа, 48 часов. Контроль за содержанием циан ионов осуществляли методом, который основан на титровании цианистого раствора в аммиачной среде азотнокислым серебром в присутствии иодида калия в качестве индикатора.

В колбу на 250 см³ отбирали 5 см³ исследуемого раствора, приливали 50 см³ воды, 3 см³ раствора аммиака, 3 см³ 10% раствора иодистого калия и титровали 0,1 н раствором азотнокислого серебра до помутнения раствора.

Содержание циан ионов рассчитывали по формуле:

$$C_{\text{CN}^-} = \frac{130 \cdot 0,1 \cdot V_{\text{AgNO}_3}}{V_{\text{p-p}}}; \text{г / л}$$

где:

$V_{\text{p-p}}$ - объем анализируемого раствора, см³;

V_{AgNO_3} - объем 0,1 н раствора AgNO_3 , см³;

130 - коэффициент пересчета на KCN.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОПОДОБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СРЕДАХ ПРИ НАГРЕВАНИИ

М.Г. Шахтеров

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Д.И. Медведев, В.О. Шункевич*

Белорусский национальный технический университет

Электропроводящие композиции получали на основе фосфатных связующих и тугоплавких бинарных соединений (нитриды, карбиды, бориды, силициды титана, вольфрама, молибдена). Исследования проводили в трубчатой горизонтальной печи при температурах от 293 до 1373 К. Для исследований готовили образцы композитов в виде таблеток диаметром 15 мм и высотой 4,5 мм. Для измерения электросопротивления использовали два платиновых электрода, площадь каждого из которых составляла 95 мм². Измерение сопротивления образца в процессе нагрева проводили через 298 - 303 К. Для получения водорода использовали

генератор водорода. По полученным данным для каждого образца строили кривые изменения удельного объемного электросопротивления в зависимости от температуры.

Установлено, что в окислительной атмосфере в интервале температур 293 - 1073 К кривые имеют прямолинейный характер, после чего наблюдается резкое увеличение удельного электросопротивления, связанное с окислением электропроводящего наполнителя.

Прямолинейный участок кривой может быть описан уравнением:

$$\rho = a + bT$$

где: a - величина, характеризующая значение удельного объемного сопротивления композиции при 293 К;

b - термический коэффициент электросопротивления.

Найденные значения коэффициентов линейной регрессии свидетельствуют о металлическом характере проводимости в исследуемых композитах.

Показано, что в восстановительных средах в интервале 298 - 1073 К электросопротивление композиций остается практически неизменным. Таким образом, в восстановительной среде можно повысить температуру их эксплуатации на несколько сот градусов. При этих температурах прочность клеевого шва не уменьшается.

Для рассмотрения фазовых превращений, протекающих в системах алюмофосфатных связующих при нагревании в восстановительных средах, проведен термодинамический анализ.

Расчет проводили методом минимизации термодинамических потенциалов по методике, разработанной в МВТУ им. Баумана. Установлено, что до температуры 900 К в системе присутствует метафосфат алюминия, который при повышении температуры переходит в ортофосфат $AlPO_4$, а при температуре 1200 К в газовой фазе появляется фосфор (P_4), диссоциирующий на P_2 при повышении температуры.

Таким образом, фазовый состав электропроводящих композиций при нагревании не остается постоянным.

Однако, для полной характеристики изменений в системе необходимо учитывать кинетические характеристики превращений.

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕРЕБРА ИЗ ЗОЛ КИНО-, ФОТО- И РЕНТГЕНОПЛЕНОК

К.Н. Хотько

Научный руководитель – д.х.н., профессор *В.Н. Яглов*
Белорусский национальный технический университет

Получение золота и серебра из вторичного сырья является в настоящее время для республики весьма актуальной задачей. Сложность этой задачи заключается в том, что во вторичном сырье, как правило, присутствуют значительные количества примесей как неорганического, так и органического происхождения.

Так, например, при сжигании золы кино-, фото- и рентгеноплёнок при недостатке кислорода остается оплавленный полимер основы плёнок. Серебро в золе присутствует в виде корольков и микрокорольков в оплавленном полимере. Общее содержание серебра в золе 25 - 30% мас. Гидрометаллургический способ переработки такой золы вряд ли можно признать рентабельным, так как на растворение корольков серебра расходуется значительное количество азотной кислоты, кроме того, технология извлечения серебра в этом случае состоит из пяти технологических переделов: растворение серебра в кислоте, осаждение в виде хлорида серебра, промывка хлорида серебра, восстановление серебра до металла, сушка и плавка серебра.

Экономически более целесообразно использование пирометаллургического метода извлечения серебра. Для этого зола подвергается предварительному помолу в дезинтеграторной мельнице и затем термообработка в расплаве нитрит-нитратного плава (отхода Гродненского комбината искусственного волокна).

По предлагаемой технологии нитрит-нитратный плав помещали в емкость,

изготовленную из нержавеющей стали и нагревали до температуры 400 - 450⁰С. Далее в расплав малыми дозами добавляли молотую золу. В процессе термообработки из золы выгорали органические примеси. Примеси оксидов других металлов (железа, меди) растворяли в расплаве. На дне емкости с расплавом собирались корольки и микрокорольки серебра. Плав охлаждали, обрабатывали в горячей воде и слабом растворе кислоты. В осадке оставались гранулы серебра различного размера, из которых при плавлении получали слиток серебра, чистота полученного серебра - 99,5% мас.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ФОСФАТОВ КРЕМНИЯ

О.А. Викторovich

Научный руководитель – к.т.н. *А.А. Меженцев*
Белорусский национальный технический университет

Фосфаты кремния находят все более широкое применение в различных областях науки и техники.

Одной из важнейших характеристик, определяющей в значительной мере эксплуатационные свойства и области использования фосфатов кремния, является их химическая стабильность. В связи с этим были проведены исследования и получены количественные характеристики химической стабильности орто- и пирофосфатов кремния.

Для образцов орто- и пирофосфата кремния характерна общая тенденция уменьшения химической стабильности во времени, однако в сопоставимых условиях пирофосфат кремния обладает более высокой химической стойкостью, чем ортофосфат не только воде, но и в растворах HCl и NaOH.

Установленная закономерность поведения обусловлена, с одной стороны, различными условиями синтеза данных образцов, а с другой особенностями строения кристаллической решетки этих соединений.

Установлено, что фосфаты кремния более устойчивы в кислых (HCl, H₂SO₄, HNO₃) и нейтральных средах, чем в щелочных растворах, причем во всех исследованных кислотах обладают практически одинаковой химической стабильностью.

Химическая стабильность орто- и пирофосфатов кремния в различных средах

Время контакта образца со средой	Степень разложения, %					
	ортофосфат кремния			пирофосфат кремния		
	щелочь	кислота	H ₂ O	щелочь	кислота	H ₂ O
1 час	6,10	0,60	0,70	0,6	0,20	0,20
2 часа	14,5	1,5	1,8	1,6	0,21	0,24
5 часов	45,1	2,1	2,5	4,8	0,30	0,31
1 сутки	51,5	3,8	4,5	10,1	0,40	0,45
2 суток	-	7,5	9,4	-	0,65	0,80
15 суток	-	42,5	38,0	-	2,1	1,8

Температура - 25⁰С.

Снижение химической стабильности образцов с возрастанием рН среды связано с тем, что в растворах щелочей наряду с непосредственным разложением происходит частичное растворение фосфата кремния с последующим гидролизом, что приводит к значительному уменьшению стабильности фосфатов кремния по сравнению с нейтральной и кислыми средами.

Показано, что определяющее влияние на степень разложения фосфатов кремния оказывает их состав и структура кристаллической фазы, которая в свою очередь определяется условиями синтеза и природой исходных компонентов.

В частности, продукты, полученные в интервале температур 473 - 673 К и способные к постепенному выделению в водной среде фосфорной кислоты, могут использоваться как отвердители силикатных композиций.

НОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МОЗЫРСКОМУ РАССОЛУ

А.М. Язневич

Научный руководитель – к.х.н., доцент *И.А. Шнып, В.А. Герасимова*
Белорусский национальный технический университет

Водные растворы хлоридов кальция и магния - солей, обладающих большой растворимостью, интересны вследствие наличия у них весьма низких температур замерзания (до -50°C). Этим обусловлено довольно широкое применение их в качестве антифризов и антигололедных средств. Дешевизна и доступность этих солей говорят о возможности еще более широкого применения их в ряде отраслей техники и народного хозяйства.

Ввиду того, что хлориды кальция и магния почти всегда имеют в качестве примеси хлористый натрий, а природные рассолы, содержащие CaCl_2 и MgCl_2 насыщены поваренной солью представляют интерес изучить природный мозырский рассол. Этот рассол добывается откачкой из скважин или как попутный продукт при разработке нефтяных месторождений.

Он является полиметаллическим водным концентратом, который содержит ряд макрокомпонентов (хлор, натрий, кальций, магний и др.) и микрокомпонентов (рубидий, железо, алюминий, барий, никель и др.).

По физико-химическим показателям соответствует значениям, приводимым в таблице.

Наименование показателя	Значение
1. Внешний вид 2. Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$ 3. Массовая доля сухих веществ, % 4. Содержание ионов, % от мас-совой доли сухих веществ хлора кальция магния 5. Водородный показатель (рН)	Жидкость бесцветная или с желтоватым оттенком, без запаха 1200 - 1300 25,0 - 35,0 56,0 - 66,0 6,0 - 21,0 0,5 - 3,5 4,5 - 6,6

Полиметаллический водный концентрат пожаро- и взрывобезопасен. По степени воздействия на организм человека относится к веществам 3 класса опасности в соответствии с СанПиН 11 - 19 (приложение 1, пункт 783).

Определение температуры замерзания указанного рассола проводилось визуально-термическим методом, т.е. путем охлаждения рассола и определения температур появления и исчезновения первых кристаллов твердой фазы. В качестве охлаждающей среды применялся насыщенный спиртовой раствор твердого углекислого газа, температура кристаллизации определялась при помощи термометра с ценой деления $0,2^{\circ}\text{C}$. Температура замерзания природного высококонцентрированного рассола оказалась равной -25°C , что позволяет рекомендовать его в качестве антигололедного средства на автомобильных дорогах при температурах окружающей среды до -20°C .

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ДЕТОКСИКАЦИИ ЦИАНИДСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

О.А. Мартыненко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Л.Г. Петрушенко*
Белорусский национальный технический университет

Цианидный метод широко применяется для извлечения благородных металлов и в процессах гальванотехники. Однако цианиды являются чрезвычайно токсичными веществами. Рассмотрены альтернативные варианты: тиомочевина, галогены, аммиак. Однако цианид является наиболее эффективным и самым распространенным в процессе выщелачивания.

Поэтому встает проблема обезвреживания отработанных цианидов.

В литературе обсуждены различные способы обезвреживания цианидных растворов. Предлагаются способы разрушения цианидов до получения азота и оксида углерода (IV), включая обработку хлорной известью, сульфатом железа (II), оксидом серы (IV), озоном, УФ - облучением, биоорганизмами и др. Выбор способа очистки определяется многими факторами.

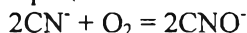
Для очистки концентратов с содержанием $CN^- > 6,24$ г/л рекомендовано электролитическое окисление или разбавление до концентраций $CN^- < 6,24$ г/л. Для растворов с концентраций $CN^- < 6,24$ г/л рекомендовано щелочное хлорирование с применением хлора или $NaClO$ и озонирование. Электролитическое окисление CN^- является идеальным для очистки концентрированных растворов. Эффективность процесса хлорирования во многом зависит от значения pH среды. Хлорирование проводят, как правило, в интервале значений pH =8- 11,0 в зависимости от стадии процесса. Экспериментальным путем подбирается соотношение окислитель - цианид-ион, а также продолжительность процесса детоксикации. Причем известно, что растворы, содержащие цианиды натрия, калия, кадмия и цинка обрабатывают в течение 30 минут на первой стадии и 1 час на второй стадии. Цианиды же золота, серебра и никеля требуют более длительной обработки.

Более дешевым по сравнению со щелочным хлорированием является детоксикация отходов оксидом серы (IV), который подают в контактный чан в газообразном или жидком виде. Туда же добавляют щелочь для создания pH 7 - 10, сульфат меди (II) в качестве активатора, Этот метод можно использовать также для полного разрушения цианидов.

Особенно актуально и эффективно применение экологически чистых окислителей, к которым относят пероксид водорода. Преимуществом пероксидного метода очистки сточных вод является отсутствие вторичного загрязнения среды продуктами разложения окислителя. Данный метод технологичен и позволяет проводить процесс в широком интервале значений pH среды и температур.

Известно, что под действием окислителей цианиды превращаются в безвредные цианаты.

Процесс возможно протекает по уравнениям:



$CN^- + H_2O_2 = CNO^- + H_2O$ и др. в зависимости от применяемого детоксикатора.

В настоящей работе в качестве детоксикаторов цианида использовали пероксид водорода, перманганат натрия.

Исследовали растворы с содержанием CN^- - ионов 0,0182 г/л и 17,6 г/л. Установлено, что применение пероксида водорода и гипохлорита натрия эффективно при любых концентрациях CN^- - ионов. Причем, его использование наиболее рационально при малых концентрациях CN^- - ионов в растворе электролита (0,0624 г/л через 24 часа), чем при больших(0,8 г/л). Кроме того, использование разбавленного раствора пероксида водорода (7,5%) эффективнее (0,05 г/л через 24 часа) использования концентрированного (30%) раствора пероксида водорода (0,09 г/л через 24 часа).

ИЗВЛЕЧЕНИЕ СЕРЕБРА ПУТЕМ ПЛАВКИ ШИХТЫ

Т.Н. Стрижевская

Научный руководитель – *И.Б. Проворова*

Белорусский национальный технический университет

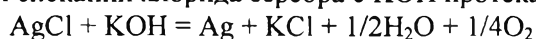
В данной работе были проведены экспериментальные исследования по прямому выделению серебра из золы фотобумаги путем плавки шихты состава: зола - 100 г, Na_2CO_3 - 100 г, $NaNO_3$ - 10 г, B_2O_3 - 20 г.

Установлено, что степень извлечения серебра в виде королька составлял 58-60%. Расплав получается достаточно вязким, что не позволяет всему выделившемуся серебру собраться на дне тигля.

Для сравнения энергозатрат была изучена система зола- Na_2CO_3 . Навеску золы перетирала

с безводной содой и подвергали термообработке при 500-550⁰С в течение 1 - 4 часов. Полученный спек охлаждали, измельчали и выщелачивали водой с выделением продукта, содержащего в основном нерастворимые соли бария и металлическое серебро, которое затем вымывали азотной кислотой. Из раствора, отделенного от солей бария извлекали серебро. Процент извлечения серебра в этом случае достигал 85-87%. Достоинством этого метода является практически отсутствие существенных потерь серебра. Недостатки метода - большой расход соды, на 100 г золы \approx 100-150 г соды, что для низкоконцентрированного сырья, каким является зола фотобумаги, экономически не рентабельно, к тому же сравнительно не высокая степень извлечения серебра (85-87%) объясняется, по-видимому, не полным взаимодействием соединений серебра и соды.

Проанализирован способ переработки солей серебра с использованием гидроксидов калия или натрия. При взаимодействии 5 - 6 м раствора КОН с хлоридом серебра при 60⁰С в течение 2 часов степень извлечения серебра составила \approx 45-50%. При использовании пирометал-лургического способа с 50% избытком КОН при температуре 450⁰С в течение 2 часов степень извлечения серебра из AgCl увеличивалась до 89%. При использовании двукратного количества КОН и также температурно-временных условий степень извлечения серебра возросла до 99%. При спекании хлорида серебра с КОН протекает следующая реакция:



Опыт проводили следующим образом. Навеску NaOH помещали в емкость из нержавеющей стали и в печи доводили до температуры 400-450⁰С. В полученный раствор мелкими дозами добавляли золу фотобумаги. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Результаты переработки золы фотобумаги с использованием расплава щелочи

№№ сост.	Состав, г		Темпе- ратура	Сод. серебра в золе по анализу,г	Масса выделен. полуфаб- риката,г	Сод. серебра в полуфабр. %	Масса выдел. серебра, г	% извл. сере- бра
	Зола	Щелочь NaOH						
1	100	150	450- 500	1,7	1,598	59,7	0,954	56,1
2	100	200	- // -	1,7	1,497	76,4	1,144	67,3
3	100	210	- // -	1,7	1,503	83,2	1,251	73,6
4	100	220	- // -	1,7	1,439	92,5	1,331	78,3
5	100	250	- // -	1,7	1,515	92,8	1,406	82,7
6	100	300	- // -	1,7	1,517	93,0	1,411	83,0

В отличие от нитрит-нитратного плава процесс взаимодействия золы и расплава щелочи протекает более спокойно. Отсутствует процесс разбрызгивания расплава, уменьшается пылеунос, но порошок соединений бария, полученный после растворения серебра, серого цвета, что свидетельствует о не полном удалении углерода из золы.

УТИЛИЗАЦИЯ ЗОЛЫ ИЗ ФОТОБУМАГИ

Д.И. Боровик

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Е.А. Евсеева*
Белорусский национальный технический университет

В работе проводились исследования по извлечению серебра из золы фотобумаги с применением коллекторов серебра, в качестве которых использовался гранулированный алюминий, а также порошки свинца и меди.

Использование коллекторов благородных металлов возможно только в случае получения жидкотекучего шлака. Основными компонентами такого шлака являются SiO₂:Fe₂O₃:Na₂CO₃ (20в.ч.:30в.ч.:50в.ч.). К вышеуказанным компонентам добавляли известь (CaO) в количестве до 10% от веса золы.

Для материала не содержащего оксидов железа применяли шихту следующего состава: зола - 80 г, сода - 125 г, Fe_2O_3 - 100 г, CaO - 8 г, PbO - 20 г, уголь - 5 г.

Для промывки этой шихты после ее расплавления применяли смесь: сода - 5 г, PbO - 30 г, уголь - 2 г.

Опыт проводили следующим образом. Шихту вышеуказанного состава тщательно перетирали в фарфоровой ступке и помещали в шамотный тигель на 2/3 его объема. Сверху шихту засыпали защитным слоем 3 - 5 мм, состоящим из смеси буры и соды (1:2). Смесь нагревали до плавления и затем расплав промывали вышеуказанной смесью восстанавливая свинец до металла, капли которого промывали расплав, собирая соединения, содержащие серебро.

После охлаждения королек свинца отделяли от шлака и после растворения выделяли серебро. Степень извлечения серебра по данному методу составила в среднем из 4 опытов 95,7%. Хотя указанный метод позволяет резко повысить степень извлечения серебра из золы фотобумаги, он имеет ряд недостатков (значительный расход реагентов, использование высоких температур).

С целью удешевления процесса в качестве коллектора использовали оксид меди (CuO). Учитывая, что в золе содержится достаточное количество углерода, восстановители в шихту не добавляли. В состав шихты включали: золу - 100 г, соду - 100 г, буру - 15 г, CuO - 10 г.

Шихту тщательно перемешивали, помещали в шамотный тигель и нагревали до 1200°C в восстановительной среде.

В процессе термообработки в расплаве образовывались микрочастицы меди, которые опускались на дно тигля, растворяли по пути все серебросодержащие соединения.

После окончания процесса расплав вымывали из тигля и отделяли королек меди от шлака. Полученный королек растворяли в азотной кислоте (1:1) и осаждали серебро.

При тигельной плавке с использованием в качестве коллектора CuO медь плавится при температуре 1083°C и действует, как коллектор после расплавления шихты, в которой она находится во взвешенном состоянии. Таким образом, медь собирает (растворяет) благородные металлы в отличие от PbO не до, а после плавления шихты. Степень извлечения серебра при использовании тигельной плавки с CuO составила в среднем из 4 опытов - 97,7%.

Другое преимущество меди, как коллектора, заключается в ее меньшей по сравнению со свинцом летучести. Третье преимущество меди заключается в возможности использования больших, чем со свинцом навесок золы.

СИНТЕЗ И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОКСИДНОЙ СИСТЕМЫ Ce-Zr-Al-O

Косарева Ю.А.

Научные руководители – к.х.н., доцент *Горошко Н.Н., Фролова Е.В.*
Белорусский государственный университет

В связи с постоянно ухудшающимся экологическим состоянием окружающей среды в последние годы все большее внимание привлекает проблема очистки отработанных газов автомобилей. Система $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ представляет интерес в качестве одного из компонентов трехцелевого катализатора (three-way catalyst, TWS) дожига автомобильных выхлопов [1]. Активным компонентом в этой системе является диоксид церия (CeO_2) за счет высокой кислородной емкости, которая зависит от структуры материала, и подвижности равновесия в паре $\text{Ce}^{3+} \leftrightarrow \text{Ce}^{4+}$. Легирование диоксидом циркония позволяет увеличить подвижность кислорода, что облегчает переход $\text{Ce}^{3+} \leftrightarrow \text{Ce}^{4+}$, и предотвратить спекание, сопровождающееся уменьшением удельной поверхности материала. Более того, введение циркония расширяет интервал рабочих парциальных давлений кислорода [2]. Комбинирование твердых растворов $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ с оксидом алюминия повышает термическую стабильность материала.

В работе изучено влияние способа синтеза на свойства, определяющие каталитическую активность системы $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ (фазовая однородность, площадь удельной поверхности, термическая устойчивость по отношению к процессам рекристаллизации и фазовым переходам, микрогетерогенность, дефектность). Образцы с молярным соотношением компонентов $\text{Ce:Zr:Al} = 7.5:7.5:85$ синтезировали совместным осаждением гидроксидов раствором аммиака из водных растворов нитратов Ce^{+3} , ZrO^{+2} , Al^{+3} , с последующей отмывкой и переводом части осадка в золь (образец ЗГ). Пептизатором служила HNO_3 . Затем воздушно-сухой золь (ксерогель) и осадок (образец СО) подвергали ступенчатой термической обработке на воздухе. Образцы исследовали методами РФА, ДТА, ЭПР, РФЭС, БЭТ, ИК и Оптической спектроскопии.

По данным ДТА и РФА процесс кристаллизации в образце СО начинается при 500°C , а в образце ЗГ – при 900°C . Рентгенофазовый анализ образцов, прокаленных при 900°C на воздухе, показал формирование высокодисперсного кубического твердого раствора $\text{Zr}_x\text{Ce}_{1-x}\text{O}_2$ (~ 10 нм). По результатам измерения удельной поверхности образцов методом БЭТ образец ЗГ (600°C) обладает большей удельной поверхностью ($163 \text{ м}^2\text{г}^{-1}$) по сравнению с образцом СО ($73 \text{ м}^2\text{г}^{-1}$). Анализ спектров ЭПР свидетельствует о значительно большем (в ~ 10 раз) количестве парамагнитных центров (ПЦ) ($g_{\perp} = 1,962$ и $g_{\parallel} = 1,940$, приписываемый к Ce^{3+} -центру в $4f^1$ состоянии) в образце ЗГ, чем в образце СО. Причем повышение температуры прокаливания (от 300°C до 600°C , на воздухе) приводит к повышению концентрации ПЦ в 2.5 раза. Эти результаты могут быть объяснены большей дефектностью образца ЗГ. Данные РФЭС указывают на возможность образования комплекса с переносом заряда $[\text{Zr}^{n-\delta} - \text{O} - \text{Al}^{m-\delta}]$.

С учетом требований, предъявляемых к материалам, используемым в катализе, золь-гель метод синтеза системы Ce-Zr-Al-O представляется более перспективным, т.к. позволяет затормозить процесс кристаллизации и получить более дефектные образцы с высокой удельной поверхностью.

Литература

1. R.DiMonte, J.Kaspar, D.Fornasiero, *Inorganica Chimica Acta*, 334,318,2002.
2. A.Trovarelli, M.Boaro, E.Rocchini, *Journal of Physics and Chemistry of Solid*, 63,441,2002.

СИНТЕЗ ЗОЛЕЙ СЕРЕБРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОИЗВОДНЫХ СТЕРИЧЕСКИ ЗАТРУДНЕННЫХ ОДНО- И ДВУХАТОМНЫХ ФЕНОЛОВ

Т.В. Ковальчук, А.А. Чернявская

Научный руководитель – к.х.н., доцент *Н.В. Логинова*

Белорусский государственный университет

Актуальность разработки методов синтеза нанодисперсных металлов определяется особенностями их физико-химических свойств, позволяющих создавать материалы с новыми свойствами, которые находят самое разнообразное применение [1].

В работе приводятся результаты проведенного поиска эффективных способов получения стабильных золей серебра. В качестве восстановителей ионов серебра нами были выбраны органические соединения, которые для этих целей ранее не использовались, – производные стерически затрудненных одно- и двухатомных фенолов: 8-гидрокси-5,7-ди-*трет*-бутил-2,3-ди-гидро-1,4-бензоксантин-2-он, 3-(4,6-ди-*трет*-бутил-2,3-дигидроксифенилсульфанил)-2-метил-карбоксамидопропионовая кислота, 2-(2,5-дигидрокси-3,4,6-триметилфенилсульфанил)уксусная кислота, 2-(2,5-дигидроксифенилсульфанил)уксусная кислота.

Золи получали восстановлением AgNO_3 производными стерически затрудненных одно- и двухатомных фенолов при pH 6 и 9 и соотношении $[\text{Ag}^+] : [\text{восстановитель}] = 1:1$. Поскольку эти восстановители плохо растворяются в воде, то для приготовления растворов реагентов использовали смеси воды и этанола в объемном отношении 1:1. Перед сливанием водно-спиртовые растворы реагентов термостатировали в течение 20 мин при 20°C . При постоянном и интенсивном перемешивании к раствору AgNO_3 по каплям добавляли раствор

восстановителя. Для полученных золей записывались спектры поглощения в ультрафиолетовой и видимой областях и проводились электронно-микроскопические исследования.

Наиболее полное протекание реакции восстановления наблюдается при pH 9. В этом случае были получены частицы серебра сферической формы, склонные к агрегации. ЭМ-исследование показало наличие вокруг них оболочки, по-видимому, образованной органическим восстановителем или продуктом его окисления. Золя серебра является полидисперсным; частицы имеют размеры от 12 до 27 нм. При pH 6 были получены агрегаты первичных частиц, которые имели сферическую форму. Согласно [2], существует зависимость морфологии дисперсной фазы золя от процессов, протекающих при его образовании. Окислительно-восстановительные процессы в ряде случаев протекают через образование промежуточного комплекса, неустойчивого во времени. В случае образования комплексов с ростом их устойчивости наблюдается уменьшение степени дисперсности золя. Полидисперсность полученных золей свидетельствует о том, что окислительно-восстановительному процессу образования золя предшествует комплексообразование. Следует отметить, что в случае получения золя серебра с использованием 2-(2,5-дигидроксифенилсульфанил)уксусной кислоты наблюдается максимальная устойчивость золя и максимальная степень восстановления ионов серебра, что предположительно может быть связано с особенностями структуры органического восстановителя.

Таким образом, наиболее стабильные золи серебра формируются при использовании в окислительно-восстановительном процессе 2-(2,5-дигидроксифенилсульфанил)уксусной кислоты, выполняющей функции восстановителя ионов серебра (I) и стабилизатора коллоидных частиц.

Литература

1. Han M. Y., Quek C. H. Langmuir 2000, 16, p. 362
2. Могилев К. Н., Кройсберг А. Т., Палихов Н. А. // Тр. Казанского хим.-технол. Ин-та, 1969.-Вып.40-Ч. 1. с. 150-168.

О ВЛИЯНИИ ПРИРОДЫ АНИОНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Н.М Шершень

Научный руководитель – к.х.н., доцент *Н.Н. Горошко, Е.В. Фролова*
Белорусский государственный университет

Несмотря на то, что изучение способов получения и свойств различных ферромагнитных жидкостей (ФМЖ) ведется уже более полувека, научный интерес к этим системам не ослабевает. Это связано с комплексом чрезвычайно выгодных характеристик ФМЖ, обуславливающих их разнообразное применение в различных областях науки и техники. ФМЖ используются в космосе, в качестве жидких подшипников и уплотняющих устройств, для сепарации руд, в различных электромеханических приборах, в медицине, а также для получения носителей информации.

Следует, однако, отметить, что получение стабильных ФМЖ представляет собой сложную научно-практическую задачу, т.к. влияние различных факторов на свойства и устойчивость коллоидных систем во многом остаются невыясненными. В частности, мало изучен механизм влияния анионов исходных солей на агрегативную устойчивость ФМЖ. Также крайне малочисленны сведения о характере влияния природы аниона, и в целом, на свойства растворов солей (их склонность к гидролизу и окислению).

Для выяснения роли аниона в устойчивости растворов к окислению и гидролизу, а также в процессе агрегирования коллоидов были выбраны хлорид и сульфат Fe(II), из которых были приготовлены две серии 0.5 моль/л растворов с различными значениями pH (0.5 – 2.5). Растворы экспонировались на воздухе, фиксировалось время выпадения в них осадка (1-90 дней). Выяснено, что хлоридные растворы быстрее окисляются и в большей степени подвержены гидролизу, чем сульфатные. Затем исследовались ФМЖ, полученные совместным

гидролизом 10 % растворов солей хлорида и сульфата Fe(II) раствором аммиака с последующей отмывкой и переводом осадка в золь различными пептизаторами (HNO₃, HClO₄). Обнаружено, что наиболее стабильные коллоиды образуются при использовании хлорида Fe(II) (на данный момент стабильны в течение года). ФМЖ, полученные из раствора сульфата Fe(II), оказались менее устойчивыми и распадались уже через несколько дней. Образцы (выпадавший осадок и феррофаза) исследовались методами титриметрии, ПЭМ, РФА.

На основании экспериментальных данных и сведений, полученных из литературных источников [1, 2] влияние природы аниона как на скорость окисления, так и гидролиз водных растворов солей можно объяснить степенью электроотрицательности аниона и его присутствием во внутренней сфере металла-комплексообразователя, а устойчивость коллоидов к агрегированию – влиянием природы аниона на морфологию феррофазы [3].

Литература

1. I. Livage, M. Henry, H. Sanches. Sol-Gel Chemistry of Transition Metal Oxides. Prog. Solid State Chemistry, 18 (1998) 259-342.
2. E. Matijevich, P. Scheiner. Ferric Hydrated Oxide Sols. I. Coll. Int. Science, 63, 3 (1978) 509-524.
3. C.I. Brinker, G.W. Scherer. Sol-Gel Processing. Acad. Press, New York, 1989, P. 39-41.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ НИТРИЛОКСИДОВ С 2-МЕТИЛ-2-ЦИННАМОИЛОКСИРАНОМ

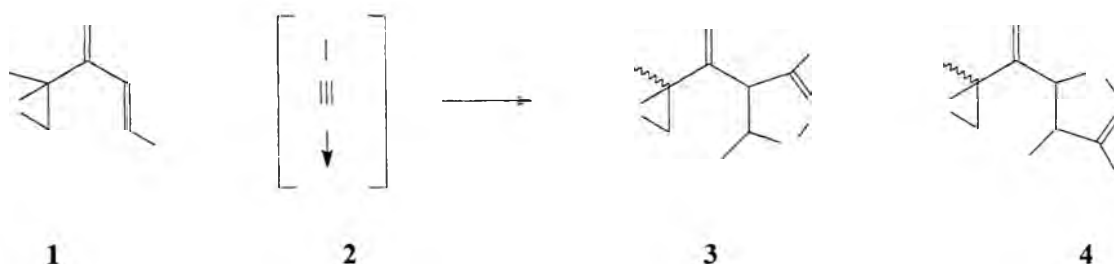
Н.И. Ермоленко

Научный руководитель – к.х.н., доц. *И.П. Антонец*

Белорусский государственный технологический университет

Циклоприсоединение нитрилоксидов к алкенам получило широкое применение в полном синтезе сложных природных и родственных соединений. использование нитрилоксидной технологии является эффективным средством как построения углеродного скелета, так и формирования необходимой функциональности целевого органического соединения [1,2]. при взаимодействии с различными ароматическими нитрилоксидными диполями 2-метил-2-циннамоилоксиран **1** является диполярофилом и представляет собой α,β -ненасыщенный кетон с оксирановым циклом в боковой цепи. генерирование нитрилоксидов **2** происходило непосредственно в реакционной смеси из хлорангидридов гидроксамовых кислот [3].

Циклоприсоединение протекало хемоселективно по C=C связи диполярофила с образованием смеси регио- и диастереомерных циклоаддуктов — 3,5-диарил-4-(2-метил-2,3-эпоксипропионил)- **3** и 3,4-диарил-5-(2-метил-2,3-эпоксипропионил)-изоксазолинов-**2** **4**. наряду с основными циклоаддуктами были выделены продукты ароматизации изоксазолинов — соответствующие изоксазолы и продукты раскрытия оксиранового цикла. апробация трех вариантов экспериментальных методик проведения реакции позволила выбрать оптимальный.



Ar = C₆H₅; C₆H₄Cl-*n*; C₆H₄-NO₂-*m*

Осуществлен синтез полифункциональных соединений ряда 4,5-дигидроизоксазола, родственных по структуре некоторым каннабимиметикам, что открывает перспективы их применения в качестве блокаторов биорецепторов СВ1 и СВ2.

Структура синтезированных соединений доказана с помощью методов ИК- и ПМР-спектроскопии.

Литература

1. Лахвич Ф.А., Королева Е.В. Производные изоксазола в синтезе простаноидов//ЖОрХ. – 1999. – Т. 35, Вып.12. – С. 1749–1781.
2. Котяткина А.И., Жабинский В.Н., Хрипач В.А. Реакция 1,3-диполярного циклоприсоединения нитрилоксидов в синтезе природных соединений и их аналогов // Усп. химии. – 2001. – Т. 70, № 8. – С. 730–743.
3. Ахрем А.А., Хрипач В.А., Литвиновская Р.П. и др. 1,3-Диполярное циклоприсоединение нитрилоксидов к Δ^2 -стероидам//ЖОрХ. – 1989. – Т. 25, Вып. 9. – С. 1901–1908.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПЕТРОСИТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ ДИАБАЗОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ Cr_2O_3 И ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМООБРАБОТКИ

А.П. Кравчук

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Н.М. Бобкова*
Белорусский государственный технологический университет

На сегодняшний день стеклокристаллические материалы благодаря своим высоким механическим, термическим и диэлектрическим свойствам, которые обеспечиваются различным фазовым составом, нашли широкое применение в различных отраслях промышленности.

Наиболее целесообразным является получение пироксеновой фазы в петроситаллах в качестве основной, поскольку в результате широкого изоморфизма пироксенов получаемый материал будет иметь мономинеральный состав, что и обеспечит высокую химическую стойкость, механические и диэлектрические свойства получаемому петроситаллу.

В ходе многочисленных исследований было установлено, что при получении петроситаллов с пироксеновой фазой на основе диоксида наиболее эффективным катализатором является Cr_2O_3 , который обеспечивает образование хромшпинелидов, являющихся центрами кристаллизации для пироксеновых твердых растворов.

Целью данной работы являлось изучение влияния количества Cr_2O_3 и режима термообработки на свойства получаемого пироксенового петроситалла.

Для синтеза стекол была использована проба диабаз, имеющая следующий химический состав, мас. %: SiO_2 54,18; Al_2O_3 16,71; FeO 5,39; Fe_2O_3 5,61; CaO 6,47; MgO 3,01; TiO_2 1,07; MnO 0,15; Na_2O 3,6; K_2O 2,3; P_2O_5 0,4; SO_3 0,56, которая подшихтовывалась CaCO_3 и MgCO_3 . Кроме того в составы стекол вводился Na_2O – 5 мас. % и Cr_2O_3 в количестве 0,5, 1,0 и 1,5 мас. % сверх 100 %. Синтез стекол проводился в фарфоровых тиглях при температуре 1450 °С. Синтезированные стекла подвергали термообработке при температурах 650, 700, 750, 800, 850 и 900 °С.

Плотность термообработанных стекол изменялась в интервале от 2770 до 3041 кг/м³. При чем плотность термообработанных стекол увеличивалась в интервале температур от 650 до 850 °С, что объясняется образованием кристаллической фазы. Максимальной плотностью (3041 кг/м³) характеризовался ситалл полученный при температуре 850 °С с содержанием Cr_2O_3 1,0 %, что свидетельствует об образовании в нем максимального количества кристаллической фазы.

Исследование теплового расширения термообработанных стекол выявила следующую зависимость. С увеличением температуры термообработки от 650 до 850 °С термический

коэффициент линейного расширения возрастает от 75 до $98 \cdot 10^{-7} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, что объясняется ростом количества диопсидоподобной кристаллической фазы, максимальное его значение наблюдается у ситалла с содержанием Cr_2O_3 $0,5 \%$ ($T=800 \text{ }^\circ\text{C}$) и составляет $98 \cdot 10^{-7} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

Было установлено, что микротвердость термообработанных стекол с увеличением температуры термообработки до $850 \text{ }^\circ\text{C}$ возрастала от 5900 до 10600 МПа, что свидетельствует об увеличении количества диопсидоподобной кристаллической фазы. Микротвердость стекол с содержанием Cr_2O_3 $0,5, 1,0 \%$ термообработанных при температуре $800 \text{ }^\circ\text{C}$ максимальна и составляет 10550 и 10585 МПа соответственно, что объясняется максимальным выделением диопсидоподобной фазы при этой температуре.

По данным дифференциально-термического анализа максимальный экзотермический пик наблюдался у стекла с содержанием Cr_2O_3 $1,0 \%$ при температуре $820 \text{ }^\circ\text{C}$, что свидетельствует о его высокой кристаллизационной способности. Все эти данные показывают, что оптимальным следует считать стекло с содержанием Cr_2O_3 $1,0 \text{ мас.}\%$, а оптимальная температура термообработки данного стекла лежит в интервале $800\text{-}850 \text{ }^\circ\text{C}$.

РАЗРАБОТКА ЭПОКСИДНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИАМИДОКИСЛОТОЙ

А.В. Николайчик

Научный руководитель – д.х.н., профессор *Н.Р. Прокопчук*
Белорусский государственный технологический университет

Эпоксидные олигомеры, обладающие в отвержденном состоянии комплексом уникальных свойств - высокими диэлектрическими показателями, химической стойкостью, незначительной усадкой, хорошими физико-механическими свойствами, сохраняющимися в широком интервале температур, не лишены вместе с тем и недостатков [1]. Недостаточно высокие механические, термические и адгезионные свойства лакокрасочных материалов на основе эпоксидных смол ограничивают их более широкое использование в авиационной технике, а также в машино- и судостроении.

В данной работе представляло интерес исследовать возможность химической модификации эпоксидных диановых олигомеров форполимером полиимида - поли-(4,4'-дифенилоксид)пиромеллитамидоокислотой (ПАК), синтезируемой низкотемпературной поликонденсацией при $10 - 15^\circ \text{C}$ в диметилформамиде при эквимолярном соотношении 4,4'-диаминодифенилоксида и пиромеллитового диангидрида. основным объектом настоящего исследования являлась эпоксидная смола марки Э-41р, представляющая собой продукт сополимеризации низкомолекулярной эпоксидной смолы Э-40 с дифенилолпропаном.

В ходе работы были исследованы условия отверждения полученных эпоксидных составов. Установлены оптимальные условия отверждения разработанных композиций с точки зрения достижения наилучших свойств лакокрасочных покрытий, преимущественно используемых в судо- и машиностроении. Отверждение целесообразно проводить при 100°C в течение $2 \text{ ч } 40 \text{ мин}$.

Как показывает анализ полученных данных исследования, ПАК выступает в роли достаточно эффективного модификатора эпоксидного олигомера, так как практически все исследованные показатели разработанных композиционных покрытий улучшаются с введением модификатора. Проведенные исследования показали, что оптимум механических, термических и деформационно-прочностных свойств эпоксидных композиций достигается при концентрации ПАК $1 - 2\%$. Введение лишь 1% данного модификатора в эпоксидную систему Э-41р – Э-45 обеспечивает увеличение адгезионной прочности покрытия в 3 раза, ударной прочности – в 11 раз, при этом твердость материала возрастает на 18% .

Вероятно, в присутствии полиамидоокислоты эпоксидный олигомер приобретает пространственное строение за счет химического взаимодействия эпоксидной группы с амидной группой не только полиамидного олигомера, но и полиамидоокислоты, также содержащей

достаточное количество подвижных атомов водорода для протекания вышеуказанной реакции. Кроме того, полиаминокислота может выступать в роли отвердителя кислотного типа: имеющиеся в ее макромолекулах карбоксильные группы, взаимодействуя с гидроксильными группами эпоксидного олигомера, по всей видимости, образуют сложноэфирные связи.

Эти процессы в совокупности приводят к изменению химической структуры эпоксидной системы, а соответственно, и к изменению механических и термических свойств образующегося полимерного покрытия.

Таким образом, форполимер полиимида является эффективным модификатором эпоксидного олигомера, облегчает процесс отверждения и в то же время улучшает механические, адгезионные и деформационно-прочностные свойства эпоксидных лакокрасочных материалов.

Литература

1. Х. Ли, К. Невилл. Справочное руководство по эпоксидным смолам // -М.: Энергия, 1973. –416 с.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА

О.В. Кузьмич

Научный руководитель – д.т.н. *Э.Т. Крутько*, д.т.н. *Е.И. Щербина*
Белорусский государственный технологический университет

Производство полиакрилонитриловых волокон обеспечивает наличие сырьевых ресурсов для широкого ассортимента товаров народного потребления. Полиакрилонитрил представляет собой неплавкий и труднорастворимый аморфный полимер, обладающий высокой тепло- и светлостойкостью, прочностью окраски, упругостью. Они используются для переработки в пряжу, ткани, трикотаж, синтетический мех, как в чистом виде, так и в смеси с шерстью и хлопком, придавая натуральным волокнам новые качества: прочность, несминаемость, мягкий гриф.

В промышленно развитых странах всё больше внимания уделяется как вопросам совершенствования технологии производства полиакрилонитриловых волокон, так и, особенно, разработке и производству модифицированных видов этих волокон.

На основе полимеров и сополимеров акрилонитрила созданы многочисленные модификации волокон. Добавка ограниченно совместимых или несовместимых полимеров, введённая через общий растворитель, позволяет получать волокна с улучшенными эксплуатационными свойствами. Возможно получение волокон из смеси полиакрилонитрил-поливинилхлорид. Введение хлорированного поливинилхлорида в полиакрилонитриловое волокно приводит к снижению его горючести.

С целью получения плёночных материалов в данной работе изучены условия щелочного омыления полиакрилонитрила и сополимеров акрилонитрила с полиаминокислотами.

Химическая модификация композиций ацетилацетонатами металлов переменной валентности на основе железа, алюминия, хрома и других в качестве модифицирующих агентов обеспечивают повышение термической устойчивости синтезированных полимерных композиций.

ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИТАМИНА С В БИОЛОГИЧЕСКИХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЫТЯЖКАХ

Т.В. Бобрик

Научный руководитель – к.х.н., доцент *В.Г. Свириденко*
Гомельский государственный университет имени Ф.Скорины

В последнее время при количественном определении аскорбиновой кислоты (АК) в биологических объектах все большее предпочтение отдается фотометрическому методу по сравнению с титриметрическим. Различия при определении АК в сыворотке крови и вытяжках неокрашенных плодов незначительны, но при изучении окрашенных жидкостей (вытяжки из растений) разница составляет 42,0 – 82,6 %, при определении в моче – 47,5 – 49,1 %.

Важным этапом фотометрического определения АК является построение калибровочной кривой для краски Тильманса (раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола). Для получения вытяжек из растительного материала используют растворы слабых органических кислот (уксусной, щавелевой) и смесь растворов слабой и сильной кислот (щавелевой и хлороводородной). Известно, что измерение оптической плотности раствора необходимо проводить при длине волны (λ), соответствующей максимуму поглощения данного раствора. Сведения о длинах волн, применяемых при построении калибровочных кривых, различны.

Целью настоящих исследований явилось определение оптимальной длины волны при построении калибровочного графика для раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола с использованием в качестве экстрагентов 2,5 % раствора уксусной кислоты и смеси 2 % раствора щавелевой и 1 % раствора хлороводородной кислот.

Методика эксперимента сводится к следующему: в 6 пробирок отмеряем по 2 мл экстрагента и 2 мл ацетатного буфера, затем в каждую из пробирок добавляем соответственно 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6 мл 0,001 н раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола. Серия растворов готовится для каждого экстрагента: 1) 2,5 % раствора уксусной кислоты; 2) смеси 2 % раствора щавелевой и 1 % раствора хлороводородной кислот. В каждую пробирку добавляем по 5 мл ксилола, и путем экстракции переводим 2,6-дихлорфенолиндофенол в ксилол. Измерение оптической плотности проводим на спектрофотометре PV 1251 С фирмы SOLAR (табл., рис.).

Таблица – Определение оптической плотности индикатора

V краски Тильманса, мл	Раствор CH_3COOH						Смесь растворов HOOC-COOH и HCl (4:1)					
	Длина волны, нм											
	470	480	490	500	510	520	470	480	490	500	510	520
0,1	0,069	0,067	0,064	0,058	0,056	-	0,026	0,033	0,039	0,041	0,039	0,034
0,2	0,116	0,119	0,121	0,119	0,116	-	0,054	0,063	0,072	0,072	0,067	0,064
0,3	0,160	0,168	0,172	0,169	0,164	-	0,097	0,106	0,116	0,117	0,110	0,101
0,4	0,206	0,216	0,219	0,217	0,211	-	0,148	0,163	0,171	0,171	0,162	0,146
0,5	0,278	0,281	0,282	0,279	0,267	-	0,167	0,184	0,191	0,194	0,182	0,169
0,6	0,316	0,329	0,334	0,330	0,315	-	0,196	0,213	0,222	0,224	0,212	0,195



ряд 1 – раствор CH_3COOH ; ряд 2 – смесь растворов HOOC-COOH и HCl (4:1)

Исследования показали, что для построения калибровочного графика с использованием в качестве экстрагента 2,5 % раствора уксусной кислоты оптическую плотность 2,6-дихлорфенолиндофенола необходимо измерять при $\lambda = 490$ нм, для смеси 2 % раствора щавелевой и 1 % раствора хлороводородной кислот – $\lambda = 500$ нм.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

А.В. Акулич

Научный руководитель – д.т.н. *В.А. Бородуля*
Институт тепло-и массообмена им. А.В. Лыкова НАНБ

Получение гранулированного поликристаллического кремния в кипящем слое пиролизическим разложением моносилана является перспективным путем для производства дешевого материала, который может быть использован для изготовления солнечных батарей. Анализ литературных источников показал многочисленные преимущества данной технологии по сравнению с традиционной схемой с использованием Сименс-реакторов. [1,2] Предлагаемый метод является экологически безопасным, обеспечивает низкие затраты электрической энергии, непрерывность процесса и высокую производительность. [3]

Цель данной работы – разработка и исследование процесса пиролизического разложения моносилана в реакторе кипящего слоя с образованием гранулированного кремния. Проведены серии экспериментов по определению гидродинамических условий псевдооживления поликристаллического гранулированного кремния на холодной модели реактора и выбору газораспределительного устройства. Установлены основные технологические параметры получения гранулированного поликристаллического кремния в реакторе кипящего слоя, выполнено его математическое моделирование и оптимизация.

В ходе экспериментов на холодной модели выявлено, что вначале псевдооживления поверхность слоя неподвижна, напоминает поверхность спокойной жидкости. С увеличением скорости псевдооживляющего агента на поверхности начинают появляться характерные вздутия движущихся зерен или своды, время существования которых невелико, а место появления — случайно. Их размеры и количество повышаются с возрастанием скорости газа. Увеличение скорости приводит к образованию очень неспокойной и неровной поверхности, усиливается выброс частиц в надслоевое пространство.

На лабораторной установке с реактором кипящего слоя были получены образцы поликристаллического гранулированного кремния. Проведено исследование морфологии поверхности, размера, фазового состава и параметров решетки частиц исходного мелкозернистого и получаемого гранулированного кремния. Полученные частицы имеют более гладкую поверхность, больший диаметр по сравнению с исходными.

Для математического описания процесса химического осаждения поликристаллического кремния методом пиролизического разложения моносилана использована модель кипящего слоя с двумя фазами – эмульсионной и пузырьковой. Её отличие от стандартных двухфазных моделей состоит в учёте неизотермичности пузырьковой фазы и изменения расхода газовой смеси по высоте реактора. [4]

Положительные результаты исследований будут использованы при разработке опытно-промышленной линии с реактором кипящего слоя, что позволит создать отечественное производство полупроводникового поликристаллического кремния из вторичных отходов производства фосфорных удобрений.

Литература

1. Нашельский А.Я., Пульнер Э.О. Современное состояние технологии кремния для солнечной энергии // *Высокочистые вещества*. – 1996. - № 1. – С.102-111.
2. Фалькевич Э.С., Пульнер Э.О., Червоный И.Ф. и др. *Технология полупроводникового кремния* / Под ред. Э.С. Фалькевича. М.: Металлургия, 1992. 406 с..
3. Hsu G., Rohatgi N., Houseman J. Silicon particle growth in a fluidized-bed reactor // *AIChE Journal*, Vol. 33, No. 5, 1987, pp. 784-791.
4. Бородуля В.А., Виноградов Л.М., Рабинович О.С., Акулич А.В., Гринчук П.С., Василевич В.П., Степаненко В.Н., Васюков А.В., Кайдов О.Л. Пиролизическое разложение моносилана в реакторе кипящего слоя с образованием гранулированного кремния // *Тепло- и массоперенос* – 2003. Минск: ИТМО НАНБ, 2003. С.66-72.

МЕТИЛБЕНЗИЛГИДРОСИЛАНЫ В РЕАКЦИИ ГИДРОСИЛИЛИРОВАНИЯ

В.В. Коваленко, С.П. Корнелюк

Научные руководители — д.х.н., профессор *Н.П. Ерчак*,

д.х.н., профессор *А. Ювко* (Польша),

к.х.н., доцент *В.Г. Салищев*

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Гидросилилированием называется реакция присоединения гидросиланов к ненасыщенным соединениям. Эта реакция привлекла внимание большого числа исследователей, так как является довольно простым и удобным методом синтеза органических соединений кремния с самыми разнообразными функциональными группами [1]. Реакция гидросилилирования ненасыщенных органических и элементоорганических соединений является наиболее перспективной для получения кремнийсодержащих производных, варьируя функциональными группами которых путем довольно несложных превращений получают соединения с заданными свойствами. На наш взгляд, перспективными для исследований биологической активности являются метилбензильные кремнийорганические производные. Дело в том, что соединения, содержащие бензоидные циклы с разными заместителями составляют одну из важнейших групп в составе растительных остатков. Они являются источниками различных фенолов и хинонов, которые относятся к прямым предшественникам гуминовых соединений, а последние, как известно, играют исключительно важную роль во всех биогеохимических процессах [2].

Магнийорганическим синтезом и последующей реакцией гидросилилирования получены метилбензилхлорсилан и метилдибензилсилан. Исследованы реакции гидросилилирования этими гидросиланами следующих соединений: аллилпиперидина, аллилпиридина, аллилтриэтоксисилана, диэтилацетата акролеина, аллилцианида. Синтезированные соединения изучаются физико-химическими методами. Как показывает анализ спектра ^1H ЯМР метилдибензилсилана, данное соединение при комнатной температуре существует в двух формах [3]. Согласно теории компенсации электрического поля молекул [4] ароматические кольца могут взаимодействовать с атомом кремния по механизму $(p-d)\pi$ – взаимодействия.

Таким образом, найдены способы синтеза кремнийорганических бензильных производных. Во-вторых, подобраны условия проведения реакции гидросилилирования. В зависимости от того, какие реагенты участвуют в той или иной реакции, подбираются условия ее проведения — либо при атмосферном давлении, либо при повышенном. Следует отметить, что условия проведения синтеза могут быть использованы для моделирования новых реакций гидросилилирования. В-третьих, реакции гидросилилирования ненасыщенных соединений проводились без растворителя, что важно с точки зрения экологии, пожарной безопасности, энергозатрат и стоимости полученной химической продукции. В-четвертых, с помощью выявленных закономерностей можно понять ряд трудно объяснимых явлений и фактов, например, высокую вязкость и аномально высокие температуры кипения. Они также представляют интерес при исследовании механизма гумификации, возможности координации ароматических систем на атом кремния с образованием органоминеральных комплексов.

Литература

1. Лукевиц Э.Я., Воронков М.Г. Гидросилилирование, гидрогермирование, гидростаннилирование. Рига: Из-во АН ЛатССР, 1964. — 372 с.
2. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты и общая теория гумификации.— М.: Изд-во МГУ, 1990. — 325с.
3. Коваленка В.В., Пыпоўскі К., Салішчаў В.Г., Ярчак М.П. Метилбензилгідрасілану ў рэакцыях гідрасіліравання і аднаўлення // Прыроднае асяроддзе Палесся: сучасны стан і яго змены. Матэрыялы Міжнароднай навуковай канферэнцыі (Брэст, 20-21 чэрвеня 2002 г.). У 2-х частках. Частка I. — Брэст, 2002.— С.260-263.
4. Ерчак Н.П. Химия фурановых производных элементов 4B группы. Дис. ... д.х.н. Рига, 1990.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ В ТРУБОПРОВОДАХ

О.Б. Космынина

Научные руководители – к.ф.-м.н., доцент *А.П. Каравай*,
к.ф.-м.н., доцент *А.А. Баранов*

Белорусский национальный технический университет

Трубопроводы находят широкое применение в водо-, тепло- и газоснабжении и водоотведении. Впервые трубы из полимеров появились в Германии в 1936 г.

К достоинствам полимерных труб относятся [1, 2]:

- 1) долговечность (срок использования 50 и более лет);
- 2) высокие эксплуатационные данные (водоотталкивание; малое зарастание отложениями; низкая шероховатость, приводящая к малому трению о поверхность труб);
- 3) легкий вес (существенно облегчение трубопроводки);
- 4) безопасность и простота монтажа (сварка и монтаж без открытого огня).

При выборе материалов для пластмассовых труб используют три основных показателя: термостойкость, текучесть и старение труб.

Наиболее подходящие материалы для трубопроводов – это полиэтилен, поливинилхлорид (ПВХ или винипласт), полипропилен, фторопласт (тефлон), стеклопластики, а в перспективе полибутен.

Замена стальных оцинкованных труб для холодного водоснабжения полимером ПВХ дает денежную экономию 35-40% [3].

Капитальные затраты на производство полиэтиленовых труб диаметром 30-150 мм в 1,3-2 раза ниже, чем у труб из стали.

Снижение трудозатрат на строительство холодного водоснабжения из винипласта достигает 55-80%.

Экономия металла при использовании пластмассовых труб для водопровода составляет 710÷740 кг на 1000 м² площади жилого здания.

Данные по полимерам приведены в таблице.

Полимер	Строение элементарного звена	Температура стеклования, в град.	Относительное удлинение при разрыве, в %
ПВХ	$\sim \text{CH}_2 - \text{CHCl} \sim$	+80	10 – 25
ПВП	$\sim \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \sim$	-70	200 – 400
ПНП	$\sim \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \sim$	-70	500 – 650
Полипропилен	$\sim \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \sim$	-35	500 – 700

Литература

1. Бутринов Е.В. Полимерные трубы. Пластич. массы. 2000, №1.
2. Воробьев В.А. Производство и применение пластмасс в строительстве. – М.: Стройиздат, 1965.–236 с.
3. Дубровкин С.Д., Козлов К.Г., Янишевский А.Н., Гольцман Ш.Л. Монтаж систем внутренней канализации с применением пластмасс. – М.: 1970.

СІНТЭЗ І ХІМІЧНЫЯ ЎЛАСЦІВАСЦІ МАРФАЛІНАМЕТЫЛСІЛАНУ

Т.А.Коваль

Навуковы кіраўнік – д.х.н., прафесар **М.П.Ярчак**,

д.х.н., прафесар **А.Юўка** (Польша)

Брэсцкі дзяржаўны ўніверсітэт імя А.С.Пушкіна

Па літаратурным дадзеным [1] 2-фурылсіланы валодаюць высокай для арганілісіланаў рэакцыйнай здольнасцю. Уяўлялася цікавым даследаваць гідрасіланы, у малекулах якіх адсутнічаюць гетэраараматычныя сістэмы, а ў α -стане адносна атама крэмнію знаходзіўся бы больш моцны нуклеафіл, чым атам кіслароду 2-фурыльнай групы. Такімі з'яўляюцца α -амінаалкілгідрасіланы, у прыватнасці марфалінаметылсілан.

Марфалінаметылсілан атрыманы ў выніку рэакцыі аднаўлення марфалінаметылтрыэтоксісілану LiAlH_4 у дыэтылавым эфіру пры малярных суадносінах рэагентаў 1:1,3. Выдзяленне марфалінаметылсілану праводзілася з рэакцыйнай сумесі адгонкай у вакууме без папярэдняга аддзялення ападку. Правядзенне сінтэзу з уключэннем аперацыі фільтравання ападку памяншае выхад. Па дадзеным ІЧС поўны гідроліз Si-H сувязяў у плёнцы парамі вільгаці паветра адбываецца за 2-3 хвіліны.

Паказана, што атрыманы інэртны нерастваральны ў вадзе і арганічных растваральніках сілэсквіаксан, які ўтрымлівае па дадзеным ІЧС рэштавыя OH -групы, у выніку рэакцыі ўзаемадзеяння з гліколевай кіслотой колькасна трансфармуецца ў растваральны ў вадзе стабільны да гідролізу крышталагідрат марфалініёметылспірабі(1-сіла-2,5-дывоксацыклапентан-3-вон)ат — першы прадстаўнік электростатычна стабілізаваных сіланатаў (ES -сіланатаў) — манамерных электранейтральных вадарастваральных устойлівых да гідролізу пентакардынаваных крэмнійарганічных злучэнняў з Si-O-C сувязямі [1-3].

У апаратычных растваральніках марфалінаметылсілан лёгка ўступае ў рэакцыю са шчаўевай кіслотой з утварэннем гома[шчаўевай кіслаты Si -марфалініёметыл- Si , Si -дыгідрокісіланату] (Гошчава дыгідрокісіланат) [4]. Выхад колькасны. Злучэнне лёгка раствараецца ў дыметылсульфаксідзе і вадзе і не раствараецца ў большасці арганічных растваральнікаў. Гома[шчаўевай кіслаты Si -марфалініёметыл- Si , Si -дыгідрокісіланат] можа быць атрыманы таксама ў выніку ўзаемадзеяння дысілаксанавых вытворных і палімерных марфалінаметылсілэсквіаксанаў з двуводнай шчаўевай кіслотой ў вадзе.

У рэакцыі марфалінаметылсілану з *трэт*-бутанолам ў мяккіх умовах асноўным прадуктам няпоўнага замяшчэння Si-H сувязяў па дадзеным ^1H ЯМР з'яўляецца марфалінаметылды-*трэт*-бутокісілан. Выхад ~35%.

Алкаголіз гідрасілану CH_3OH працякае з утварэннем марфалінаметылтрыметоксісілану. Гідроліз сілану не спыняецца на стадыі ўтварэння сіланолу, а трансфармуецца ў адпаведныя полісілаксаны. Пры выкарыстанні двухкратнага лішку сілану гідроліз і наступнае награванне дае тэтраметоксібісмарфалінаметылдысілаксан з пашырэннем каардынацыі за кошт змянення канфармацыі марфалінагруп і каардынацыі атаму кіслароду гетэрацыкла на атам крэмнію.

Такім чынам, наяўнасць каля атаму крэмнію марфалінаметылнай групы садзейнічае паскарэнню атакі на атам крэмнію нуклеафільных рэагентаў у рэакцыях замяшчэння вадой, спіртамі, гліколевай і шчаўевай кіслотамі, што згодна з тэорыяй кампенсацыі электрычнага поля малекул абумоўлена наяўнасцю імкнення да максімальна эфектыўнай стабілізацыі сістэмы за кошт кампенсацыі электрычнага поля малекул з удзелам марфаліна-групы і атакуючых нуклеафільных агентаў [1].

Выказваю падзяку К.Пыпоўскаму і М.Зялёнцы за правядзенне сумеснага даследавання.

Літаратура

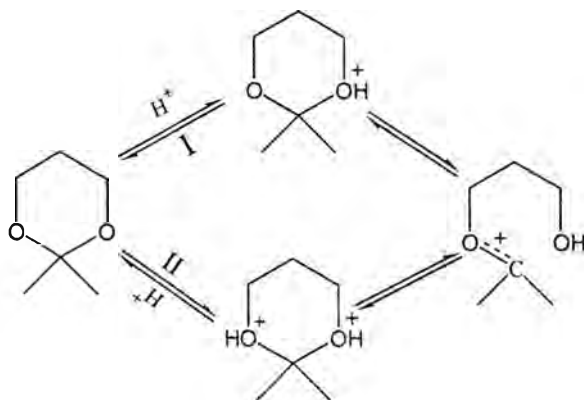
1. Н.П.Ерчак, Дис. докт. хим. наук, Рига, 1990.
2. N.Erchak, in Abstracts of X^{th} International Symposium of Organosilicon Chemistry, Poznań, Poland, 1993, 77.
3. N.Erchak, G.Ancens, in Abstracts of 16^{th} International Symposium of the Organic Chemistry of Sulfur, Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Merseburg, 1994, 182.
4. Н.П.Ерчак, Э.Э.Лиепиньш, А. с. СССР 1710562; Б.И. №5, 94 (1992).

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ПРОТОНИРОВАНИЯ СИММЕТРИЧНО ЗАМЕЩЕННЫХ 1,3-ДИОКСАНОВ.

А.И. Боричевский

Научный руководитель – к.х.н., доцент *Н.М. Голуб*
Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Центральное место в химии углеводов и родственных биоорганических соединениях принадлежит гликозидной связи, которая является частным случаем ацетальной связи, ее образованию и расщеплению протекающему по сложному механизму [1]. Соединениями для моделирования механизмов реакций в биологических системах могут являться диоксоциклоалканы в частности 1,3-диоксан. Гидролиз симметрично замещенного 1,3-диоксана в кислой среде начинается со стадии протонирования, которая может осуществляться по двум направлениям:



Нами проведён квантово-химический анализ стадии протонирования симметрично замещенного 1,3-диоксана. Геометрия молекулы задавалась с помощью естественных координат и оптимизировалась до минимума, используя приближение Полака-Рибера. Расчет молекулы проводился полуэмпирическим методом AM1, пакет программ HyperChem, и неэмпирическим методом 6-31G**, пакет программ Gaussian.

В результате анализа геометрических и энергетических параметров был сделан вывод о том, что протонирование имеет два вероятных направления атаки. Первое направление приводит к не симметричному протонированию оксониевого иона (по одному из кислородов), а второе к симметричному протонированию (по двум атомам кислорода). Протонирование по атому кислорода вызывает снижение заселенности ацетальной связи, и согласуется с известными фактами о направлениях расщепления и фрагментации 1,3-диоксациклоалканов. Оксониевые ионы превращаются в карбениевый ион за счет 1,5-внутримолекулярной миграции водорода. Разрыв связи углерод кислород происходит между вторым углеродным атомом и протонированным атомом кислорода с образованием карбениевого иона. Данные выводы согласуются с результатами работ авторов [2-4], и методом Бойда-Уайтхеда.

Литература

1. Керби Э. Аномерный эффект кислородсодержащих соединений // М.: - Мир, 1985. – 171 с.
2. Boyd R.J., Whitehed M.A. Am SCR-MO-SNDO Study of equilibrium geometries, force constants and bonding energies CNDO/BW. Parametrisation // J.Chem.Soc.Dalton Trans. – 1972. - №1. – p. 73-77.
3. Наймушин А.И., Лебедев В.А., Кантор Е.А., Ахматдинов РТ., Рахманкулов Д.Л., Паушкин Я.М. О начальной стадии протонирования кислотно-катализируемых реакций 1,3-диоксана // Докл. АН СССР. – 1981. – т. 259, №5. – с. 1114-1116.
4. Кантор Е.А. Синтез и гетеролитические реакции 1,3-диоксациклоалканов и их аналогов. - Дисс.на соиск.уч. степени д.х.н. – Уфа, 1981, с.462.

ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИАМИДА МЕДЬСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

А.Л. Шанько

Научный руководитель – д.х.н., профессор *Н.Р. Прокопчук*
Белорусский государственный технологический университет

Алифатические полиамиды являются одним из основных классов гетероцепных полимеров, широко применяемых для получения волокон, пленок, покрытий и пластмасс конструкционного назначения. Однако полиамиды характеризуются низкой термо- и светостойкостью.

С 1995 года в лаборатории стабилизации пластмасс, резин и волокон двойного подчинения НИИ ФХП БГУ-БГТУ начата разработка отечественных пространственно-затрудненными аминами (ПЗА). На основании проведенных исследований ТС-11 и ТС-66 из класса ПЗА показали себя с хорошей стороны и не уступают по ингибирующим способности одному из лучших импортных аналогов – Химасорб 944.

Мной была предпринята попытка получения медных солей ПЗА путем их обработки CuCl_2 . В процессе обработки выделялся хлористый водород, что указывало на возможность присоединения меди по атомам азота пиперидинового цикла. Были получены интересные данные на модельных порошках, лопатках и брусках, полученных литьем под давлением из растворов ПА-6 ($\eta=3,2$).

Ингибирующая способность медьсодержащих ПЗА значительно выше, чем их чистых аналогов. Возрастание энергии активации термоокислительной деструкции (Ед) для ТС-11М составляет $170-157=13$ кДж/моль, а для ТС-66М $192-161=31$ кДж/моль. Эффект введения двухвалентной меди в ПЗА на их ингибирующую способность подавления высокотемпературной жидкофазной деструкции ПА-6 у бирадикального ТС-66М выше, чем у монорадикального ТС-11М в $\sim 2,5$ раза. Возрастание Ед можно объяснить дополнительным стабилизирующим влиянием двухвалентной меди на перегретый, доступный окислению кислородом воздушной среды, расплав ПА-6. Валентноненасыщенная медь способна связывать кислород и активные кислородсодержащие радикалы, обрывая тем самым кинетические цепи окисления ПА-6.

Очень высокая ингибирующая эффективность ТС-66М в процессе теплового старения ПА-6 подтверждается также данными по изменению ударной вязкости по Шарпи. Деструкция макромолекул ПА-6 при тепловом старении снижает молекулярную массу полимера и «охрупчивает» материал, в результате ударная вязкость резко снижается. Результаты опытов показывают, что у нестабилизированного бруска из ПА ударная вязкость за 4 часа (при $T=177^\circ\text{C}$) понизилась с $18,3$ кДж/м² до $6,9$ кДж/м², а у образцов содержащих по $0,3$ мас% ТС-11М и ТС-66М ударная вязкость понизилась с $17,7$ кДж/м² и $18,4$ кДж/м² до $14,2$ кДж/м² и $18,0$ кДж/м². При шестичасовом старении деструктивные процессы заходят глубоко, сопровождаются шивкой за счёт рекомбинации макрорадикалов. Временно «охрупчивание» полиамидного бруска приостанавливается, значение ударной вязкости почти не изменяется. За 6 часов теплового старения нестабилизированного образца, его ударная вязкость составила $7,2$ кДж/м², а для образцов стабилизированных ТС-11М и ТС-66М ударная вязкость составила $10,6$ кДж/м² $15,4$ кДж/м². Скорость снижения ударной вязкости при старении у ПА-6, содержащего ТС-66М, значительно ниже, чем у полимера, стабилизированного ТС-11М.

Таким образом, с помощью независимых методов исследования показана повышенная стабилизирующая эффективность в подавлении термоокислительной деструкции макромолекул ПА-6 медьсодержащими ПЗА. Возможными причинами этого явления могут быть:

- связывание валентноненасыщенными атомами меди кислорода, диффундирующего в расплав, а также образующихся пероксидных радикалов с последующим обрывом кинетических цепей окисления ПА-6 (это независимо усиливает ингибирующее действие ПЗА);
- дополнительная стабилизация нитроксильного бирадикала ТС-66М за счёт взаимодействия атома двухвалентной меди с двумя атомами азота пиперидиновых циклов, сближенных друг к другу в пространстве.

ПРИМЕНЕНИЕ ПИНЧ-МЕТОДА НА УСТАНОВКАХ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

С.П. Мизаль

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Г.Н. Абаев*

Полоцкий государственный университет

Всё актуальнее становится изучение сложных приемов энергосбережения: овладение рекуперацией низкопотенциальных источников, оптимизация схем теплообмена, анализ и повышение коэффициентов теплопередачи в теплообменной температуре.

Эффективность таких методов существенней для решения задач организации сложных систем теплообмена и анализа эффективности энергоемких технологий. К числу таких методов относится пинч-метод [1,2].

Пинч-метод основан на методологии, с помощью которой на практике определяются и достигаются целевые энергетические показатели для системы, что в свою очередь приводит как к минимальным капитальным расходам, так и к минимальным энергозатратам.

На установках первичной перегонки нефти АВТ-2 и АВТ-6 ОАО "Нафтан" предусмотрены сложные системы теплообмена (от 15 до 30 теплообменников), использующие тепло горячих потоков. После блока теплообменников нефть поступает в колонну К-1. Часть нефти дополнительно нагревается в печи, после чего поступает в коллектор входа сырья в колонну К-1. Чем больше тепла отдают теплоносители нефти, тем до более высокой температуры она нагревается и, соответственно, уменьшается расход топлива в печи, что означает снижение энергетических затрат. Поэтому оптимальная схема теплообмена позволит повысить эффективность систем подогрева нефти, и соответственно, сократить затраты топлива на подогрев нефти в трубчатой печи. Анализ систем теплообмена при подогреве нефти с помощью пинч-метода показал, что "пинч" (узкое место в теплообмене) приходится на зону перехода нефти из жидкого фазового состояния в газообразное.

На основе учета газообразования при нагреве нефти, используя пинч-метод возможно создать алгоритм оптимизации системы теплообмена, с учетом её возможной перекомпоновки. Разработанный алгоритм позволит найти оптимум между стоимостью энергии и капитальных затрат в зависимости от движущей силы.

Проведенные расчеты показывают, что, исключая влияние газа, возможно нагреть нефть до большей температуры, а на выходе из системы теплоносители имеют более низкую температуру по сравнению с реально существующей. Но обеспечение более высоких коэффициентов теплопередачи в теплообменниках требует специальных конструктивных решений. Одним из методов повышения эффективности работы теплообменного оборудования возможно введение в систему на заключительной стадии теплообменника-испарителя [3] для отделения образовавшихся газов, что позволит достичь более высокой температуры нефти на выходе из системы. Возможной рекомендацией по оптимизации работы системы теплообмена на установках АВТ-2 и АВТ-6 ОАО «Нафтан» может быть повышение давления в системе. Но замена насосного оборудования, с целью устранения газообразования в теплообменниках и достижения более эффективной рекуперации тепла горячих потоков, требует тщательной оценки состояния самого оборудования.

Целью работы является повышение эффективности работы систем теплообмена за счет рационального использования существующего энергетического потенциала и эффективного использования площадей теплообмена.

Литература

1. Linnhoff, B., User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy, 2nd Ed., 1994
2. Linnhoff, B., Pinch Analysis – A state – of – the – Art Overview, Trans/chem E, pp 503, vol 71, Part A, Sep.1993
3. Вихман Г.Л., Круглов С.А., Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов, М.: Машиностроение, 1978. - 328с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ УСТАНОВОК КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

С.М. Поздняков

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Г.Н. Абаев*
Полоцкий государственный университет

Каталитический риформинг бензинов является важнейшим процессом современной нефтепереработки и нефтехимии. Он служит для одновременного получения высокооктанового базового компонента автомобильных бензинов, ароматических углеводородов - сырья для нефтехимического синтеза - и водородосодержащего газа - технического водорода, используемого в гидрогенизационных процессах нефтепереработки.

В основе исследований и научной работы лежит анализ регенерационных циклов установок каталитического риформинга бензиновых фракций с целью выработки рекомендаций по: оптимизации процессов регенерации катализаторов, анализу конструктивного оформления реакторов и методам загрузки катализатора, что обусловлено высокой стоимостью платиновых катализаторов используемых в процессе. Процессы регенерации были выбраны в связи с тем, что именно в этих процессах, в силу их высокой экзотермичности, наиболее ярко проявляются все те неоднородности, которые могут возникать в слое катализатора в процессе эксплуатации реакторов риформинга в течение всего срока службы катализатора и приводящие к его старению и потере эксплуатационных свойств.

В работе в качестве экспериментальных данных используются данные промышленных установок ОАО «Нафтан» проведён их статистический анализ и обработка. По результатам анализа были построены и проанализированы графики зависимостей технологических параметров процессов регенерации, проведенных, на различных установках каталитического риформинга бензинов.

На основании экспериментальных и литературных данных разрабатывается математическая модель процессов регенерации катализаторов риформинга, основанная на законах сохранения массы и энергии и кинетических закономерностях процесса выжиг кокса. При написании математической модели было сделано ряд допущений упрощающих решение системы дифференциальных уравнений в частных производных, методом конечных разностей. Уравнения, описывающие процесс выжиг кокса приведены ниже:

$$\begin{cases} U_s \frac{\partial C_{O_2}}{\partial Z} - W_{CO_2} = \varepsilon \frac{\partial C_{O_2}}{\partial \tau} \\ \frac{\partial C_K}{\partial Z} - W_{CO_2} = (1 - \varepsilon) \frac{\partial C_K}{\partial \tau} \\ U_s \rho_f C_p \frac{\partial T}{\partial Z} - q_{xp} W_{CO_2} = \varepsilon \frac{\partial T}{\partial \tau} \end{cases}$$

где C_{O_2} – концентрация кислорода, C_K – концентрация коксовых отложений, U_s – скорость движения газового потока, W_{CO_2} – скорость образования диоксида углерода, τ – время, Z – координата в слое катализатора, q_{xp} – удельная теплота химической реакции.

По результатам программирования и решения данной системы уравнений будет возможно произвести расчет технологических параметров, и построить кривые зависимостей при варьировании зависимых переменных в системе уравнений и произвести проверку данной модели на адекватность и соответствие реальным условиям.

Литература.

1. Моделирование каталитических процессов и реакторов // В.С. Бесков, В.Флок – М.: Химия, 1991.
2. Mathematical Modeling of Catalytic Fixed Bed Reactors // A.A. Iordanidis -Publisher: Twente University Press, P.O. Box 217, 7500 AE Enschede, The Netherlands.

ПОЛУЧЕНИЕ БИТУМОВ ИЗ ОСТАТКОВ ВИСБРЕКИНГА

И.В. Ковалева

Научный руководитель – к.т.н., доцент *С.М. Ткачёв*

Полоцкий государственный университет

Глубокая переработка и комплексное использование углеводородного сырья являются одной из основных задач нефтеперерабатывающих предприятий. В связи с этим существенно возрастает для них роль висбрекинга – легкого термического крекинга нефтяных остатков. Назначение процесса – выработка товарных котельных топлив из тяжелого сырья. Однако, потребление котельного топлива носит сезонный характер. В большом количестве оно требуется в зимний период и практически не имеет сбыта летом. В то же время, потребление битума в летний период максимально. В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на получение битумов из остатка вышеназванного процесса.

В данной работе изучены возможности использования остатка висбрекинга для получения дорожных битумов по различным технологиям. С этой целью в ПГУ был проведен комплекс исследований. В качестве сырья использовался остаток установки висбрекинга ОАО «Нафтан».

Вначале был изучен технологически возможный вариант непосредственного получения битума путем вакуумной перегонки остатка висбрекинга, т.е. концентрированием смол и асфальтенов до кондиции товарных дорожных битумов.

Путем разгонки в колбе Мановьяна из промышленного остатка висбрекинга с температурой начала кипения выше 180°C (ОВ>180°C) был получен концентрированный остаток выкипающий выше 480°C (ОВ>480°C). Затем были проанализированы его показатели качества по ГОСТ 22245-90 и дополнительно по ГОСТ 18180-72 после прогрева.

Из результатов анализа видно, что данный остаток по показателям качества соответствует битуму марки БН 60/90. Очевидность его положительных качеств обусловила проведение опытов по получению компаундированных битумов. В лабораторном смесителе при 120°C в течение 20 минут концентрированный ОВ>480°C смешивался с товарными окисленными битумами марок БНД 40/60 и БНД 60/90. Результаты эксперимента показали возможность вовлечения в состав дорожных битумов, получаемых по такой технологии, до 50% масс. остатка.

Дальнейшие исследования были направлены на определение качества битумов, полученных окислением остатков висбрекинга и их смесей с гудроном. Для этого в лабораторных условиях был получен утяжеленный остаток висбрекинга с температурой начала кипения выше 360°C (ОВ>360°C). Его подвергли окислению при температуре 250±5°C и расходе воздуха 4дм³/(кг.мин).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что окислением ОВ>360°C могут быть получены битумы марок БНД 40/60 и БНД 60/90, характеризующиеся повышенной растяжимостью и улучшенными низкотемпературными свойствами. При окислении смеси остатка висбрекинга с гудроном в соотношении 1:1 (масс.) также удается получить дорожные битумы БНД 40/60 и БНД 60/90, хотя и с несколько худшими значениями температуры хрупкости, но с лучшим показателем растяжимости после прогрева.

Таким образом, в данной работе доказана принципиальная возможность получения на основе остатков висбрекинга битумов марок БНД 40/60 и БНД 60/90. Дальнейшие исследования, направленные на получение битума марки БНД 90/130, пользующегося повышенным спросом, могут заключаться в поиске модифицирующих добавок, повышающих пенетрацию.

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ БИОАКТИВНОГО ГИДРОКСИАПАТИТА

В.К. Цубер

Научный руководитель – д.х.н., профессор *А.И. Кулак*
Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси

Разработана и запатентована технология получения нанокристаллического гидроксиапатита из водных растворов хлористого кальция CaCl_2 и двузамещённого ортофосфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ в щелочной среде при $\text{pH}=10,7$, создаваемой раствором аммиака [1-3]. Являясь главной неорганической составляющей костной и зубной тканей, нанокристаллический гидроксиапатит в живом организме легко трансформируется в ионы кальция и фосфата, стимулируя процессы остеогенеза.

Для разработки эффективной и удобной в хирургической практике лекарственной формы были наработаны образцы препарата нанокристаллического гидроксиапатита в виде геля, содержащего 73-88 мас.% влаги, и в виде порошка с размером частиц 63-500 μm . С целью повышения биологической активности в состав порошка включали содержащиеся в коллагене аминокислоты (глицин, пролин, глутаминовая кислота, аланин) в количествах, соответствующих составу костной ткани. Исследована композиция гидроксиапатита с метронидазолом состава – 50 мг метронидазола на 1 г геля. И установлено, что в условиях естественного хранения препараты стабильны в течение 3-х лет, при этом гель сохраняет свои свойства.

Лекарственные формы подвергали стерилизации γ - излучением дозой 2,5 Мрад и термической обработкой при температуре 110°C 45 мин. Установлено, что тип стерилизующей обработки не оказывает существенного влияния на свойства препарата.

С целью определения специфической активности лекарственных форм нанокристаллического гидроксиапатита на базе ЦНИЛ БелМАПО проведен медико-биологический эксперимент на беспородных, половозрелых белых крысах стадной разводки. На передней стенке верхней трети большеберцовой кости был сформирован костный дефект, который заполняли порошком и гелем гидроксиапатита. Установлено, что все лекарственные формы гидроксиапатита в определенной степени стимулируют процессы остеогенеза, но наиболее выражен эффект стимуляции при использовании геля. Так же преимуществом гелевой формы гидроксиапатита является удобство в применении в качестве инъекционной лекарственной формы, так как она готова к заполнению дефекта костной ткани, в отличие от порошкообразной формы, которую необходимо готовить в виде пасты непосредственно перед употреблением.

В настоящее время технология получения нанокристаллического гидроксиапатита внедряется совместно с Научно-фармацевтическим центром ОАО “Белмедпрепараты”.

Литература

1. Кулак А.И., Лесникович Л.А., Трофимова И.В. и др. / Биоактивные материалы на основе полученного различными методами гидроксиапатита // Изв. Белор. инженер. академ., № 1(3), 31-34 (1997).

2. Лесникович Л.А., Кулак А.И., Трофимова И.В. и др. / Способ получения порошка гидроксиапатита: Патент РБ №960244, опублик. 30.09.98.

3. Лесникович Л.А., Трофимова И.В., Ильюшенко А.Ф. и др. / Синтез и свойства основного ортофосфата кальция // Весці. НАНБ, сер. хім. навук, 1999, №1, с.15-19.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ ПРИ ХРАНЕНИИ

В.В. Автушенко

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Т.И. Шингарева*
Могилевский государственный университет продовольствия

Химический состав молочных консервов как продуктов, подлежащих длительному хранению, зависит не только от состава сырья и параметров технологической обработки молока, но и от вида упаковки, качества упаковочных материалов, а также от условий и продолжительности хранения. Для фасовки молочных консервов используют металлические банки №7, изготовленные из белой жести, которые обеспечивают качество и сохранность продукции и исключают потери при транспортировании, хранении и реализации. Для изготовления металлических банок применяют белую жечь горячего лужения ГЖК и электролитического лужения марки ЭЖК. В состав оловянного покрытия банки, помимо олова входит медь, свинец, кадмий и некоторые другие металлы. Длительное хранение сгущенных молочных консервов в банках №7 делает неизбежным соприкосновение продукции с металлической поверхностью банок и как следствие происходит химическое взаимодействие, сопровождающиеся переходом металлов из тары в продукт. Степень перехода тяжелых металлов в сгущенные молочные консервы зависит от вида и способа покрытия жести, состава, режимов производства и хранения продуктов. Переход этих металлов в состав молочных консервов может оказать негативное воздействие на здоровье человека. Поэтому стандартами нормируются массовые доли олова, свинца, меди.

В работе исследована зависимость на содержание меди, свинца и железа в некоторых сгущенных молочных консервах: молоке сгущенном с сахаром (1), сливках сгущенных с сахаром (2) и молоке сгущенном с сахаром и какао (3). Продукция была выработана на Рогачевском молочно – консервном комбинате. Все консервы хранились в течение 15 месяцев при двух температурных режимах: 6°С и нерегулируемой комнатной температуре. Для исследований образцы отбирались каждые 3 месяца.

В результате установлено, что во всех исследованных молочных консервах в процессе хранения наблюдается незначительное увеличение содержания железа: от 4 мг/кг для образцов 1 и 2 вначале срока хранения, до 6 мг/кг в конце срока хранения. Для продукта 3 – от 15 мг/кг до 18 мг/кг, соответственно. В исследованных образцах наблюдалось также некоторое увеличение содержания меди в процессе хранения, которое в тоже время для продуктов 1 и 2 не превышало ПДК (3 мг/кг) даже на 15 – м месяце хранения. В продукте 3 содержание меди превысило ПДК после 12 месяцев хранения (гарантированный срок хранения этих консервов - 6-ть месяцев). Содержание свинца для продуктов 1 и 2 вначале срока хранения составляло около 0,2 мг/кг, а в конце 0,26 мг/кг. Для продукта 3 содержание свинца было выше, чем в продукте 1 и 2, но не превышало ПДК.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что при хранении сгущенных молочных консервов в металлических банках № 7 наблюдается заметный переход микроэлементов (Cu, Fe, Pb) с поверхности тары в продукт, особенно после 12 –ти месяцев хранения. При этом содержание всех исследованных микроэлементов в молоке сгущенном с сахаром и какао (3) было значительно выше, чем в сгущенном молоке с сахаром (1) и сливках сгущенных с сахаром (2). Возможно, повышение этих микроэлементов обусловлено наполнителем– какао. В тоже время содержание солей тяжелых металлов не выходит за пределы ПДК в гарантированные сроки хранения, и продукция комбината не представляет опасности для здоровья человека.

ИЛИДИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ СИНТЕЗИРОВАННОГО ИОД-УНДЕКАБОРАТНОГО АНИОНА

Д.А. Рудаков

Научный руководитель – д.х.н., член-корр. НАНБ **В.И. Поткин**
Институт физико-органической химии НАН Беларуси

Открытие орто-карборана, как одного из представителей трехмерных ароматических систем, 4 десятилетия назад привело к бурному развитию химии борорганических соединений. Сегодняшнее развитие борорганических соединений основывается на практическом применении данного класса веществ. Одним из таких направлений является борнейтронозахватная терапия (БНЗТ) рака. Работы, проводимые с этой целью, ведутся в двух направлениях:

- синтез новых различных функционально-замещенных карборанов и их производных;
- замена устаревших методов синтеза на новые, малоотходные и экологичные методы по синтезу функционально-замещенных карборанов и их производных.

В работе осуществлен синтез иод-илида ундекаборатного аниона. Синтез осуществлялся в две стадии. Первая стадия представляет собой электрохимический (обладающий преимуществами по сравнению с химическим) синтез 9(11)-иод-7,8-дикарба-нидо-ундекабората (I) калия и выделение его в виде тетраалкиламмонийной соли. Выход (I)—95%. Его состав и структура подтверждены данными элементного анализа, ИК и ЯМР ¹¹B спектров. ЯМР ¹¹B спектр полностью совпал с литературными данными, свидетельствуя, что полученный продукт 9(11)-иод-7,8-дикарба-нидо-ундекаборатный анион.

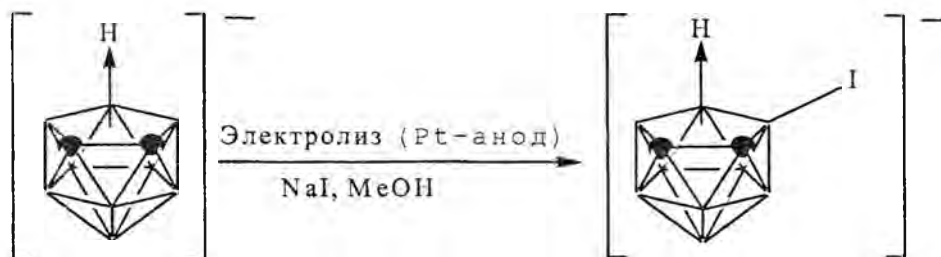
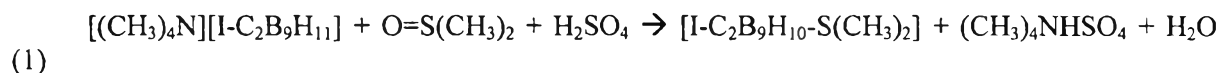


Рис.1. Процесс иодирования додекагидро-7,8-дикарба-нидо-ундекаборатного аниона
(атомы водорода не показаны)

Вторая стадия представляет химический синтез иод-илида из (I) с образованием вещества (II) имеющего в своем составе иод и группировку S(CH₃)₂. Выход (II)—78%. T_{пл}=187-189°C. Процесс илидирования можно выразить следующим химическим уравнением:



Образовавшееся вещество синтезировано впервые и представляет собой зарядокомпенсированное соединение, идентифицированное на основе данных элементного анализа и ИК спектра.

В случае 9(11)-иод-7,8-диметил-7,8-дикарба-нидо-ундекаборатного аниона получить аналогичный иод-илид замещенное соединение не удалось.

МИКРОМАСШТАБНАЯ ФРОНТАЛЬНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ИОНОВ Pb^{2+} И Ni^{2+} НА ЛИГНИНЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ

В.Н. Линник

Научный руководитель – д.х.н, профессор *С.А. Мечковкий*.

Полоцкий государственный университет

Загрязнение окружающей среды ионами тяжёлых металлов в последнее время является одной из важнейших экологических проблем современности. В связи с этим определённый интерес вызывают сорбционные методы очистки сточных вод от ионов тяжёлых металлов. Следует отметить, что в последнее время широко используемые синтетические сорбенты на основе сульфокатионитов стали достаточно дороги, что ограничивает их широкое применение.

Известно, что многие фитоматериалы обладают сорбционными свойствами по отношению к ионам тяжёлых металлов за счёт содержащихся в них карбоксильных и фенольных групп. Обменную ёмкость фитоматериалов можно повысить, обрабатывая их концентрированными кислотами при нагревании.

В качестве объекта исследования нами был выбран гидролизный лигнин, являющийся отходом деревоперерабатывающей промышленности. Для увеличения обменной ёмкости проводили обработку концентрированной серной кислотой при 180 °С в течение 1 часа. В дальнейших исследованиях использовали фракцию 0.25 – 1 мм.

Изучение процесса сорбции ионов Pb^{2+} и Ni^{2+} полученным сорбентом проводили методом микромасштабной фронтальной хроматографии, который весьма эффективен при высоких степенях разбавления [1]. Растворы Ni^{2+} готовили из $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ на фоне 0.003 М раствора NaCl. Растворы Pb^{2+} готовили из $(CH_3COO)_2Pb \cdot 3H_2O$ на фоне 0.025 М ацетатного буферного раствора. Скорость пропускания раствора через колонки с катионитом во всех случаях поддерживалась постоянной и составляла 1 мл/мин. Концентрацию ионов Ni^{2+} определяли фотоколориметрическим методом с диметилглиоксимом [2], а концентрацию ионов Pb^{2+} - методом комплексонометрического титрования [3].

Установлено, что выходные кривые сорбции имеют ярко выраженную полисигмоидальную форму, что характерно для полифункциональных сорбентов, содержащих энергетически неэквивалентные активные центры. На основе выходных кривых сорбции были рассчитаны значения обменной ёмкости.

Установлено, что сульфированный лигнин обладает достаточно высокой обменной ёмкостью по ионам Pb^{2+} и Ni^{2+} . При этом выяснилось, что катионит обладает большей селективностью по отношению к ионам Pb^{2+} , чем к ионам Ni^{2+} , что выражается в больших значениях обменной ёмкости для одинаковых концентраций сорбируемых ионов и pH. Так, при начальных концентрациях ионов $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л и $pH = 4$ $OE(Pb^{2+}) = 0.84$ ммоль/г, а $OE(Ni^{2+}) = 0,34$ ммоль/г.

Обменная ёмкость катионита значительно увеличивается с увеличением pH раствора. Для ионов Pb^{2+} ($C_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ моль/л) при $pH = 5$ OE составила 1.97 ммоль/г, а при $pH = 2$ – только 0.13 ммоль/г. Это говорит о преобладании слабокислотных функциональных групп катионита, имеющих pK, равное 4 - 6.

Литература

1. Сумская Н.Р., Холин Ю.В., Зайцев В.Н. Микроколоночная фронтальная высокоэффективная хроматография хлорида меди (II) на кремнезёме, модифицированном аминодифосфорной кислотой. Журн. физ. химии. 1997. – Т. 71. № 5. С. 905 – 910.
2. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М. Химия, 1984.
3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М. Химия, 1971.

ВЛИЯНИЕ ФЕНАТНОЙ ПРИСАДКИ НА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ ДОРОЖНОГО БИТУМА

М.М. Кульпо

Научный руководитель – к.т.н., доцент *С.М. Ткачёв*
Полоцкий государственный университет

Срок службы дорожного покрытия во многом зависит от свойств битума, как основного компонента, особенно от такого показателя, как его устойчивость к внешним воздействиям. В лабораторных условиях данный показатель оценивают термоокислительной стабильностью, определяемой по величине изменения свойств в результате старения.

Известно, что одним из способов повышения качества вяжущего является применение различных поверхностно-активных веществ, способных стабилизировать структуру битума, что приводит к увеличению его устойчивости против старения. Помимо структурообразования, одной из основных реакций в процессе старения является окисление. За счёт содержания органических кислот окисленный битум имеет кислую природу. Исходя из таких позиций для повышения устойчивости против старения в битум рекомендуется вводить щелочные добавки.

Поэтому представляет интерес изучение влияния фенатной присадки на термоокислительную стабильность дорожного битума. Фенатная присадка ВНИИ НП-7120 является высокощелочным детергентом (щелочное число присадки порядка 200 мг КОН/г) и антиокислителем.

Были изучены свойства образцов дорожного битума БНД 90/130 с фенатной присадкой в количестве от 0 до 1,5% масс. Термоокислительная стабильность образцов была оценена по комплексному показателю, представляющему собой сумму величин изменения таких показателей, как температура размягчения, пенетрация при 25 и 0°C, растяжимость при 25 и 0°C в результате старения по методам ГОСТ 18180-72 и ASTM D 2872, отличающимся жёсткостью условий. Сущность методов заключается в термообработке образца при постоянной температуре $163 \pm 0,5^\circ\text{C}$ в течение определённого времени.

В результате проведённых исследований было выявлено, что с увеличением концентрации фенатной присадки в битуме до 1,5% масс. не происходит значительного изменения эксплуатационных свойств вяжущего материала: температура размягчения практически не изменяется, уменьшение растяжимости не велико; в большей степени наблюдается лишь увеличение пенетрации, так как присадка менее вязкая по сравнению с битумом. Однако в зависимости от концентрации присадки проявляется различная степень влияния добавки на устойчивость битума к старению. При этом наблюдается экстремальное изменение кислотных чисел при увеличении концентрации присадки в битуме.

Исходя из оценки термоокислительной стабильности по комплексному показателю следует, что добавление фенатной присадки приводит к увеличению устойчивости против старения. Наибольший эффект проявляется при концентрации присадки около 0,25% масс. Следует отметить, что для данного образца характерно наименьшее значение кислотного числа, что, по-видимому, и объясняет наибольшую термоокислительную стабильность.

По результатам испытаний по методу ГОСТ 18180-72 введение в битум фенатной присадки 0,25 % масс. приводит к повышению термоокислительной стабильности в среднем на 42%, по методу ASTM D 2872 — на 22%. Следует отметить, что фенатная присадка в большей степени повышает стабильность низкотемпературных свойств (пенетрация и растяжимость при 0°C).

Таким образом, в результате исследования была определена оптимальная концентрация фенатной присадки в битуме, при которой наблюдается наибольший эффект повышения термоокислительной стабильности дорожного битума марки БНД 90/130.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ С УЛУЧШЕННЫМИ АДГЕЗИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

А.Г. Чебан

Научный руководитель – д.т.н., доцент *Э.Т. Крутько*
Белорусский государственный технологический университет

В мире идет наращивание производства материалов со специальными свойствами: огнестойких, термостойких, с повышенной адгезией и др. Объем производства таких материалов значительно меньше, чем многотоннажных, однако их роль в создании современных материалов, обеспечивающих технический прогресс различных отраслей народного хозяйства, поистине неопределима.

Так, в последнее время полиэфирная техническая нить на основе полиэтилентерефталата нашла широкое применение в производстве шинного корда. Полиэфирный корд имеет самую высокую стабильность формы и наименьшую ползучесть при переменных температурах и механических нагрузках по сравнению с кордами других типов, вследствие чего снижается шум при езде, лучше держится воздух в камере и др.

Однако к недостаткам полиэфирного волокна на основе полиэтилентерефталата относится недостаточная адгезия к резине. Поэтому целью данной работы стало получение нового модифицированного полиэтилентерефталата с улучшенными адгезионными свойствами. Придание таких свойств достигается путем введения карбоксильных групп в основную цепь полимера.

Полимеры, содержащие карбоксильные группы, относятся к классу «иономеров», наличие ионных связей, в которых приводит к появлению новых и значительному изменению технически важных свойств полимеров (ионообменные свойства, изменение прочности, теплостойкости, газо- и паропроницаемости и др.).

Способ получения модифицированного полиэтилентерефталата заключается в том, что сополиэфир на основе полиэтилентерефталата, содержащий 1÷10 мол.% звеньев бицикло-[2,2,2]-окт-5-еновой структуры, в виде 3÷5%-ного раствора в дихлоруксусной кислоте или в смеси тетрагидрофурана и трихлоруксусной кислоты (1:1) подвергают озонированию при 0÷10°C с последующим разложением полимерного озонида в присутствии молекулярного кислорода, перекиси водорода или надуксусной кислоты при 50÷80°C и выделением целевого продукта.

После переосаждения полученного сополиэфира определяли его температуру плавления, вязкость, содержание карбоксильных групп и статистическую обменную емкость.

В результате проведенной модификации был получен полиэтилентерефталат, обладающий ионообменными свойствами и повышенной адгезией. Так, содержание карбоксильных групп было увеличено от $1,5 \cdot 10^{-6}$ г-экв./г до $474 \cdot 10^{-6}$ г-экв./г, а статистическая обменная емкость от 0,002 мг-экв./г до 0,48 мг-экв./г.

Полученный модифицированный полиэтилентерефталат, содержащий карбоксильные группы в основной цепи, может быть использован для изготовления волокон и пленочных материалов, обладающих ионообменными свойствами, повышенной адгезией и улучшенной способностью к окрашиванию.

Литература

1. Коршак В.В. Технология пластических масс. М., "Химия", 1985.
2. Петухов Б.В. Полиэфирные волокна. М., "Химия", 1976.
3. Авторское свидетельство СССР №563809, кл. С 08 G 63/76, 1977.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ НА ДИСПЕРСНОСТЬ БИТУМОВ

И.М. Худович

Научный руководитель – к.т.н., доцент *С.М. Ткачёв*

Полоцкий государственный университет

Битумы с точки зрения физико-химической механики являются нефтяными дисперсными системами (НДС), представляющими из себя распределённые в вязкой дисперсионной среде (преимущественно высокомолекулярных углеводородах) сложные структурные единицы (ССЕ), которые в значительной степени состоят из асфальтено-смолистых комплексов /1/. Они могут находиться в дисперсионной среде в свободнодисперсном или связнодисперсном состояниях. От строения, характера взаимодействия, размера и концентрации ССЕ, а также от состава дисперсионной среды и всей дисперсной системы в целом во многом зависят свойства битумов /2/.

В настоящее время основное количество выпускаемых битумов производится по окислительной технологии, путём окисления кислородом воздуха нефтяных остатков различной природы. При этом в них происходит образование помимо асфальтенов и смол ещё и разнообразных соединений нейтрального и кислого характера, в том числе и нефтяных кислот /2/. Последние являются смесью органических кислот различной молекулярной массы, содержащих в молекуле алифатические, циклоалкановые и ареновые радикалы. Вследствие этого, с практической и научной точек зрения представляют интерес исследования, направленные на изучение влияния органических кислот на коллоидную структуру и свойства битумов.

Была проведена серия исследований по выяснению зависимости между содержанием кислот и, следовательно, общей кислотностью битума и его свойствами, выяснение сущности данной взаимосвязи потребовало проведение дополнительных исследований направленных на изучение динамики изменения дисперсности битумов под действием кислотных добавок.

В связи с вышесказанным, был проведён ряд экспериментов по изучению влияния органических кислот на средний диаметр дисперсных частиц дорожного битума (БНД 90/130). В качестве органических кислот в работе использовались пальмитиновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ ($t_{\text{пл}}=63^\circ\text{C}$), стеариновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ ($t_{\text{пл}}=70^\circ\text{C}$) и адипиновая кислота $\text{C}_4\text{H}_8(\text{COOH})_2$ ($t_{\text{пл}}=153^\circ\text{C}$). Смеси приготавливались при температуре $155\text{--}165^\circ\text{C}$ в концентрационной области 0,2544 % масс. кислоты на исследуемый битум. Для всех тестируемых смесей были определены кислотные числа. Определение среднего диаметра дисперсных частиц осуществлялось по фотоэлектроколориметрическому методу /3/.

Установлено, что при введении в битум добавок органических кислот происходит существенное изменение среднего диаметра дисперсных частиц в изученной области концентраций.

Показано, что диаметр дисперсных частиц изменяется экстремально в зависимости от концентрации введённой органической кислоты. При этом зависимость дисперсности от концентрации добавки носит близкий характер для всех использованных кислот.

На основании полученных результатов исследований предложено теоретическое объяснение процессам, протекающим в битуме, по мере роста в нём концентрации органической кислоты и соответственно кислотности битума в целом.

Литература

1. Сюняев З.И., Сюняев Р.З., Сафиева Р.З. Нефтяные дисперсные системы. – М.: Химия, 1990. – 226 с.
2. Гун Р.Б. Нефтяные битумы. – М.: Химия, 1973. – 432 с.
3. Определение параметров тёмных частиц дисперсной фазы в нефтяных системах / Л.П. Гилязетдинов, М. Аль-Джомаа // Химия и технология топлив и масел. – 1994 – 3. – С. 27–29

СОПОСТАВЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКОГО И ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХЛОРИД – ИОНОВ В РАСТВОРЕ

В.М. Турбан, А.Н. Петроченко

Научные руководители – к.х.н., доцент *С.Г. Константинов, Е.Н. Андрейчикова*
Могилевский государственный университет продовольствия

В последние годы много внимания уделяется безопасному питанию человека. Элементы по их роли в пищевой цепочке принято делить условно на 3 группы: элементы, незаменимые для организма человека (эссенциальные макро- и микроэлементы); неэссенциальные, или необязательные для жизнедеятельности; токсичные элементы. Биологически эссенциальные имеют пределы доз, определяющих их дефицит, оптимальный уровень и уровень токсического воздействия. Токсичные элементы в низких дозах не оказывают вредного воздействия и не несут биологических функций, но в высоких дозах оказывают токсическое воздействие. Таким образом, не всегда возможно установить различие между жизненно необходимыми и токсичными элементами /1,2/.

Хлорид натрия (пищевая соль) не относится к токсичным веществам, более того, считается жизненно необходимой добавкой, однако его содержание в рецептурах строго регламентировано. Так, например, массовая доля NaCl в вареных колбасах и окорочках составляет 2,2 – 2,5 %, в полукопченых колбасах – 4 %, в сырокопченых 3 – 6 % /3/. Существует множество рекомендованных методик для определения количественного содержания хлорида натрия в продуктах питания – различные титриметрические методы (аргентометрический, меркуро- и меркуриметрический), полярографический, ионообменный /4/, пламенная фотометрия, рефрактометрический /3/. Прямой потенциометрический метод с использованием мембранного Cl⁻-ионселективного электрода имеет преимущества перед перечисленными выше, поскольку не требует предварительной минерализации образца.

В нашей работе была сделана попытка сопоставить возможности рефрактометрического и потенциометрического методов для количественного определения хлорида натрия. Для этого была приготовлена серия стандартных растворов – от разбавленного (0,05 масс. %) до насыщенного раствора (26 масс. %). Рефрактометрический метод позволил получить калибровочную прямую вплоть до 16 масс. % NaCl, имеющую некоторый разброс данных, однако в области более высоких концентраций наблюдается монотонное завышение показателя преломления. Потенциометрический метод, напротив, практически во всем экспериментально изучавшемся интервале концентраций дает практически линейный ход калибровочной линии в координатах $E = f(\ln C)$, причем разброс экспериментальных данных гораздо меньше, чем в случае рефрактометрического метода.

Таким образом, следует предположить, что потенциометрический метод с использованием мембранного Cl⁻-ионселективного электрода может быть широко использован в анализе пищевых продуктов.

Литература

1. Химический состав пищевых продуктов. - Кн.2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1987. - 360с.
2. Рейли К. Металлические загрязнения пищевых продуктов.- М.: Агропромиздат, 1985. - 184с.
3. Коренман Я.И., Лисицкая Р.П. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: Учебное пособие. - Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. технол. акад., 2002. - 408с.
4. Сырье и продукты пищевые: Методы определения токсичных элементов: ГОСТ 269299-86, ГОСТ 26927-86, ГОСТ 26928-86, ГОСТ 26930-86 - ГОСТ 26935-86.- М.: Изд-во стандартов, 1986.- 86с.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 2-АДАМАНТАНОНА

А.Б. Базылева

Научный руководитель – к.х.н., доцент А.В. Блохин
Белорусский государственный университет.

Соединения на основе адамантана обладают широким спектром фармакологической и биологической активности (противовирусной, противопаркинсонической, иммуностропной и т.д.). Так, 2-адамантанон (I), который может быть получен с высоким выходом окислением непосредственно адамантана, используется для синтеза некоторых лекарственных препаратов (бромантан, кемантан и др.). Целью данной работы являлось систематическое исследование термодинамических свойств I в конденсированном и газообразном состояниях.

Теплоемкость I в конденсированном состоянии в интервале 5 – 320 К и энтальпия его твердофазного перехода измерены в вакуумном адиабатическом калориметре ТАУ-1, теплоемкость в интервале 290 – 610 К и энтальпия плавления – в сканирующем калориметре типа теплового моста. Температурная зависимость теплоемкости I представлена на Рисунке (“o” – результаты измерения на адиабатическом калориметре, сплошные линии – данные ДСК). Погрешность измерения теплоемкости методом адиабатической калориметрии при $T > 40$ К составляет 0,4 %, она постепенно увеличивается при понижении температуры, но не превышает 2 % вблизи 5 К. Точность измерения теплоемкости на установке теплового моста составляет не менее 2 % во всем рабочем диапазоне.

Термодинамические параметры твердофазного перехода $крII \rightarrow крI$ и плавления I равны: $T_{trs} = (216,4 \pm 0,1)$ К, $\Delta_{trs}H^\circ = (7,627 \pm 0,014)$ кДж·моль⁻¹, $\Delta_{trs}S^\circ = (35,24 \pm 0,06)$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹ и $T_{fus} = (557,5 \pm 0,2)$ К, $\Delta_{fus}H^\circ = (11,77 \pm 0,24)$ кДж·моль⁻¹, $\Delta_{fus}S^\circ = (21,1 \pm 0,4)$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹. Теплоемкость в область ниже 5 К экстраполировалась по функции Дебая с тремя степенями свободы со средней характеристической температурой $\langle \Theta_D \rangle = 110,1$ К. На основании сглаженных значений теплоемкости и параметров фазовых переходов рассчитаны стандартные термодинамические функции I в конденсированном состоянии (Таблица).

Таблица. Стандартные термодинамические функции 2-адамантанона в конденсированном состоянии

T, К	$(H_T - H_0)$, Дж·моль ⁻¹	C_p		$(S_T - S_0)$ Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹
		Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹		
50	912,2	40,93		28,16
100	3596	65,70		64,40
200	12755	120,5		125,8
298,15	(36333 ± 147)	(196,6 ± 0,8)		(224,9 ± 1,0)
400	59659	260,3		291,8
600	135909	387,5		441,9

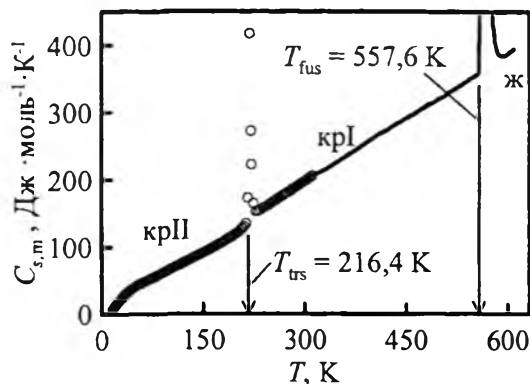


Рисунок. Температурная зависимость теплоемкости 2-адамантанона

Низкая энтропия плавления, соотношение $\Delta_{trs}S / \Delta_{fus}S \approx 1,7$, данные рентгеноструктурного анализа [1] указывают на то, что при 216,4 К имеет место переход “жесткий → пластический кристалл”. Согласно модели энергетических состояний молекул в пластических кристаллах [2] рассчитаны число неэквивалентных ориентаций молекул ($n_{орент} = 20$) и средняя разность энергий между основной и пластическими ориентациями молекул ($\Delta_{орент}H = 4,3$ кДж·моль⁻¹).

Литература

1. J.P. Amoureux, M. Bee // J. Phys. C: Solid St. Phys. 1980. V. 13. P. 3577-3583.
2. G.J. Kabo, A.A. Kozyro, M. Frenkel, and A.V. Blokhin // Mol. Cryst. Liq. Cryst. 1999. V. 326. P. 333-355.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 2-(1-ГИДРОКСИЦИКЛОГЕКСИЛ)ЦИКЛОГЕКСАНОНА

М.П. Шиманович

Научные руководители – д.х.н., проф. *Г.Я. Кабо*, к.х.н., доц. *А.В. Блохин*
Белорусский государственный университет

2-(1-Гидроксициклогексил)циклогексанон (кетол) образуется в результате альдольной конденсации циклогексанона при промышленном получении капролактама. Наряду с другими бициклическими кетонами он используется для синтеза высокомолекулярных соединений, лекарств, при получении смазочных материалов и экстрагентов. Изучение термодинамических свойств кетола, особенно теплоемкости и давления насыщенного пара, необходимо для обоснования оптимизации технологических режимов синтеза циклогексанона и капролактама.

Теплоемкость кетола в интервале 5–315 К измерена в вакуумном адиабатическом калориметре [1], в интервале 294–370 К – в ДСК типа теплового моста [2]. Температура плавления кетола 306,75 К и мольная доля примесей в образце 0,18 % (мольн.) определены методом фракционного плавления. Значения энтальпии плавления, полученные обоими методами ($\Delta_{\text{fus}}H = (20,812 \pm 0,024)$ кДж/моль и $\Delta_{\text{fus}}H = (20,69 \pm 0,41)$ кДж/моль соответственно), хорошо согласуются друг с другом (различие в абсолютных значениях энтальпий менее 0,6 %). Различие в значениях теплоемкости кетола вблизи 290 К, найденных в адиабатическом калориметре и ДСК, не превышает 2%. Полученная экспериментальная зависимость теплоемкости кетола от температуры представлена на Рисунке. На основании сглаженных значений теплоемкости и энтальпии плавления рассчитаны термодинамические функции кетола в кристаллическом и жидком состояниях. При $T = 298,15$ К их значения составили $C_p = (278,9 \pm 1,1)$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹, $H^\circ(T) - H^\circ(0) = (41310 \pm 182)$ Дж·моль⁻¹, $S^\circ(T) - S^\circ(0) = (276,2 \pm 1,2)$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹.

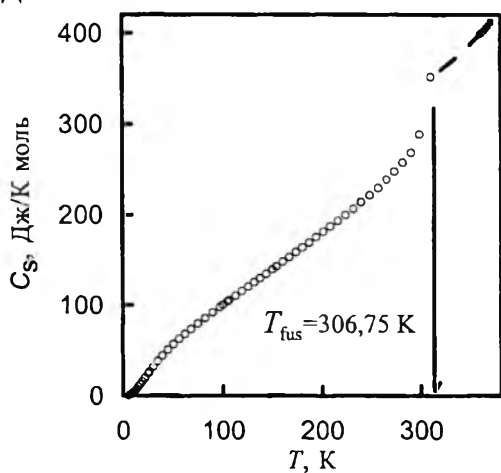


Рис. Зависимость теплоемкости C_s 2-(1-гидроксициклогексил)-циклогексанона от температуры

Давление насыщенного пара P_{sat} кетола над кристаллом в интервале 290,9–299,9 К и над жидкостью в интервале 317,9–330,4 К измерено интегральным эффузионным методом Кнудсена [3]. При расчете равновесного давления насыщенного пара учитывалась зависимость коэффициента переноса вещества через эффузионное отверстие от величины давления пара. Для измерений P_{sat} над кристаллом использовалась модифицированная ячейка, позволяющая улучшить тепловой контакт вещества со стенками ячейки. Энтальпии сублимации и испарения, отнесенные к средним температурам опытов, равны: $\Delta_{\text{sub}}H(295,60 \text{ К}) = (88,67 \pm 3,84)$ кДж/моль и $\Delta_{\text{vap}}H(322,87 \text{ К}) = (67,00 \pm 1,88)$ кДж/моль. Энтальпия плавления кетола, определенная как разность $\Delta_{\text{fus}}H = \Delta_{\text{vap}}H - \Delta_{\text{sub}}H \approx 22 \pm 4$ кДж/моль, хорошо согласуется с результатами калориметрических измерений.

Литература

1. G.J. Kabo, A.A. Kozyro, A.P. Marchand, etc. // J. Chem. Thermodyn. – 1994. – V. 26. P. 129-142.
2. A.G. Kabo, V.V. Diky. // Thermochim. Acta. 2000. V. 347. P. 79-84.
3. Dz.H. Zaitsau, S.P. Verevkin, etc. // J. Chem. Eng. Data (pub. on web 2003).

ВЛИЯНИЕ ДИССОЦИАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО КИСЛОРОДА НА ЭДС ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА

К.А. Ясаков

Научный руководитель – д.х.н., профессор *А.А. Вечер*
Белорусский государственный университет

Высокая химическая активность атомарных газов представляет собой свойство, требующее специального рассмотрения как с точки зрения их специфического воздействия на конструкционные материалы, так и с точки зрения использования химической энергии атомарного кислорода. Одним из объектов современной техники, которые могут быть использованы в средах с атомарными газами, являются высокотемпературные твердоэлектродные топливные элементы, в которых в качестве окислителя может выступать атомарный кислород.

Известно, что при рекомбинации атомарного кислорода по реакции: $2O \rightarrow O_2$ выделяется энергия порядка $4.15 \cdot 10^{-19}$ джоуля на атом кислорода, и наиболее выгодно превращать её в электрическую, осуществляя процесс в топливном элементе. Другое применение высокотемпературных электрохимических элементов заключается в их использовании в качестве датчиков на атомарный кислород.

Ранее проводились исследования влияния диссоциации кислорода на ЭДС гальванических элементов [1]. В качестве электродов гальванической ячейки использовались манганит, хромит и кобальтит лантана.

Влияние диссоциации молекулярного кислорода исследовалось методом измерения зависимости ЭДС гальванического элемента от температуры. Элемент располагался в вакуумной камере. Фоновое давление в камере поддерживалось на уровне 10^{-2} Па. Атомарный кислород получался при возбуждении микроволнового разряда газовой смеси (кислород-азот) с помощью СВЧ генератора частотой 2450 МГц и мощностью 60 Вт.

Гальванический элемент представляет собой вакуум-плотную пробирку с плоским дном из диоксида циркония стабилизированного кальцием, с преимущественной кислород-анионной проводимостью. Внутренний и внешний электроды выполнены из платины и из манганита лантана $La_{0.5}Sr_{0.5}MnO_3$, для которого наблюдается максимальная проводимость [2]. Внутренний электрод обдувался потоком атомарного кислорода плотностью $2.7 \cdot 10^{16}$ частиц $см^{-2} с^{-1}$ и потоком молекулярного кислорода с плотностью потока $3.4 \cdot 10^{16}$ частиц $см^{-2} с^{-1}$. Внешний электрод находился на воздухе при постоянном парциальном давлении кислорода равном 0.21 атм.

Показано, что в потоке молекулярного кислорода в интервале температур 860-1100 К зависимость ЭДС от температуры для ячейки с электродами из платины линейная и подчиняется уравнению Нернста. При исследовании ЭДС в потоке атомарного кислорода, было обнаружено, что во всем температурном интервале 750–960 К диссоциация кислорода приводит к уменьшению значения ЭДС элемента. Разница в значениях ЭДС при температуре 824 и 826 К для атомарного и молекулярного кислорода составляет приблизительно 0.02В.

Для гальванического элемента с электродами из манганита получена зависимость ЭДС от температуры в потоке молекулярного кислорода в температурном интервале 675-1108К при температурах ниже 1020 К не подчиняется уравнению Нернста. Показано, что в потоке атомарного кислорода в температурном интервале 675-1109К соблюдается линейная зависимость ЭДС от температуры. Разница между значениями ЭДС в атомарном и молекулярном кислороде в этом случае порядка 0.2-0.3В (675-750К), что больше, чем для ячейки с электродами из платины. При низких температурах, порядка 700 К представляется возможным получение ЭДС за счет энергии рекомбинации кислорода.

Литература

1. А. А. Vecher. Diagnostics of Unequilibrium Dissociated Gas // Mater. Science Forum. 1991, vol.76.-p.195-204.

2. E.N. Naumovich, V.V. Kharton, A.A. Vecher, A.V. Nikolaev, A.A. Abugoffa. Properties of Solid solutions based on $LaMnO_3$ // SOLID OXIDES FUEL CELLS. Vol. 95-1, -p. 520-526.

НОВЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МАНГАНИТА ИТТРИЯ, ГАДОЛИНИЯ, НЕОДИМА

Д.В. Зносок

Научный руководитель – к.х.н., доцент *А.Ф. Полюян*
Белорусский государственный университет

Физико-химические свойства манганитов могут изменяться при замещении марганца на 3d элементы со степенью окисления +2. При введении в подрешетку марганца до 0,1 моль кобальта или никеля возрастает не только электронная, но и ионная проводимость манганита. Наличие смешанной проводимости у электродных материалов увеличивает скорость электрохимической реакции на трехфазной границе Э/ТЭ/Г. К тому же при вжигании на YSZ электродных материалов на основе манганитов с малыми ионными радиусами РЗЭ образование низкопроводящих фаз на границе Э/ТЭ не характерно.

Работа проводится в рамках программы создания новых перспективных электродных материалов с заданными свойствами. Как известно материалы со структурой типа перовскита обладают химической стойкостью, каталитической активностью и могут быть использованы на практике вместо более дорогих платиновых электродов.

Целью данного исследования являлось изучить влияние малых добавок 3d металлов со степенью окисления +2 на физико-химические свойства электродных материалов $Y_{0,5}Ca_{0,5}MnO_3$, $Gd_{0,5}Ca_{0,5}MnO_3$, $Gd_{0,6}Ca_{0,4}MnO_3$, $Nd_{0,7}Ca_{0,3}MnO_3$.

Электродные материалы состава $Gd_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$, $Gd_{0,6}Ca_{0,4}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$, $Nd_{0,7}Ca_{0,3}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$, $Y_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$ где $x=0, 0,05, 0,1$ были синтезированы по стандартной керамической технологии. Концентрацию ионов Mn^{4+} в образцах манганитов определяли перманганатометрически. Дилатометрические измерения образцов осуществляли на кварцевом дилатометре. Общую проводимость (χ) измеряли 4-х зондовым методом на постоянном и 2-х зондовым - на переменном токе с частотой 1500 Гц в интервале 300-1200К. Для электродного материала состава $Y_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{0,95}Ni_{0,05}O_3$ были изучены электрохимические характеристики: параметр сопротивления промежуточного слоя (ρ/d) (ρ - удельное сопротивление слоя, d - толщина слоя) на границе электрод/твердый электролит и поляризационное сопротивление (R_p) трехфазной границы Э/ТЭ/Г. ρ/d слоя определяли 4-х зондовым, а R_p - 3-х электродным методами.

Показано что легирование переходными металлами увеличивает концентрацию Mn^{4+} от 49 % ($x=0$) до 62 % ($x=0,05$ Ni). Значение величины КТР практически не зависит от концентрации переходных металлов. Для составов $Y_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$ где $x=0, 0,05, 0,1$, изломы на кривых относительного удлинения от температуры обусловлена О'-О-ромбическим переходом с изменением КТР от $(7,11-7,99) \cdot 10^{-6} K^{-1}$ до $(10,5-11,0) \cdot 10^{-6} K^{-1}$. Для манганитов остальных составов в интервале 300-1100 К фазовые переходы не установлены. Значения величин КТР изменяются от $8,7 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ до $10,9 \cdot 10^{-6} K^{-1}$. Показано, что в области 300-1200 К, наибольшими значениями электропроводности для системы $Gd_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$ обладают образцы с $x=0$, для $Gd_{0,6}Ca_{0,4}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$ и $Nd_{0,7}Ca_{0,3}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$ $x=0,1$ Ni, для $Y_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$ $x=0,05$ Ni. Характер температурной зависимости – полупроводниковый.

При 1100 К, образцы с максимальной проводимостью составов можно расположить в следующую последовательность $Y_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{0,95}Ni_{0,05}O_3 < Gd_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{0,9}Ni_{0,1}O_3 < Gd_{0,6}Ca_{0,4}Mn_{0,9}Ni_{0,1}O_3 < Nd_{0,7}Ca_{0,3}MnO_3$. В области 300–1100 К для манганита состава $Y_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{1-x}(Co,Ni)_xO_3$ где $x=0, 0,05, 0,1$ температурная зависимость параметра сопротивления границы электродный материал/электролит имеет полупроводниковый характер. Наименьшим значением ρ/d обладают образцы состава (1) с $x=0,05$ Ni (при 300К – 294 Ом, 1100 К-1,8 Ом) и толщиной электродного слоя равной 50 мг/см².

Литература.

1. Мурыгин И.В. Электродные процессы в твердых электролитах М.: Наука, 1991. -351с.
2. Yfmamoto O., Takeda Y., Kanno R., Noda M. Perovskite type oxides as oxides electrodes for high temperature oxide fuel cells // Solid State Ionic. - 1987. - V.22, № 2. - P. 241-246

СОРБЦИОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ АМИНОКИСЛОТ С МОНОКАРБОКСИЛЦЕЛЛЮЛОЗОЙ

Д.С. Зимницкий

Научный руководитель – к.х.н. *Т.Л. Юркитович*

НИИ Физико-химических проблем Белорусского государственного университета

Успешное применение аминокислот (глицина, L-аланина, L-пролина) в качестве средств, усиливающих репаративные процессы, стимулирует поиск нетоксичного и способного к биodeградации макромолекулярного носителя для местного применения этих веществ.

Целлюлоза, окисленная оксидом азота (IV) – монокарбоксилцеллюлоза (МКЦ) широко применяется в качестве полимера медицинского назначения – носителя и пролонгатора действия различных лекарственных средств. При этом она обладает ярко выраженным кровоостанавливающим действием, способностью к полной биodeградации в условиях организма, содержит карбоксильные функциональные группы для связывания лекарственных веществ.

С целью выяснения оптимальных условий для создания многокомпонентных полимер-лекарственных комплексов было предпринято детальное изучение сорбционных взаимодействий L-пролина, L-аланина и глицина с МКЦ в виде бязевого полотна в водных и водно-этанольных растворах.

Сорбция глицина, L-аланина, L-пролина образцами МКЦ изучалась в широком диапазоне концентраций при 298 ± 1 К. Найдено, что при помещении МКЦ в концентрированные растворы аминокислот происходит их сверхэквивалентная сорбция, которая сопровождается сильным ростом набухания сорбентов и последующим разволокнением с образованием гелеобразных продуктов. Полученные продукты характеризуются содержанием аминокислоты до 70% сухого веса, при этом на дифрактограммах и ИК-спектрах полученных образцов присутствуют явные признаки структуры аминокислот.

Было изучено влияние времени сорбции, содержания карбоксильных групп в фазе сорбента, структурных особенностей, воздействия γ -лучей на МКЦ, содержания этанола в растворе, pH равновесных растворов на возможность реализации сверхэквивалентной сорбции.

Найдено, что в области мономолекулярной сорбции сорбционный процесс может быть описан изотермой Лэнгмюра. В случае сверхэквивалентной сорбции сорбционный процесс описывается S-образной изотермой, аналогичной изотерме полимолекулярной сорбции БЭТ.

Скорость разволокнения образцов МКЦ с образованием гелеобразных продуктов сильно возрастает при увеличении содержания карбоксильных групп в фазе сорбента. Для образцов с одинаковым содержанием карбоксильных групп она максимальна для рентгено-аморфной МКЦ и минимальна в случае МКЦ, полученной окислением мерсеризованной целлюлозы.

При добавлении этанола к исходным растворам аминокислот эффект сверхэквивалентной сорбции не наблюдается, хотя значение мономолекулярной сорбции увеличивается. Зависимость сверхэквивалентной сорбции от pH равновесных растворов имеет максимум, соответствующий изоэлектрической точке аминокислоты, при этом сверхэквивалентная сорбция не реализуется в области pH, соответствующей существованию в растворе катионной формы аминокислоты.

При облучении образцов МКЦ γ -лучами значительно снижается диапазон концентраций, при котором начинает реализовываться эффект сверхэквивалентной сорбции.

Был предложен возможный механизм сверхэквивалентной сорбции путем образования цепочечных ассоциатов в фазе сорбента, где сорбционными центрами для молекул аминокислот являются карбоксильные группы уже сорбированных аминокислот. Присутствие в фазе МКЦ осмотически активных крупных ассоциатов аминокислоты вызывает значительный рост набухания и, как следствие, разволокнения образцов МКЦ с образованием гелеобразных продуктов. Найдено, что данный механизм может реализовываться только в случае сорбции аминокислот из водных растворов в изоэлектрической области pH.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНТАЛЬПИИ ИСПАРЕНИЯ И ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННОГО ПАРА ЖИДКИХ МЕТИЛОВЫХ ЭФИРОВ БЕНЗОЛКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ ИНТЕГРАЛЬНЫМ ЭФФУЗИОННЫМ МЕТОДОМ КНУДСЕНА

Д.Г. Зайцев

Научный руководитель – д.х.н, профессор *Г.Я. Кабо*
Белорусский государственный университет

Метилловые эфиры бензолкарбоновых кислот: метилбензоат, *орто*-метилтолуилат, *мета*-метилтолуилат – являются побочными продуктами синтеза полиэтилентерефталата на Могилевском производственном объединении «Химволокно» и используются в различных технологических процессах. Большое значение имеет изучение процесса парообразования метиловых эфиров для оптимизации процесса очистки целевого соединения– диметилтерефталата.

Давление насыщенного пара метиловых эфиров бензолкарбоновых кислот определялось интегральным эффузионным методом Кнудсена [1]. При измерении использовались мембраны диаметром $(0.1833 \pm 0.0004 \text{ мм})$ и $(0.4467 \pm 0.0005 \text{ мм})$. Эффузионная ячейка объемом 2 см^3 на $2/3$ заполнялась стеклянными кольцами. Жидкость смачивала кольца, но поверхность ее была ниже верхних колец на 1 - 2 мм. Такой способ заполнения ячейки предотвращает механический унос жидкости газовой фазой через эффузионное отверстие.

Величина давления насыщенного пара эфиров корректировалась с учетом нарушения изотропии эффундирующего газа в ячейке согласно теории Уолбека [2]. Коррекция проводилась по итерационной схеме с применением разработанной автором компьютерной программы CORRECT. Пересчет необходим при значениях числа Кнудсена ($K_n = \lambda / d_{отв}$) ниже 10. При K_n более 10 исправленное давление совпадает с рассчитанным по классической формуле [3]. Применение процедуры Уолбека при K_n менее 0.5 - 0.4 дает неудовлетворительные результаты.

Зависимости исправленной величины давления насыщенного пара от температуры аппроксимировались линейным уравнением:

$$\ln(p_{\text{нас}} / \text{Па}) = a + b/(T, \text{К}) \quad (1)$$

так как температурный интервал измерения не превышал 30 К.

Энтальпия и энтропия испарения эфиров были рассчитаны на основании значений параметров a и b уравнения (1). Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица

Термодинамические параметры парообразования метиловых эфиров бензолкарбоновых кислот

Соединение	$\langle T \rangle$ К	a	b	$\frac{\Delta_{\text{ж}}^{\text{г}} H_{\text{м}}^{\circ}}{\text{кДж} \cdot \text{моль}^{-1}}$	$\frac{\Delta_{\text{ж}}^{\text{г}} S_{\text{м}}^{\circ}}{\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}}$
Метилбензоат	279.77	27.37 ± 0.19	-6968 ± 51	57.94 ± 0.42	131.9 ± 1.6
<i>орто</i> -метилтолуилат	287.56	27.06 ± 0.61	-7019 ± 176	58.36 ± 1.5	129.3 ± 5.1
<i>мета</i> -метилтолуилат	283.37	27.83 ± 0.42	-7448 ± 119	61.93 ± 0.99	135.7 ± 3.5

Энтальпии испарения, полученные из величин давления насыщенного пара согласуются с калориметрическими [4] в пределах экспериментальной погрешности использованных методов.

Литература

1. Dz. Zaitsau, *et al* // J. Chem. Eng. Data 2003 (pub. on web)
2. P. Wahlbeck // J Chem. Physics 1971, 55, 1709
3. M. Knudsen // Ann. Phys., 1909, 29, 179
4. Y. Maksimuk, *et al* // J. Chem. Eng. Data 1998, 43, 293

ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТИТАНОВЫХ МЕМБРАН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДНО-ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

О.А. Мялик

Научный руководитель – к.х.н., доцент *А.Ф. Полуян*
Белорусский государственный университет

В последние десятилетия вопрос отделения биологических частиц от жидкостей и газов приобрёл особую остроту и актуальность. Это связано главным образом с технологическими нуждами микробиологической промышленности. Однако вода, в той или иной степени очищенная от микроорганизмов, используется и в других отраслях промышленности: фармакологической и пищевой индустрии, бумажной, текстильной, химической, атомной, радиопромышленности и др.

В настоящее время для фильтрационной очистки водных систем в основном используются полупроницаемые мембраны на основе синтетических органических полимеров. Наряду с положительными характеристиками таких мембран у них имеются ограничения, препятствующие их использованию в ряде технических процессов. Это прежде всего касается области очистки, холодной пастеризации, концентрирования ценных компонентов в жидкости.

Металлокерамические мембраны по сравнению с мембранами на основе синтетических органических полимеров устойчивы к воздействию агрессивных сред, температуры, обладают механической прочностью, высокой пористостью, значительной задерживающей способностью и технологичностью. Приложение к металлокерамическим мембранам электрического потенциала делает их способными к использованию в электрофильтрационных методиках, основанных на способности гидрофобных частиц, а также микроорганизмов к электроадсорбции на поляризованных материалах.

Для исследования электрофильтрационных свойств титановых мембран использовали коллоидно-дисперсные растворы чистой культуры бактерий *Escherichia coli*.

Электрофильтрация проводилась на двух установках: вертикальной, через которую раствор проходил под действием силы тяжести, и горизонтальной, в которую раствор подавался с помощью перистальтического насоса. Мембрана являлась катодом, противозлектрод – анодом.

В ходе эксперимента было установлено, что эффективность электрофильтрации водного коллоидно-дисперсного раствора бактерий *E. coli* зависит от напряженности электрического поля, среднего диаметра пор мембран, количества циклов “фильтрация-регенерация”, а также от наличия диэлектрической загрузки, помещённой между мембранами.

◆ С увеличением напряженности поля содержание бактерий уменьшается. Оптимальные результаты с использованием описанных электрофильтрационных установок соответствуют напряженности электрического поля $E=7,5$ В/см

◆ При использовании диэлектрической загрузки процесс электрофильтрации идёт эффективнее.

◆ На мембране с минимальным диаметром пор 15 мкм удержание бактерий намного более эффективно, чем на мембране с диаметром пор 100 мкм. Однако, её забивание за короткий промежуток времени затрудняет использование её для процесса электрофильтрации данного вида бактерий из водных растворов. Оптимальным выбором с точки зрения эффективности электрофильтрации и стойкости к забиванию являются мембраны со средним диаметром пор 40 и 60 мкм.

◆ Использование различных диэлектрических материалов в качестве загрузки между фильтрами позволяет повысить эффективность электрофильтрации водных растворов бактерий *E. coli*.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АНАЛОГОВ α -ТОКОФЕРОЛА С РАЗЛИЧНЫМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ РАДИКАЛАМИ

В.Н. Повалишев

Научный руководитель – д.х.н., профессор *О.И. Шадыро*
Белорусский государственный университет

Витамин Е и его аналоги относятся к классу фенольных антиоксидантов. В работах, выполненных на нашей кафедре, показано, что многие соединения этого типа способны эффективно взаимодействовать с углерод- и кислородцентрированными радикалами [1].

Формулы исследованных соединений представлены на рис. 1. Соединения BS-17, BS-18 и BS-19 были синтезированы в ходе работ по поиску новых эффективных серосодержащих антиоксидантов - аналогов α -токоферола.

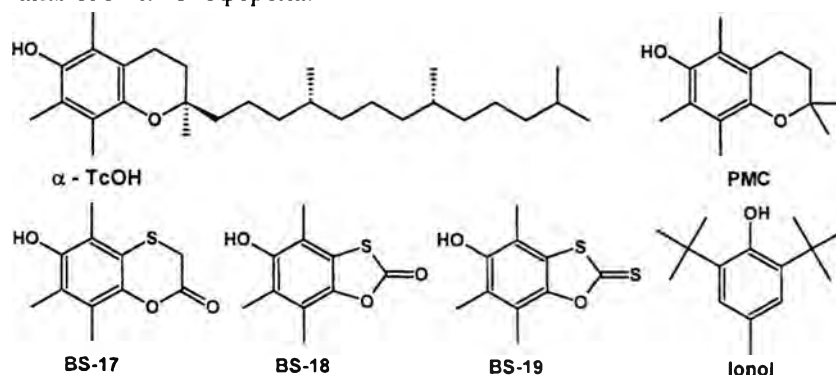


Рис. 1. Структурные формулы α -токоферола и соединений, моделирующих его структуру.

Взаимодействие указанных соединений с α -гидроксиэтильными радикалами изучали по их влиянию на образование продуктов γ -радиолиза этанола – ацетальдегида (aa) и бутандиола-2,3 (bd). Реакционную способность исследованных веществ по отношению к алкильным ($R\cdot$) и пероксильным ($ROO\cdot$) радикалам оценивали по их влиянию на суммарные выходы продуктов радиолиза гексана, таких как додеканы ($G(R-R)$) и гексанол-2, гексанол-3, гексанон-2, гексанон-3 ($\Sigma G(ox)$) соответственно.

Таблица 1. Выходы образования основных продуктов радиолиза этанола и гексана.

Добавка	$G(aa)^*$	$G(bd)^*$	$\Sigma G(ox)^{**}$	$G(R-R)^{**}$
-	1,56±0,02	1,55±0,06	1,76±0,06	0,61±0,01
BS-17	3,24±0,07	0,09±0,01	1,35±0,05	0,31±0,01
BS-18	3,3±0,1	0,10±0,01	1,26±0,04	0,20±0,01
BS-19	2,82±0,07	0,09±0,01	1,38±0,06	0,13±0,01
PMC	3,06±0,03	0,45±0,01	1,45±0,06	0,14±0,01
α -TcOH	2,74±0,05	0,39±0,01	1,35±0,04	0,15±0,01
Ionol	2,16±0,05	1,19±0,03	0,99±0,06	0,45±0,01

* - продукты радиолиза этанола, концентрация добавок - $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л

** - продукты радиолиза гексана, концентрация добавок - $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л

На основании полученных данных можно заключить, что серосодержащие аналоги α -токоферола значительно снижают выход бутандиола за счёт окисления части α -гидроксиалкильных радикалов до ацетальдегида. Низкая по сравнению с ионолом антиоксидантная активность α -токоферола и его аналогов может быть объяснена их прооксидантным действием в гомогенной системе. Соединение BS-19 по способности акцептировать алкильные радикалы оказалось сравнимо с PMC и α -токоферолом.

Литература

1. O. I. Shadyro, I. P. Edimecheva, G. K. Glushonok et al. Effects of Phenolic Compounds on Reactions Involving Various Organic Radicals. Free Radical Research, 2003, 37, p. 1087-1097.

СВОБОДНОРАДИКАЛЬНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ МЕТИЛГЛИКОЗИДОВ

П.Г. Соловей, С.Д. Бринкевич

Научный руководитель – д.х.н., профессор О.И. Шадыро
Белорусский государственный университет

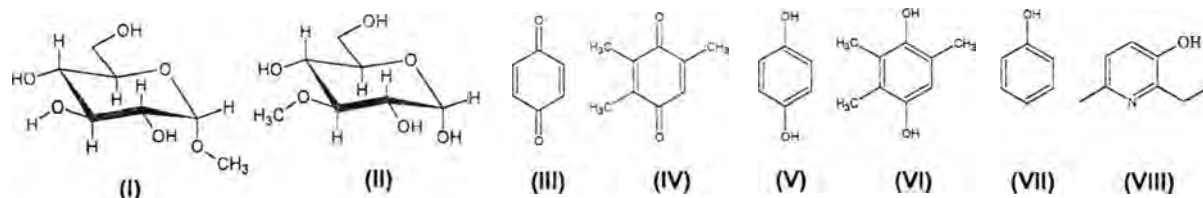
С повреждением активными радикальными частицами таких углеводных биополимеров как гиалуроновая кислота, хондроитин сульфаты, кератан сульфат, гликопротеины и гликолипиды связывают целый ряд заболеваний, а именно, ревматоидный артрит, сердечно-сосудистые заболевания, онкологические заболевания, болезни глаз и т.д. [1].

Ранее было показано [2], что радиационно-индуцированный разрыв О-гликозидной связи происходит за счет превращения радикалов образовавшихся при отрыве Н-атома от С(1) и С(5) атомов гликозида (А). Однако, это не позволяет в полной мере объяснить эффект подавления кислородом процесса разрыва О-гликозидной связи.

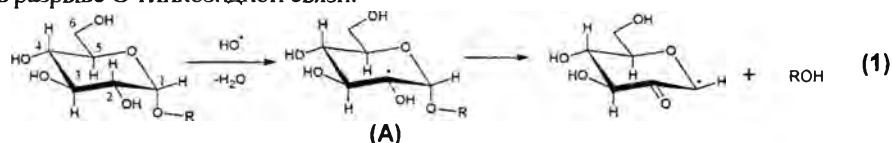
Мы исследовали влияние ряда соединений на образование метанола при радиоллизе α-метил-D-глюкопиранозида (I) (МГ) и 3-О-метилглюкопиранозида (II) (3-О-МГ) (см. табл.)

Радиационно-химические выходы CH_3OH при облучении 0,1 М водных растворов МГ и 3-О-МГ в различных условиях

№	Добавка и условия облучения	G(CH_3OH), молекул/100 эВ	
		МГ (I) 10^{-1} М	3-О-МГ (II) 10^{-1} М
1	(Ar)	1,24±0,06	0,62±0,09
2	(O2)	0,53±0,03	0,06±0,02
3	(III) 10^{-3} М (Ar)	0,56±0,08	<0,03
4	(IV) 10^{-3} М (Ar)	0,59±0,04	<0,03
5	(V) 10^{-3} М (Ar)	1,30±0,05	0,54±0,05
6	(VI) 10^{-3} М (Ar)	1,09±0,11	0,51±0,08
7	(VII) 10^{-3} М (Ar)	1,12±0,04	-
8	(VIII) 10^{-3} М (Ar)	0,80±0,08	-



Полученные данные показывают, что выходы метанола уменьшаются в присутствии кислорода и хинонов (III, IV). Эти эффекты позволяют сделать выводы, что реакция фрагментации (1) играет ключевую роль в разрыве О-гликозидной связи:



Хиноны и кислород способны окислять радикалы типа (А) и тем самым ингибировать процесс фрагментации [3]. Возможность фрагментации радикалов типа (А) было также подтверждено методом ЭПР [4].

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о возможности радиационно-индуцированного разрыва О-гликозидной связи по реакции (1), а не только за счет превращения С(1)- и С(5)-центрированных радикалов, как предполагалось ранее.

Литература

1. Barry Halliwell, John M. C. Gutteridge. Free radicals in biology and medicine / OU press, 1999, 936 p.
2. C. von Sonntag. The chemical bases of radiation biology / London: Taylor and Francis Ltd, 1987, 504 p.
3. O.I. Shadyro et al. Free Rad. Res., 2002, 36, №8, 859-867.
4. B.C. Gilbert, D.M. King and C.M. Thomas. Carbohydrate Res. 1984, 125, 217-235.

ДЕКСТРИНСОДЕРЖАЩИЙ АКРИЛАТНЫЙ ЭТИКЕТОЧНЫЙ КЛЕЙ

Т.Г. Климец, Е.В. Гринюк

Научный руководитель – д.х.н., профессор *Л.П. Круль*

Белорусский государственный университет

Акрилатные клеи широко используются в качестве этикеточных [1, 2]. Однако, время схватывания таких клеев уступает времени схватывания лучших импортных аналогов. Известно также, что водные растворы природных полисахаридов, в частности декстрина, широко используются в качестве основы для этикеточных клеев [3].

В этой связи представляет определенный интерес получение клеев на основе водного раствора акрилата с добавлением декстрина.

Целью настоящей работы являлось определение влияния различных параметров, таких как концентрация декстрина, температура и время смешения на адгезионные и реологические свойства получаемых клеев.

В качестве исходных объектов использовались водно-солевой раствор сополимера акриламида с акрилатом натрия (САА) с концентрацией 27,5 % и декстрин кукурузный кислотный (высший сорт, палевый) по ГОСТ 6034-74.

Определение вязкости полученных растворов проводили на ротационном вискозиметре “RHEOTEST 2” с коаксиально-цилиндрическим измерительным устройством при $20 \pm 0,1^\circ\text{C}$.

Для определения адгезионных свойств в системе стекло-клей-бумага использовалась разрывная машина РМУ–0.05.-1 с пределами измерения нагрузки $(0-10) \pm 0,02$ кгс и скоростями движения направляющего штока машины от 0 до 100 мм/мин.

Приготовление растворов осуществляли при комнатной температуре и при $(65 \pm 5)^\circ\text{C}$ при постоянном перемешивании. Продолжительность температурной обработки варьировалась от 10 до 120 мин.

Показано, что добавление кукурузного декстрина к раствору САА приводит к увеличению вязкости раствора и появлению выраженной псевдопластичности. При этом температура смешения и продолжительность температурной обработки практически не влияют на реологические свойства растворов. Добавление декстрина в количествах более 25 % от массы исходного раствора САА приводит к получению растворов со слишком высокими значениями вязкости, не позволяющими использовать их на высокоскоростных этикетировочных линиях. Также было установлено, что добавление декстрина к раствору САА приводит к улучшению адгезионных свойств. При этом растворы, полученные смешением при $(65 \pm 5)^\circ\text{C}$, имеют несколько лучшие адгезионные свойства, чем растворы, полученные при комнатной температуре, если концентрация декстрина не превышает 15 %. Продолжительность температурной обработки никак не сказывается на адгезионных свойствах растворов САА с декстрином.

Литература

1. Круль Л.П., Бражников М.М., Гринюк Е.В., Рыбак А.С. Адгезионные свойства водно-солевых растворов гидролизатов полиакрилонитрильного волокна // Известия НАНБ. Сер. хим. наук. 2003. №1. С.97-100.

2. Круль Л.П., Гринюк Е.В. Новые полимерные клеи на основе водно-солевых растворов сополимера акриламида с акрилатом натрия // “Проблемы современного материаловедения” (Киев, 22 мая 2002 г.). Труды VII сессии Научного совета по новым материалам Международной ассоциации академий наук.- Гомель: ИММС НАНБ, 2003. С. 53-57.

3. Фрейдин А.С. Полимерные водные клеи.- М.: Химия.- 1985.- 144 с.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФЛАВОНОИДОВ С α -ГИДРОКСИЭТИЛЬНЫМИ РАДИКАЛАМИ

И.Б. Гринцевич

Научный руководитель – д.х.н., профессор *О.И. Шадыро*
Белорусский государственный университет

Флавоноиды (ФЛ) относятся к классу фармакологически активных полифенолов растительного происхождения. Подавляющее большинство исследований посвящено изучению взаимодействия ФЛ с кислородцентрированными радикалами. Вместе с тем в наших работах показано, что фрагментация углеродцентрированных гидроксилсодержащих органических радикалов играет важную роль при повреждении биологически-важных молекул [1]. Этот факт указывает на необходимость поиска веществ, способных регулировать такие процессы.

Взаимодействие ФЛ с α -гидроксиэтильными радикалами изучали по их влиянию на образование продуктов γ -радиолиза этанола – ацетальдегида (АА) и бутандиола-2,3 (БД). Формулы исследованных соединений представлены на рис. 1.



Рис. 1. Структурные формулы ФЛ и соединений, моделирующих их структуру.

Т.к. единственным прекурсором БД при радиолизе этанола являются α -гидроксиэтильные радикалы, то по выходу образования БД можно судить о взаимодействии введенной добавки с указанными радикалами. Ранее нами было показано [2], что флавоноиды активно взаимодействуют с α -гидроксиалкильными радикалами, ингибируя процесс их фрагментации.

Таблица 1.

Выходы образования АА и БД при радиолизе спиртовых растворов ФЛ.

Добавка	G(АА)	G(БД)
-	1,75±0,17	1,35±0,13
Кверцетин	2,48±0,17	0,26±0,02
Рутин	2,78±0,15	0,20±0,02
Катехин	2,44±0,17	0,81±0,07
Морин	2,86±0,12	0,11±0,02

В настоящей работе получены данные, указывающие на то, что ключевую роль в реакциях с углеродцентрированными радикалами играет кольцо С (рис. 1), т.е. карбонильная группа, сопряженная с С-С двойной связью. Катехин, не имеющий в своей структуре указанных фрагментов, снижает выход БД лишь в незначительной степени по сравнению с другими исследованными веществами (табл. 1).

Мальтол	2,19±0,05
	0,11±0,01
Койевая кислота	2,13±0,10
	0,09±0,01

В поддержку высказанного предположения говорит и тот факт, что соединения, моделирующие структуру кольца С, снижают выход БД до величины, сходной таковой для ФЛ имеющих в кольце С карбонильную группу, сопряженную с С-С двойной связью.

Литература

1. O. I. Shadyro, G. K. Glushonok, T. G. Glushonok, I. P. Edimecheva, A. G. Moroz, A. A. Sosnovskaya, I. L. Yurkova and G. I. Polozov. Quinones as Free-radical Fragmentation Inhibitors in Biologically Important Molecules. Free Radical Research, 2002, 36, p. 859-867.
2. И. Б. Гринцевич. Влияние флавоноидов на радиационно-индуцированные свободнорадикальные процессы // Сахаровские чтения 2003: экологические проблемы 21 века: Тез. докл. междунар. конф. / Под ред. В.А. Чудакова – Мн: международный Государственный экологический университет им. А. Д. Сахарова, 2003. – С. 73–75.

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И СОЕДИНЕНИЙ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ИХ СТРУКТУРУ, НА СВОБОДНОРАДИКАЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МЕТОКСИЭТАНОЛА

И.В. Некрашевич

Научный руководитель – к.х.н. *Г.К. Глушинок*
Белорусский государственный университет

Реакции свободнорадикальной фрагментации не менее опасны для поражения биосистем[1], чем процессы свободнорадикального окисления (например, перекисного окисления липидов[2]), поэтому целью работы являлось сравнительное исследование влияния соединений обладающих окислительными и восстановительными свойствами в отношении простейших фрагментирующих 1-гидроксиалкильных радикалов[3]. В качестве объектов исследований были выбраны радикалы метоксиэтанола, генерируемые действием γ -излучения на его 1 М водные растворы, так как продукт фрагментации удобен для анализа. Из соединений обладающих восстановительными свойствами были выбраны водорастворимые аналоги витамина Е, витамин С и соединения со структурой гидрохинонов и гидроксипиринов, из соединений обладающих окислительными свойствами — ряд хинонов и веществ, в составе молекулы которых присутствуют две и более карбонильные группы.

Инициирование свободнорадикальных превращений в модельных системах осуществлялось действием γ -излучения (^{137}Cs). Исследуемые растворы помещались в стеклянные ампулы, вакуумировались для удаления растворенного кислорода, запаивались и облучались. Мощность поглощенной дозы γ -установки составляла $(0,315 \pm 0,010)$ Гр/с, а интервал используемых поглощенных доз — 200 – 3000 Гр. Анализ продуктов свободнорадикальных превращений проводился газохроматографическим методом на кварцевой капиллярной колонке и спектрофотометрически.

На основании данных по выходу молекулярных продуктов радиолитического метоксиэтанола в присутствии различных соединений, показано, что хиноны и соединения, содержащие несколько карбонильных групп в молекуле, эффективно окисляют 1-гидрокси-2-метоксиэтильные радикалы до момента фрагментации. В результате реализации этой реакции продукты свободнорадикальной фрагментации метоксиэтанола не образуются и можно высказать предположение, что реализация этого процесса является одной из важнейших функций биологически важных хинонов. В число этих соединений входят некоторые витамины (например, В₂ и К₃). С другой стороны, такие антиоксиданты, как водорастворимые аналоги α -токоферола (тролокс, ТМ, ТМГ[4]) и триметилгидрохинон, выступают донорами атома

водорода по отношению к 2-оксо-этильным радикалам, восстанавливая указанные радикалы до молекулярных продуктов на стадии продолжения цепи. Этот механизм репарирования свободнорадикального повреждения препятствует дальнейшему развитию свободнорадикальной фрагментации биологически важных молекул.

Литература

1. Kisel M.A. and Shadyro O.I. Biochemical and biophysical consequences of free radical fragmentation of lipids in membranes. // In 5th Symposium Free Radicals in Biology and Medicine. Abstracts, Łódź, June 7-10, 2000, p. 44.
2. Halliwell B. and Gutteridge J.M.C. Free Radicals in Biology and Medicine, 3th Ed. // Clarendon Press, Oxford. 1999.
3. Петряев Е.П., Шадыро О.И. Радиационная химия бифункциональных соединений. // Университетское, Минск. 1986.
4. Kagiya T.V. Redox reaction of tocopherol monoglucoside in aqueous solutions: a pulse radiolysis study. // Journal of Radiation Research. 2002. 43, p. 99-106.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА РЕАКЦИИ ГИДРОКСИЭТИЛЬНЫХ И ТРЕТБУТИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

И.С. Добриденев

Научный руководитель – к.х.н. *Г.К. Глушонок*
Белорусский государственный университет

Целью работы было проведение сравнительного исследования влияния различных соединений на реакции α -гидроксиалкильных и алкильных радикалов генерируемых действием γ -излучения на 1 М водные растворы этанола и трет-бутанола, как модельные системы для изучения механизмов репарирования свободнорадикального повреждения, препятствующих развитию свободнорадикальных процессов в биологически важных молекулах [1-3].

Инициирование свободнорадикальных превращений в модельных системах осуществлялось действием γ -излучения (^{137}Cs). Анализ продуктов свободнорадикальных превращений проводился газохроматографическим методом на кварцевой капиллярной колонке и спектрофотометрически.

Для системы 1 М водного раствора трет-бутанола определены основные продукты радиолиза: 2,5-диметилгександиол-2,5 ($G=0,96$), ацетон ($G=0,22$) и 2-метилгександиол-2,5.

2,5-диметилгександиол-2,5, используемый в качестве свидетеля для газохроматографического анализа получен радиационнохимическим синтезом.

Сравнительное исследование показало, что такие соединения, как хиной, хингидрон, 2,3,5-триметил-1,4-бензохинон, 2,3-диметокси-5-метил-1,4-бензохинон (убихинон Q_0), 4-трет-бутил-1,2-бензохинон, 2-метил-1,4-нафтохинон (менадион, витамин K_3), рибофлавин (витамин B_3), изатин, оксолин эффективно окисляют α -гидроксиэтильные радикалы. Это подтверждается большими выходами ацетальдегида (от 2,18 до 3,99) при практически полном ингибировании рекомбинации α -гидроксиэтильных радикалов. Выход бутандиола-2,3 от 0 до 0,14 молекул/100 эв.

Такие соединения, как ТМ, ТМГ, витамин С, гидрохинон, 2,3,5-триметил-1,4-гидрохинон, 4-метокси-2,3,5-триметилфенол, 4-трет-бутил-пирокатехин и 2,5-дигидрокси-1,4-бензохинон обладают свойством быть донорами Н-атомов по отношению к α -гидроксиэтильным радикалам. Это подтверждается уменьшением выхода бутандиола-2,3 и увеличением выхода ацетальдегида.

Трет-бутильные радикалы, не могут быть окислены подобно α -гидроксиэтильным, однако полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии исследуемых соединений на выходы продуктов радиолиза. Все добавки, в той или иной степени, уменьшают выход 2,5-диметилгександиола-2,5 и увеличивают выход ацетона.

Причина уменьшения выхода 2,5-диметилгександиола-2,5 в растворах, содержащих добавки гидрохинонов, по всей видимости, та же, что и в случае уменьшения выхода

бутандиола-2,3 в системе 1М этанола.

В то же время можно предположить, что причина уменьшения выхода 2,5-диметилгександиола-2,5 в растворах, содержащих добавки хинонов и соединений, содержащих две и более карбонильные группы, объясняется образованием различных алкилированных гидрохинонов - продуктов присоединения трет-бутильных радикалов к хинонам, а так же такого присоединения с последующими перегруппировками.

Результаты спектрофотометрического и масс-спектрометрического исследования доказывают полное расхождение хинона и образование алкилированных гидрохинонов, один из которых идентифицирован как метилгидрохинон.

Литература

1. Perkins M.J. Radical Chemistry. Ellis Horwood, New York. 1994.
2. C. von Sonniag The Chemical Bases of Radiation Biology. Taylor and Francis, London. 1987.
3. Halltwell B. and Gutteridge J.M.C. Free Radicals in Biology and Medicine. 3th Ed., Clarendon Press, Oxford. 1999.

ИНГИБИРОВАНИЕ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНЫХ ЦЕПНЫХ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

А.В. Алексеев

Научный руководитель – к.х.н. *Г.К. Глушонок*

Белорусский государственный университет

Радикальное повреждение биологических систем представляет большую угрозу для жизнедеятельности последних, развитие цепного процесса при этом многократно усиливает наносимый ущерб и приводит к развитию ряда различных патологий. В данной работе исследовалось влияние витаминов и витаминopodobных соединений на цепной процесс радиационно-индуцированной свободнорадикальной фрагментации водного раствора этиленгликоля (модельная система таких биологически важных соединений как углеводы, нуклеозиды, некоторые аминокислоты и пептиды, липиды). Использовался 3 М раствор диола как наиболее удобный с точки зрения ярко выраженного выхода основного продукта.

Исходные водные растворы этиленгликоля готовились на бидистиллированной воде, затем проводилась дегазация растворов под действием глубокого вакуума, образцы запаивались в стеклянных ампулах и облучались на установке ЛМБ-γ-1М. Мощность поглощенной дозы составляла $(0,32 \pm 0,01)$ Гр/с, а интервал используемых поглощенных доз - 0,5–2,0 кГр. Генерация свободных радикалов в модельной системе осуществлялась действием высокоэнергетического γ-излучения радиоактивного изотопа ^{137}Cs . Анализ продуктов выхода проводили газохроматографическим методом на кварцевой капиллярной колонке RTX-Wax ($l=30\text{м}$, 0,32 мм ID, 0,5μм df) на хроматографе GC-17AAF/APC (Shimadzu).

Было установлено, что образующийся радикал этиленгликоля фрагментирует на молекулу воды и радикал ацетальдегида, который является более активной частицей и способен оторвать атом водорода от исходной молекулы. В системе развивается цепной процесс, обрыв которого осуществляется как на стадии исходного радикала окисляющими агентами, так и на стадии вторичного восстанавливающими. Было исследовано действие витаминов E, B2, B6, C, PP, хинонов, гидрохинонов, пиринов и некоторых других органических соединений на исследуемый процесс. Полученные данные свидетельствуют о высокой активности ряда витаминов и их аналогов, которые способны действовать в системе не только как антиоксиданты, но и окисляющие агенты в отношении радикалов, подавляя цепные процессы свободнорадикальной фрагментации.

Литература

1. Петряев Е.П., Шадыро О.И. Радиационная химия бифункциональных соединений. // Университетское, Минск, 1986.

2. B.C.Gilbert, D.M.King and C.B.Thomas. The oxidation of some polysaccharides by the hydroxyl radical: An E.S.R. investigation // Carbohydrate Research. 1984. С. 217-235.
3. B.C.Gilbert, J.P.Larkin and R.O.C.Norman. Electron spin resonance studies. Evidence for heterolytic and homolytic transformations of radicals from α -diols and related compounds // Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions. 1972. № 6. С. 794-802.
4. M.J.Perkins. Radical Chemistry // Ellis Horwood, New York. 1994.
5. W.M.Garrison. Reaction mechanisms in the radiolysis of peptides, polypeptides and proteins // Chemical Reviews. 1987. С. 381-398.

ПОЛУЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ПОЛИМЕРНОГО ПЛЕНКООБРАЗОВАТЕЛЯ "ГИСИНАР" И ОЦЕНКА ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ИНКРУСТАЦИИ СЕМЯН ГОРОХА И ЯЧМЕНЯ

А.В. Жук

Научный руководитель – д.х.н., профессор *Л.П. Круль*
Белорусский государственный университет

Полимерные пленкообразователи широко используются при инкрустировании семян сельскохозяйственных культур, которое предполагает закрепление на поверхности семян химических средств борьбы с болезнями растений (протравителей), регуляторов роста, а также макро- и микроэлементов [1]. Среди пленкообразователей наибольший интерес представляют полимеры, совмещающиеся с водой, но не растворимые в ней полностью. К числу таких полимеров относится препарат "Гисинар" на основе частично сшитого сополимера акриламида с акриловой кислотой (САА) [2]. Однако зависимость эффективности препарата при инкрустировании от плотности сшивания до настоящего времени не исследована. Не изучено также влияние концентрации САА в водном растворе на процесс формирования трехмерной структуры при радиационном сшивании, а также на свойства образующихся при этом продуктов.

Цель настоящей работы — определить влияние концентрации САА в водном растворе на формирование трехмерной структуры макромолекул при радиационном сшивании а также выявить зависимость эффективности препарата "Гисинар" при инкрустировании семян гороха и ярового ячменя от плотности сшивания.

В качестве исходного полимера в настоящей работе использовался САА в виде водно-солевого раствора, полученный в промышленных условиях в соответствии с ТУ РБ 00280198.030-98. Содержание сухого вещества определяли весовым методом, динамическую вязкость — на ротационном вискозиметре "Rheotest 2". Радиационное сшивание сополимера проводили γ -лучами ^{60}Co на установке РХМ- γ -20 при $20 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Плотность узлов пространственной структуры в облученном сополимере оценивали по величине гель-фракции.

Составы для инкрустирования включали препарат "Гисинар" с различной плотностью узлов пространственной структуры, протравители байтан-универсал (для ячменя) и фундазол (для гороха), а также регулятор роста оксидат торфа. При инкрустировании гороха в смесь дополнительно вводили микроэлементы. Оценка эффективности различных форм препарата "Гисинар" при инкрустировании проводили в лабораторных и полевых опытах. В лабораторных условиях определяли количественные параметры развития растений на ранних стадиях с использованием рулонной методики. Полевые опыты проводили в Гродненском ЗНИИСХ, а также в Минском районе.

Установлено, что величины гель-фракции и водопоглощения в сшитом препарате "Гисинар" практически не зависят от концентрации полимера при изменении ее в пределах от 46 до 53%, что соответствует изменению динамической вязкости исходных необлученных растворов от 65 до 470 Па·с. Показано, что инкрустирование семян гороха и ячменя приводит к увеличению урожайности. При этом эффективность препарата "Гисинар" при выращивании гороха возрастает с увеличением степени сшивания, тогда как при выращивании ячменя такой зависимости не наблюдается.

Литература

1. Г.Н. Шанбанович, А.М. Степаненко, В.И. Волков и др. Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур пленкообразующими составами: Методич. указания. – Гомель: Областное управление сельского хозяйства, 1991. – 34 с.

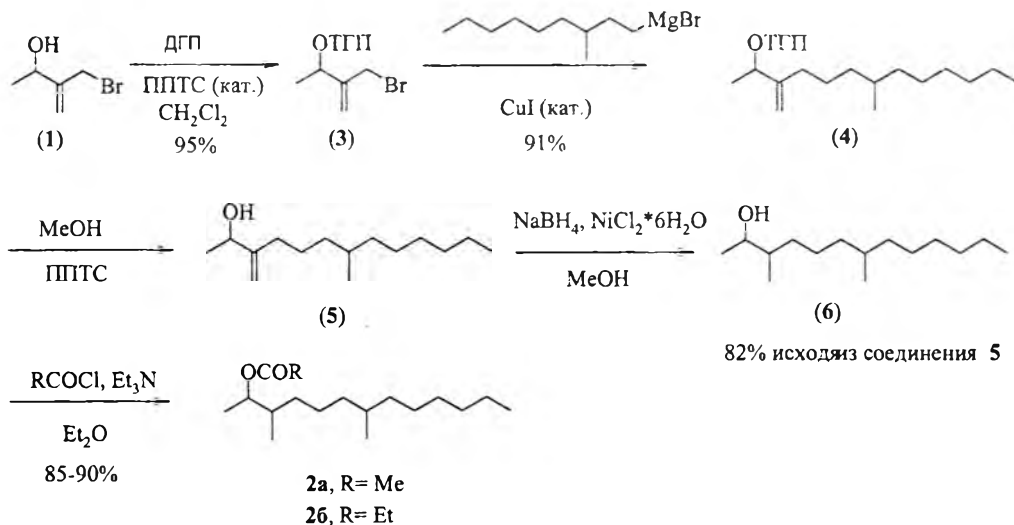
2. Каталог пестицидов и удобрений, разрешенных для применения в Республике Беларусь (справочное издание). Авторы-составители Масаенко А.В., Барыбкина Л.В., Галякевич Н.В. и др. Мн.: ООО "Муфлон", 2002. - С. 233.

ЭФФЕКТИВНЫЙ СИНТЕЗ АЦЕТАТА И ПРОПИОНАТА 3,7-ДИМЕТИЛТРИДЕКАН-2-ОЛА – ФЕРОМОНОВ ОБЫКНОВЕННОГО СОСНОВОГО ПИЛИЛЬЩИКА (*DIPRION PINI* L.).

А.В. Бекиш

Научный руководитель – д.х.н., профессор *О.Г. Кулинкович*
Белорусский государственный университет

Недавно нами был описан синтез ряда 2-(гидроксиалкил)замещенных аллилбромидов реакцией циклопропил-аллильной перегруппировки мезилатов 1-замещенных циклопропанолов под действием бромида магния [1,2]. В данной работе мы сообщаем об использовании полученного таким путем 3-бромметил-3-бутен-2-ола (1) в синтезе ацетата **2a** и пропионата 3,7-диметилтридекан-2-ола (**2б**) - рацемических форм половых феромонов обыкновенного соснового пилильщика (*Diprion pini* L.). Ранее сообщалось о проявлении этими соединениями феромонной активности при их испытаниях в полевых условиях [3].



Гидроксильную группу в соединении **1** защищали ее переводом в ацеталь **3** реакцией с дигидропираном (ДГП) в присутствии *p*-толуолсульфоната пиридиния (ППТС). Для построения углеродной-углеродной цепи целевого продукта использовали реакцию сочетания соединения **3** с 3-метилнонилмагнийбромидом в присутствии каталитических количеств иодида меди (I). Удалением тетрагидропиранильной защиты в полученном с хорошим выходом соединении **4** получали замещенный аллиловый спирт **5**. Восстановление двойной углерод-углеродной связи в соединении **5** борогидридом натрия в присутствии хлорида никеля протекало гладко с образованием 3,7-диметилтридекан-2-ола (**6**). Последний стандартными методами превращали в ацетат (**2a**) и пропионат (**2б**) действием соответствующего хлорангидрида карбоновой кислоты в присутствии триэтиламина.

Литература

1. Бекиш А. В. Синтез гидроксиалкилциклопропанолов из эфиров оксикислот и их превращения с раскрытием трехуглеродного цикла // Органический синтез в новом столетии. Материалы конференции. Санкт-Петербург, 2002, с. 72
2. Kozyrkov, Y. Y., Kulinkovich, O. G., Synlett. 2002, p. 443
3. Козырьков Ю. Ю., Марченко Я. И., Притыцкая Т. С., Кулинкович О. Г. Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия I, Лесное хозяйство.- 2002.- вып. X.- С. 256

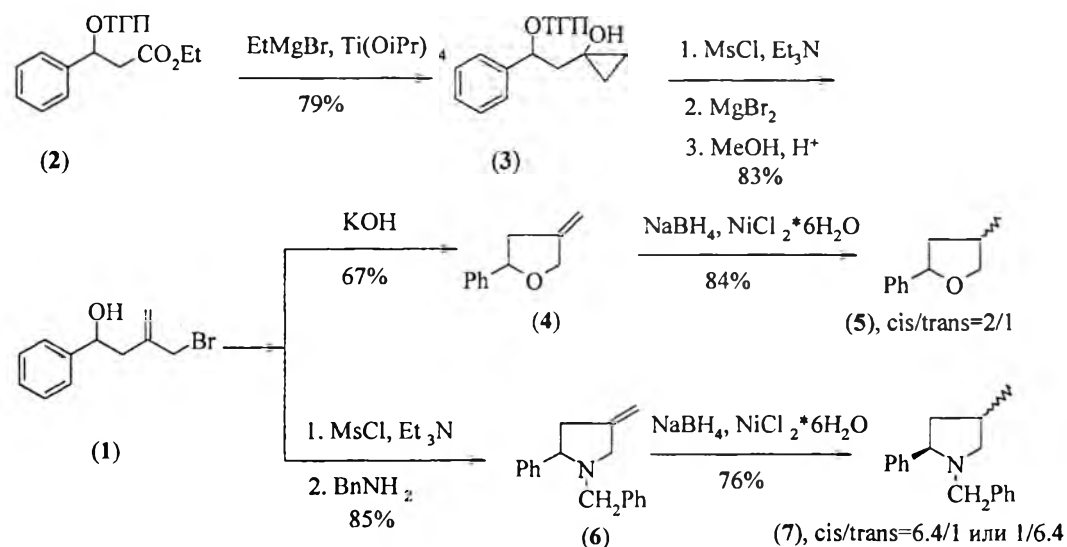
СИНТЕЗ 3-БРОММЕТИЛ-1-ФЕНИЛ-3-БУТЕН-1-ОЛА И ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ.

А.В. Бекиш, Д.А. Болибрух

Научный руководитель – д.х.н., проф. О.Г. Кулинкович

Белорусский государственный университет

Недавно нами был описан синтез ряда 2-(гидроксиалкил)замещенных аллилбромидов реакцией циклопропил-аллильной перегруппировки мезитатов 1-замещенных циклопропанолов под действием бромида магния [1,2]. В данной работе мы сообщаем об использовании полученного таким путем 3-бромметил-1-фенил-3-бутен-1-ола (1) в синтезе гетероциклических соединений ряда тетрагидрофурана и пирролидина.



ТГП-защищенный сложный эфир 2 вводили в реакцию с этилмагнийбромидом в присутствии каталитических количеств тетраизопропоксида титана. Полученный с высоким выходом циклопропанол 3 превращали в соответствующий мезитат, который без дополнительной очистки взаимодействовал с бромидом магния, приводя к 3-бромметил-1-фенил-3-бутен-1-олу (1). 4-Метилен-2-фенилтетрагидрофуран (4) получали действием на соединение 1 гидроксида калия. Восстановление двойной связи в соединении 4 борогидридом натрия в присутствии хлорида никеля протекало гладко с образованием цис- и транс-изомерных 4-метил-2-фенилтетрагидрофуранов (5) в соотношении цис/транс=2/1. Конфигурация преобладающего изомера определена сравнением параметров его ПМР спектра с описанными в литературе.

Для синтеза производных пирролидина соединение 1 превращали в соответствующий мезитат, который без дополнительной очистки вводили в реакцию с бензиламином, получая с отличным выходом 4-метилен-2-фенилпирролидин (6). Восстановление двойной связи в соединении 6 осуществляли действием борогидрида натрия в присутствии хлорида никеля. При

этом получали 4-метил-2-фенилпирролидин (7) в виде смеси цис- и транс-изомеров в соотношении 6.4/1 (согласно ГЖХ). Конфигурация преобладающего изомера устанавливается.

Разработку подходов к синтезу гетероциклических соединений, в том числе хиральных, исходя из 2-(гидроксиалкил)замещенных аллилбромидов предполагается продолжить.

Литература

1. Бекиш А. В. // Органический синтез в новом столетии. Материалы конференции, Санкт-Петербург, 2002, с. 72
2. Kozyrkov, Y. Y., Kulinkovich, O. G., Synlett. 2002, p. 443

ИЗУЧЕНИЕ БАКТЕРИОСТАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСНОГО СОЕДИНЕНИЯ СЕРЕБРА (I) С 2-(4,6-ДИ-ТРЕТ-БУТИЛ-2,3-ДИГИДРОКСИФЕНИЛСУЛЬФАНИЛ)УКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ

А.А. Чернявская, Е.В. Бурко

Научный руководитель – к.х.н., доцент Н.В. Логинова
Белорусский государственный университет

Серебро всегда занимало особое место среди металлов и их соединений, применяемых в медицинской практике [1]. Однако, использование коллоидного серебра и его солей в качестве лекарственных средств не всегда возможно либо в силу их токсичности, либо из-за оказываемых ими побочных эффектов. Одним из возможных путей преодоления этих негативных характеристик является связывание иона металла в комплексы.

Нами впервые получено комплексное соединения ионов серебра (I) с 2-(4,6-ди-трет-бутил-2,3-дигидроксифенилсульфанил)уксусной кислотой (L) состава $Ag(L)_2$. Органический лиганд – одно из производных пирокатехина, которые синтезируются и исследуются на кафедре радиационной химии и химической технологии Белорусского государственного университета [2]. Для синтезированного нами соединения определен элементный состав, изучены физико-химические свойства (растворимость в различных средах, спектральные характеристики, устойчивость при хранении и др.). Установлено, что в некоторых сильно сольватирующих растворителях комплекс разрушается с образованием коллоидного серебра за счет восстановления ионов серебра (I) молекулами лиганда. Изучение физико-химических характеристик комплекса проводилось в сочетании с оценкой антимикробной активности исходного лиганда и его серебряного комплекса.

Антимикробную активность комплекса $Ag(L)_2$ и исходного лиганда устанавливали, руководствуясь рекомендациями по проведению определения чувствительности микроорганизмов к химическим соединениям в соответствии со стандартной методикой [3]. Чувствительность определяли методом серийных разведений в жидких средах на тест-культурах *E. coli*, *Ps. aeruginosa*, *C. albican Pr. vulgaris*, *B. subtilis*, *St. aureus*. Исследование показало, что 2-(4,6-ди-трет-бутил-2,3-дигидроксифенилсульфанил)уксусная кислота не проявляет значительной активности по отношению к *E. coli*, *Ps. aeruginosa*, *C. albican Pr. vulgaris* (МИК >1000 мкг/мл) и умеренную активность по отношению к *B. subtilis*, *St. aureus* (соответственно 125 и 62,5 мкг/мл). В случае серебряного комплекса этой кислоты наблюдается подавление роста микроорганизмов всех культур при концентрации соединения в питательной среде 62,5 или 31,2 мкг/мл. Этот результат, очевидно, обусловлен тем, что в условиях эксперимента комплексное соединение разрушается с образованием коллоидного серебра, благодаря которому антимикробные свойства комплекса проявляются в большей степени по сравнению с исходным лигандом.

Литература

1. Применение препаратов серебра в медицине. Препринт № 2. Новосибирск, 1993.
2. Масловская Л. А., Петрикевич Д. К., Тимошук В. А. Журнал общей химии 1996. Т.66. № 11. С.1893-1898.
3. Методы экспериментальной химиотерапии, под ред. Першина Г.Н. М.: Медицина. 1971.

СИНТЕЗ ЛЕГКОПЛАВКИХ СТЕКОЛ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $ZnO-SrO-B_2O_3$

С.А. Хотько

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Н.М. Бобкова*
Белорусский государственный технологический университет

Легкоплавкие стекла незаменимы в тех случаях, когда температура спаивания или нанесения на стекло не должна превышать $500-600^\circ\text{C}$. Такие стекла необходимы для получения флюсов и эмалей для декорирования сортовых и тарных стеклоизделий, легкоплавких припоев в электровакуумной промышленности и глазурей для художественной керамики.

В настоящее время основным поставщиком легкоплавких флюсов в Беларусь является Дулевский красочный завод, который находится в России. Данные флюсы содержат значительное количество оксида свинца, которое достигает $70-80\%$, многосвинцовые флюсы малоустойчивы по отношению к действию химических реагентов. Легкоплавкие флюсы, эмали и припой в Беларуси вообще не производятся.

Целью данной работы является разработка малосвинцовых составов флюсов, эмалей и припоев при пониженных температурах синтеза и нанесения при сохранении необходимого уровня технологических показателей и физико-химических свойств: температуры начала размягчения, термического коэффициента линейного расширения, химической устойчивости к действию воды и химических реагентов.

В качестве основы легкоплавких стекол исследовалась система $ZnO-SrO-B_2O_3$. Дополнительно вводились добавки PbO – 5 мол.%, а также R_2O и RO_2 – до 15 мол.%.

В качестве сырьевых материалов для приготовления шихты использовали цинковые белила, стронций углекислый, борную кислоту, свинцовый сурик и др.

Синтез стекол проводили в электрической печи с силитовыми нагревателями при температуре $1000-1100^\circ\text{C}$. Стекломассу выливали на металлическую плиту и в формы.

Изучение кристаллизационной способности стекол показало, что все стекла системы устойчивы к кристаллизации в широком градиенте температур.

Исследованиями физико-химических свойств стекол, проведенными согласно стандартным методикам, установлены зависимости свойств от состава: температуры начала размягчения, температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР), микротвердости, плотности, химической устойчивости. По всем исследованным свойствам построены кривые равного выхода.

Исследованиями установлено, что температура начала размягчения стекол изучаемой области сечения находится в пределах от $440-520^\circ\text{C}$, причем минимальные значения температуры находятся в многоцинковой области, что находится в прямой зависимости от прочности связей между ионами.

Значения ТКЛР (в интервале $20-300^\circ\text{C}$) в исследуемой области изменяются в пределах $(72,4 - 80,3) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ с повышением содержания SrO . Снижение ТКЛР вызывают B_2O_3 и ZnO .

Величина плотности стекол системы изменяется в интервале $2430-4020 \text{ кг/м}^3$, значения которой увеличиваются с увеличением содержания ZnO и SrO . Изменение определяется химическим составом (атомной массой и количеством элементов) и плотностью упаковки структурных элементов.

Микротвердость колеблется от 4140 до 7165 МПа, химическая устойчивость к воде составляет 2-3 гидrolитический класс.

Стекла системы пригодны для получения спаев в электровакуумном производстве, спаев стекла с металлами и керамикой и др., для получения глазурей и флюсов для декорирования изделий из керамики и стекла. Ряд стекол этой системы были испытаны для получения защитного стекловидного покрытия для изделий из узорчатого листового стекла с золотосодержащей пленкой. В результате апробации одно из стекол – С11-2 показало хорошие результаты.

Получено защитное прозрачное покрытие с достаточной адгезией к золотосодержащей пленке. Термообработку осуществляли в электрической печи при температурах $580-600^\circ\text{C}$ в течение $10-15$ минут. Стекло рекомендовано к опытно-промышленному применению.

ВЛИЯНИЕ КАТЕХОЛАМИНОВ НА ПРОЦЕССЫ ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ РАДИОЛИЗЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭТАНОЛА, 2-МЕТОКСИЭТАНОЛА И ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ

Я.П. Щуканов

Научный руководитель – д.х.н., проф. **О.И. Шадыро**
Белорусский государственный университет

Катехоламины - биологически активные вещества, управляют деятельностью организма как в экстремальных ситуациях, так и обычной обстановке. Они стимулируют выработку гормонов, усиливают общий обмен веществ, повышают сопротивляемость организма. Катехоламины принимают участие в реализации управления - организации взаимодействия элементов живых систем на всех уровнях иерархии систем организма. В последнее время особенно актуально изучение их влияния на свободнорадикальные процессы [1-2].

Мы исследовали влияние добавок катехоламинов в концентрациях 10^{-3} моль/л на продукты радиолитического деазиривированных водных растворов: 1М раствор этанола, 3М раствор этиленгликоля и 1М раствор 2-метоксиэтанола.

Таблица 1. Выходы образования основных продуктов радиолитического 1М раствора 2-метоксиэтанола.

Добавка	G (продукта), молекул/100эВ	
	Ацетальдегид	Метанол
Без добавок	0,22±0,05	2,05±0,06
Дофамин	0,51±0,03	1,72±0,07
Норадреналин	0,58±0,02	1,69±0,06
Адреналин	0,52±0,04	1,67±0,06
Фенилэтиламин	0,51±0,03	2,03±0,09

Из приведённых данных видно, что добавки, содержащие две гидроксильных группы в орто-положении бензольного кольца, снижают выход конечных продуктов фрагментации, тем самым ингибируя этот процесс.

Таблица 2. Выходы образования основных продуктов радиолитического 1М раствора этанола.

Добавка	G (продукта), молекул/100эВ	
	Ацетальдегид	Бутандиол-2,3
Без добавок	0,12±0,07	1,59±0,08
Дофамин	0,78±0,01	0,54±0,04
Норадреналин	0,68±0,09	0,54±0,02
Адреналин	0,70±0,05	0,68±0,09
Фенилэтиламин	0,53±0,06	0,99±0,06

На основании полученных данных можно заключить, что катехоламины снижают выход бутандиола за счёт окисления части α -гидроксиалкильных радикалов до ацетальдегида.

Таблица 3. Выходы образования основных продуктов радиолитического 3М раствора этиленгликоля.

Добавка	G (продукта), молекул/100эВ	
	Ацетальдегид	
Без добавок	16,51±1,47	
Дофамин	2,45±0,16	
Норадреналин	2,81±0,23	
Адреналин	2,76±0,29	

Полученные данные свидетельствуют, что катехоламины снижают выход ацетальдегида в 5,9-6,8 раз. Подавление процесса 2- β расщепления происходит за счёт реакций восстановления углеродцентрированных радикалов.

Литература.

1. T. Miura, S. Muraoka and T. Ogiso. *Biochem Pharmacology*, V. 55, pp. 2001–2006, 1998.
2. M. J. Picklo et al. *Free Radical Biology & Medicine*, V. 27, Nos. 3/4, pp. 271–277, 1999.

БЕСКИСЛОТНЫЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ NPK УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ

С.В. Антипов

Научный руководитель – к.т.н., доцент *М.Т. Соколов*
Белорусский государственный технологический университет

Наше сельское хозяйство остро ощущает недостаток в фосфорных удобрениях. При потребности в фосфорных удобрениях около 290 тыс. тонн в год оно получает всего лишь 1/3 от необходимого. Как известно, большинство методов получения фосфорсодержащих удобрений являются кислотными, именно по этому при их производстве образуется значительное количество отходов, в частности фосфогипс.

Альтернативой для сложившейся ситуации является разработка и организация бескислотной технологии получения комплексных NPK удобрений на основе дешевого и доступного сырья – фосфоритной муки, которая является медленно действующим фосфорсодержащим удобрением.

Использование фосфоритной муки в качестве фосфорсодержащего сырья экономически оправдано и целесообразно, так как стоимость 1 тонны P_2O_5 в хибинском апатитовом концентрате – 200 долларов США, а стоимость 1 тонны P_2O_5 в фосфоритной муке Брянского завода – 100-105 долларов США.

На кафедре ТНВ и ОХТ были проведены исследования влияния предварительной механохимической и (или) термической активации на качество комплексных NPK удобрений (содержание лимонно-растворимой формы P_2O_5). В качестве физиологически кислых добавок были использованы хлорид калия и сульфат аммония. В качестве фосфорсодержащего сырья использовалась фосфоритная мука Кингиссепского и Полпинского месторождений с содержанием P_2O_5 27,7 % и 18,5 % соответственно. Механохимическую активацию проводили на различных типах мельниц.

Наиболее эффективными оказались планетарная и барабанная шаровая мельницы. Относительное содержание лимонно-растворимой формы P_2O_5 после механохимической активации составило 82 – 98 % (исходное относительное содержание лимонно-растворимой формы P_2O_5 в фосфоритной муке – 45,4 %).

Далее механохимически активированную смесь увлажняли и подвергали грануляции. Следует отметить, что увлажненная 10 %-ым раствором карбамида смесь легко гранулируется, при этом полученные гранулы прочны и в тоже время хорошо растворимы

В результате исследований были определены технологические параметры ведения процессов активации, грануляции и сушки и создана пилотная установка непрерывного действия, на которой были наработаны опытные партии комплексных NPK удобрений следующего состава:

1. Гранулированное азотно-фосфорно-калийное удобрение на основе фосфоритной муки, сульфата аммония и хлорида калия с соотношением N:P:K=1:0,7:1,35, содержание азота, фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) составило соответственно 9,41 %, 6,59 % и 12,71 %.

2. Гранулированное азотно-фосфорно-калийное удобрение на основе фосфоритной муки, сульфата аммония и хлорида калия с соотношением N:P:K=1:1:1,27, содержание азота фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) составило соответственно 8,25 %, 8,26 % и 10,45 %.

3. Порошкообразное азотно-фосфорно-калийное удобрение на основе фосфоритной муки, сульфата аммония и хлорида калия с соотношением N:P:K=1:0,55:0,85, содержание азота фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) составило соответственно 11,08 %, 6,09 % и 9,41 %.

В настоящее время они находятся на агрохимических испытаниях.

Литература

1. Калинин К.В. Фосфорные удобрения и их применение. – М.: Химия, 1967. – 238 с.
2. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения : Справочник.–М.: Химия, 1982.– 400 с.
3. Андреев Н.В. Производство фосфорных удобрений. – М.: Химия, 1987. – 464 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ АЛЮМОСИЛИКОФОСФАТОВ НАТРИЯ

В.А. Касилович

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Л.С. Ещенко*
Белорусский государственный технологический университет

Пористые материалы нашли широкое применение в качестве адсорбентов, катализаторов, носителей каталитически активных веществ во многих отраслях промышленности. Наиболее интересными и перспективными пористыми соединениями являются цеолиты, которые обладают уникальными адсорбционными свойствами, что позволяет все более широко внедрять их в производство. Поэтому весьма актуальными являются исследования, направленные на получение новых типов цеолитов, обладающих заданными свойствами. В этом плане особый интерес представляют исследования, посвященные получению цеолитов, имеющих в своем составе фосфор как результат изоморфного замещения части атомов Si^{4+} в кристаллической решетке на P^{5+} . Такие соединения обладают повышенной термоустойчивостью, высокой селективностью и каталитической активностью в ряде процессов.

Целью данной работы явилось исследование условий получения термически устойчивых алюмосиликофосфатов натрия и их термических свойств.

Исходными реагентами для получения кристаллических алюмосиликофосфатов служили: целит NaY следующего брутто состава – $1,1 \text{Na}_2\text{O} * \text{Al}_2\text{O}_3 * 4,2 \text{SiO}_2 * 7,2 \text{H}_2\text{O}$, раствор фосфорной кислоты с массовой долей по H_3PO_4 0,02-3,0%.

Обработку цеолита фосфорной кислотой проводили в конических колбах при температуре 90°C в течении четырех часов при соотношении Т:Ж=1:10. Полученный продукт отделяли от жидкой фазы и промывали дистиллированной водой до полной отмывки фосфат ионов. После отмывки осадки высушивали и определяли содержание P_2O_5 в образцах и их термостабильность при помощи термического анализа.

Согласно результатам химического анализа брутто состав полученных кристаллических алюмосиликофосфатов выражается следующей формулой: $1,1\text{Na}_2\text{O} * \text{Al}_2\text{O}_3 * y\text{P}_2\text{O}_5 * z\text{SiO}_2 * 7,2\text{H}_2\text{O}$, где y, z , переменные величины изменяющиеся в следующих пределах : $y= 0,07-0,54$; $z= 2,95-4,1$.

Исследовано влияние концентрации фосфорной кислоты на процесс кислотной обработки цеолита NaY. Концентрация фосфорной кислоты оказывает большое влияние на состав и свойства образцов: при увеличении концентрации фосфорной кислоты содержание P_2O_5 в цеолите возрастает. Так, при изменении концентрации от 0,02% до 2,5% содержание P_2O_5 в цеолитах изменяется от 0,5% до 12,0%. Однако, при использовании фосфорной кислоты с концентрацией 3% и выше происходит разрушение цеолитной структуры с образованием непористой фазы тридимита, что подтверждается данными рентгенофазового анализа.

Модифицированные цеолиты обладают повышенной термостабильностью по сравнению с исходными алюмосиликатами, что подтверждается данными дифференциально-термического анализа. Так, разрушение цеолита типа NaY наблюдается при 870°C , в то время как термостабильность модифицированных фосфором образцов увеличилась до 945°C . Максимальная температура разрушения структуры цеолита 945°C достигается при содержании P_2O_5 равным 0,5%, дальнейшее увеличение концентрации фосфора в цеолите не приводит к заметному росту термической устойчивости.

Изменение термической устойчивости алюмосиликофосфатов по сравнению с алюмосиликатами, очевидно, связано с увеличением соотношения Si/Al, поскольку для разрыва связи Al-O требуется меньшая энергия активации, чем для разрыва связи Si-O. Кроме того, повышение термостабильности модифицированных цеолитов может быть связано с вхождением фосфора в структуру цеолита, в виде связей -P-O-Si-. Возникновение таких связей возможно на стадии термообработки цеолита, когда удаляются гидроксильные группы и образуются новые связи -Si-O-Si-P-.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

О.А. Красовская, А.К. Болвако

Научный руководитель – к.х.н. *А.А. Черник*
Белорусский государственный технологический университет

Изменение технологии нанесения электрохимических покрытий путем перевода процесса со стационарного на нестационарный режим электролиза имеет ряд преимуществ. Так, значительное улучшение качества осадков и ускорение процесса выделения металла возможно только при электролизе импульсным или реверсным током. Этим методом можно получить осадки с требуемыми, нередко взаимоисключающими свойствами путем изменения программы поляризующего тока, а также получать покрытия, различные по толщине, структуре и свойствам. Применение импульсного режима позволяет проводить осаждение таких металлов и сплавов, которые на постоянном токе не осаждаются или осаждаются, но с очень малым выходом по току. Кроме того, возможно получение мелкозернистых блестящих осадков при высоких плотностях тока без использования блескообразующих добавок, так как применение нестационарных токов позволяет в ряде случаев управлять ориентацией и размером кристаллов, влиять на морфологию поверхности осадков и количество примесей в них, а также на выход по току и на соотношение компонентов в сплавах.

Целью данного исследования является отработка технологии нанесения функциональных покрытий с использованием реверсного и импульсного тока. Изучалось влияние режимов нестационарного электролиза на процесс осаждения толстых (100 нм) слоев никеля, композиционных покрытий никель-алмаз, а также сплавов Fe-Ni.

Никель-алмазные покрытия применяются для получения абразивных материалов, алмазного правящего инструмента и др. Осаждение ультрадисперсных алмазов на гальваническое покрытие позволяет намного улучшить такие характеристики материала, как прочность, твердость, износостойчивость и др.

Использование сплавов Fe-Ni позволяет значительно удешевить стоимость покрытия, так как вместо ценного металла – никеля – используется дешевое железо. Сплавы Fe-Ni используются в электронной промышленности для записи и хранения информации в компьютерах.

В результате экспериментов были выявлены следующие закономерности.

Наиболее качественные никелевые покрытия на латунных подложках, а также на мелком стоматологическом инструменте (стальные боры и сверла площадью поверхности 1,76 и 0,25 см² соответственно) получаются при следующих параметрах электролиза. В импульсном режиме: плотность тока в импульсе $i_n=40$ А/дм², время паузы $\tau_n=5$ мс, а также $i_n=30$ А/дм² и $\tau_n=2; 20$ мс. В реверсном режиме: $i_{к-а}=30-40$ А/дм², время катодного импульса $\tau_k=2; 5$ мс, и $i_k=40$ А/дм², $i_a=30$ А/дм². Время импульса оставалось неизменным и равным 1 мс.

Для всех экспериментов использовался стандартный электролит Уоттса без применения блескообразующих добавок. Нестационарный ток позволял намного сократить время осаждения и улучшить качество покрытий.

При получении сплавов Fe-Ni исследовалось влияние времени паузы на катодный выход по току при толщине покрытия 20 мкм. Наибольший выход по току (81,8%) наблюдался при плотности тока 10 А/дм², длительности катодного импульса 50 мс и времени паузы 5 мс. Дальнейшее увеличение времени паузы ведет к снижению выхода по току до 73,8%. В целом, с увеличением времени паузы наблюдается ухудшение качества покрытия и уменьшение блеска. Кроме того, наблюдается прямо пропорциональная зависимость содержания железа в сплаве от плотности тока.

Отработанные параметры электролиза целесообразно использовать для получения блестящих никелевых, композиционных никель-алмазных покрытий, а также сплавов Fe-Ni.

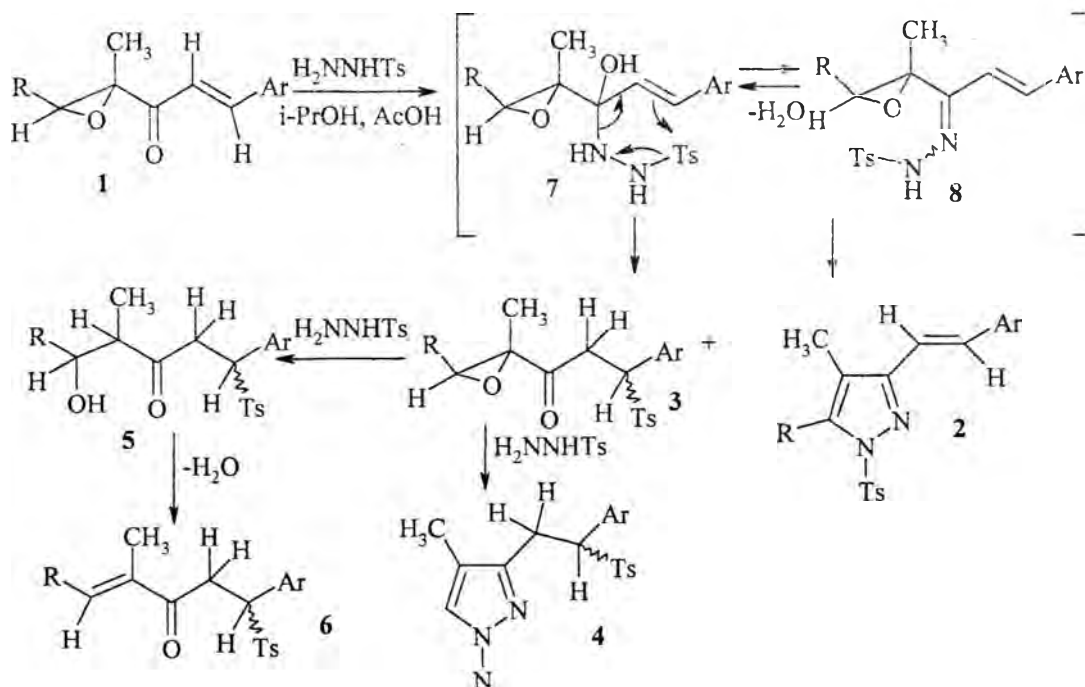
СИНТЕЗ β -АРИЛВИНИЛПИРАЗОЛОВ НА ОСНОВЕ β -АРИЛАКРИЛОИЛОКСИРАНОВ

Т.А. Ковальчук

Научный руководитель – к.х.н., доцент *Н.М. Кузьменок*
Белорусский государственный технологический университет

Установление механизмов взаимодействия биоактивных веществ на рецепторном уровне позволяет направленно конструировать молекулы, обладающие фармакологической активностью. В последние годы обнаружены новые классы синтетических лигандов, которые проявляют высокое сродство и селективность к СВ рецепторам [1,2]. К их числу относятся арилзамещенные пиразолы, представляющие интерес в качестве лигандов СВ1 рецептора и интенсивно изучающиеся как потенциальные препараты для борьбы с алкоголизмом и наркоманией.

Цель данной работы заключалась в синтезе новых замещенных β -арилвинилпиразолов реакцией ненасыщенных эпоксикетонов с тозилгидразином. Установлено, что взаимодействие 3-арил-1-(2-метил-3-*R*-оксиран-2-ил)-проп-2-ен-1-онов **1** с тозилгидразином при кипячении в изопропиловом спирте в течение 3-9 часов в присутствии уксусной кислоты приводит к образованию в качестве главных продуктов 3[(*E*)-2-арилвинил]-4-метил-5-*R*-1-тозил-1Н-пиразолов **2**. Характер и строение образующихся побочно 1-(2-метил-3-*R*-оксиран-2-ил)-3-арил-3-тозилпропан-1-онов **3**, 3-(2-арил-2-тозилэтил)-4-метил-1-тозил-1Н-пиразолов **4**, 1-арил-5-гидрокси-4-метил-1-тозилпентан(или гексан)-3-онов **5** и продуктов дегидратации **5** - 4-метил-1-тозил-1-фенилгекс-4-ен-3-онов **6** зависят от степени замещенности оксиранового цикла.



Строение синтезированных веществ доказано на основании данных ИК- и ^1H ЯМР-спектроскопии.

Литература

1. Khanolkar A.D., Palmer S.L., Makriyannis A. Molecular probes for the cannabinoid receptors // Chem. Phys. Lipids. - 2000. - 108. - P. 37-52.
2. Pertwee R.G. Cannabinoid receptor ligands. - Toctris Reviews № 16, -2001. - 8 p.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛКАНОИЛПИРАЗОЛИНОВ В КАЧЕСТВЕ СТАБИЛИЗАТОРОВ ПОЛИМЕРОВ

С.В. Нестерова

Научные руководители – *С.Г. Михалёнок*, к.т.н. *Л.Ю. Смоляк*
Белорусский государственный технологический университет

С каждым годом расширяется область применения материалов на основе полимеров, что влечет за собой интенсивное развитие химии стабилизирующих добавок. Решение задачи поиска эффективных стабилизаторов для определенного полимера в конкретных условиях эксплуатации позволяет обоснованно очертить границы ассортимента вводимых добавок, что значительно снизит производственные экономические затраты и приведет к увеличению временного интервала службы полимера.

Целью данной работы является исследование стабилизирующей активности добавок на основе функционально-замещенных производных Δ^2 -пиразолина. В процессе исследования химического поведения эпоксиалканоилпиразолинов, проведенного ранее [1], было установлено, что данные гетероциклы могут быть вовлечены во внутримолекулярную окислительно-восстановительную перегруппировку, результатом которой является окисление пиразолинового и восстановление эпоксидного циклов. Нами было сделано предположение о том, что представители ряда пиразолинов, в структуре которых отсутствует эпоксиалканоильный фрагмент, могут восстанавливать, например, находящиеся в полимере пероксидные группировки. При этом происходит разрушение последних без образования ответственных за процессы термодеструкции радикалов.

Модифицирующие добавки 1-4, представленные в таблице, были синтезированы путем циклоприсоединения диазометана к соответствующим енонам (с последующим тозилированием в случае соединения 3) [2]. Их структура доказана данными ИК- и ^1H ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии.

Таблица

Физико-химические характеристики испытанных добавок

Модификатор	Т. пл., °С	Молекул. масса
3-ацетил-4-фенил-2-пиразолин (1)	236 – 238	188
3-циннамоил-4-фенил-2-пиразолин (2)	110 – 112	276
3-ацетил-1-тозил-4-фенил-2-пиразолин (3)	125 – 127	330
бис-(4-фенил-2-пиразолин-3-ил)метанон (4)	210 – 212	316

Проверка эффективности стабилизирующего действия была проведена на полиэтилене высокого давления (ПЭВД). Модификаторы вводились в полимер в массовой концентрации 0,4% на вальцах при температуре 160°C. Результаты дифференциально-термического и термогравиметрического анализа указывают на возрастание температур начала деструкции и 10 %-ной потери массы. Полученные данные свидетельствуют также об увеличении энергии активации термоокислительной деструкции, которая была рассчитана по методу Бройдо [3], т. е. о повышении устойчивости полимера к воздействию температурных и силовых полей. Лучшие результаты, а именно повышение температуры начала деструкции на 35°C, температуры 10%-ной потери массы – на 25°C, увеличение энергии активации на 41 кДж/моль, принадлежат соединению 3, что обусловлено, вероятно, наличием более электроотрицательного заместителя, активирующего окислительно-восстановительный процесс.

Литература

1. Михалёнок С.Г., Кузьменок Н.М., Звонок А.М. Внутримолекулярное диспропорционирование эпоксиалканоилпиразолинов // Химия и биологическая активность синтетических и природных соединений. Азотистые гетероциклы и алкалоиды: В 2 т. / Под ред. В.Г. Карцева, Г.А. Толстикова.- Т.2. -М.: Иридиум пресс, 2001.
2. Органикум. Практикум по органической химии: В 2 т. / Пер. с нем. В.М. Потапов, С.В. Пономарёва. Т. 2.- М.: Мир, 1979.-С. 253.

ИЗУЧЕНИЕ ТВЕРДОФАЗНОЙ ДЕГИДРОЦИКЛИЗАЦИИ ПОЛИАМИДОКИСЛОТ

А.И. Глоба

Научный руководитель – д.т.н., доцент *Э.Т. Крутько*
Белорусский государственный технологический университет

Объект исследования - пленки из полиамидокислот (ПАК) на основе ароматических диаминов и диангидридов ароматических тетракарбоновых кислот, модифицированные активным наполнителем - аэросилом.

Цель работы – изучение особенностей протекания заключительной стадии получения наполненной аэросилом полиимидной пленки - твердофазной дегидроциклизации ПАК, поскольку особенности кинетики и полнота протекания этой стадии синтеза полиимидов, проводимой, как правило, на изделии из форполимера, в сильной степени влияет на различные эксплуатационные характеристики изделия. Выбор аэросила в качестве наполнителя обусловлен активной природой оксида кремния и его физическими характеристиками, в частности, большой удельной поверхностью и близостью значения коэффициента термического расширения аналогичному параметру полимерного связующего, позволяющими прогнозировать достижение положительного эффекта при создании наполненного материала

Модифицированную ПАК-пленку получали добавлением в раствор ПАК расчетного количества аэросила, перемешиванием в течение 1 ч, поливом на подложку и сушкой при 50-60 °С до твердого состояния

Изучение процесса термической твердофазной циклодегидратации композиционных пленок осуществляли методом ИК-спектроскопии. Образцы пленок 2 – 3 мкм формировали на подложках. ИК-спектры снимали на спектрометре UR-20 при 20 °С и через каждые 50 °С при прогреве пленок в течение 15 мин. Степень имидизации контролировали по ИК-спектрам пленок, а именно по изменению интенсивность полос поглощения 720, 1720 и 1780 см⁻¹, характерных для пятичленных имидных циклов.

Установлено, что наполненные аэросилом полиимидные пленки с высокими эксплуатационными характеристиками могут быть получены при более высокой чем для ненаполненных пленок скорости подъема температуры и при формировании пленок большой толщины. Прямо-пропорциональная связь скорости подъема температуры при имидизации с количеством введенного наполнителя объясняется, по-видимому, тем, что вода, выделяющаяся при образовании имидных циклов, адсорбируется оксидом кремния. Это, с одной стороны, затрудняет ее участие в гидролитической деструкции ПАК и, с другой стороны, препятствует слишком быстрому выделению из полимера и механическому разрушению пленки. Этим же можно объяснить и возможность повышения скорости подъема температуры при увеличении толщины пленки.

Установлено также, что из ПАК, наполненной аэросилом, могут быть получены высококачественные пленки толщиной до 100-110 мкм, что открывает дополнительные перспективы их практического применения. Повышение максимально достижимой толщины пленки при увеличении содержания аэросила в исходной композиции связано с тем, что по мере увеличения содержания наполнителя возрастает возможность адсорбирования воды, выделяющейся при циклизации во внутренних слоях полимера, на наполнителе, замедления скорости выделения за счет протекания многочисленных актов сорбции-десорбции на адсорбенте и, благодаря этому, происходит уменьшение количества дефектов в пленке. Увеличение содержания аэросила в наполненной композиции приводит также к пропорциональному увеличению прочностных характеристик пленок.

Полученные результаты согласуются с данными, приведенными в литературе [1,2].

Литература

1. Адрова Н.А., Бессонов М.А., Рудакова А.И. и др. "Полиимиды – новый класс термостойких полимеров". Л.: Наука, 1968-212.
2. J. Russel, J.Kardos / Modeling the Imidisation Kinetics of AFR700B Polyimide.// Polymer Komposites, 1997, v.18, № 1.- P.64-78.

ВЛИЯНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ И ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД, РАЙОНИРОВАННЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ, НА СВОЙСТВА ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ВЫСОКОГО ВЫХОДА

Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Т.В. Соловьева*
Белорусский государственный технологический университет

Целью работы является разработка технологии производства волокнистых полуфабрикатов высокого выхода (ВПВВ) из хвойных и лиственных пород древесины, обладающих высокими прочностными свойствами для использования в производстве бумаги и картона. На основании анализа данной проблемы за рубежом можно заключить, что производство ВПВВ находит все более широкое применение в мировой практике при выработке различных видов бумаги и картона взамен дефицитных и дорогостоящих целлюлозы и древесной массы [1,2].

В настоящее время в Беларуси производство ВПВВ отсутствует и потребность в наиболее распространенных их видах – белой и бурой древесной массе, термомеханической массе (ТММ), химико-термомеханической массе (ХТММ) – удовлетворяется за счет импортных поставок и частичной замены ее макулатурой, которая в современных условиях становится все более дорогостоящей.

В тоже время, в республике стабильно функционируют заводы, вырабатывающие древесноволокнистые плиты (ДВП), основным компонентом которых является древесноволокнистая масса. Ее традиционно получают путем двухступенчатого горячего размола предварительно пропаренной щепы. Однако, традиционная дефибраторная масса имеет недостаточно высокие прочностные характеристики. Устранение этого недостатка дает возможность применить дефибраторную массу вместо дорогостоящих, традиционных ВПВВ. Это можно осуществить путем активации древесины раствором карбамида.

В настоящее время в качестве сырья для производства ДВП используется как хвойная, так и лиственная древесина, причем содержание последних пород в композиции достигает 80%. Среди них наибольшее применение нашли древесина березы, осины, ели, сосны, широко районированные на территории республики Беларусь. Это предопределило целесообразность испытания данных пород в качестве сырья для получения ВПВВ.

Для проведения исследований в лабораторных условиях был смоделирован промышленный процесс дефибраторного размола путем пропаривания исходной щепы на масляной бане и размола на центробежной мельнице. Затем с помощью стандартных методик определяли показатели качества массы: степень помола и фракционный состав, основные физико-технические характеристики волокон, а также изготавливали и испытывали образцы бумаги и картона.

В результате проведения исследований установлено, что из модифицированной карбамидом древесины любых пород можно получить ВПВВ с достаточно высокими прочностными и печатными свойствами, что позволяет сделать вывод о пригодности их для использования в бумажно-картонном производстве, а также о возможности увеличения содержания лиственных пород в композиции. Так, лабораторные образцы бумаги массой 100 г/м^2 имели разрывную длину 7000 м, впитываемость при одностороннем смачивании 67.3 г/м^2 , оптическую плотность 0.86 Б, скорость выщипывания 0.85 м/с, удельную поверхность волокон в 1 г фракции $5940 \text{ см}^2/\text{г}$, условную гибкость волокна 233, среднюю длину волокна 1.62 мм. Такие показатели характерны для образцов из еловой древесины. Исследования в данном направлении продолжаются на кафедре химической переработки древесины БГТУ.

Литература

1. ТАРРІ. – 1987. - №12. – р.231;
2. Реферативный журнал «Химия». – М., 2003, вып. 9, с.14-17.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЦВЕТНЫХ НЕФРИТТОВАННЫХ ГЛАЗУРЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАДИАБАЗОВ

В.В. Заранский

Научный руководитель – д.т.н., профессор **И.А. Левицкий**
Белорусский государственный технологический университет

В последнее время в керамической промышленности большое внимание уделяется вовлечению в производство ресурсосберегающих технологий, а также недефицитного природного сырья. К такому виду сырья относятся магматические горные породы основного состава – метадиабазы, значительные запасы которых имеются на территории Республики Беларусь. Крупнейшим разрабатываемым месторождением является Микашевичское, расположенное в Лунинецком районе Брестской области, сырьё которого использовано в данной работе.

Особенностью изучаемых магматических пород является наличие значительного количества оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, количество которых может достигать 25% (здесь и далее по тексту приведено массовое содержание). Исследуемым породам также свойственно довольно высокое содержание красящих оксидов железа (10-14%). Основная доля в химическом составе изученных пород приходится на оксид кремния (46-52%). Кроме того, их широкая распространённость в природе, благоприятные условия залегания и невысокая стоимость создают предпосылки для синтеза экономически выгодных цветных глазурных покрытий широкого диапазона составов, свойств и назначений.

Разработка нефриттованных глазурей проводилась для первой серии в системе: метадиабаз – дацитовый концентрат – нефелин-сиенит – глина Гранитик-Веско. Для второй серии к перечисленным компонентам добавлялся кварцевый песок с целью снижения ТКЛР (термический коэффициент линейного расширения) покрытия.

Анализ цветовых характеристик покрытий показывает, что для первой серии составов характерна окраска от светло-желтовато-коричневого цвета до зеленовато-коричневого. Для второй серии – от тёмно-коричневого до светло-желтовато-коричневого цвета. Насыщенность цвета зависит от концентрации красящих оксидов железа и небольших количеств оксида марганца, содержащихся в сырьевых материалах, главным образом в метадиабазе. При увеличении содержания красящих оксидов отмечаются более темные оттенки покрытий. При изменении количества метадиабазы от 25 до 45 % цвет глазури изменяется от светло-серо-коричневого до светло-коричневого. Появление в глазури зеленого оттенка объясняется, очевидно, переходом ионов железа из степени окисления Fe^{3+} в Fe^{2+} .

Полученные покрытия характеризуются широкой гаммой фактуры: матовой, полуматовой, блестящей. Блеск синтезированных глазурей для прозрачных составов находится в пределах 51-78%, полуматовых – 40 – 45%, матовых – 4,5 – 23%, что обусловлено, как показали дальнейшие исследования, фазовым составом покрытий.

По результатам измерений ТКЛР глазурей первой серии, они имеют сравнительно высокие величины, которые находятся в интервале $(79 - 89) \cdot 10^{-7} K^{-1}$. Для глазурей второй серии эти значения несколько ниже, и составляют для оптимальных составов $(76-79) \cdot 10^{-7} K^{-1}$. Это обеспечивает применение синтезированных глазурей для декорирования цветочных горшков.

Микротвердость синтезированных покрытий для составов первой серии находится в пределах 5500 – 7000 МПа, а для второй – 5700 – 8000 МПа. Повышение микротвердости составов второй серии обусловлено значительным количественным преобладанием кристаллической фазы.

По полученным данным рентгенофазового установлено, что кристаллическая фаза глазурей представлена кристаллами анортита, эгирина. Кроме того, присутствуют диопсид и геленит, которые образуют изоморфные смеси.

В результате исследований осуществлён синтез двух серий нефриттованных глазурей в системе $Na_2O-K_2O-MgO-CaO-B_2O_3-Al_2O_3-Fe_2O_3-SiO_2$ с использованием метадиабазы количество которого составляет 40%, определены оптимальные температуры формирования покрытия ($1000 \pm 20^\circ C$).

Установлена их пригодность для декорирования майоликовых изделий. Глазури обеспечивают цветные покрытия высокого качества, которое достигается без применения дорогостоящих керамических пигментов и не требуют высоких энергетических затрат на процесс фриттования.

НАМОТКА ЛЕНТ ИЗ АРМИРОВАННЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ НА ПОЛИПРОПИЛЕНОВУЮ ТРУБУ

О.И. Карпович, А.Б. Гоманькова

Научный руководитель – д.т.н., профессор *В.П. Ставров*
Белорусский государственный технологический университет

Трубы из термопластичных полимеров, отличающихся высокой коррозионной [1] стойкостью, находят все более широкое применение в системах холодного и горячего водоснабжения. Для обеспечения надежности, особенно при повышенных давлениях и температурах воды, приходится использовать трубы с большой толщиной стенки, что снижает эффективность замены ими традиционных металлических. Прочность и надежность полимерной трубы могут быть увеличены за счет обмотки высокопрочной лентой, армированной волокнами. При этом снижается масса трубы и ее стоимость. Однако высокая теплоемкость и низкая теплопроводность термопластов ограничивают производительность процесса намотки. По этой причине предпочтительны источники тепла, обеспечивающие концентрированный нагрев в зоне контакта трубы и ленты [2]. В данной работе исследуются режимы консолидации армированных лент на основе стеклоровинга и термопластичного матричного полимера с полипропиленовой трубой.

Однонаправленно армированную ленту, получали в результате пултрузионной пропитки стеклоровинга РБТ 13-2400 (20 мас. %) расплавами полипропилена марки каплен и вторичного полиэтилентерефталата. Ленту наматывали на полипропиленовую трубу ТКР 1-110 x 2,7 (диаметр 110 мм, толщина стенки 2,7 мм), изготовленную на Борисовском заводе пластмассовых изделий. Ленты сплавляли между собой и приплавляли к трубе на универсальной намоточной установке, изготовленной в Белорусском государственном технологическом университете. Эксперименты по намотке выполнены в Физико-техническом институте НАНБ (нагрев CO_2 – лазером) и в Институте сварки БГНПК порошковой металлургии (нагрев газом). Получали образцы с армирующим слоем в виде колец шириной 10–15 мм. Количество армирующих слоев 2–3. В процессе изготовления образцов варьировали скорость намотки и усилие прижимного ролика при усилии натяжения ленты 30 Н. Контролировали температуру в области соединения с помощью бесконтактного термометра БНТ – 03.

Прочность связи между слоями армированной ленты, слоями ленты и трубой, оценивали по среднему удельному усилию отслаивания. Степень консолидации определяли как отношение удельного разрушающего усилия при отслаивании к максимальному значению.

Строили зависимости удельной прочности при отслаивании лент от скорости намотки.

Степень консолидации рассчитывали также с помощью перколяционной модели консолидации [3] как функцию вязкости матричного полимера при температуре соединения и параметров процесса. Установлена тесная корреляция между вычисленными и экспериментальными значениями прочности связи лент между собой и с материалом трубы. По заданной степени консолидации не менее 0,95, критерию ограниченной степени термоокислительной деструкции, критерию ограниченного изменения размеров сечения ленты рассчитаны оптимальные режимы процесса намотки.

Полученные результаты могут использоваться для определения оптимальных режимов намотки лент из армированных термопластов при изготовлении труб повышенной прочности.

Литература

1. Gibson A.G. Composite materials in the offshore industry / Comprehensive composite materials. Vol. 6. – Oxford: Elsevier, 2000. – P. 459-478.
2. Shao Cong Dai, Lin Ye. Characteristics of CF/PEI tape winding process with on-line consolidation / Composites: Part A 33 (2002) 1227-1238.
3. Ставров В.П., Карпович О.И., Свириденко А.И. Перколяционная модель консолидации слоев армированных термопластов // Доклады НАН Беларуси (в печати).

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ АЛЮМОСИЛИКОФOSФАТОВ НАТРИЯ

В.А. Касилович

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Л.С. Ещенко*
Белорусский государственный технологический университет

Пористые материалы нашли широкое применение в качестве адсорбентов, катализаторов, носителей каталитически активных веществ во многих отраслях промышленности. Наиболее интересными и перспективными пористыми соединениями являются цеолиты, которые обладают уникальными адсорбционными свойствами, что позволяет все более широко внедрять их в производство. Поэтому весьма актуальными являются исследования, направленные на получение новых типов цеолитов, обладающих заданными свойствами. В этом плане особый интерес представляют исследования, посвященные получению цеолитов, имеющих в своем составе фосфор как результат изоморфного замещения части атомов Si^{4+} в кристаллической решетке на P^{5+} . Такие соединения обладают повышенной термоустойчивостью, высокой селективностью и каталитической активностью в ряде процессов.

Целью данной работы явилось исследование условий получения термически устойчивых алюмосиликофосфатов натрия и их термических свойств.

Исходными реагентами для получения кристаллических алюмосиликофосфатов служили: целит NaY следующего брутто состава – $1,1 \text{Na}_2\text{O} * \text{Al}_2\text{O}_3 * 4,2 \text{SiO}_2 * 7,2 \text{H}_2\text{O}$, раствор фосфорной кислоты с массовой долей по H_3PO_4 0,02-3,0%.

Обработку цеолита фосфорной кислотой проводили в конических колбах при температуре 90°C в течении четырех часов при соотношении Т:Ж=1:10. Полученный продукт отделяли от жидкой фазы и промывали дистиллированной водой до полной отмывки фосфат ионов. После отмывки осадки высушивали и определяли содержание P_2O_5 в образцах и их термостабильность при помощи термического анализа.

Согласно результатам химического анализа брутто состав полученных кристаллических алюмосиликофосфатов выражается следующей формулой: $1,1\text{Na}_2\text{O} * \text{Al}_2\text{O}_3 * y\text{P}_2\text{O}_5 * z\text{SiO}_2 * 7,2\text{H}_2\text{O}$, где y, z , переменные величины изменяющиеся в следующих пределах : $y= 0,07-0,54$; $z= 2,95-4,1$.

Исследовано влияние концентрации фосфорной кислоты на процесс кислотной обработки цеолита NaY . Концентрация фосфорной кислоты оказывает большое влияние на состав и свойства образцов: при увеличении концентрации фосфорной кислоты содержание P_2O_5 в цеолите возрастает. Так, при изменении концентрации от 0,02% до 2,5% содержание P_2O_5 в цеолитах изменяется от 0,5% до 12,0%. Однако, при использовании фосфорной кислоты с концентрацией 3% и выше происходит разрушение цеолитной структуры с образованием непористой фазы тридимита, что подтверждается данными рентгенофазового анализа.

Модифицированные цеолиты обладают повышенной термостабильностью по сравнению с исходными алюмосиликатами, что подтверждается данными дифференциально- термического анализа. Так, разрушение цеолита типа NaY наблюдается при 870°C , в то время как термостабильность модифицированных фосфором образцов увеличилась до 945°C . Максимальная температура разрушения структуры цеолита 945°C достигается при содержании P_2O_5 равным 0,5%, дальнейшее увеличение концентрации фосфора в цеолите не приводит к заметному росту термической устойчивости.

Изменение термической устойчивости алюмосиликофосфатов по сравнению с алюмосиликатами, очевидно, связано с увеличением соотношения Si/Al , поскольку для разрыва связи $\text{Al}-\text{O}$ требуется меньшая энергия активации, чем для разрыва связи $\text{Si}-\text{O}$. Кроме того, повышение термостабильности модифицированных цеолитов может быть связано с вхождением фосфора в структуру цеолита, в виде связей $-\text{P}-\text{O}-\text{Si}-$. Возникновение таких связей возможно на стадии термообработки цеолита, когда удаляются гидроксильные группы и образуются новые связи $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{P}-$.

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ С НИЗКИМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ТКЛР ДЛЯ БЫТОВОЙ КЕРАМИКИ

О.В. Кичкайло

Научный руководитель – д.т.н., профессор *И.А. Левицкий*
Белорусский государственный технологический университет

Целью настоящего исследования является разработка керамических масс для производства универсальной термостойкой посуды, предназначенной для приготовления пищи на любых источниках нагрева: открытый огонь, электроплита, духовой шкаф, печь СВЧ и т. д.

По сравнению с аналогичными видами продукции, изготавливаемыми из алюминия и чугуна, термостойкие керамические изделия являются более конкурентоспособными ввиду безвредности их составов, а также экологической чистоты производства.

Исследования по синтезу составов масс, применяемых для изготовления изделий методом шликерного литья, проводились на основе области составов литийалюмосиликатной системы в полях кристаллизации эвкритита, сподумена и петалита вдоль линии составов этих кристаллических фаз.

На основе этой системы известны составы керамических масс для получения технической керамики, изготавливаемые методом полусухого и пластического прессования. В связи с широким ассортиментом изделий бытового назначения и сложностью их конфигурации производство их возможно с использованием метода литья в гипсовые формы. Это потребовало разработать составы литьевых шликеров и технологии получения указанных изделий.

Приготовление масс осуществлялось по шликерной технологии методом мокрого помола составляющих до остатка на сите № 0063 в количестве 1–2 %. Влажность шликера составляла 42–45 %. Текучесть после выстаивания в течение 30 с составляла 7,4–8,6 с, а после выстаивания в течение 30 мин – 12,4–14 с. Коэффициент загустеваемости шликера находился в интервале 1,62–1,67. Для обеспечения требуемых литьевых характеристик в состав вводился комплексный электролит в количестве 0,53–0,56 % сверх 100 % составляющих. Изготовленные сливным методом образцы высушивались до влажности не более 1,5 %, а затем подвергались обжигу в электрической печи при температурах 1100–1200° С с выдержкой при конечной температуре в течение 1 ч. Исследования основных физико-химических свойств показали, что ТКЛР образцов изменяется в интервале $(4,6–14,1) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$. Значения водопоглощения в зависимости от состава колеблются от 16 до 20 %. Рентгенофазовым анализом установлено, что основной кристаллической фазой является β -сподумен. Получение этой фазы наиболее целесообразно, т. к. именно она имеет низкое значение ТКЛР, что обеспечивает высокую термостойкость и механическую прочность изделий.

Дифференциально-термическим анализом зарегистрирован эндозффект в интервале температур 70–180° С с минимумом при 125° С, отвечающий выделению гигроскопической влаги. Эндозффекты при 405–510° С и 550–620° С связаны с выделением конституционной воды и разрушением структуры глинистых минералов. Минимум эндотермического эффекта при 720° С характеризует процесс диссоциации углекислого лития. При температуре 1050° С наблюдается экзотермический эффект, связанный с образованием β -сподуменной кристаллической фазы. Суммарная потеря массы при эндотермических эффектах составляет 16,5 %. Для обеспечения водонепроницаемости термостойкой керамической посуды предлагается декорировать ее фторопластовыми антипригарными композициями. Благодаря пористости керамических изделий обеспечивается высокая адгезия таких покрытий поверхностью керамического черепка посуды.

Разработанные керамические массы для получения термостойкой посуды апробированы на ОАО "Белхудожкерамика". Изделия прошли необходимые испытания, получено положительное заключение Минздрава Республики Беларусь о возможности использования нового вида керамической посуды для приготовления и хранения пищи.

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ПЛОТНОСПЕКШИХСЯ МАСС И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БЫТОВОЙ КЕРАМИКИ

Ю.А. Климош

Научный руководитель – д.т.н., профессор *И.А. Левицкий*
Белорусский государственный технологический университет

В настоящее время плотнospекшиеся керамические материалы пользуются повышенным спросом на мировом рынке изделий бытового назначения (вазы для цветов, горшки для жаркого, чайная и кофейная посуда, керамические бутылки для разлива напитков и др.), а их производство является перспективным и экономически целесообразным. Целью данных исследований являлась разработка составов керамических масс, обеспечивающих получение изделий с плотным спекшимся черепком (водопоглощение до 5 %) на основе глинистого сырья Беларуси при низкотемпературном обжиге (1000–1050 °С).

Для исследований выбраны керамические массы на основе смеси легкоплавких глин “Лукомль” Витебской области, “Гайдуковка” Минской области и комплексного плавня. В качестве составляющих комплексного плавня в данной работе использовалось бороалюмосиликатное стекло, содержащее в своем составе B_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O и K_2O в сочетании с нефелин-сиенитом. Соотношение указанных составляющих комплексного плавня варьировалось и составляло 1:1, 1:3, 3:1 соответственно. Использование комбинаций плавней за счет изменения соотношения RO/R_2O (где RO – CaO , MgO ; R_2O – Na_2O и K_2O) позволяет регулировать количество и реакционную способность расплава и тем самым интенсифицировать процессы спекания. Для расширения интервала спекшегося состояния и стимулирования процессов образования требуемых кристаллических фаз вводились огнеупорная глина Латненского месторождения (Россия) и лом шамотных огнеупоров в количестве по 10 % (здесь и далее по тексту указано массовое содержание).

Изготовление изделий осуществляли по традиционной шликерной технологии методом совместного мокрого помола всех составляющих до остатка на сите № 0063 в количестве 1,5–2,0 %. Влажность шликера составляла 42–45 %. Литье изделий производилось в гипсовые формы сливным способом. Высушенные образцы подвергали обжигу в электрической печи при температурах 950–1050 °С с выдержкой при конечной температуре 1 ч.

Проведенные исследования позволили установить определяющую роль оптимального соотношения комплексной флюсующей добавки на процессы формирования структуры и свойств материалов. Установлено, что это является главным фактором эффективного интенсифицирующего действия, приводящего к образованию низкотемпературных эвтектик и более раннему появлению расплава. Оптимальное соотношение нефелин-сиенита и стеклофритты в составе комплексного плавня составляет 1:1. Лучшие физико-химические свойства имеют образцы изделий, обожженные при температуре 1050 ± 20 °С: водопоглощение составляет 0,5–3,8 %; кажущаяся плотность – 2140–2450 кг/м³; пористость – 3,8–9,6 %; общая усадка – 3–8 %. Значения температурного коэффициента линейного расширения исследуемых масс находятся в пределах $(67–73) \cdot 10^{-7} K^{-1}$.

Рентгенофазовым анализом установлено, что основными кристаллическими фазами изделий являются анортит, α -кварц, гематит. Для обеспечения требуемой степени спекания и соответственно водонепроницаемости керамических изделий более желательной фазой является анортит. Образование максимального количества анортита фиксируется при температуре 1030–1050 °С, при обеспечении оптимального соотношения оксидов RO/R_2O , равного 1,2–1,5.

В ходе проведенных исследований разработаны составы масс, позволяющие получать изделия с плотным спекшимся черепком. Установлено, что для масс оптимальных составов сумма оксидов ($RO+R_2O+Fe_2O_3$) составляет не менее 17 %, содержание Al_2O_3 – не менее 18 %, а отношение Al_2O_3/SiO_2 – 0,25–0,3 при указанном выше соотношении RO/R_2O .

Керамические массы прошли промышленную апробацию и внедрены на ОАО “Белхудожкерамика” для производства штофов для разлива бальзама “Климовичский”.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЛОВЯННЫХ ПОКРЫТИЙ В КАЧЕСТВЕ МЕТАЛЛОРЕЗИСТА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

С.И. Коленциц

Научный руководитель – к.х.н., доцент *М.С. Капица*
Белорусский государственный технологический университет

Движение за полный запрет свинца в электронной аппаратуре набирает все большую силу во всех промышленно развитых странах. Переход на бессвинцовую технологию происходит в ответ на экологические и торговые барьеры, устанавливаемые в Японии и ряде европейских стран, которые полны решимости запретить импорт электронных устройств, содержащих токсичные металлы [1].

Перед предприятиями встает вопрос о замене покрытия олово-свинец (ПОС) на другие менее токсичные соединения, т.е. не содержащие свинец. В качестве альтернативы ПОС предлагается использовать чистое олово. Данное покрытие хорошо защищает рисунок печатной схемы от вытравливания, легко снимается, а соединения его менее токсичны. Олово может осаждаться как электрохимически, так и химически, и его пористость зависит не только от толщины, но и от способа его нанесения.

Целью проведенных исследований является выбор наиболее эффективного метода получения беспористого покрытия минимальной толщины с целью внедрения его в качестве металлорезиста в производство по изготовлению печатных плат (МЗПП). Были получены покрытия оловом различными методами, проведены предварительные испытания на пористость и устойчивость оловянного покрытия в растворе травления меди.

Методы контроля пористости покрытия основаны на взаимодействии основного металла или металла подслоя с реагентом в местах пор с образованием окрашенных соединений. Для определения толщины покрытия использовали метод капли. Метод основан на растворении покрытия соответствующим раствором, наносимым на поверхность каплями и выдерживаемым в течение определенного промежутка времени.

С целью сокращения расхода олова разработаны иммерсионные методы оловянирования печатных плат. Сущность иммерсионного лужения заключается в том, что за счет контактного обмена происходит растворение материала основы и осаждение олова. Процесс продолжается до тех пор, пока металл основы не прекратит растворяться за счет пассивации и поэтому толщина и пористость покрытия зависит от склонности материала основы к пассивации. Обычно толщина иммерсионных покрытий, прочно сцепленных с основой, составляет от 0,05 до 1 мкм [2].

По полученным результатам наилучшими характеристиками обладает иммерсионное олово: покрытие является беспористым и выдерживает процесс травления уже при толщине 3 мкм. Также процесс иммерсионного осаждения олова не требует затрат электроэнергии как в случае получения электрохимического олова и более прост в реализации, чем процесс осаждения химического олова. В ходе проведенной работы было установлено, что иммерсионное олово можно внедрять как защитный металлорезист при изготовлении печатных плат, вместо ПОС. Благодаря этому снизится расход сырья, электроэнергии, себестоимость ПП, не увеличивая цену, что весьма важно для конкурентной борьбы и для потребителя. Также благодаря замене ПОС улучшится экологическая безопасность производства ПП.

Литература.

1. Бессвинцовая технология – требование времени или прихоть законодателей от экологии? /В. Григорьев// Электронные компоненты. – 2003. Т 1, №5. – С. 10-29.
2. Финишные покрытия контактных площадок печатных плат. /А. Ефимов// Компоненты и технологии. – 2003. № 1. – С. 170-172.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Н.Н. Сидоров

Научный руководитель – к.п.н., доцент *Н.П. Краевская*
Белорусский государственный технологический университет

Номенклатура оборудования производств строительных материалов в последние годы постоянно расширяется. Выпускаемое многочисленными предприятиями оборудование одного и того же назначения имеет значительный разброс технических, эксплуатационных, качественных и других параметров. При проектировании различных систем, при замене оборудования необходимо оценить качество выбранного оборудования по совокупности параметров.

Целью работы является определение математического метода, позволяющего определить эффективность оборудования по качественным и количественным показателям.

Метод удельных показателей можно рекомендовать в случаях, когда оцениваемый вид оборудования входит в группу изделий, у которых есть один основной параметр, величина которого и определяет его эффективность. Недостаток данного метода заключается в том, что учитывается влияние только одного показателя.

Метод регрессивного анализа. Для расчета эффективности оборудования данным методом по имеющемуся оборудованию—аналогу определяют функцию зависимости эффективности от величины технико—экономических параметров. Недостаток данного метода заключается в том, что при увеличении количества параметров даже на один повышается на порядок сложность расчетов коэффициентов функции зависимости эффективности от величины параметров и снижается его точность.

Бальный метод. На основе экспериментальных оценок каждому параметру в зависимости от его значимости для проектанта присваивается определенный вес (коэффициент значимости). Недостатком этого метода является субъективность определения количества баллов и значимости параметра; кроме того, при большом количестве параметров веса принимают значения, близкие к нулю, что нивелирует влияние различных параметров на показатель эффективности.

Метод многокритериального ранжирования. Каждый признак оборудования определённым образом влияет на эффективность оборудования. При решении задачи нечеткого математического программирования определяется показатель эффективности оборудования.

Определение показателя эффективности механического, электросилового, осветительного оборудования математическими методами выявило универсальность метода многокритериального ранжирования, так как этот метод позволяет довольно точно оценить преимущества, как при большом, так и при малом количестве сравниваемого оборудования и его параметров; не требует оценки весов параметров, что всегда субъективно, особенно при большом их числе.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗОМЕРНОГО СОСТАВА НЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

А.Н. Кулакова

Научный руководитель – к.х.н., доцент *И.И. Глоба*
Белорусский государственный технологический университет

Цель работы - изучение современного состояния исследований направленных на определение в продуктах питания транс-изомеров ненасыщенных жирных кислот (НЖК), как веществ, повышающих содержание холестерина в плазме крови, способствующих

возникновению заболеваний коронарной сердечной системы, появлению ряда других негативных для здоровья последствий.[1]

Содержание транс-изомеров НЖК в продуктах питания в странах СНГ, в т.ч. и в РБ, не регламентируется. Отсутствуют стандартные методики его определения. Исследования в этом направлении практически находятся в начальной стадии.

Из анализа зарубежной научной литературы следует, что для определения содержания транс-изомеров НЖК в различных пищевых продуктах используется несколько методов: газовая хроматография, жидкостная хроматография, спектроскопия ЯМР ^1H и ^{13}C , капиллярный электрофорез и ИК-спектроскопия.

Наиболее перспективным методом определения изомерного состава НЖК представляется ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье (Фурье-ИКС), как метод, обладающий высокой экспрессностью, более высокой разрешающей способностью и точностью определения волновых чисел по сравнению с традиционной ИК-спектроскопией.

При определении содержания транс-изомеров НЖК с помощью данного метода стандартная ошибка результатов определения составляет 0,006-0,04%. Общее время определения составляет менее двух минут.[2]. Метод дает возможность определения транс-изомеров НЖК в пищевых продуктах в интервале концентраций 1-40% от общего содержания жиров.[3]

Литература

1. Левачев М.М. Транс-изомеры жирных кислот: пока бояться нечего// Химия и жизнь.- 1999.-№8.-С.58-60

2. Li H., Sedman J., Van de Voort F.R., Ismail. A.A. Rapid determination of cis and trans content, iodine value, and saponification number of edible oils by FT-NIR spectroscopy // J. of American Oil Chem. Soc.- 1999.-76,№4.-С.491-497

3. Canada M., Medina A., Lendle B. Determination of free fatty acids in edible oils by continuous-flow analysis with FT-IR spectroscopic detection // Appl. Spectroscopy.-2001.-Vol. 55, № 3.-С.356-360.

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{La}_x\text{Gd}_{1-x}\text{CoO}_3$, $\text{La}_x\text{Nd}_{1-x}\text{CoO}_3$, $\text{Nd}_x\text{Gd}_{1-x}\text{CoO}_3$

С.В. Курган

Научные руководители – д.х.н., профессор *Л.А. Башкиров*, к.х.н., доцент *Г.С. Петров*
Белорусский государственный технологический университет

Кобальтиты редкоземельных элементов LnCoO_3 со структурой перовскита, а также их твердые растворы, в которых ионы Ln^{3+} частично замещены ионами щелочноземельных элементов, обладают комплексом интересных электрических, магнитных, каталитических и др. свойств, в связи с чем они интенсивно исследуются во всём мире. Повышенный интерес к кобальтитам связан как с большой научной значимостью получаемых результатов, так и с практическим использованием их в качестве резисторов, электродных материалов для гальванических элементов с твердым электролитом, а также для изготовления керамических мембран для разработки новых экологически чистых эффективных способов получения чистого кислорода из воздуха и устройств (химических реакторов), в которых одновременно используются их каталитические свойства и мембранное разделение газовых смесей. При этом в литературе отсутствуют данные о физико-химических свойствах твердых растворов кобальтитов редкоземельных элементов, в которых один РЗЭ частично замещен на другой.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование физико-химических свойств (параметров кристаллической решетки, ИК-спектров, электропроводности и термического расширения) твердых растворов $\text{La}_x\text{Gd}_{1-x}\text{CoO}_3$, $\text{La}_x\text{Nd}_{1-x}\text{CoO}_3$, $\text{Nd}_x\text{Gd}_{1-x}\text{CoO}_3$ ($x = 0$; 0,1; 0,25; 0,50; 0,75; 0,9; 1).

Синтез твердых растворов проводили керамическим методом на воздухе из оксидов лантана, неодима, гадолиния и Co_3O_4 при температуре 1073 – 1473 К с неоднократными

промежуточными помолами и перепрессовываниями. Измерения электропроводности проводили на воздухе на постоянном токе четырехзондовым методом с использованием серебряных электродов в интервале температур 300 – 1100 К. Термическое расширение образцов измеряли на воздухе в интервале температур 300 – 1100 К с помощью кварцевого dilatометра собственной конструкции.

Рентгенофазовый анализ показал, что все образцы являются однофазными. Получены ИК-спектры, определены параметры кристаллической решетки синтезированных твердых растворов, измерены на воздухе температурные зависимости электропроводности (σ) объемных и пленочных образцов и их термического расширения. Обсуждено влияние природы и содержания компонентов в твердых растворах на физико-химические свойства образцов.

Для всех исследованных твердых растворов кобальтитов на температурных зависимостях электропроводности и термического расширения наблюдаются аномалии, связанные с фазовыми переходами металл – полупроводник, и, возможно, со спиновыми переходами в ионе кобальта. Для отдельных линейных участков температурных зависимостей электропроводности рассчитаны величины энергии активации электропроводности. На основании dilatометрических данных рассчитаны величины термического коэффициента линейного расширения (α) исследованных образцов для разных температурных интервалов, которые в общем были близки к соответствующим величинам для чистых кобальтитов РЗЭ. На основе данных по электропроводности и dilatометрии построены фазовые диаграммы $T-x(\sigma)$ и $T-x(\alpha)$ исследованных твердых растворов, которые являются в целом похожими.

Все представленные в работе данные получены впервые.

Работа выполнена при финансовой поддержке МНТЦ (проект № В-625).

ПРИМЕНЕНИЕ ФУРЬЕ-ИК-СПЕКТРОСКОПИИ В КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

О.С. Курец

Научный руководитель – к.х.н., доцент *И.И. Глеба*

Белорусский государственный технологический университет

Целью данной работы является анализ состояния исследований, направленных на использование потенциальных возможностей инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (Фурье-ИКС) для решения очень актуальной проблемы – контроля качества продуктов питания.

В научной литературе, издаваемой в странах СНГ, информация о применении Фурье-ИКС в контроле качества продукции отсутствует. Отсутствуют стандартные методики контроля качества, основанные на использовании этого метода.

Анализ данных, приведенных в зарубежной литературе, показал, что метод Фурье-ИКС широко применяется при контроле качества пива, безалкогольных напитков, кофе, меда, пищевых жиров и масел и других продуктов питания в целях определения органических кислот, сахаров [1], этанола, искусственных подсластителей, кофеина [2], витаминов и т.п. Особо перспективной для практического использования представляется возможность определения Фурье-ИКС стереоизомерного состава пищевых жиров. При этом стандартная ошибка результатов определения составляет 0,006–0,04%. Продолжительность анализа составляет примерно 2-3 минуты.

Результаты исследований свидетельствуют о целесообразности использования метода Фурье-ИКС для контроля качества продуктов питания, т.к. данный метод во многих случаях превосходит традиционные методы по чувствительности, точности, экономичности и, особенно, экспрессности. Он может использоваться при контроле качества, как сырья, так и готовой продукции, и служить основой систем непрерывного контроля при производстве продуктов питания и их хранении.

Литература

1. Le Thanh Hai, Lendl Bernhard. Применение последовательного инъекционного метода с применением ИК-спектроскопии с Фурье-преобразованием для одновременного определения

органических кислот и сахаров в безалкогольных напитках с использованием автоматизированной твердофазной экстракции // *Anal. chim. acta.*, 2000. – С. 63-69.

2. Garrigues J., Bouhsain Z., Garrigues S. Применение ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье для определения кофеина в образцах обожженного кофе // *J. Anal. Chem.*, 2000. – С. 319-322.

ОКИСЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ РЕАКЦИОННЫХ СПЕКОВ

М.А. Курс

Научный руководитель – *И.И. Курило*

Белорусский государственный технологический университет

Рост производства синтетических алмазных порошков требует разработки высокоэффективных экологически безопасных технологий очистки алмазов от продуктов синтеза, предусматривающих как окисление неперекристаллизовавшегося графита и металлических составляющих спеков, так и извлечение металлов-катализаторов в пригодном для дальнейшего использования виде.

Целью данной работы явилось изучение кинетических особенностей процесса селективного анодного окисления металлических составляющих реакционных спеков в кислых средах.

В качестве исходного материала использовали были исследованы промышленные образцы реакционных спеков с габаритной поверхностью $1,26 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$, содержащие, % (масс.): алмазов 12-14, никеля 30, марганца 20, остальное - неперекристаллизовавшийся графит. Хроновольтамперометрические исследования проводили с помощью потенциостата ПИ-50-1 и двухкоординатного графопостроителя марки ПДД-1. Скорость развертки потенциала составляла $0,02 \text{ В с}^{-1}$. В качестве электрода сравнения использовался насыщенный хлорсеребряный электрод при температуре опытов. Необходимый гидродинамический режим обеспечивался с помощью магнитной мешалки ММ-5. Температурные режимы поддерживались с помощью термостата УТУ-2/77 с точностью $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{С}$.

Хроновольтамперометрические исследования показали, что в растворах HCl , H_2SO_4 и HNO_3 при потенциалах положительнее $0,2 \text{ В}$ наблюдается селективное растворение никеля и марганца. Ввиду высоких депассивирующих свойств хлорид-ионов и растворимости хлоридов металлов, максимальные токи анодного растворения наблюдаются в растворах соляной кислоты ($4,8 \cdot 10^{-3} \text{ А м}^{-2}$). Анодная поляризация реакционного спека в растворах серной кислоты характеризуется наименьшими скоростями растворения, что объясняется пассивацией металлов и формированием защитной пленки оксидов и гидроксидов. Кроме того, в сернокислых электролитах возможно протекание процесса интеркалирования графита с образованием межслойных соединений гидросульфата графита типа $\text{C}_x\text{HSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{SO}_4$, увеличивающих степень разбухания, деформацию исследуемых композиций и, следовательно, доступ к внутренним металлосодержащим слоям. Селективное растворение металлов-катализаторов, высокая химическая устойчивость углеродной составляющей спека в этих средах приводят к созданию пористой структуры, и дальнейшее растворение контролируется стационарной объемной диффузией ионов металлов в порах углеродной матрицы.

В азотнокислых растворах скорость окисления металлических составляющих спека высока и практически отсутствует область пассивации. Увеличение концентрации кислоты приводит снижению скорости анодного растворения, что объясняется деполаризующим действием азотистой кислоты, образующейся при катодном восстановлении HNO_3 . С накоплением HNO_2 возрастает анодная плотность тока, достигая критического значения, при котором поверхность становится пассивной. Однако при увеличении концентрации азотной кислоты значительно интенсифицируется процесс в пассивной области, что обусловлено окислением углерода.

Установлено, что интенсификация гидродинамического режима и повышение температуры значительно интенсифицирует процесс электрохимического окисления

металлических составляющих спека, что объясняется изменением скорости диффузии, снижением перенапряжения электродных процессов, увеличением растворимости продуктов окисления, снижением пассивирующего действия поверхностных слоев на металлах.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ИНГИБИРОВАННЫХ РАСТВОРАХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Л.В. Липень., Н.В. Дедова

Научные руководители – к.х.н., доцент *Н.П. Иванова*, к.т.н., доцент *А.И. Гарост*
Белорусский государственный технологический университет

Смазочно-охлаждающие жидкости являются самой распространенной технологической средой при обработке материалов, такой как точение, сверление, фрезерование, строгание, шлифование и других видах обработки. Поверхность металла подвергается коррозии под воздействием кислорода влаги и других агрессивных веществ, поэтому основная цель в борьбе с коррозией заключается в предотвращении доступа этих веществ к поверхности, для чего и используют смазочно-охлаждающие жидкости. Главной целью их применения является снижение изнашивания режущего инструмента, улучшение качества обрабатываемой поверхности и повышение производительности труда. Это достигается путем реализации охлаждающего (отвод тепла от обрабатываемой детали и режущего инструмента), смазывающего (уменьшение силы трения и явления схватывания на контактирующих поверхностях инструмента, обрабатываемой детали и стружки), моющего (удаление с поверхности режущего инструмента, с обрабатываемой детали и детали станка продуктов износа инструментов и мелкой стружки), режущего (облегчение разрыва связей в обрабатываемом материале при внедрении инструмента), пластифицирующего, а так же смачивающего воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей.

Современные смазочно-охлаждающие жидкости - это многокомпонентные системы, содержащие минеральные масла, хлорированные углеводороды, осерненные и сульфохлорированные жиры, эмульгаторы, стабилизирующие присадки, ингибиторы коррозии и некоторые другие добавки.

Исследованию подвергались 5 % водные растворы смазочно-охлаждающих жидкостей, приготовленных на основе канифоли ЖМ, олеиновой кислоты ОЛЕАТ-ТЭА и тержневой смолы ТМВС-2 с добавлением ингибиторов коррозии на образцах из стали 45 различной термической обработки и чугуна марки СЧ. Анализ коррозионного процесса металлических материалов проводился с использованием весового метода, позволяющего количественно определить коррозию по привесу или убыли массы образца и с помощью глубинного показателя коррозии, и методом измерения изменения потенциала материала во времени и раскрытии механизма коррозии.

Результаты исследования стойкости металлических материалов в изученных смазочно-охлаждающих жидкостях показывают, что сталь 45 различной термической обработки является наиболее устойчивой в смазочно-охлаждающей жидкости на основе олеиновой кислоты ОЛЕАТ-ТЭА (глубинный показатель коррозии находится в интервале 0.05-0.082 мм/год), чугун марки СЧ наиболее устойчив в 5 % растворе этой же смазочно-охлаждающей жидкости с добавлением 0.05 г/л ингибитора коррозии (глубинный показатель коррозии 0.072 мм/год).

В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей для обработки металлов могут быть использованы принципиально новые растворы на основе акриловых полимеров с органическими ингибиторами и ингибиторами-пассиваторами.

Литература

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием : Справочник / Под общ. ред. проф. С. Г. Энтелиса и канд. техн. наук Э. М. Берлинера.– М.: Машиностроение, 1995.–496 с.

ЦИРКОНИЕВЫЕ НЕФРИТТОВАННЫЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ САНИТАРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Н.В. Мазура

Научный руководитель – д.т.н., профессор *И.А. Левицкий*
Белорусский государственный технологический университет

Разработка составов нефриттованных глазурей повышенной белизны для санитарных керамических изделий на основе фарфоровых масс является актуальной задачей, обеспечивающей повышение конкурентоспособности продукции.

Синтез нефриттованных глазурей осуществлялся в оксидной системе $R_2O - RO - Al_2O_3 - ZrO_2 - SiO_2$ с добавками SnO_2 , где $R_2O - K_2O$ и Na_2O , а $RO - CaO, MgO, BaO$ и ZnO . В качестве сырья использовались пегматит, кварцевый песок, доломит, глинозем, циркосил, белила цинковые, барий углекислый, каолин, диоксид олова, глина огнеупорная. В ходе работы было исследовано пять серий составов.

Приготовление глазурей производилось совместным мокрым помолом составляющих в шаровой мельнице до остатка 0,1% на сите № 0056. С целью обеспечения требуемых реологических характеристик глазурной суспензии в ее состав вводился триполифосфат натрия в количестве 0,15%.

После магнитного обогащения глазурная суспензия наносилась на высушенный до остаточной влажности не более 1% черепок фарфоровых изделий методом полива. Обжиг глазурованных образцов производился при температуре 1180 – 1200⁰С с выдержкой при максимальной температуре 1,5 ч в муфельной электрической печи.

Полученные результаты позволяют выбрать в качестве оптимальной пятую серию глазурей, характеризующихся высоким уровнем свойств и отсутствием в составе чрезвычайно опасных и высоко опасных компонентов: углекислый барий и цинковые белила соответственно.

Белизна синтезированных глазурей составляет 80 – 82%, блеск 74 – 76%. Данные показатели измерялись с помощью блескомера фотоэлектрического ФБ-2.

Высокая степень белизны глазурных покрытий обеспечивалась за счет формирования на поверхности глазурного слоя кристаллов циркона и касситерита, равномерно распределенных на поверхности огневого зеркала. Доля кристаллических новообразований во многом определяется химическим составом стекла и повышается пропорционально введенному количеству циркосила в состав глазури.

Предполагается следующий механизм формирования глазурной глазури. Значительные температурные и изотермические выдержки приводят к переходу в расплав составляющих сырьевых материалов, включая циркосил. Целиком нерасплавившиеся зерна SnO_2 являются инициаторами кристаллизации и приводят к формированию кристаллов циркона $ZrSiO_4$ преимущественно призматической формы.

Синтезированные глазури характеризуются значениями микротвердости: 6278 – 7331 МПа, которые закономерно возрастают с увеличением содержания кристаллических новообразований в глазурном слое. Исследования производились с помощью микротвердомера ПТМ-3М с микрометром фотоэлектрическим ФОМ-2.

Термостойкость и химическая стойкость, определенные по стандартным методикам ГОСТ 13449 – 82, показывают соответствие опытных глазурей требованиям нормативной документации.

Термический коэффициент линейного расширения глазурей, измеренный при помощи кварцевого горизонтального dilatометра системы ГИС, составляет $(54,9 - 55,8) \cdot 10^{-7} K^{-1}$, что на 8 – 12% меньше, чем у черепка.

Оптимальные составы прошли апробацию в производственных условиях на ОАО “Керамин”, в результате чего было установлено, что по блеску и белизне опытные глазури не уступают заводским, а по микротвердости превосходят последние на 12 – 18 %. Кроме того, синтезированные глазури не содержат токсичных чрезвычайно опасных и высоко опасных компонентов.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПЕРЕКИСНЫХ ТРАВИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ МЕДИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Е.А. Макарский

Научный руководитель – к.х.н., доцент *М.С. Капица*
Белорусский государственный технологический университет

В производстве печатных плат одним из основных химических процессов является травление меди, которое определяет плотность рисунка и качество изготовления печатной схемы. На предприятиях радиоэлектронной промышленности наиболее широко используют медно-аммонийные растворы и растворы содержащие соляную или серную кислоту и перекись водорода. Перекисные травильные растворы имеют ряд преимуществ по сравнению с медно-аммонийными: упрощается обработка стоков, улучшается рабочая атмосфера, так как раствор не содержит аммиака. Однако они имеют существенный недостаток, связанный с бесполезным расходом дорогостоящей перекиси водорода/1/. Участвуя вместе с сильной минеральной кислотой в процессе растворения меди, перекись водорода одновременно подвергается в присутствии ионов меди каталитическому разложению. Скорость этого процесса велика, поскольку ионы меди, присутствующие в травильном растворе в большом количестве, являются чрезвычайно активным катализатором этого процесса. Для увеличения эффективности использования перекиси водорода, то есть снижения скорости ее саморазложения, в раствор необходимо ввести специальные добавки – стабилизаторы, в качестве которых можно использовать фосфаты, спирты, эфиры, сахара и их производные, сульфоновые кислоты и другие. Желательно, чтобы стабилизаторы являлись одновременно ускорителями процесса травления /2/.

Целью проведенных исследований является выбор наиболее эффективного стабилизатора с целью внедрения данного раствора на производстве (ЗПП). Были исследованы хлоридные и сульфатные перекисные растворы по их основным характеристикам: рабочая емкость по меди (С, г/л); начальной, максимальной и конечной скорости травления (V, мкм/мин). Скорость травления определяли гравиметрическим способом. Для количественного определения содержания перекиси водорода использовали перманганатометрический метод. Наиболее перспективным для дальнейшего исследования является раствор следующего состава: H_2O_2 – 70 г/л, HCl – 85 г/л. Раствор предложенного состава имеет скорость травления равную 17,4 мкм/мин и рабочую емкость по меди – 20-30 г/л при плотности загрузки 2 $дм^2/л$ и $t=45^{\circ}C$. При накоплении ионов Cu^{2+} более 10 г/л в хлоридном растворе скорость сильно снижается и составляет 11,1 мкм/мин. Не менее перспективным для исследования является серноокислый перекисный раствор травления состава H_2O_2 – 80 г/л, H_2SO_4 – 340 г/л. Он имеет заметно меньшую скорость травления (4,0 мкм/мин при комнатной температуре и 7,8 мкм/мин при нагревании) и следовательно, его использование эффективно только при повышенных температурах. Но этот раствор имеет более постоянную с течением времени скорость травления, а следовательно, процесс травления легче поддается автоматизации. Содержание активного кислорода в сульфатном перекисном растворе на 15-25 % выше, чем в хлоридном и снижается в обоих растворах с примерно одинаковой скоростью.

В качестве стабилизаторов были исследованы: сульфарсазен, дифенилкарбадин, KI, БЭСМ, H_3PO_4 и др. наиболее эффективными оказались сульфарсазен, стабилизатор 1 (СТ-1), СТ-2, СТ-3. Было установлено, что данные добавки помимо стабилизации перекиси повышают скорость процесса травления меди, т.е. являются стабилизирующими и ускоряющими одновременно.

Литература

1. Химия и технология перекиси водорода. Монография под редакцией Г. А. Серышева. Л.: Химия, 1984. – 172с.
2. Пат. 1612508, С 01 В 15/037. Способ стабилизации перекиси водорода./А. В. Артемов, В. В. Павлова, Н.Н. Павлов. - № 4167722/26; Заявл. 25.12.1986; Оpubл. 30.07.1994 // Изобретения.-1995.

КИСЛОТОСТОЙКОСТЬ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

С.А. Марцинкьян

Научные руководители – д.т.н., профессор *И.В. Пищ*, к.х.н. *Г.Н. Супиченко*
Белорусский государственный технологический университет

Коррозионное разрушение керамических материалов под действием агрессивных реагентов приводит к полной или частичной потере прочности образцов. Скорость коррозии, с одной стороны, зависит от концентрации реагентов, температуры, давления, с другой стороны - предопределяется наличием пор, их формой, размером, распределением кристаллической и стекловидной фаз в керамических материалах. Известно, что при химическом взаимодействии минеральных кислот с керамикой происходит растворение и разложение аморфных и кристаллических фаз [1].

Целью данной работы было изучение кислотоустойчивости керамических образцов в зависимости от концентрации применяемой кислоты, времени воздействия.

Объектом нашего исследования являлись образцы, состав массы которых был синтезирован ранее на основе системы – глина-шамот-гранитные отсеvy при 1000 °С [2].

Кислотостойкость керамического материала определяли по методике ГОСТ 473.1-81 с использованием растворов H₂SO₄ (94 %, 60 %, 30 %) и различного времени обработки образцов. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Коррозионная устойчивость образцов при обработке кипящей H₂SO₄

Концентрация H ₂ SO ₄ , %	Потери массы (%) за время обработки (ч)					
	1	2	3	4	5	6
94	97.89	96.37	93.98	94.80	95.13	95.76
60	98.80	98.77	98.42	98.11	97.39	96.32
30	99.42	99.27	98.97	98.79	98.26	98.07

Таким образом выяснено, что наибольшие коррозионные изменения керамических материалов вызывает концентрированная серная кислота (94 %). Причем скорость коррозии в течение первых трех часов максимальна. Анализ раствора H₂SO₄ после трехчасовой обработки показал, что изменение состава керамики (в расчете на оксиды) составляет: 1,40 % Fe₂O₃; 0,96 % K₂O; 0,27 % Na₂O.

Литература

1. Павлов В.Ф. Физико-химические основы обжига изделий в строительной керамике. М.: Стройиздат, 1977. 240 с.
2. И.В.Пищ, Кирдяшкина Н.А., Пунько Г.Н. Влияние гранитных отсеv на свойства кислотоупоров // Стекло и керамика. – 2000, № 12. - С. 14-15.

ПОЛИИМИДЫ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

В.Л. Морозова

Научный руководитель – д.т.н., профессор *Э.Т. Крутько*
Белорусский государственный технологический университет

Надежность интегральных микросхем существенно зависит от пассивных элементов, в первую очередь резисторов. Материалы наряду с технологией и оборудованием относятся к факторам определяющим прогресс в современной микроэлектронике.

Полимеры широко используются в микроэлектронике в качестве изоляционных покрытий, катионитов, фоторезистов и т. д.

Использование полиимидных композиций существенно облегчает процесс изготовления интегральных микросхем.

Из полиимидов можно приготовить как негативные, так и позитивные светочувствительные композиции, которые изменяют свою растворимость в результате воздействия светового излучения.

О пригодности использования того или иного полимера судят по совокупности механических, химических, электрохимических, теплофизических, термических, адгезионных и др. свойств.

При практическом использовании нередко полиимидные материалы выполняют несколько функций одновременно. В данной работе изучен ряд полиимидных композиций, обладающих фоторезистивными свойствами и повышенной адгезионной прочностью к полупроводниковым подложкам, исследованы термические, механические и электрофизические свойства полиимидных пленок и покрытий на основе разработанных композиций.

Полиимидные композиции получали введением в раствор полиамидокислоты на основе 4,4-диаминодифенилоксида и пиромелитового диангидрида расчетных количеств модифицирующих компонентов различного химического строения (бисмалеинимиды, хромат калия и др.).

Композиции наносили на подложку методом полива или центрифугированием с последующим удалением растворителя в вакууме или инертной среде и термообработкой образцов при постоянном подъеме температуре от 20°C до 350°C в вакууме или инертной среде.

Высокомолекулярную полиамидокислоту с пленкообразующими свойствами синтезировали низкотемпературной поликонденсацией диамина с диангидридом в среде диметилформамида в оптимальных условиях эксперимента.

Литература

1. Н.С. Буданова. Химические и электрохимические основы микроэлектронных процессов.-М.:Из-во МАИ, 1991.
2. В.З. Петрова, И.А. Ханова, В.И. Гребенькова, Р.Ф. Шутова. Химия в микроэлектронике.-М.:МИЭТ, 1993.
3. Н.А. Аваев. Основы микроэлектроники.-М.:Из-во МАИ, 1991.

БЕЗОТХОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ ВЕРХОВОГО ТОРФА БЕЛКОМ

Ю.Н. Погорелова

Научный руководитель – к.х.н., доцент *В.С. Болтовский*
Белорусский государственный технологический университет

Одним из основных видов природных ресурсов Республики Беларусь является постоянно возобновляемая углеводсодержащая растительная биомасса, которая широко используется в различных отраслях промышленности. В условиях дефицита кормового белка во многих странах, в том числе и Республике Беларусь, важным направлением использования растительного сырья является получение на его основе белковых кормовых добавок.

Белок, получаемый микробиологическим способом, имеет сбалансированный состав по аминокислотам и другим компонентам, высокую скорость роста по сравнению с растительным и животным белком. В гидролизном производстве, являющимся традиционным производителем кормовых дрожжей, их получают культивированием на гидролизатах древесного сырья, применяемого в виде отходов лесопиления и деревообработки. Этот процесс является чрезвычайно энергоёмким, и, кроме того, сопровождается значительным количеством отходов (главным образом технического лигнина), сточных вод и выбросов в атмосферу. Альтернативой данному способу является прямая микробиологическая конверсия углеводов

растительного сырья. Этот способ значительно менее энергоёмок, так как осуществляется при невысоких температурах, практически безотходен.

Применение для прямой биоконверсии микроорганизмами или ферментными препаратами природных лигноцеллюлозных материалов требует осуществления их предварительной обработки, что повышает энергозатраты и усложняет технологию. Одним из перспективных видов сырья для биоконверсии является верховой торф с низкой степенью разложения, прошедший предварительную биологическую обработку в естественных условиях. По содержанию легкогидролизуемых полисахаридов он приближается к традиционным грубым кормам, но выгодно отличается от них количеством макро- и микроэлементов и, особенно, биологически активных веществ. Кроме того, наличие в его составе низкомолекулярных жирных кислот и веществ фенольной природы придаёт ему бактерицидные свойства.

Целью работы являлось исследование процесса прямой биоконверсии верхового торфа микроорганизмами для его обогащения белком и последующего использования в качестве белковой кормовой добавки. В качестве продуцентов белка использовали перспективные для биоконверсии монокультуры мицелиальных грибов *Aspergillus sp.* и *Trichoderma sp.*, выделенные путём селекции из верхового торфа.

Процесс твердофазной ферментации слаборазложившегося торфа известного состава проводили в условиях асептики на чашках Петри в течение 7 суток при влажности субстрата 65-75% и температуре ферментации 30°C. Исходный торф предварительно подвергали пропариванию при 120°C в течение 40 мин. с целью стерилизации и одновременного повышения реакционной способности. В конечном продукте после ферментации определяли содержание моносахаридов, белка, потерю массы и групповой химический состав.

Наибольшее накопление белка (сырого протеина) достигается за 7 суток процесса и составляет по абсолютному значению 8,97 % и 9,24 % от массы абсолютно сухого субстрата для *Trichoderma sp.* и *Aspergillus sp.*, соответственно. При этом в конечном продукте остаются неутрализованные моносахариды, количество которых несущественно изменяется в процессе ферментации. Для их более полной утилизации целесообразно использовать ассоциацию микроорганизмов в виде мицелиальных грибов и дрожжей. При применении ассоциации грибов *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.* и дрожжей вида *Candida tropicalis* содержание белка после 7-ми суток культивирования составило 10,41%.

На основании полученных результатов разработаны режимы и технологический процесс прямой биоконверсии верхового слаборазложившегося торфа микроорганизмами путём твердофазной ферментации для его обогащения белком и возможности использования в качестве кормовой добавки.

О ВЛИЯНИИ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ И ДОБАВОК НА СИНТЕЗ КОРДИЕРИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Р.Ю. Попов

Научный руководитель – к.т.н., доцент *И.М. Терещенко*
Белорусский государственный технологический университет

Целью настоящей работы являлось получение устойчивых к термическому удару изделий, обладающих также достаточно высокой механической прочностью в условиях низкотемпературного однократного обжига при температуре, не превышающей 1200°C. Это означает, что выход кордиерита в составе продуктов обжига не должен составлять менее 80%. Механическая же прочность изделий обеспечивается их достаточно высокой степенью спекания.

В качестве способов воздействия на кинетику спекания и кордиеритообразования в настоящей работе использовались следующие:

- 1) рациональный подбор эффективных типов материалов;
- 2) введение минерализующих добавок.

Так, для синтеза кордиерита использовалось следующее сырьё: тальк шабровского месторождения, огнеупорная глина ДН-0 и гидрат оксида алюминия синтетический. Его выбор обусловлен чрезвычайно высокой дисперсностью, образующихся в обжиге модификаций глинозема и их последующим активным вовлечением в реакции кордиеритообразования. Что же касается использования глины ДН-0, то ее особенностью является минералогический состав, включающий каолинит и около 20% гидрослюд. Как показали экспериментальные данные, введение гидрослюдистого компонента в состав опытных масс в количестве, ограниченном общим содержанием щелочей в массе не более 1,6 мас.% снижает температуру спекания на 60-70°C. В итоге содержание кордиерита в продуктах обжига возрастает на 15-20% в сравнении с традиционными тальк-каолинит-глиноземистыми композициями при тех же условиях обжига.

Изучение влияния различных добавок показало, что наиболее эффективно на скорость кордиеритообразования влияет введение в шихту тонкоизмельченного (фракция < 1 мкм) спека кордиерита, синтезируемого предварительно из того же сырья при температуре 1400°C (выдержка 4 часа). Установлено, что добавка 4-5 мас.% кордиеритового спека снижает примерно на 50-60°C температуру появления кордиерита, а также обеспечивает повышенный выход кордиерита в продуктах обжига. Очевидно, это происходит вследствие того, что зерна тонкодисперсного кордиерита, введенные в исходную массу выполняют роль центров, на основе которых в ходе обжига происходит рост кристаллов кордиерита.

Таким образом, в ходе проведенного исследования заложены основы эффективной технологии получения кордиеритовых изделий, обеспечивающей получение термостойкой керамики, содержащей не менее 80% кордиерита, получаемой в ходе низкотемпературного скоростного обжига при 1180-1200°C.

Основные свойства полученного материала следующие: ТКЛР – $2,207 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$; термостойкость >100 теплосмен; химическая устойчивость к кислотам – 98,9%; электрическое сопротивление – $2 \cdot 10^{12} \text{ Ом см}$ при 100°C.

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ КАК ВОЗМОЖНЫЙ СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН

А.А. Русова

Научный руководитель – д.т.н. *Э.Т. Крутько*
Белорусский государственный технологический университет

Спектр применяемых в различных областях науки и техники углеродных волокнистых материалов (УВМ), обладающих уникальными механическими и физико-химическими свойствами, достаточно широк.

Углеродные волокнистые материалы получают путём высокотемпературных превращений без доступа воздуха (процесс пиролиза) исходных волокон-прекурсоров.

Модифицированные углеродные волокна получают путём физической или химической обработки исходных волокон или уже готовых углеродных волокнистых материалов.

Проведя высокотемпературную активацию в среде водяного пара или углекислого газа при температуре 600 -1000°C.получают углеродные волокнистые адсорбенты (УВА) с внутренней активной поверхностью 500 – 1500 м²/г.

Обработкой УВА окислителями, концентрированными растворами кислот и другими реагентами получают УВМ-катионообменники. Путём аминирования (с предварительным хлорированием или без него) в парах аммиака, пиридина при нагревании получают УВМ-анионообменники.

Введением в исходные волокна или в УВА солей различных металлов и последующей термической обработкой, при которой происходит восстановление металлов, получают металлосодержащие УВМ-катализаторы для нефтехимической промышленности с высокой каталитической активностью.

Углеродные волокна и углеродные волокнистые материалы как наполнители композитов могут подвергаться поверхностным обработкам с целью повышения адгезии, в том числе – окислению (адгезия к полимерным матрицам) или металлизации (адгезия к металлическим матрицам).

В данной работе проведены исследования возможности химической модификации полиимидных полимеров углеродными волокнами с целью придания диэлектрическим полиимидным материалам электропроводящие свойства.

Полиимидные композиции, наполненные углеродными волокнами, получали путём введения в 20 %-ный раствор полиамидокислоты на основе 4,4'-диаминодифенилоксида и пиромеллитового диангида углеродного волокна в расчётных количествах (0,1-2,0 мас %).

Полиамидокислоту синтезировали путём низкотемпературной поликонденсации 4,4'-диаминодифенилоксида диангидридом пиромеллитовой кислоты в диметилформамиде при 20°C. Композицию наносили на стеклянные подложки и после удаления растворителя подвергали термической твёрдофазной циклодегидратации в вакууме при постоянном подъёме температуры от 20 до 400 °C.

Проведены исследования механических, термических и электрофизических свойств полученных образцов.

Литература

1. И.Н. Ермоленко, В.И. Дубкова, И.П. Люблинер. Новое в формировании композиции с волокнистыми наполнителями.— В кн.: Международный симпозиум по макромолекулярной химии: Тез. Кратких сообщ.- М.: Наука, 1978, т. 6, с.65.

2. В.Я Варшавский. Композиционные материалы на основе углеродных волокон.-В кн.: Итоги науки и техники. Химия и технология высокомолекулярных соединений. М., 1976, т. 8, с 67-120; 1977, т. 9, с. 161-208.

3. А.А. Конкин. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы.-М.: Химия, 1974.-376 с.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК $BaFe_{12}O_{19}$, ПОЛУЧЕННЫХ В ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ $BaFe_2O_4/Fe_2O_3$ /СИТАЛЛ

С.В. Смоленчук

Научные руководители – д.х.н., профессор *Л.А. Башикиров*, д.х.н. *В.В. Паньков*
Белорусский государственный технологический университет

Гексагональные ферриты М-типа ($BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$) известны по причине высокой одноосной магнетокристаллической анизотропии и их химической стабильности. Они используются в виде объемного материала, например, в качестве постоянных магнитов. Особенности этих ферритов привлекают интерес исследователей и в последнее время, т.к. было показано, что они проявляют хорошие характеристики, как для продольной, так и для вертикальной записи [1].

В последнее десятилетие было приложено много усилий для получения тонких пленок с перпендикулярной анизотропией, которые используются в качестве записывающей среды в вертикальной магнитной записи. И тонкие пленки гексагональных ферритов являются здесь одними из главных кандидатов вместе с пленками Со-сплавов [2, 3]. Вместе с тем, методы их получения постоянно совершенствуются, в частности, при изготовлении современных жестких дисков компьютеров, имеющих высокую плотность записи информации, начинают использовать керамические подложки с нанесенными на них слоями гексаферрита бария со структурой магнетоплюмбита $BaFe_{12}O_{19}$.

В настоящей работе пленки $BaFe_{12}O_{19}$ получены в гетероструктуре $BaFe_2O_4/Fe_2O_3$ /ситалл (подложка) за счет взаимодействия между слоями $BaFe_2O_4$ и Fe_2O_3 . На ситалловые подложки предварительно методом трафаретной печати наносились слои $BaFe_2O_4$ и Fe_2O_3 . В соответствии с расчетами исследованы две комбинации соответствующих слоев: 2 слоя Fe_2O_3 + 1 слой

BaFe₂O₄ и 3 слоя Fe₂O₃ + 1 слой BaFe₂O₄. После нанесения полученная гетероструктура подвергалась термообработке в диапазоне температур 1000 – 1150⁰С. Толщина таких пленок BaFe₁₂O₁₉ в зависимости от соотношения слоев 2:1 и 3:1 составляла 135 и 180 мкм соответственно. При помощи рентгенофазового анализа установлено, что пленки BaFe₁₂O₁₉ образуются при всех исследуемых температурах обжига гетероструктур BaFe₂O₄/Fe₂O₃/ситалл. Вместе с тем, для всех случаев пленка, наряду с фазой BaFe₁₂O₁₉, содержала еще фазу α-Fe₂O₃, а для некоторых температур обжига и фазу BaFe₂O₄. Помимо фазового состава пленок были изучены их магнитные и электрические свойства. Зависимость намагниченности насыщения от величины приложенного в плоскости пленки напряженности магнитного поля показывает, что их коэрцитивная сила изменяется в пределах от 500 до 1800 Э. Характер изменения кривизны кривых удельного электросопротивления от температуры свидетельствует о полупроводниковых свойствах пленок гексаферрита бария. Установлено, что оптимальной для толщины слоев BaFe₂O₄ и Fe₂O₃ является величина, лежащая между значениями соотношения слоев 1:3 и 1:2, так как в первом случае в пленке наряду с фазой BaFe₁₂O₁₉ содержится фаза α-Fe₂O₃, а во втором случае – фаза BaFe₂O₄.

Литература

1. Speliotis D.E. // IEEE Trans. Magn. – 1989. – №25. – P. 4048-4051.
2. Yamamoto S., Nakamura Y., Iwasaki S. // IEEE Trans. Magn. – 1987. - №23. – 2070 p.
3. Honda S., Ouchi K., Iwasaki S. // J. Appl. Phys. – 1994. - №75. – P. 5484.

КИНЕТИКА ОБРАЗОВАНИЯ ГЕКСАФЕРРИТА СТРОНЦИЯ SrFe₁₂O₁₉.

С.В. Смоленчук

Научные руководители – д.х.н., профессор *Л.А. Башкиров*, д.х.н. *В.В. Паньков*
Белорусский государственный технологический университет

В настоящее время твердофазный синтез гексаферрита стронция – широко используемого керамического материала для постоянных магнитов – изучен явно недостаточно. В то же время разработка оптимальных способов получения подобных сложнооксидных материалов требует детального исследования кинетики и механизма их образования.

Известно, что реакция образования SrFe₁₂O₁₉ из карбоната стронция и оксида железа (III) протекает в две стадии, причем в качестве промежуточных продуктов в литературе приводятся различные соединения: SrFeO_{3-x} (x=0-0,5), SrFe₂O₄, Sr₂Fe₂O₅.

Целью настоящей работы является изучение кинетики твердофазного взаимодействия SrFeO_{3-x} и Fe₂O₃, приводящего к образованию гексаферрита стронция:



Соединение SrFeO_{3-x} синтезировали путем 4-часового отжига при температуре 1273 К стехиометрической смеси Fe₂O₃ и SrCO₃. Изотермический обжиг на воздухе таблеток смеси (SrFeO_{3-x} + 5,5 Fe₂O₃) проводили при температурах 1073, 1123, 1223 К в течение 5, 10, 15, 30, 90, 120, 240 мин, после чего их быстро охлаждали на воздухе. Рентгенофазовый анализ исходной смеси и образцов, обожженных при определенной температуре в течение заданного времени, проводили в излучении CoK_α на дифрактометре ДРОН-3. Количество образовавшейся магнитной фазы гексаферрита стронция определяли по высоте рентгеновских рефлексов, а также по величине удельной намагниченности насыщения σ₂₀, измеренной при комнатной температуре методом Фарадея. Температуру Кюри образовавшейся в ходе твердофазного взаимодействия ферромагнитной фазы определяли по кривой температурной зависимости удельной намагниченности насыщения. По виду этой кривой качественно судили об однородности по составу образовавшейся фазы гексаферрита стронция.

Анализ рентгенограмм показал, что при обжиге смеси SrFeO_{3-x} + 5,5 Fe₂O₃ в течение 5 мин при 1123 К на дифрактограмме отсутствуют даже самые интенсивные пики феррита стронция гексагональной структуры. Однако при нагреве смеси в течение 10 мин на дифрактограмме появляются линии гексаферрита стронция, и их интенсивность постепенно увеличивается при увеличении времени взаимодействия. На дифрактограмме смеси SrFeO_{3-x} +

5,5 Fe₂O₃, обожженной при 1223 К в течение 5 мин уже присутствуют пики феррита стронция гексагональной структуры и далее их интенсивность увеличивается. При этом интенсивность рентгеновских пиков α-Fe₂O₃ и SrFeO_{3-x} постепенно уменьшается, однако даже при самой большой выдержке обжига 4 ч фазы α-Fe₂O₃ и SrFeO_{3-x} полностью не исчезают. Для увеличения степени реагирования можно увеличить время обжига или температуру обжига. На дифрактограмме смеси SrFeO_{3-x} + 5,5 Fe₂O₃, обожженной при 1473 К в течение 4 ч уже не наблюдается фаз исходных веществ.

Температурные зависимости удельной намагниченности насыщения смеси SrFeO_{3-x} + 5,5 Fe₂O₃, обожженной при 1223 К в течение 30 мин и 4 ч, показывают, что образующаяся ферромагнитная фаза имеет температуру Кюри 703 К. По литературным данным температура Кюри феррита стронция SrFe₁₂O₁₉ равна 713 К. Удельная намагниченность насыщения при этом возрастает от 18,8 Гс·см³/г для смеси, обожженной при 1223 К в течение 5 мин, до 39,6 Гс·см³/г после обжига при этой температуре в течение 4 ч.

Литература

1. Ткаченко Е.В., Бушкова О.В. Синтез SrFe₁₂O₁₉ в реакциях твердофазного взаимодействия // ЖИХ.-1989. – Т.34, Вып. 3. – С.587-590.

ПОЛУЧЕНИЕ КОРДИЕРИТОВОЙ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕЙ ТЕРМОСТОЙКОЙ КЕРАМИКИ

Н.В. Смольская

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Е.М. Дятлова*
Белорусский государственный технологический университет

В настоящее время в новых отраслях высокотемпературной техники применяется большого количества разнообразных конструкционных материалов, способных работать в современных установках в условиях резких температурных перепадов и термоудара, не разрушаясь при этом и сохраняя высокие показатели механических, электро- и теплофизических свойств. Разработка и получение таких материалов диктуется потребностью машиностроения, электроники, огнеупорной и химической промышленности. При этом ставятся задачи импортозамещения деталей из технической керамики, связанные с экономией валютных средств.

Одним из основных факторов, определяющих стойкость материалов к термоудару, является величина его температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР).

Среди большого разнообразия видов технической керамики кордиеритовая занимает одно из ведущих положений как обладающая, наряду с малым температурным коэффициентом линейного расширения, высокими термомеханическими свойствами.

Известно, что в структуру кордиерита эквивалентно вместо катионов магния могут войти равнозарядные катионы, такие как Fe²⁺, Zn²⁺, Mn²⁺ и др. Поэтому целью настоящего исследования являлось изучение влияния оксида марганца на структурообразование, процесс спекания и термические свойства синтезируемой керамики.

За основу был взят ранее разработанный состав кордиеритовой керамики системы, имеющий значения ТКЛР $10,4 \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$.

Оксид марганца вводился как в виде оксидов марганца (MnO, Mn₂O), так и в виде предварительно синтезированного соединения (MnTiO₃) - пирофанита, имеющего температуру плавления свыше 1400 °С.

Синтез керамических образцов осуществлялся по традиционной технологии, включающей подготовку сырьевых материалов, их дозировку, перемешивание, гранулирование и спекание. В случае введения предварительно синтезированного пирофанита спек измельчался и добавлялся в массу в заданных количествах.

Из керамических марганецсодержащих композиций были изготовлены методом полусухого прессования образцы в виде дисков и палочек, которые спекались при температурах 1000 - 1200 °С с числом варьирования 50 °С.

На основании проведенного экспериментального исследования установлены зависимости температурного коэффициента линейного расширения от параметров спекания и выбран оптимальный температурный режим термообработки - 1100 °С с выдержкой 1 ч.

Значения ТКЛР находятся в интервале от $-0,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ до $+1,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ и непосредственно связаны с технологическими приемами синтеза, а именно введением оксидов или введением спеков.

Установлено, что более эффективным является введение оксидов марганца и титана раздельно, поскольку их реакционная способность выше, чем у предварительно спеченного MnTiO_3 .

Фазовый состав полученной керамики предоставлен кордиеритом, шпинелью, сподуменом, корундом.

Таким образом, подтверждена перспективность синтеза марганецсодержащей кордиеритовой керамики, обладающей чрезвычайно низкими значениями температурного коэффициента линейного расширения, что позволит использовать ее в тепловых установках, работающих в условиях резкого термоциклирования.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗРАБОТАННЫХ КЛЕЕВ-РАСПЛАВОВ

Е.Ю. Усачева, О.М. Касперович

Научный руководитель – д.т.н., профессор *М.М. Ревяко*
Белорусский государственный технологический университет

Анализ сырьевой полимерной базы РБ показал, что весьма перспективно использование в качестве базовых компонентов КР легкоплавких полиэфиров (ЛПЭ), один из которых и был взят нами в качестве основы. Он имеет оптимальные температуру перехода в вязкотекучее состояние и температуру деструкции, а также ПТР, однако неспособность ЛПЭ к кристаллизации и низкая температура стеклования являются причиной повышенного времени отверждения КР после нанесения его на соединяемые поверхности.

Поскольку полиолефины (ПО) относятся к термопластам, кристаллизующимся легко и с высокой скоростью, а модифицирование их прививкой к макромолекулам кислородсодержащих групп приводит к повышению адгезионной способности как к металлам, так и к полимерам, то представлялось перспективным использовать их в составе КР на базе ЛПЭ прежде всего с целью снижения времени отверждения.

Была прослежена зависимость времени отверждения КР от содержания в нем функционализированных полиолефинов (ФПО), в качестве которых выступали полиэтилен высокого давления (ПЭВД) и полипропилен (ПП). Так же были определены зависимости адгезионной прочности (АП) соединения, получаемого с использованием КР, от концентрации ФПО в клеях-расплавах с различными подложками. В качестве подложек использовались как металлические субстраты (сталь), так и полимерные – полиэтилентерефталат и полипропилен. Исследование свойств композиций проводилось по стандартным методикам.

В ходе эксперимента стало очевидно, что в рецептуру клеев-расплавов на основе ЛПЭ возможно введение в качестве агента липкости малеинированной канифоли. Было изучено влияние на АП соединений с подложками из стали и полипропилена концентраций функционализированного полипропилена в клее-расплаве на основе легкоплавкого полиэфира и 3 мас. % малеинированной канифоли.

Для оптимальных рецептов КР были определены температуры размягчения, стеклования и начала интенсивной деструкции, а также показатель текучести расплава в зависимости от температуры расплава, определена АП также и для таких подложек, как алюминий, медь и дерево.

Таким образом, добавление к ЛПЭ ПО позволяет резко снизить время кристаллизации КР, а использование ФПО позволяет добиться высоких адгезионных характеристик полученного КР как к металлическим, так и к полимерным подложкам.

Литература

1. Песецкий С.С., Касперович О.М., Козельская В.В., Кузавков А.И. Об адгезионном взаимодействии со сталью ПЭ с привитыми функциональными группами ДАН Беларуси. – 1995. N2. –С. 56-59.

2. Песецкий С.С., Полуянович В.Я., Кузавков А.И., Касперович О.М. Исследование адгезионного взаимодействия с металлами функционализированного полиэтилена Материалы, технологии, инструмент. –1996. N3, -С. 10-14.

НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

П.Р. Снежко

Научный руководитель – д.х.н., профессор *Н.Р. Прокопчук*
Белорусский государственный технологический университет

Порошковые полиамидные краски относятся к термопластичным краскам. Изготавливаются на основе плёнкообразователя с разной конфигурацией макромолекулы: ПА-6, ПА-11 и ПА-12. Покрытия из полиамидных красок выдерживают длительное воздействие воды, щелочей, жидкого топлива, минеральных масел, многих органических растворителей, устойчивы к трению скольжения и абразивному износу. Покрытия используют как защитно-декоративные, химически, износо- и абразивостойкие [1].

Важнейшим показателем эксплуатации покрытий является долговечность в реальных условиях эксплуатации поверхности защищаемых изделий. В БГТУ разработаны экспресс методы прогнозирования долговечности полимерных материалов на основе термопластов и эластомеров [2]. Этот метод основан на взаимосвязи между долговечностью и величиной энергии активации термоокислительной деструкции E_d , определяющей качество материала и уменьшающейся под воздействием эксплуатационных факторов. Значение E_d рассчитывается (по методу Бройдо) на основании данных о потере массы навески материала изделия при его нагревании с заданной скоростью в определённом интервале температур. Долговечность изделия в годах (τ_{T_3}) при конкретном значении температуры эксплуатации определяется по формуле:

$$\tau_{T_3} = \frac{C \cdot e^{\frac{E_d}{R \cdot T_3}}}{m}$$

T_3 – температура эксплуатации;

R – универсальная газовая постоянная, $R=8.31 \cdot 10^{-3}$ кДж/(моль·К);

C – коэффициент, характеризующий скорость процесса деструкции, ч, (Для каждого класса полимера приводится в стандартах на методы определения долговечности конкретных изделий);

m – коэффициент перевода долговечности в годы.

Поскольку долговечность лакокрасочного покрытия определяется полностью долговечностью полимерного плёнкообразователя, мы применили этот метод для оценки долговечности покрытий на основе ПА-6. Нами установлено влияние состава композиции (природа и количество термо- и светостабилизатора, пигмента, целевого наполнителя) на значение E_d . Все вариации состава композиции, приводящие к увеличению величины E_d , приводят к возрастанию долговечности покрытий на основе этих композиций.

Учёт влияния эксплуатационных факторов на понижение долговечности оценивается также экспериментально через соответствующее понижение значений E_d . Так учёт важнейшего эксплуатационного фактора, воздействующего на покрытие, используемое в атмосферных условиях – воздействие УФ-излучения, оценивается по уменьшению E_d после испытания

материала покрытия в климатической камере с ксеноновым излучателем с интенсивностью УФ-излучения в диапазоне длин волн 280 – 400 нм (60 ± 12) Вт/м² с интегральной дозой облучения несколько ГДж в зависимости от предполагаемых сроков эксплуатации (интегральная доза облучения 8 ГДж соответствует солнечной радиации за 30 лет в условиях Республики Беларусь).

Долговечность, определённая экспресс методом соответствует времени, за которое прочность или эластичность полимера уменьшается в два раза. В случае покрытий это проявляется в растрескивании и отлущивании покрытий от защищаемой поверхности.

Литература

1. Яковлев А.Д. Машляковский Л.Н. Порошковые краски и покрытия: Краткое пособие для потребителей. – СПб: Химиздат, 200.-64с.

ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СКОРОСТЬ ОТВЕРЖДЕНИЯ И АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ СОТОПЛАСТА

Н.В. Самохвал

Научные руководители – к.х.н., доцент *В.В. Яценко*, д.х.н., профессор *Н.Р. Прокопчук*
Белорусский государственный технологический университет

Современное машиностроение требует разработки и использования новых композиционных материалов со свойствами определяющимися назначением и эксплуатационной устойчивостью изделий.

Особое место среди композиционных материалов занимают сотопласты, отличающиеся низкой плотностью и высокой прочностью композиции [1].

Основной проблемой использования сотопластов является постановка в неё элементов крепежа, склейка панелей и т.д.

В настоящее время в промышленности применяют несколько вариантов используемых для этой цели материалов - заполнителей. Недостатком многих из них является длительное время отверждения - от 24 до 72 часов, что при работе с сотопанелями сильно затрудняет процесс их установки.

Была произведена разработка и исследование полимерных заполнителей сотопластов, обеспечивающих прочность установки элементов крепежа.

В качестве заполнителя использовались полимерные композиции ВПЗ – на эпоксидной основе с добавлением в нее 5% по массе отвердителя ПЭПА и клей 3М-410 на основе изоцианатов.

По результатам исследования видно что при повышении температуры и увеличении времени воздействия ее на полимерную композицию, увеличивают адгезионные и прочностные свойства состава. это обуславливается дополнительными образованиями гидроксильных и эпоксидных групп в полимерной композиции ВПЗ при добавлении 5 % массовых ПЭПА. Заполнитель на основе изоцианатов имеет значительное преимущество тем, что время отверждения достаточно невелико (около 60 минут), не зависит от температуры и отличается высокими прочностными характеристиками.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что полученные композиции имеют более высокие характеристики (время отверждения, прочностные свойства) по сравнению со стандартными заполнителями, регулирование которых осуществляется изменением температуры отверждения. Это позволяет в более короткие сроки проводить сборку сотовых панелей и ставить крепежные элементы и т.д. на заполнитель с высокой адгезионной прочностью и небольшим временем отверждения.

Можно рекомендовать к использованию разработанные составы для процесса изготовления и установки сотопластов.

Литература

1. Справочник по композиционным материалам // Под ред. Дж. Любина. – М.: Машиностроение, 1988. – Т. 1, 2.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абаев Г.Н.	84	Жданович Д.П.	27	Кулакова А.Н.	198	Сафронова Е.В.	84
Автушенко В.В.	158	Жегздринь Д.И.	7	Кульпо М.М.	161	Седловец В.В.	53
Агеенко А.В.	4	Жёлтиков С.С.	69	Кульчинский Д.Н.	26	Сериков Е.С.	36,37
Акулич А.В.	148	Жук А.В.	179	Куприянчик Е.А.	122	Сидоров Н.Н.	198
Алабьева Т.Ю.	46	Жук А.Г.	8	Курбатова М.И.	36,37	Синявская О.В.	13
Алексеев А.В.	178	Жуков А.В.	81	Курган С.В.	199	Синявский Е.В.	10
Алексейчик Е. К.	126	Заборовский А.М.	99	Курец О.С.	200	Слука О.А.	42
Антипов С.В.	185	Зайцев Д.Г.	170	Курс М.А.	201	Слыш В.В.	50
Арех Т.В.	26	Заранский В.В.	192	Лаврова Н.И.	100	Смертин А.В.	66
Бабанькова Т.В.	33	Заяш И.В.	25	Лавская О.В.	109	Смоленчук С.В.	209,210
Базылева А.Б.	165	Заяш Т.И.	113	Лавина Н.В.	121	Смольская Н.В.	211
Бекиш А.В.	180,181	Зимницкий Д.С.	169	Линник В.Н.	160	Смыччик Е.А.	104
Бенько В.В.	24	Зносок Д.В.	168	Липень Л.В.	202	Снежко П.Р.	213
Беринчик Т.А.	38	Зубрицкий М.И.	52	Литвина Е.В.	132	Соколова Н.В.	122
Бобрин Т.В.	147	Иваницкий С.В.	21	Лихоузов С.Г.	35	Соловей П.Г.	173
Богатов И.Б.	105	Игнатович М.О.	67	Лосева И.А.	76	Сосно С.Б.	11
Болбат Ю.А.	30	Ильющенко Т.А.	9	Мазура Н.В.	203	Сотников С.С.	35
Болвако А.К.	187	Казаков А.Л.	125	Макарский Е.А.	204	Станкевич С.И.	80
Болибрух Д.А.	181	Какшинский С.В.	133	Мартинкевич А.С.	16	Станюк Д.И.	31
Борисов С.В.	13,14	Карпенко И.В.	120	Мартыненко О.А.	137	Стефанович А.В.	13,14,15
Борисова С.В.	14	Карпов А.Е.	94	Марцинкян С.А.	205	Стрибук С.Г.	22
Боричевский А.И.	152	Карпович О.И.	193	Мартьян О.И.	106	Стрижевская Т.Н.	138
Боровик Д.И.	139	Карповская А.В.	115	Махнач П.А.	65	Талецкий А.Н.	26
Бороздин А.С.	34	Касилович В.А.	186,194	Мачихо Т.А.	101	Таранов С.Н.	79
Боцоха Д.Л.	40	Касперович О.М.	212	Медушевский П.А.	27	Тарновская О.Г.	1718
Бразинец Т.Н.	28	Квятинский А.Г.	56,57	Мельник Л.М.	43	Тарновский И.Э.	12
Бринкевич С.Д.	173	Кичкайло О.В.	195	Мигаль С.П.	154	Тимофеева И.А.	119
Бубович П.В.	22	Клеценак Е.Г.	17,18	Мипченко Е.М.	114	Тимошенко А.Н.	81
Будревич В.И.	29	Клименок О.Н.	37	Михович А.И.	44	Турбан В.М.	164
Бузак А.И.	29	Климец Т.Г.	174	Моисеев А.А.	107	Углянец М.В.	43
Бузак Е.И.	28	Климош Ю.А.	196	Мойсейков А.П.	58	Усачева Е.Ю.	212
Бурко Е.В.	182	Клют А.В.	87	Морозова В.П.	205	Фасевич Ю.Н.	30,40
Бусел А.Н.	21	Книга К.С.	78	Мошнин А.В.	61	Федосенко И.Г.	70
Бухтиярова Е.С.	117	Кобилецкая Л.А.	35	Мукавощик А.П.	29	Федотенко О.И.	39
Быков р.п.	5	Ковалёв М.В.	62	Мялик О.А.	171	Филипенко Е.В.	89
Васюнина Н.В.	94	Ковалева В.А.	41	Некрашевич И.В.	176	Фомин Д.В.	51
Веретилло А.Е.	126	Ковалева И.В.	156	Нестерова С.В.	189	Хлебко А.А.	61
Викторович О.А.	136	Ковалевский А.Л.	65	Николайчик А.В.	145	Холдеев С.И.	82
Виолентий Д.Р.	6	Коваленко В.В.	149	Новикова Ю.М.	112,124	Хорун М.Е.	91
Вовся С.А.	35	Коваль Т.А.	151	Новосельская О.А.	191	Хотько К.Н.	135
Войненко О.Г.	118	Ковальчук Т.А.	188	Орехова А.Ю.	96	Хотько С.А.	183
Войничко С.В.	77	Ковальчук Т.В.	141	Орловский В.А.	25	Худович И.М.	163
Волосач О.В.	31	Козлов Д.Г.	32	Осипчиков В.А.	110	Цубер В.К.	157
Волощук Т.В.	123	Козловская Л.И.	9293	Павлович В.В.	39	Чебан А.Г.	162
Габа С.В.	95,96	Козюченко В.С.	36,37	Панковец Е.А.	120	Черногузова И.Г.	111
Гаврилени А.К.	22	Коледа Н.Н.	69	Пардаев А.С.	72	Чернявская А.А.	141,182
Гайдукова Е.Н.	73	Коленчиц С.И.	197	Пепеляев С.В.	85,86	Шанько А.Л.	153
Гвоздева О.Н.	33	Колеченок А.А.	127	Петроченко А.Н.	164	Шаплыко Е.С.	116
Герасимова А.Г.	20	Колыбельникова А.С.	108	Петухова Е.В.	95	Шарий В.А.	21
Главинская Е.И.	4748	Кондратьев Д.В.	35	Пешкун О.В.	38	Шахтеров М.Г.	134
Глоба А.И.	190	Концевой Д.В.	128	Питкевич А.Н.	66	Шваб Р.Г.	104
Говядов Н.Г.	133	Корнелюк С.П.	149	Повалишев В.Н.	172	Шваб Р.Г.	105
Гоманькова А.Б.	193	Корпик О.В.	33	Позорелова Ю.Н.	206	Шевченко Л.П.	90
Горейко Н.В.	60	Коришунов К.К.	74	Поздняков С.М.	155	Шершень Н.М.	142
Гречаников А.В.	97	Косарева Ю.А.	140	Полюхович И.В.	88	Шестопалов Ю.А.	104
Гринцевич И.Б.	175	Космынина О.Б.	150	Полякова Т.С.	45	Шиманович П.	166
Гринюк Е.В.	174	Косова Е.М.	32	Попов Р.Ю.	207	Шинкевич И.П.	59
Гришков Д.А.	54	Котиков В.В.	75	Попретинская О.В.	115	Шушкова Е.В.	129
Гузенок С.В.	98,103	Котова О.В.	71	Прохоров А.В.	55	Щербак Э.В.	66
Гуминская Г.В.	37	Кравцов Р.В.	23	Пырх Е.С.	102,103	Шуканов Я.П.	184
Гусакова Ю.В.	104	Кравчук А.П.	144	Развина Т.Ю.	106	Яжевич А.Г.	55
Дедова Н.В.	202	Красовская О.А.	187	Рапинчук Д.Л.	68	Язневич А.М.	137
Добриденев И.С.	177	Кричко К.А.	50	Романейко А.А.	23	Якимович Е.С.	25
Добрыловский Г.И.	24	Крылович Е.В.	119	Руаков Д.А.	159	Янчукович И.Л.	120
Дубоделова Е.В.	191	Кудин М.В.	19,21	Русова А.А.	208	Ясаков К.А.	167
Ельшина И.А.	83	Кужир П.П.	6364	Самохвал Н.В.	214		
Ермоленко Н.И.	143	Кузьмич О.В.	146	Саунин Ю.А.	31		

Научное издание

«НИРС–2003»

VIII Республиканская научно-техническая конференция
студентов и аспирантов

9 – 10 декабря 2003 г.
г. Минск

Тезисы докладов

В 7-ми частях

Часть 3

МЕТАЛЛУРГИЯ. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ.
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ.
ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ответственный за выпуск А.В. Матюшко
Компьютерная верстка Л.Э. Ляшенко

Подписано в печать 12.11.2003.

Формат 60x84 1/8. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 12,5. Уч.-изд. л. 9,8. Тираж 300. Заказ 771.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия ЛВ №155 от 30.01.2003. 220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.