

ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА В Г. СЕВАСТОПОЛЕ  
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
ТУЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА  
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
ТООО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
**ИННОВАЦИОННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Издательство «Инновационные технологии»  
ТУЛА 2014

**Инновационные наукоемкие технологии:** тезисы докладов междунар. науч.-технич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2014. – с.

Рассмотрены вопросы подготовки магистров и специалистов в области современных наукоемких технологий и охраны окружающей среды, экологически чистые производственные технологии, химические, ресурсо- и энергосберегающие технологии. Изложены аспекты медицинского оборудования и технологии обеспечения безопасности человека и общества. Рассмотрены вопросы разработки информационных технологий и технологий пищевых производств.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся широким кругом современных проблем развития науки и технологий.

Редакционная коллегия:

Академик РАН С.М. Алдошин, член-корр. РАН В.П.Мешалкин, д.м.н. проф. М.Э. Соколов, академик НАН Украины В.А. Иванов, д.т.н., проф. В.М. Панарин, к.и.н. Г.А. Голубев, к.т.н. А.А. Горюнкова.

Техническая редакция Жукова Н.Н., Путилина Л.П.

ISBN 978-5-905762-06-4 © Авторы докладов, 2014

© Издательство «Инновационные технологии»,  
2014

## **ИННОВАЦИОННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

### **МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

В.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, В.Е. Маслов, О.Т. Джанибеков  
КНИТУ-КАИ,  
г. Казань

Повышение безопасности полетов авиационной техники является приоритетным направлением в развитии науки и техники России. Для этого необходимо разрабатывать новейшие методы аналитического и неразрушающего контроля для исследования внутренней структуры различных сложных систем (авиационный двигатель). Развитие новых методов позволит повысить безопасность эксплуатации двигателей, увеличить их срок службы, а также расширить автоматизацию процессов контроля.

Теоретические исследования и опыт эксплуатации ГТД показывают, что разработка эффективных методов и средств неразрушающего контроля (НК) элементов двигателей позволяет отказаться от регламентированных сроков их ремонта и может принести выгоду равную стоимости 30 % парка машин.

Таким образом, разработка и совершенствование методов и средств технической диагностики, авиационных ГТД с целью наиболее раннего обнаружения неисправностей и предупреждения катастрофических отказов является актуальной задачей повышения безопасности полетов.

В последние десятилетия развитие и совершенствование авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) сопровождается ужесточением требований к надежности и эффективности всех его систем. Современные ГТД являются сложными комплексными техническими устройствами, которые отличаются многообразием протекающих в них физических процессов и характеризуются многомерностью, многосвязностью, нелинейностью, нестационарностью рабочих процессов, существенным влиянием режимов работы и внешних условий на характеристики их функционирования. Перечисленные особенности приводят к формированию устойчивой тенденции в развитии систем контроля ГТД, характеризующейся постоянным ростом сложности и числа решаемых с их помощью задач. Одной из важных задач является совершенствование методов и алгоритмов контроля, авиационных ГТД и необходимостью обеспечения их отказоустойчивости, что обусловлено наличием жестких

требований к обеспечению безопасности и экономичности полетов. Одним из методов повышения безопасности полётов является постоянный контроль технического состояния ГТД. Это обеспечивается комплексом методов технической диагностики, к числу которых относятся: контроль состояния проточной части двигателей с помощью оптико-измерительных приборов; контроль содержания продуктов износа узлов трения в работающем масле; параметрическая диагностика; анализ трендов низкочастотной вибрации. В настоящее время осуществляется переход от обслуживания ВС по фиксированному ресурсу к обслуживанию по техническому состоянию. Для полноценного перехода к данной системе ТО необходима такая система технического диагностирования ВС и ГТД, при которой будет возможно осуществить идентификацию неисправности с точностью до узла и контролировать степень её развития в процессе наработки. Это в свою очередь предъявляет требование обеспечения высокой динамичности системы технической диагностики ГТД. Под динамичностью системы в данном случае подразумевается быстрота, с которой система реагирует на внешние возмущающие факторы. В качестве возмущающих факторов выступают различные неисправности ГТД. Требование динамичности может быть обеспечено комплексным сочетанием методов и средств технического диагностирования. Необходимость привлечения нескольких методов диагностирования продиктована высокой сложностью ГТД как объекта контроля, в котором могут возникать неисправности механического, аэродинамического и параметрического характера. Современные системы вибродиагностики не используют богатый потенциал вибросигналов на высоких частотах, производя измерение вибрации только в диапазоне рабочих частот вращения роторов. Это в свою очередь снижает диагностический потенциал метода, так как зарождающиеся дефекты находят отклик, в первую очередь в высокочастотной области сигнала вибрации. По мере развития дефекта изменяется степень его влияния на общий сигнал вибрации двигателя, но только очень опасные дефекты могут повлиять на низкочастотную область вибрации, при появлении которых эксплуатацию двигателя необходимо прекращать. Необходимо отметить, что конструкция современных двигателей отечественного производства позволяет производить замер вибрации только на поверхности внешних корпусов, что предъявляет к средствам измерения широкополосного сигнала требование высокой чувствительности к слабым сигналам ввиду значительного затухания сигналов при распространении по конструкции и двигателя. Эта проблема решается проще применением в этой связи методов акустической диагностики ГТД с использованием антенны из волоконно-оптических датчиков, в процессе наземного запуска (режима холодной прокрутки), основанных на анализе сигналов для диагностирования технического состояния механических узлов ГТД. Создание технологии контроля и управления эксплуатацией ГТД является процессом, предполагающим определенную методологию использования априорной и апостериорной информации об объекте, измерительных, вычислительных и корпоративных средствах, образующих ресурсы информационных технологий

мониторинга, и разнообразные математические методы решения задач обработки и анализа информации о техническом состоянии двигателя, а также принятия решений для достижения целей мониторинга и управления его эксплуатацией.

Использование акустического и газодинамического метода контроля по параметрам, измеренным на площади среза сопла, позволяет эффективно контролировать техническое состояние и работоспособность двигателя. Проведение значительного объема научных исследований элементов авиационных ГТД на специальных диагностических установках экономически выгодно, так как на одной и той же установке можно одновременно изучать физическую сущность процессов и разрабатывать диагностические методики измерения параметров.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ГВТ АВИАЦИОННЫХ ГТД НА ЕГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРЕННЫЕ НА СРЕЗЕ СОПЛА**

В.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин, А.А. Кузнецов, О.Т. Джанибеков  
КНИТУ-КАИ,  
г. Казань

В последнее время получили широкое распространение методы с использованием математической модели ГТД, но эти методы недостаточно точны, так как они обобщают индивидуальные характеристики двигателя. Наиболее перспективным методом диагностики ГТД является метод оценки технического состояния по уровню термогазодинамических параметров. В настоящее время он считается одним из основных методов оценки годности двигателя в процессе серийных сдаточно-контрольных испытаний, а в последнее время находит широкое использование при оценке состояния по мере выработки ресурса, как в процессе длительных ресурсных испытаний, так и в эксплуатации.

Эффективность оценки состояния ГТД по уровню термогазодинамических параметров определяется уровнем точности контрольно-измерительной аппаратуры, используемой для измерения этих параметров, достоверностью технических норм на допускаемые отклонения параметров ГТД. Это подразумевает адекватность взаимосвязи граничных значений технических норм на параметры с критическими значениями их, при которых происходит недопустимое изменение эксплуатационных свойств двигателя.

Метод требует дискретного или непрерывного измерения параметров по времени. Признаком изменения состояния в данном случае является момент времени  $t$ , который соответствует началу изменения параметров отличного от типового протекания. Начало изменения состояния в данном случае определяется моментом времени  $t$ , и скоростью изменения параметров (величина производной  $dP_{4j}/dt$ ). Информативность такого метода оценки

состояния ГТД существенно повышается при использовании одновременно нескольких параметров, взаимосвязанных между собой [10,11,12,13,].

Суть предлагаемого метода экспресс-диагностики технического состояния ГТД в условиях эксплуатации заключается в том, что на каждый двигатель имеется паспортная дискета, в которой записаны все контрольные характеристики ГТД и допуски. На основании предлагаемых результатов исследований на первом этапе проводится предварительный анализ технического состояния ГТД. На этой стадии у контролируемого двигателя измеряются спектры звуковых давлений за кромкой сопла двигателя по всей его окружности. После сравнения с эталонными спектрами и вычисления относительного параметра шума, находится ориентировочная площадь дефекта и неравномерность параметра статического давления. Если неравномерность параметра  $P_{ст}$  выходит за пределы допустимой, осуществляется переход ко второму этапу диагностирования, на котором производится изменения газодинамических характеристик газового потока и сравнение их с эталонными.

Исследование геометрии проточной части авиационных газотурбинных двигателей является приоритетной задачей для выявления неисправностей на ранней стадии их развития, которые могут привести к развитию нежелательных ситуаций, как в воздухе, так и в процессе взлета и посадки изделий авиационной техники.

## **ЗАВИСИМОСТЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АЛМАЗНОГО ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ОТ СМАЧИВАЕМОСТИ АЛМАЗА МЕТАЛЛОМ СВЯЗКИ**

В.В. Кубасов<sup>1</sup>, Ю.Е. Будюков<sup>2</sup>, В.И. Спирин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе,  
г. Москва

<sup>2</sup>Тульское научно-исследовательское геологоразведочное предприятие,  
г. Тула

Известно что, повышение прочности связи алмаз-металл при достаточной твердости матрицы приводит к некоторому повышению работоспособности алмазного породоразрушающего инструмента [1-4]. При этом связка (пропиточный сплав) должна обеспечивать хорошее смачивание алмазов и температуру плавления не выше 1120-1130 °С. Взаимодействие между жидкими металлами и сплавами, выполняющими роль связки в матрице, с поверхностью алмаза может быть охарактеризовано смачиваемостью. Смачиваемость оценивается величиной краевого угла, который зависит от межфазных поверхностных энергий по уравнению Лапласа

$$\cos \theta_c = \frac{\sigma_T - \sigma_{ТЖ}}{\sigma_Ж},$$

где  $\theta_c$  - краевой угол, град;  $\sigma_T$ ,  $\sigma_{ТЖ}$ ,  $\sigma_Ж$  - удельные межфазные поверхностные энергии на границе раздела твердое тело - газ, твердое тело - жидкость, жидкость - газ соответственно, Мпа.

Если краевой угол  $\theta_c = 0$ , то имеет место полное смачивание поверхности твердого тела жидким металлом. Если же  $\theta_c = 180^\circ$ , то смачивание отсутствует, что чрезвычайно бывает редко. Наличие краевого угла  $\theta_c < 90^\circ$  свидетельствует о смачивании.

Применительно к алмазам требование химической теории смачивания можно сформулировать по В.Н. Еременко и Ю.В. Найдичу так: чем больше сродство металла к углероду, тем лучше этот металл будет смачивать алмаз. Сильные связи с углеродом металлоподобного характера образуют все переходные металлы, т.е. элементы с дефектом в «d» или «f» электронном слое.

При изготовлении алмазного инструмента холодным прессованием с матрицей из твердосплавных смесей в качестве связки используют преимущественно медь или медно-никелевый сплав с 6-10 % никеля. Эти связки алмаз не смачивают. Повысить работу адгезии сплава можно путем введения в него небольших количеств одного или нескольких межфазноактивных присадок. Для меди такими присадками могут быть Ti, Cr, Fe, W, Mn, V, B, Ni и другие элементы. Эффективность влияния добавок устанавливается экспериментальным путем. Причем, полезным может оказаться введение двух-трех и более элементов.

По литературным данным и на основе имеющегося опыта были разработаны на основе меди пропиточные сплавы [3], данные по определению температур, плавления которых и качества пропитки образцов ими приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные по определению температур плавления опытных сплавов и качества пропитки образцов

Номер сплава	Температура плавления, °С	Качество пропитки
1	1130	Хорошо пропитывает
2	1120	Хорошо пропитывает
3	1140	Плохо пропитывает
4	1160	Пропитывает
5	1170	Пропитывает
6	1130	Хорошо пропитывает
7	1140	Пропитывает
8	1170	Пропитывает
9	1160	Хорошо пропитывает
10	1150	Хорошо пропитывает
11	1160	Хорошо пропитывает

Продолжение таблицы		
12	1180	Хорошо пропитывает
13	1170	Пропитывает
14	1190	Пропитывает
15	1150	Пропитывает
16	1140	Пропитывает
17	1190	Пропитывает
18	1170	Плохо пропитывает
19	1200	Пропитывает
20	1130	Хорошо пропитывает
21	1130	Хорошо пропитывает

Как видно из табл. 1 сплавы №№ 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 18 и 20 имеют температуру плавления выше 1150 °С и по этой причине не могут быть использованы в дальнейших экспериментах, а сплав № 3 плохо пропитывает карбид вольфрама.

По результатам определения ударной вязкости окончательно определены для дальнейших исследований три сплава: №№ 6, 20 и 21. В эти сплавы входят в разных вариациях Cu, Mn, Fe, Cr, Ti, Sn.

Исследование связок с целью уточнения их качественного состава проводилось на рентгено-флуоресцентном спектрометре «Спектроскоп».

Спектрограмма с определением в сплаве содержания Cu, Ni, Fe, Mn приведена на рис. 1.

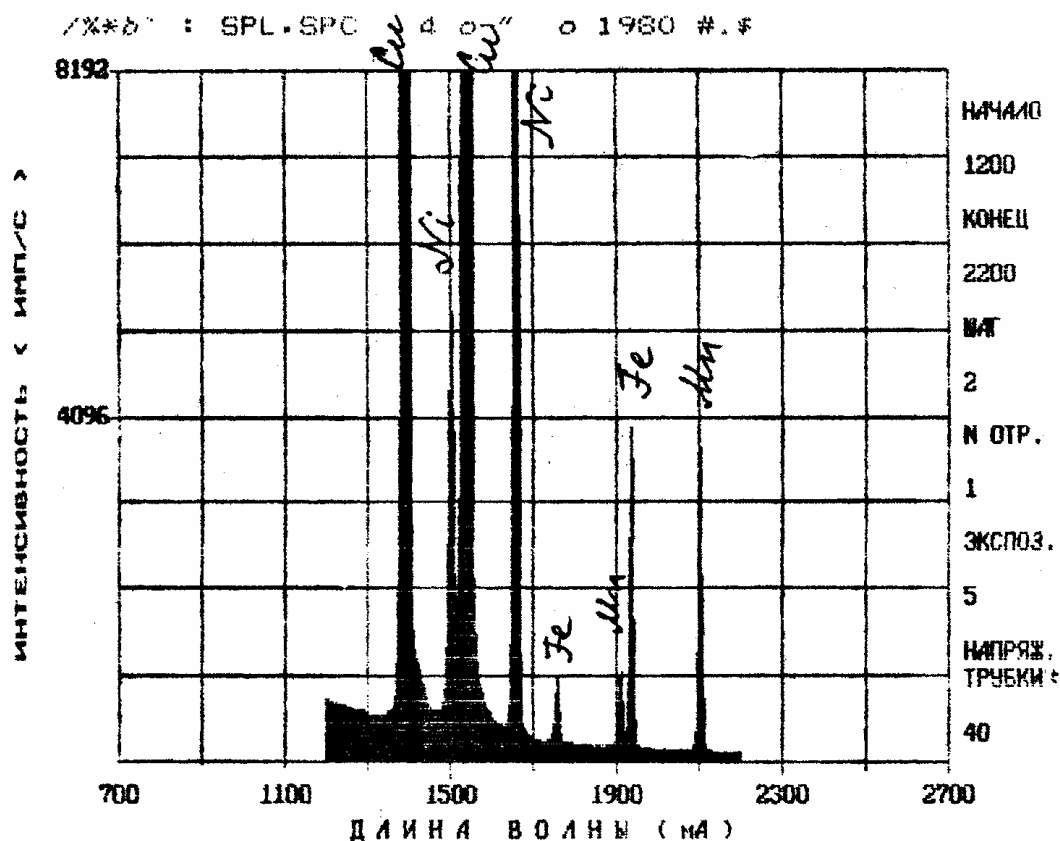


Рис. 1. Фрагмент спектрограммы определения содержания металлов в сплаве



При исследовании адгезии к графиту сплавов № 6, 20, 21 и медно-никелевого сплава получены результаты, приведенные на рис. 2, а также в табл. 2, где также приведены усредненные значения твердости и абразивной износостойкости образцов.

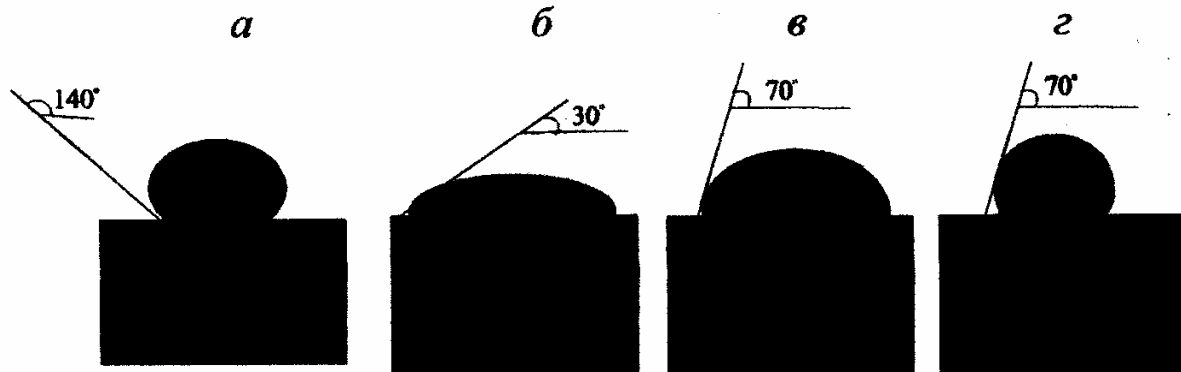


Рис. 2. Краевой угол  $\theta$  на графите  
а - медно-никелевый сплав; б - сплав № 6; в - сплав № 20; г - сплав № 21

При этом для определения краевого угла смачивания использовался метод покоящейся капли на графите. На рис. 2 показаны затвердевшие капли исследуемых сплавов на подложке из точеного графита марки МГ. Из рисунка видно, что сплавы № 6, № 20 и № 21 имеют краевой угол менее  $75^\circ$ , т.е. они смачивают графит и, следовательно, алмаз. В то же время, серийно используемый в качестве связки медно-никелевый сплав, имеет краевой угол  $\theta_c$ , равный  $140^\circ$ , что равнозначно отсутствию смачивания.

Таблица 2

Значения краевого угла смачивания твердости и абразивной износостойкости образцов

Номер сплава	Краевой угол, $\theta_c$	Среднее значение ударной вязкости, кгс/см	Твердость, HRc	Абразивная износостойкость (потери веса)	
				в граммах, г	в процентах, %
6	30	35	34	0,40	62
20	70	35	48	0,24	38
21	70	34	50	0,22	34
Серийный	140	36	28	0,64	100

Сравнение полученных значений твердости и абразивной износостойкости, указанных в табл. 2, показывает улучшение этих характеристик в случае пропитки опытными сплавами. Исследованиями установлено, что большей твердости материала матрицы алмазных коронок соответствует большая износостойкость. На рис. 3 показана эта зависимость для образцов матрицы из шихты, состоящей из карбида вольфрама с 20 % релита.

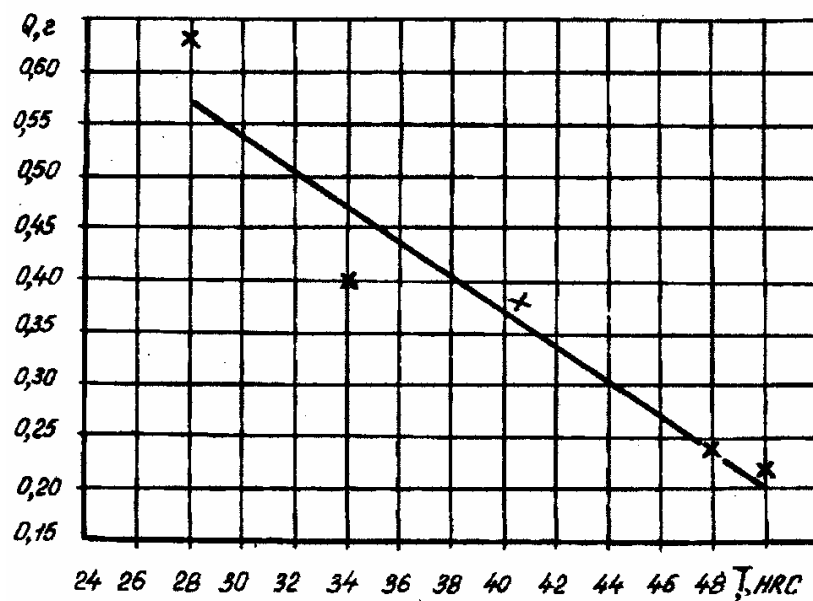


Рис. 3. Зависимость абразивной износостойкости Q материала матрицы от твердости T

Из трех опытных сплавов наибольший интерес представляют сплав № 6, имеющий самый малый краевой угол  $\theta_c$ , что обеспечивает лучшее удержание алмазов. Сплавы № 20 и № 21 по своим показателям идентичны и тоже могут быть использованы для изготовления коронок.

В результате производственных испытаний алмазных коронок, изготовленных с применением новых связок, установлено повышение механической скорости бурения в 1,1-1,4 раза, снижение расхода алмазов на 20-35 % по сравнению с применением стандартных алмазных коронок.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что повышение смачиваемости (уменьшение краевого угла) алмаза металлом связки приводит к повышению твердости и абразивной износостойкости материала матрицы и в целом к повышению работоспособности (механической скорости бурения и стойкости) породоразрушающего инструмента.

### Список литературы

1. Будюков Ю.Е., Власюк В.И., Спиринов В.И. «Алмазный породоразрушающий инструмент» - Тула: ИПП «Гриф и К», 2005. - 288 с.
2. Спиринов В.И., Кубасов В.В. «Повышение износостойкости алмазного породоразрушающего инструмента за счёт термической обработки». XI международная конференция «Новые идеи в науке о земле», 09-12 апреля 2013 доклады в 3т, т.2 МГРИ – РГГРУ, 2013.
3. Будюков Ю.Е. Ососов И.А. «Матричные композиции с заданными свойствами при изготовлении алмазного инструмента». Сб. науч. трудов «Научно-технической продукции Тульской области». Тула изд. ТулГУ, 2009. – 268 с.

4. Спирин В.И., Будюков Ю.Е., Кубасов В.В. Анализ результатов работы алмазных коронок, подвергнутых криогенной обработке. *Научн.- техн. журнал Инженер-Нефтянник*. – М.: 2013. - № 2.

5. Игнатов В.И. Организация и проведение эксперимента в бурении. – М.: Недра, 1980. - 101 с.

## **ВЫБОР МАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ АЛМАЗНОГО ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

В.В. Кубасов<sup>1</sup>, Ю.Е. Будюков<sup>2</sup>, В.И. Спирин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе,  
г. Москва

<sup>2</sup>Тульское научно-исследовательское геологическое предприятие,  
г. Тула

Алмазное бурение остается одним из эффективных способов сооружения скважин во многих геологических и горнодобывающих организациях. Расширение области применения алмазного инструмента охватывает широкий диапазон горных пород и требует применения соответствующего типа матриц.

При использовании алмазного инструмента кроме выбора алмазов с необходимым качеством, зернистостью и концентрацией, закреплением их в матрице и сохранением адгезивно-активных свойств матрицы большое значение имеет придание матрице свойств необходимых для эффективной работы алмазов при разрушении горных пород. Имея данные о горных породах можно задать необходимые состав и параметры изготовления матрицы для получения высоких эксплуатационных характеристик алмазной коронки.

Исследованием по выбору матричных композиций для алмазного инструмента занимались [1-3] научно-исследовательские и конструкторско-технологические организации различных ведомств – ВИТР (Курочкин П.Н., Николас А.Л., Корнилов Н.И., Осецкий А.И., Тихонов Н.Е. и др.); ОАО «Тульское НИГП» (Волков Л.Л., Гренадёр М.Е., Старков В.А., Будюков Ю.Е., Спирин В.И., Ососов И.А. и др.); ИСМ АН Украины (Цыпин В.И., Новиков Н.В., Богданов Р.К., Вовчиновский В.Ф. и др.), ВНИИ АЛМАЗ (Стихов Л.В., Субботин Е.К., Чарная Я.Е., Ножкина А.В. и др.), СКБ «Геотехника» (Никоноров А.М., Киселёв А.Т. и др.).

ОАО «Тульское НИГП» начиная с 1968 г. занимается исследованиями по подбору композиционного состава матриц, разработке технологических способов и созданию специального оборудования для формирования матричных композиций. Одним из направлений исследований является получение заданных и регулируемых свойств матриц для соответствующего типа матрицы применительно к конкретным условиям бурения горных пород.

С целью подбора материала матриц с заданными свойствами были проведены экспериментальные исследования зависимости плотности,

пористости и твердости материалов матрицы до пропитки горячей допрессовки и после пропитки-горячей допрессовки с составами материала матриц карбид вольфрама /17,5-59 %/, кобальт /0-20 %/, релит /0-40 %/, медь /33-41 %/ и никель /0-8 %/ [3]. Анализ полученных результатов пропитки и горячей допрессовки показал, что для всех исследуемых составов материала матрицы с увеличением давления прессования в исследуемых пределах от 30 до 80 МПа плотность повышается, а пористость снижается. Материалы, полученные из порошка одного гранулометрического состава, уплотняются слабее, применение в составе компонентов, различных по гранулометрическому составу и форме частиц, а также наполнителя значительно /до 35 %/ повышает плотность и снижает /до 40 %/ пористость материала. Это объясняется наилучшим размещением частиц материала меньшего размера среди крупных, более плотной их упаковкой, деформацией приконтактных областей и уменьшением открытой пористости в прессуемых образцах.

При обработке результатов после пропитки и горячей допрессовки установлено, что структура матрицы обработанной токами ТВЧ, улучшается, она характеризуется мелкой зернистостью и большей степенью гетерогенности, твердость матрицы повышается. Для всех исследуемых составов материала с увеличением давления прессования твердость возрастает по прямолинейной зависимости.

Также установлено, что применение горячей допрессовки приводит к образованию равномерной плотности матрицы и улучшению сцепления алмазов с материалом связки.

Таким образом, в процессе изготовления алмазного породоразрушающего инструмента за счет изменения параметров статического прессования и состава входящих в матрицу компонентов, различающихся по физико-химическому составу, имеется возможность управлять некоторыми свойствами материала матрицы:

- увеличивать плотность с /7,6 до 12,2/  $\times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>
- снижать пористость с 55,6 до 28,4 %
- повышать твердость с 10 до 55 HRC

Дополнительно были проведены исследования зависимости твердости, ударной вязкости и абразивного износа материала матриц алмазных коронок, полученного холодным прессованием и пропиткой, от состава её шихты и связки.

Были изучены два варианта состава шихты: первый вариант – шихта, состоящая из порошков только карбида вольфрама, карбида вольфрама и вольфрамокобальтовой смеси; второй вариант – шихта, состоящая из порошков только вольфрамокобальтовой смеси и вольфрамокобальтовой смеси (ВК8) и железа.

Состав связки первого варианта – медь плюс железо и марганец с вариацией железа и марганца 3,6 и 9 %. Состав связки второго варианта – медь, медь плюс олово и титан с вариацией олова и титана – 9,5 и 18 %.

Обработка результатов экспериментов методами математической статистики по ортогональному плану второго порядка позволила получить

[4-7] математические модели в виде квадратичной поверхности отклика целевой функции (критерия оптимизации)  $Y$  над плоскостью, образованной независимыми переменными факторами  $X_1 - X_2$ , описываемые полиномом второй степени (уравнением регрессии).

Уравнения регрессии для композиций первого варианта:

$$\begin{aligned} Y_1 &= 29,17 + 0,609X_1 - 0,003X_2 + 0,001X_2^2, \\ Y_2 &= 22,921 + 2,567X_1 + 0,847X_2 - 0,085X_1 \cdot X_2, \\ Y_3 &= 0,1597 - 0,0096X_1 - 0,004640X_2 + 0,0000925X_2^2. \end{aligned}$$

Уравнения регрессии для композиций второго варианта:

$$\begin{aligned} Y_1 &= 37,98 + 0,259X_1 - 0,278X_2 + 0,0039X_1 \cdot X_2, \\ Y_2 &= 35,10 - 2,79X_1 + 0,905X_2 - 0,091X_1^2 - 0,019X_1 \cdot X_2, \\ Y_3 &= 0,25 - 0,0111X_1 + 0,0402X_2 - 0,0019X_1 \cdot X_2. \end{aligned}$$

В обоих вариантах принято:  $Y_1$  – твердость, HRC;  $Y_2$  – ударная вязкость, кг·см/см<sup>2</sup>;  $Y_3$  – абразивный износ (потери массы), г.

Все модели достаточно хорошо описывают экспериментальные данные, о чем свидетельствуют высокие значения коэффициентов множественной корреляции и детерминации, характеризующие качество приближения расчетной функции к экспериментальной и высокие значения расчетного F-критерия, значительно превышающего табличный F-критерий при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Полученные математические модели использовались при построении изолиний твердости, ударной вязкости и абразивного износа, которые приведены на рис. 1 и 2. Анализ графиков рис. 1 и 2 свидетельствует о следующем.

Твердость композиций материала матрицы варианта 1 растет при увеличении суммарного содержания железа и марганца в медном сплаве и при повышении кобальта (BK8) в шихте из карбида вольфрама; твердость композиций материала матрицы варианта 2 растет при увеличении суммарного содержания олова и титана в медном сплаве и падает при повышении содержания железа.

По ударной вязкости характерным для полученных результатов является:

- повышение ударной вязкости при росте содержания твердосплавной смеси BK8 и пропитке медным сплавом, содержащим 3 % железа и марганца;
- повышение ударной вязкости у образцов карбида вольфрама при увеличении суммарного содержания железа и марганца в сплаве;
- отсутствие определенной закономерности изменения величин ударной вязкости для образцов из карбида вольфрама с 30 и 60 % BK8.

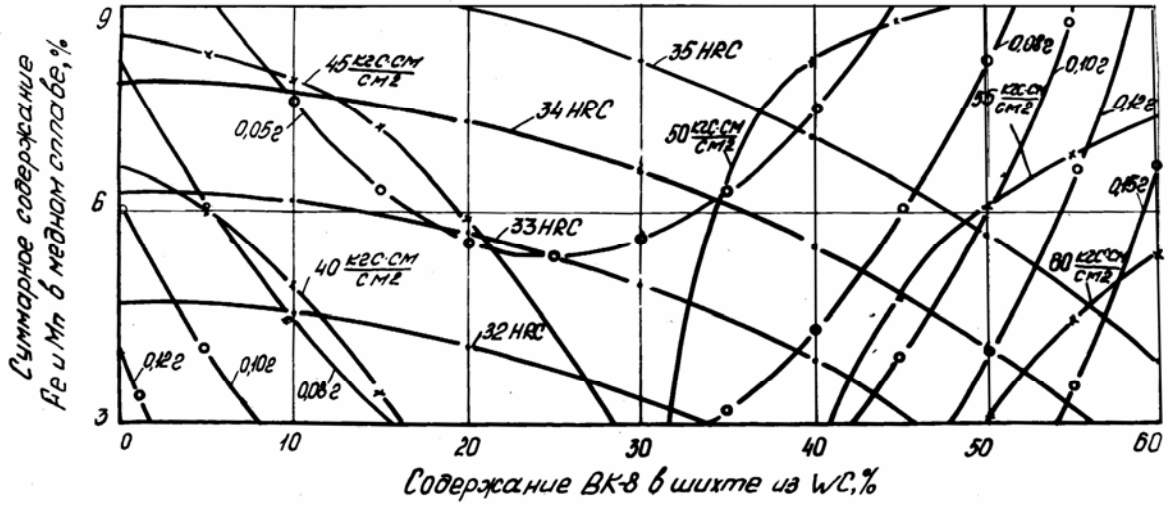


Рис. 1. Изолинии твердости, ударной вязкости и абразивного износа композиции состава WC-BK8-Cu-Fe-Mn:

- — — — — твердость;
- ×— — — — — ударная вязкость;
- — — — — абразивный износ

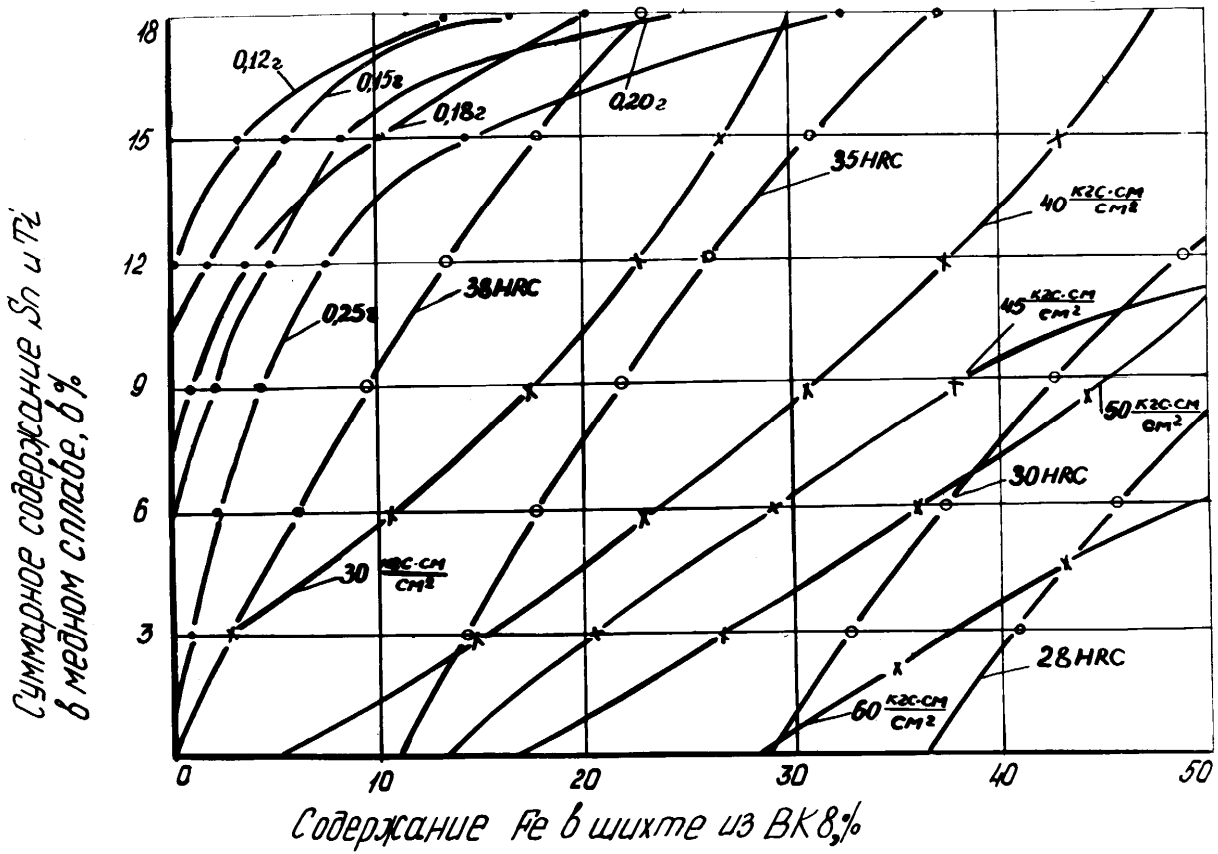


Рис. 2. Изолинии твердости, ударной вязкости и абразивного износа материала матрицы состава BK8-Fe-Cu-Sn-Ti:

- — — — — твердость;
- ×— — — — — ударная вязкость;
- — — — — абразивный износ

Для абразивной износостойкости характерным для композиций варианта 1 является:

- уменьшение абразивного износа с повышением содержания железа и марганца в медном сплаве и увеличением содержания ВК8 в шихте из карбида вольфрама до 25 %;

- наименьший износ наблюдается для шихты из карбида вольфрама с 30 % ВК8 при любом из трех применявшихся пропиточных сплавов.

Анализ износа композиций варианта 2 показывает, что абразивный износ образцов растет с увеличением содержания железа, и ВК8 уменьшается с повышением суммарного содержания олова и титана в пропиточном сплаве.

Результаты проведенных экспериментов и анализ полученных математических моделей позволили установить рациональные составы материала матриц. Также установлено, что твердость матрицы после горячей допрессовки возрастает на различную величину в зависимости от состава материала: для вольфрамокобальтовой смеси без наполнителя на 9 %, с наполнителем до 18 %; на основе карбида вольфрама без наполнителя до 6 %, с наполнителем до 30 %.

Для сопоставления физико-механических свойств композиций варианта 1 с эталоном (WC + CuNi) при проведении исследований изготавливались также образцы этого состава. Определились средняя твердость, ударная вязкость и абразивный износ материала эталона.

Для сравнения показателей рекомендуемой к использованию композиции WC + 25 %ВК8 + Cu +  $\Sigma$ (Fe + Mn) – 3 % и эталона (WC + CuNi) на рис. 3 приведены изолинии показателей их твердости, ударной вязкости и абразивного износа. Состав WC + 25 %ВК8 + Cu +  $\Sigma$ (Fe + Mn) – 3 % по всем показателям превосходит состав WC + CuNi.

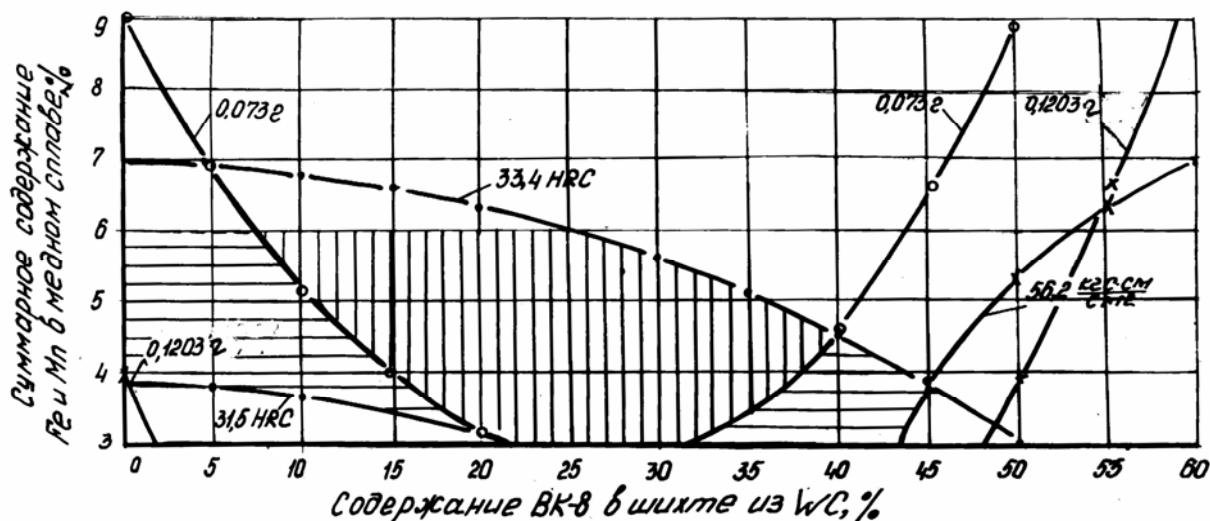


Рис. 3. Изолинии физико-механических свойств материала матрицы составов WC-25 % ВК8-Cu-Fe-Mn и WC-Cu-Ni:

- ● — — — — — твердость;
- × — — — — — ударная вязкость;
- ○ — — — — — абразивный износ

Таким образом, из композиций 1 варианта могут быть использованы в матрицах коронок при холодном прессовании с последующей пропиткой составы: WC + Cu +  $\Sigma$ (Fe + Mn) – 6 %, WC + 30 %BK8 + Cu +  $\Sigma$ (Fe + Mn) – 3 %.

Из композиций второго варианта при холодном прессовании может быть использован в коронках для бурения пород средней твердости состав:

BK8 + Cu Sn9 Ti0,5..

Были изготовлены алмазные коронки с рациональными составами композиций матриц, производственные испытания которых показали, что проходка на коронку с заданными значениями характеристик их матриц для конкретных условий отработки выше в 1,3-1,6 раза, механическая скорость бурения выше в 1,3-1,6 раза, а расход алмазов ниже в 1,4-1,7 раза по сравнению с применением стандартных алмазных коронок.

### Список литературы

1. Будюков Ю.Е., Власюк В.И., Спиринов В.И. «Алмазный породоразрушающий инструмент». - Тула: ИПП «Гриф и К», 2005. - 288 с.
2. Спиринов В.И., Кубасов В.В. «Повышение износостойкости алмазного породоразрушающего инструмента за счёт термической обработки». XI междунар. конф. «Новые идеи в науке о земле», 09-12 апреля 2013 доклады в 3т, т.2 МГРИ – РГГРУ, 2013.
3. Будюков Ю.Е. Ососов И.А. «Матричные композиции с заданными свойствами при изготовлении алмазного инструмента». Сб. науч. трудов «Научно-техническая продукция Тульской области». – Тула: изд-во ТулГУ, 2009. – 268 с.
4. Адлер Ю.П., Марков Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Недра, 1976.
5. Спиринов В.И., Будюков Ю.Е., Кубасов В.В. Анализ результатов работы алмазных коронок, подвергнутых криогенной обработке // Научн.- техн. журнал Инженер-Нефтяник. – М.: 2013, № 2.
6. Игнатов В.И. Организация и проведение эксперимента в бурении. – М.: Недра, 1980. - 101 с.
7. Д.Н. Башкатов. Планирование эксперимента в разведочном бурении. – М.: Недра, 1980. - 181с.



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕДВИЖНОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.И. Спирин, В.В. Царёв, В.М. Турлычкин, Ю.Е. Будюков,  
Н.Е. Борисов, В.В. Кубасов, Е.В. Меньшикова, С.А. Ивакин

Росгеология,

ОАО «Тульское научно-исследовательское геологическое предприятие»,  
г. Тула

Известно, что ОАО «Тульское НИГП» в течение многих лет занимается научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами по обогащению рудного и россыпного золота, а также алмазосодержащего сырья и разнообразных руд цветных металлов. При этом разрабатываются эффективные технологии обогащения россыпных и коренных месторождений золота, алмазов и цветных металлов с комплексным использованием сырья.

Создано более 26 установок промывочных приборов по обогащению россыпей золота, сконструированы передвижные среднеобъёмные установки по обогащению труднопромывистых россыпей, и эффельных отвалов [1,2]. Среди них необходимо отметить передвижную обогатительную установку ПОУ4-3М.

Установка обеспечивает механизацию подготовительных и обогатительных операций: двухстадийная дезинтеграция, рассев по трём классам, а также обогащение на двух центробежных сепараторах.

Установка универсальна, так как позволяет вести обработку проб алмазо-золотосодержащего сырья, а также техногенного материала (чёрные, цветные металлы и редкоземельные элементы).

Многолетний опыт эксплуатации установки свидетельствует об её надёжности и достоверности получаемых данных, как в полевых, так и в стационарных условиях.

В 2012 году была произведена модернизация этой установки на основе применения патента на полезную модель [3], что позволило получить передвижную обогатительную установку (рис.1) для обработки проб россыпей, включающую раму, состоящую из стержней, бункер, загрузочное приспособление, импеллерный дезинтегратор, барабанный грохот с наружным барабаном и внутренним барабаном со штырями в скрубберной части и отверстиями в перфорированной части, основной и контрольный центробежные сепараторы, самородкоулавливающий и эффельные шлюзы, отличающуюся тем, что, внутренний барабан грохота выполнен с отверстиями, диаметр которых определяется по зависимости

$$d = \frac{t}{5 \sqrt{\frac{\pi}{2F_0} - 1}}$$

где  $d$  - диаметр отверстия барабана, м;

$t$  - расстояние между отверстиями, м,

$F_0$  - площадь живого сечения в % от общей площади  
 при этом высота штыря в скрубберной части внутреннего барабана по  
 величине больше диаметра штыря  
 а площадь сечения стержня рамы устанавливается по зависимости

$$S = \frac{P_{кр} \cdot \lambda^2}{\pi^2 E},$$

где  $S$  - площадь сечения стержня рамы, м<sup>2</sup>;

$P_{кр}$  - критическая нагрузка на раму, Н;

$E$  - модуль упругости материала стержня, Па;

при этом площадь сечения стержней основания рамы больше площади сечения каждого из других стержней рамы изготовленных из одинакового материала

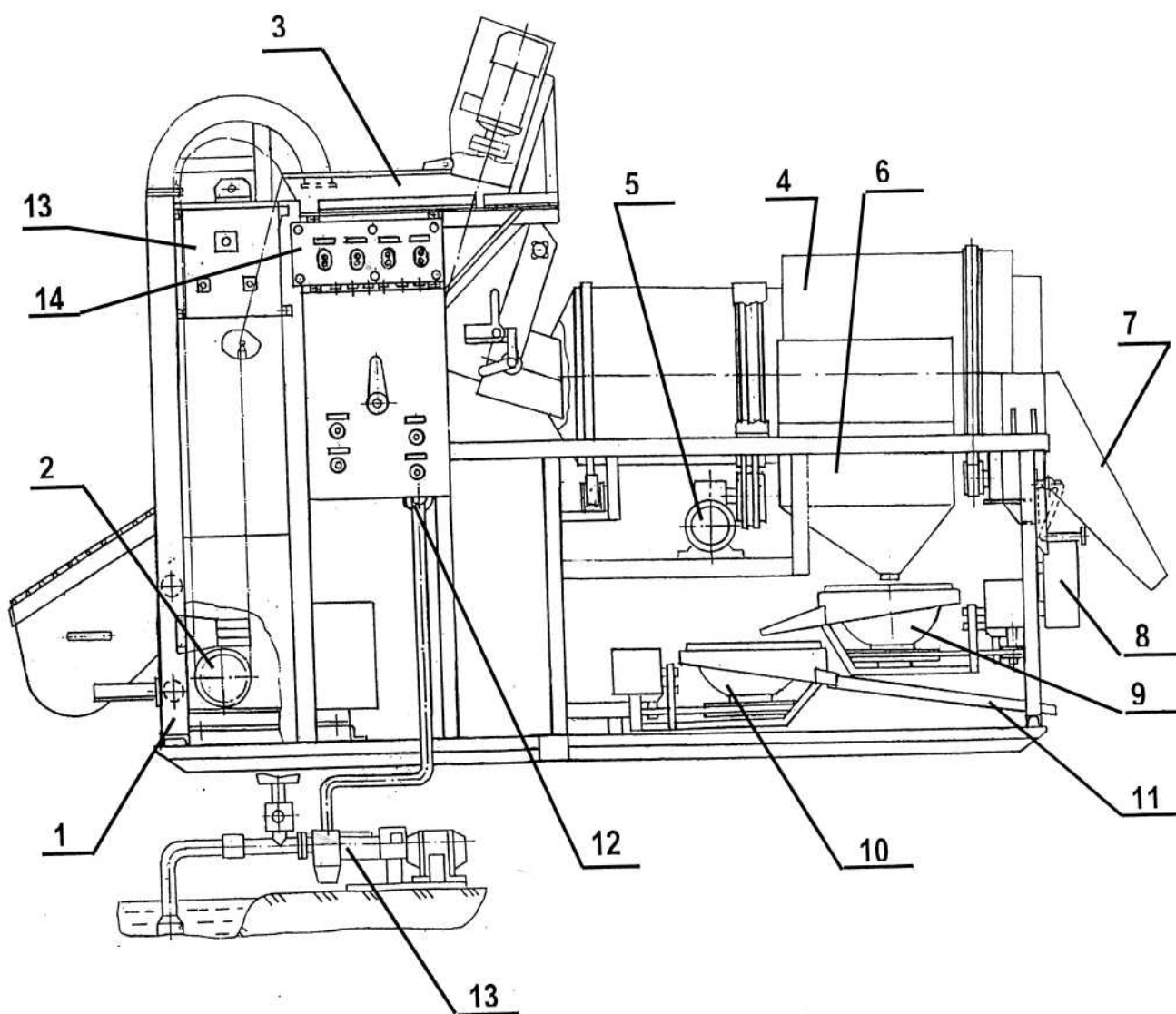


Рис. 1 Установка обогатительная передвижная:

- 1- рама, 2- механизм подъёма, 3 - импеллерный дезинтегратор, 4- барабан-грохот,  
 5 - привод барабана – грохота, 6 - сборник, 7 - блок лотков (шлюз), 8 - шлюз эфельный,  
 9- сепаратор центробежный (основной), 10 - сепаратор центробежный (контрольный),  
 11 - лоток, 12 - система водораспределения, 13 - станция магнитная, 14 - пульт управления,  
 15 - станция насосная (в основной комплект не входит)

Сравнительный анализ результатов обработки на ПОУ4-3М и полупромышленных испытаний крупнообъемных проб легко, средне и труднопромывистого материала с крупным, средним и мелким золотом показал хорошую сходимость в пределах 80 %.

Таким образом, данная разработка (ПОУ4-3М) остаётся весьма перспективной на ближайшие годы при поисково-разведочных, оценочных и добычных работах, а также при освоении техногенных месторождений.

### **Список литературы**

1. Буторин С.Н., Турлычкин В.М. Модульные обогатительные установки для разработки мелких россыпных месторождений золота и алмазов «Геологическое изучение и использование недр»: научно-технический информационный сборник /ОАО «Геоинформмарк». - М.: 1994, Вып. 1-2. – 65 с.

2. Обогащательные установки для геологоразведочных работ. Проспект ОАО «Тульское НИГП» e-mail:nigr-tula@mail.ru.

3. Передвижная обогатительная установка, авторы: Мельников М.С., Власюк В.И., Новиков В.Г., Борисов Н.Е., Будюков Ю.Е., Спиринов В.И., Царёв В.В., Аникеев В.П. Патент полезной модели № 122913 У1, 2012

## **МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ**

В.К. Федоров, А.В. Луценко, Е.А. Кучеева  
«МАТИ» - Российского государственного технологического университета  
имени К.Э.Циолковского,  
г. Москва

Непрерывность процессов «разработка – конструирование - производство», а в ряде случаев, возможность параллельной организации труда всех участников, обеспечивается единым информационным пространством, где конструкторская и технологическая документация и информационные массивы представлены не в «бумажном формате», а в электронном. Общая схема единой информационной среды предприятия приведена Рис.1.

Достоинства метода интеграции систем проектирования, производства, управления технологическими процессами и предприятия в целом начинают ощущаться после первых же инсталляций.

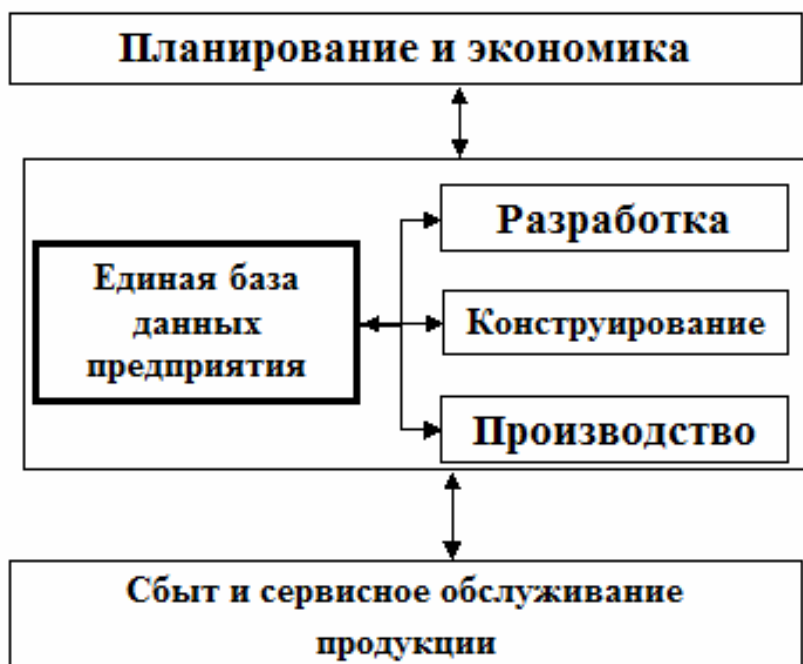


Рис.1. Общая схема единой информационной среды предприятия

ЕИС обеспечивает решение следующих задач:

- формирование единых процедур управления процессами и взаимодействия всех участников;
- доступность данных на всех этапах работ для каждого участника (в строгом соответствии с правами доступа к данным конкретного пользователя), их целостность и достоверность данных;
- автоматизирует передачу данных при переходе от одного этапа работ к другому;
- обеспечивает возможность быстрой выборки необходимых данных;
- возможность подготовки интерактивного электронного технического руководства (ИЭТР);
- упрощает процесс взаимодействия между подразделениями;
- повышает экономическую эффективность проводимых работ за счет структурирования данных, сокращения числа рутинных и низкопроизводительных операций.

Основной целью при создании ЕИС является повышение эффективности проводимых работ, и конкурентоспособности предприятия за счет сокращения времени, отводимого на разработку, конструирование и производство новых изделий, повышение качества, как самой продукции, так и гарантийного и послегарантийного обслуживания.

Кроме того, применение ЕИС позволяет пройти сертификацию на соответствие требованиям международных стандартов ИСО 9000 и наладить эффективное взаимодействие, в том числе с зарубежными клиентами.

Основной частью ЕИС предприятия является ЕИС проектирования и производства. Она обеспечивает сквозную передачу данных с этапа на этап, т.е. от разработки технического задания на этапы разработки и конструирования,

далее – на этап технологической подготовки производства и собственно на производство продукции.

Благодаря внедрению такой системы значительно сократились сроки, необходимые на прохождение цикла «разработка – конструирование - производство», и повысилось качество продукции. При разработке ЕИС

проектирования и производства к компонентам системы предъявлялись следующие требования:

1. В части электронного архива и документооборота:

- структурированное хранение информации;
- доступ к данным по мандатному принципу (система должна вести учет действий, совершенных пользователем);
- исключение дублирования данных;
- обеспечение быстрого поиска информации и составление необходимых отчетов;
- упрощение работы по поддержке актуальности и достоверности данных в архиве;
- уменьшение времени прохождения документов от пользователя к пользователю;
- наличие в своем составе средства по работе с электронной цифровой подписью;
- обеспечение возможности перехода в дальнейшем к полностью электронному документообороту.

2. В части систем автоматизированного проектирования:

- наличие базовые функции разработки и конструирования (в том числе моделирование и формирование моделей);
- связь с пакетами по технологической подготовке производства изделия;
- наличие процедур для анализа режимов работы и оптимизации конструкции изделия на всех стадиях готовности разрабатываемого изделия.

### **Список литературы**

1. Гордон А.М., Сергеев А.П., Смоленцев В.П. и др. Автоматизированное проектирование технологических процессов. - Воронеж; ВГУ, 1986. - 196 с.

2. Ахмедзянов Д.А. Концепция совершенствования НИР и НИРС для развития инновационной направленности проектов [Текст] / Д. А. Ахмедзянов, С.Н. Поезжалова, С.Г. Селиванов // Молодой ученый. - 2011. - №6. Т.2. - С. 122-136.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АСП-ЗАВОДНЕНИЯ НА ОБРАЗЦАХ КЕРНА ЗАПАДНО-САЛЫМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Р.Н. Ширяева, Ф.Х. Кудашева, А.Д. Кадырова  
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»,  
г. Уфа

Для повышения нефтеотдачи пластов в последние годы применяют новый метод воздействия на пласт - химическое заводнение с использованием щелочи, поверхностно-активных веществ и полимера [1-3]. При закачке в нефтяной пласт воды с добавкой ПАВ снижается поверхностное натяжение на границе нефть-вода, увеличивается подвижность нефти и улучшается вытеснение ее водой. Карбонат натрия не только снижает поверхностное натяжение, но и выступает как реагент, уменьшающий расход ПАВ. Добавка полимеров позволяет выровнять фронт вытеснения нефти водой и изменять реологические свойства и структуру фильтрационных потоков пластовых флюидов.

Нами проведены лабораторные исследования по использованию АСП-технологии на образцах керна Западно-Салымского месторождения. Нефть Западно-Салымского месторождения легкая ( $887,8 \text{ кг/м}^3$ ), характеризуется высоким содержанием парафино-нафтеновых углеводородов (36,5 % масс.) и смол (13,2 % масс.). Оптимальный состав трехкомпонентной системы был выбран на основании фазовых экспериментов.

Фильтрационные эксперименты проводили на водонасыщенных керновых моделях при температуре, соответствующей температуре пласта Западно-Салымского месторождения. Выходящая из образцов керна жидкость собирается в мерные пробирки по 10 мл в каждую. В пробирках определяется рН жидкости, концентрация АПАВ, родамина С, карбоната и гидрокарбоната натрия. Содержание АПАВ в растворе измеряется с применением специального чувствительного электрода. Концентрация карбонат- и гидрокарбонат-ионов определяется методом потенциометрического титрования. В качестве индикаторного используется стеклянный электрод.

По результатам эксперимента были построены выходные кривые для АПАВ, карбонат-иона и родамина С, рН. Установлено, что на начальном этапе фильтрации родамин С движется медленнее, чем АПАВ или карбонат-ион. Это, видимо, связано с тем, что молярная масса родамина С в 1,3 раза больше, чем у АПАВ или в керне имеется недоступный объем пор для АПАВ. Выявлено, что в условиях динамического эксперимента адсорбция АПАВ зависит от соотношения скоростей адсорбции и десорбции при прохождении сорбата через керн.

### Список литературы

1. Ильина Г.Ф. Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири / Г.Ф. Ильина, Л.К. Алтунина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. -166 с.

2. Хабеев Н.С. Моделирование мицеллярно-полимерного воздействия на слоисто-неоднородный нефтяной пласт / Н.С. Хабеев, Н.А. Иногамов// Прикладная механика и техническая физика. -2008, Т. 49. - №6. –.115-122 с.

3. Кузнецов И.А. Исследование влияния щелочно-ПАВ-полимерного воздействия на вытеснение нефти / И.А. Кузнецов // Тез. Докл. Четвертой региональной научной конференции молодых специалистов ОАО «ТомскНИПИнефть».- Томск,2011.- 285-289 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫХ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЦИНКА И АМИНОСОДЕРЖАЩЕГО ЭПОКСИДНОГО ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ НА КАТОДЕ**

А.В. Павлов, К.В. Лукашина, М.Ю. Квасников, И.Ф. Уткина  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
г. Москва

Развитие современной техники ставит перед химией фундаментальную задачу создания композиционных полимерных материалов, обладающих комплексом новых специфических свойств. Возникла острая необходимость сочетать преимущества, присущие полимерам (низкая плотность, высокие эластичность и прочность) с высокими электропроводностью, магнитными, антифрикционными, каталитическими и другими свойствами, характерными для металлов и неорганических соединений. Металлополимеры представляют собой гетерогенную систему, состоящую из полимерной среды и высокодисперсной металлической фазы, на границе которой реализуется хемосорбционное взаимодействие. Это обуславливает ценный комплекс свойств металлополимеров, присущих как полимерам, так и металлам: эластичность, высокую адгезию, электро- и теплопроводность и др. [1]. Особенно перспективно использование металлополимеров в качестве антикоррозионных покрытий, в которых защитные свойства полимерного покрытия дополняются протекторным или ингибирующим действием металлов; антифрикционных покрытий; покрытий с особыми электрическими и магнитными свойствами.

Известно, что большинство отечественных и зарубежных фирм для обеспечения антикоррозионной защиты стальных корпусов автомобилей и их комплектующих используют в технологическом процессе стадию цинкования. И лишь после этого наносят грунтовочные лакокрасочные материалы (ЛКМ) методом катодного электроосаждения, который имеет целый ряд преимуществ по сравнению с другими методами нанесения ЛКМ [2]. В целом данный метод технологически схож с гальваническим процессом осаждения металлов, однако имеет и принципиальные отличия. Он основан на способности полиэлектролитов изменять свою растворимость в зависимости от рН среды. Основной электрохимический процесс – электролиз воды, в результате

которого прикатодное пространство подщелачивается (рН стремится к 14), при этом происходит регенерация аминогрупп, потеря растворимости олигомера и осаждение его на катоде [3]. Пигменты и наполнители осаждаются, за счет электрофореза, осмоса и синерезиса. По этому же механизму происходит процесс уплотнения полимерного осадка [4].

Электрохимический процесс нанесения защитных цинковых покрытий составляет в настоящее время около 50-60 % от общего объёма гальванических производств, как по площади обрабатываемой поверхности, так и по объёму используемых электролитов. Широкое распространение цинковых покрытий в гальванической практике для защиты от коррозии изделий из черных металлов объясняется их высокими защитными свойствами [5].

Отсюда ясно, что объединение двух технологических процессов, а именно цинкование и электроосаждение ЛКМ, в одной технологической стадии – перспективное, инновационное направление в области защиты от коррозии металлических изделий. Совместив два процесса в одном агрегате, а именно в ванне для электроосаждения, мы получаем целый ряд преимуществ: экономия производственных площадей, снижение себестоимости обработки и окрашивания поверхности, снижение себестоимости готовой продукции, получение новых покрытий, обладающих целым спектром необходимых в процессе эксплуатации изделия характеристик (износостойкость, эластичность, химическая стойкость). Важно отметить, что основным растворителем исходных веществ является вода, что благоприятно сказывается на экологическую составляющую такого технологического процесса.

Для достижения поставленной цели представлялось необходимым получить металлополимерную термодинамически устойчивую композицию для катодного электроосаждения. В качестве полимерного связующего нами был выбран широко применяемый в промышленности катафорезный материал, а именно эпоксиаминный аддукт, модифицированный изоцианатами. Эмульсия связующего не была пигментирована. Выбор цинкового электролита был продиктован уксусной кислотой, служащей для нейтрализации эпоксиаминных аддуктов. Исходя из этого, для создания композиции был взят ацетат цинка.

В ходе поисковой работы необходимо было определить оптимальную концентрацию связующего и ацетата цинка в лабораторной ванне электроосаждения. Так как рабочая концентрация связующего в ванне в процессе катодного электроосаждения составляет примерно 16 масс. %, то был решено добавлять к приготовленному раствору порционно (по 10 мл) 25-% раствор ацетат цинка. После каждой добавки цинкового электролита изучалась возможность получения Zn-полимерных покрытий путем варьирования различных параметров процесса электроосаждения при постоянном перемешивании. Температура ванны поддерживалась на уровне  $T=30$  °С, а рН ванны составлял 5,75.

В качестве окрашиваемого материала были взяты пластины из углеродистой стали 08КП. Окраска образцов осуществлялась при напряжении в интервале 100 - 200 В. Стоит отметить, что достижение заданного значения напряжения достигалось как при ударной нагрузке ( $T = 5$  с), так и при



медленном подъеме напряжения ( $T=20$  с). После выбора режима электроосаждения для каждой экспериментальной композиции производилась окраска образцов при различном времени в интервале 5 - 120 с. Выяснилось, что при порционном добавлении электролита в композицию величина максимального напряжения, при котором может осуществляться процесс, смещалось в меньшую сторону.

С добавлением цинкового электролита менялась удельная электропроводность металлополимерной композиции, что очевидно вызвано увеличением содержания цинка:

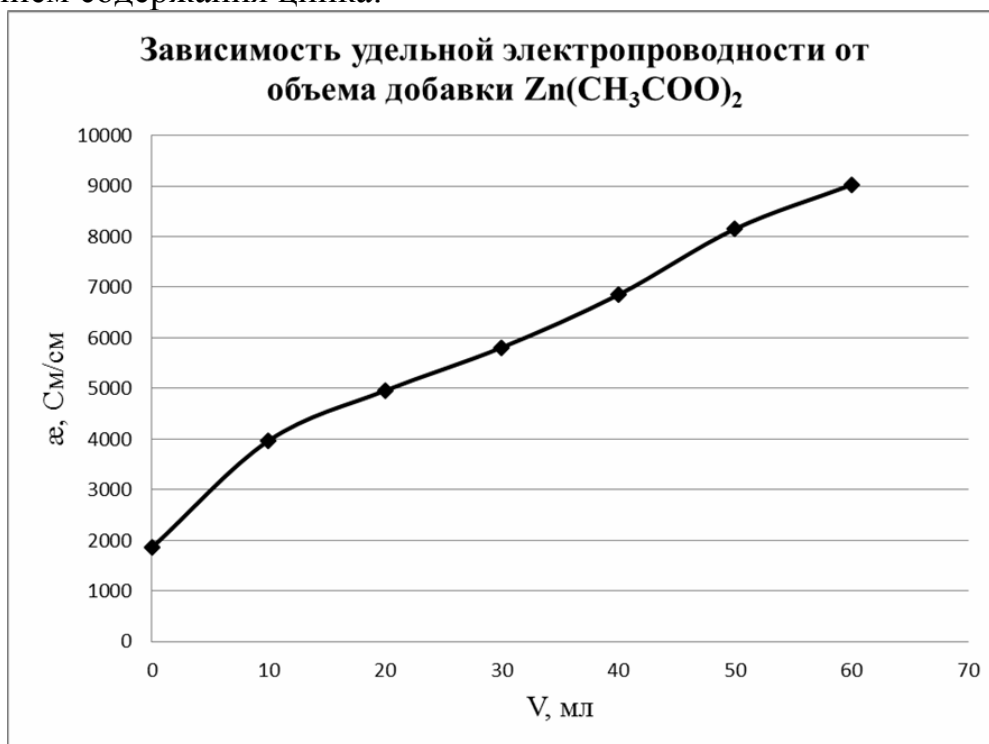


Рис. 1.

Полученные Zn-полимерные покрытия были однородные, имели одинаковую толщину по всей поверхности изделия, исключая покрытия, полученные из ванн с 50 мл и 60 мл ацетата цинка. Для этих покрытий отмечалось резкое ухудшение внешнего вида, а именно появление разводов, нагаров и прочих дефектов покрытия. По этой причине дальнейшее добавление цинкового электролита было нецелесообразно. Параллельно с получением Zn-полимерных покрытий были получены образцы с покрытием из раствора связующего, не содержащего ацетата цинка. Как видно из Рис. 2 покрытия на основе цинка имеют совершенно другой внешний вид, они более металлические и матовые, что свидетельствует об электролитическом осаждении цинка в ходе процесса катодного электроосаждения пленкообразователя из его водного раствора:

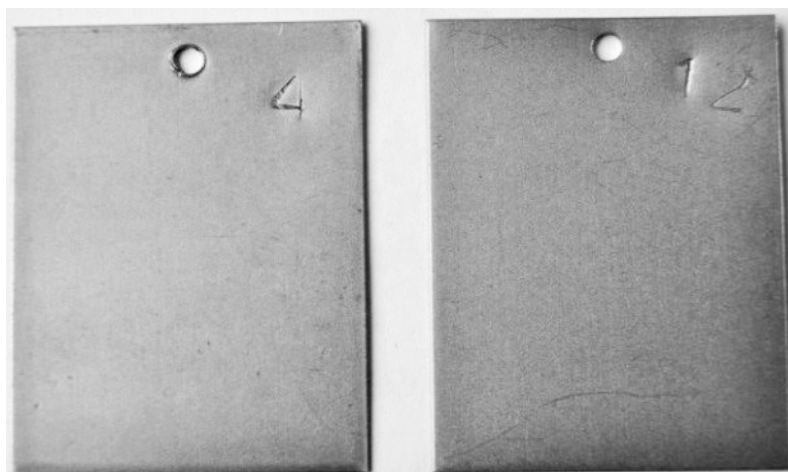


Рис.2. Пластины с полимерным покрытием (слева) и с Zn – полимерным (справа)

Таким образом, нам удалось получить Zn-полимерные покрытия путем совмещения двух процессов – катодного электроосаждения и гальванического осаждения цинка. Это открывает совершенно новые перспективы в области защиты металлов от коррозии, а также получение покрытий с заданными свойствами, необходимых при эксплуатации в различных климатических исполнениях, путем варьирования параметров нанесения, а именно соотношения компонентов, напряжения, времени.

#### Список литературы

1. Дейнега Ю.Ф., Ульберг З.Р. *Электрофоретические композиционные покрытия.* – М.: Химия, 1989. – С. 240.
2. Krylova I.A. *Painting by electrodeposition on the eve of 21-st century // Progress in Organic Coatings.* – 2001. – v.42.P.120-131.
3. Квасников М.Ю., Крылова И.А. *Окраска методом электроосаждения. Часть 1-3 // Лакокрасочные материалы и их применение.* – 2001. – № 4-6. С.10-15, С.24-39, С.26-31.
4. Квасников М.Ю., Уткина И.Ф., Романова О.А, Крылова И.А, Смирнов К.Н. *Получение металлополимерных покрытий сочетанием в одном технологическом процессе электролитического осаждения металлов с катодным электроосаждением водоразбавляемых олигомерных полиэлектролитов // Химическая промышленность сегодня.* – 2014. – №2. – С. 51-56.
5. Вайнер Я.В., Дасоян М.А. *Технология электрохимических покрытий.* – М. – Л.: Машигиз, 1962. – С. 468.

## РЕШЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ВИКИЗ С ПОМОЩЬЮ ПЛИС

К.Ф. Лысаков, Е.М. Персов  
Новосибирский государственный университет,  
Институт автоматизи и электрометрии СО РАН,  
г. Новосибирск

Интерпретация экспериментальных данных является основой современных геофизических исследований, однако практическая сложность данной задачи порождает множество различных подходов к её решению. Многие алгоритмы базируются на минимизации отклонений синтетических сигналов от измеренных величин в пространстве модельных параметров. В геоэлектрике процесс минимизации является целенаправленным итерационным перебором сигналов при различных значениях геоэлектрических и геометрических характеристик среды, при этом эффективность и скорость инверсии в первую очередь обусловлены ресурсными характеристиками (быстродействие, используемая память) программ решения соответствующих прямых задач. Поэтому проблема ускорения при вычислении синтетических каротажных диаграмм является предметом усилий многих исследователей.

Одним из перспективных способов приближенного моделирования является метод нейронных сетей. Применимость и эффективность нейросетевых методов в данной области были показаны в работах Соболева А.Ю., также им был построен нейросетевой аналог прямой задачи ВИКИЗ. Основной идеей этих исследований была подмена прямой задачи ВИКИЗ её нейросетевым аналогом при классическом процессе минимизации. Разработанный алгоритм открыл новые перспективы по созданию специализированного вычислителя, позволяющего производить часть работ по интерпретации экспериментальных данных непосредственно в момент их сбора на базе каротажного комплекса.

Вычислительный этап предложенного А.Ю. Соболевым алгоритма преимущественно состоит из вычислений сумм, произведений и синусов, не содержит условных переходов и зависимости по данным между узлами сетки, всегда осуществляется над большими объёмами данных. Совокупность этих факторов позволяет в полной мере задействовать весь потенциал FPGA схем для реализации вычислительной части алгоритма. Наиболее естественным для реализации алгоритма подходом является размещение на FPGA кристалле как можно большего числа параллельно работающих вычислительных конвейеров. Специфика вычислительной части алгоритма позволяет развить идею использования конвейеров дальше – уменьшить единицу масштабирования, обойтись одним блоком экспоненты и логарифмирования без потери производительности. Также технология FPGA позволяет создавать специализированные вычислители с любыми типами промежуточных данных. Использование типов данных выбранных на основе имеющихся о модели

знаний позволяет далее улучшить соотношение затрачиваемых ресурсов кристалла к производительности аппаратной реализации.

Руководствуясь приведёнными выше доводами, в ИАиЭ СО РАН был создан программно-аппаратный комплекс для решения нейросетевого аналога прямой задачи ВИКИЗ. В основе разработанного комплекса лежит схемотехническая реализация вычислительного конвейера суммы  $S$  на FPGA кристалле Xilinx XC6VSX315T. Этот вычислительный конвейер является единицей масштабирования комплекса, и именно его характеристиками определяется быстродействие комплекса на базе какого-либо FPGA кристалла. В следующей таблице приведены занимаемые одним конвейером ресурсы кристалла и производительность конвейера, полученные при синтезе схемотехнической реализации с одним конвейером на кристалле XC6VSX315T на частоте 125MHz:

Slice registers	41135
LUTs	40296
36k RAMBs	45
DSP48E1	279
Средняя производительность, точек/с	120,000

Ресурсы кристалла XC6VSX315T позволили параллельно разместить четыре таких вычислительных конвейера. Таким образом, в ходе данной работы был получен программно-аппаратный комплекс, способный решать нейросетевой аналог прямой задачи ВИКИЗ со средней скоростью 480,000 векторов входных значений в секунду. В качестве дальнейшего развития работы рассматривается возможность переноса аппаратной части комплекса на кристалл XC7VX690T. Без каких-либо изменений и адаптаций в схемотехнической реализации этот кристалл может вместить в себя двенадцать вычислительных конвейеров. При запуске на тактовой частоте 125 MHz такая аппаратная база поднимет среднюю производительность комплекса до 1,44 млн. точек в секунду. При разработке комплекса к реализации выдвигалось следующее требование: время решения задачи над сеткой на 100 тыс. входных значений должно составлять не более 4 секунд, а измеренная в ходе работ производительность последовательной реализации алгоритма на процессоре Intel Core i7-3770 @ 3.40GHz составила 6400 точек в секунду. Таким образом, производительность уже созданного комплекса почти в 20 раз превзошла минимальную необходимую для того, чтобы считать разработку вычислителей на базе FPGA жизнеспособным направлением дальнейших геофизических исследований. А при переносе аппаратной базы на более совершенный кристалл прогнозируется рост производительности до показателей не менее чем в 60 раз больше этого значения.

Также из качественных характеристик разработанного комплекса стоит отметить следующее: время вычисления алгоритма на FPGA кристалле строго определено с точностью до наносекунд, а любые отклонения в реальном

времени решения задачи обусловлены задержками операционной системы при передаче входных и выходных данных между устройством и пользовательским контекстом процесса. Таким образом, перед нейросетевым аналогом прямой задачи ВИКИЗ, разработанным А.Ю. Соболевым, открывается еще одна перспектива – если использовать аппаратную базу созданного комплекса не в составе ПК, вычислительной системы общего назначения, а в специализированной вычислительной системе реального времени, то такой программно-аппаратный комплекс будет давать гарантированное время работы.

### Список литературы

1. Соболев А.Ю., Ельцов И.Н., Симонов К.В. *Нейросетевое моделирование сигналов ВИКИЗ // Каротажник. – 2006. - № 9. – С. 136-152.*
2. Охонин В.А., Симонов К.В., Эпов М.И., Ельцов И.Н., Соболев А.Ю. *Нейросетевое моделирование сигналов ВИКИЗ // Электрические и электромагнитные методы исследования в нефтегазовых скважинах. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ. – 1999. – С. 79-85.*
3. Лысаков К.Ф., Шадрин М.Ю. *Применение программно-аппаратных комплексов на базе FPGA для реализации трудоемких распараллеливаемых алгоритмов // Труды III Международной конференции «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы». Улан-Удэ: Издательство Бурятского государственного университета, 2010. С. 192-195.*

## ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА С ПОМОЩЬЮ ДИНАМИКИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ЛЕЧЕНИЯ ЦИРРОЗА ПЕЧЕНИ ИЛИ НЕКРОЗА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

С.А. Онищук, И.Б. Барановская, Д.Б. Биленко, И.А. Костенко  
ВУНЦ «Военно-воздушная академия» (филиал), ГБУЗ «ККБ№2»,  
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»,  
г. Краснодар

Панкреонекроз является осложнением такой болезни как острый панкреатит (воспаление поджелудочной железы). Смертность при этой тяжёлой болезни составляет 40-70 % и это при условии своевременного лечения самыми последними медицинскими методами. Некротический панкреатит характеризуется отмиранием определённого участка или всей поджелудочной железы. Данный процесс происходит из-за растворения тканей ферментами, которые сама же железа и вырабатывает в сочетании с инфекцией, перитонитом и другими сложными обострениями.

Цирроз печени входит в первую десятку причин смертности во всем мире, а во многих развивающихся странах патологии печени входят в первую пятерку причин смертности. Формирование цирроза печени происходит при развитии последовательных стадий фиброза.

Фиброз — это накопление в печени жесткой волокнистой (рубцовой) ткани, состоящей преимущественно из коллагена. Количественные показатели тяжести фиброза — это достоверный индикатор прогрессирования патологий печени, их определение прогностически значимо и используется как один из важнейших параметров для выработки объективного подхода к схеме лечения и к его мониторингу. Поэтому диагностика и мониторинг динамики хронических заболеваний печени — одна из самых актуальных задач современной гепатологии.

Стадии развития фиброза печени определяют их биомаркеры.

Цель данной работы — определение технологии диагностирования состояния организма с помощью динамики гематологических показателей процесса лечения цирроза печени или некроза поджелудочной железы, для чего рассматриваются не прямые маркеры больных с циррозом печени и панкреонекрозом.

В общем случае существует два класса маркеров: прямые, характеризующие метаболизм в клеточном матриксе или изменения в стеллатных клетках, которые доминируют в профиброзных клетках. Это: гиалуроновая кислота (ГК), коллагены IV и VI, аминотерминальный фрагмент проколлагена III (P3NP), матриксные металлопротеиназы и TIMP-1 — тканевой ингибитор металлопротеиназы.

Непрямые. Это традиционные сывороточные маркеры, характеризующие изменение функции печени и поджелудочной железы и необязательно отражающие изменения в клеточном матриксе или в профиброзных клетках. Непрямые маркеры фиброза — это молекулы, высвобождаемые в кровь из-за патологического процесса, идущего в печени или поджелудочной железе.

В частности, это аминотрансферазы АЛТ и АСТ, молекулы, синтезируемые, регулируемые или секретируемые органами, например, аполипопротеин А1, альфа-2-макроглобулин (А2М), ферритин, гаптоглобин, факторы свертывания, холестерин и билирубин, а также маркеры патологий, которые возникают при повреждении функции печени или поджелудочной железы.

Исследовалась аланинаминотрансфераза (АЛТ) - наиболее чувствительный и специфичный индикатор гепатоцеллюлярного повреждения и аспартатаминотрансфераза (АСТ). Следует отметить, что сочетанное измерение АСТ и АЛТ применяется для дифференциации патологий печени от повреждений мышц. Соотношение уровней АСТ/АЛТ (коэффициент Де Ритиса)  $< 1$  характерно для вирусного гепатита, холестатического синдрома, токсического гепатита, инфекционного мононуклеоза. Отношение АСТ/АЛТ  $> 1$  наблюдается при циррозах печени, метастазах в печень, инфаркте миокарда. Для алкогольного поражения печени отношение АСТ/АЛТ чаще бывает более 2. Соотношение уровней АСТ/АЛТ  $< 1$  — слабое повреждение печени, но при АСТ/АЛТ  $> 1$  — множественные, часто хронические патологии печени.

Исследовалась также динамика количества тромбоцитов. Этот показатель используется как показатель тяжести фиброза. Было установлено, что уменьшение количества тромбоцитов в процессе лечения приводит к

летальному исходу как в случае больных с циррозом печени, так и с панкреонекрозом. Это связано с тем, что тромбоцитопении из-за нарушения синтеза тромбопоэтина и/или из-за секвестрирования тромбоцитов в увеличенной селезенке. Увеличение количества тромбоцитов приводит к стабилизации состояния больного.

Следует отметить, что у больных панкреонекрозом отсутствует тромбоцитопения — состояние, характеризующееся снижением количества тромбоцитов ниже  $150 \cdot 10^9/\text{л}$ . В первые дни лечения панкреонекроза тромбоцитопения отсутствовала. Далее происходило монотонное снижение уровня *PLT*, и в конце концов привело данного больного к летальному исходу. У больного циррозом наоборот повышалось *PLT*, что привело к стабилизации состояния организма.

Подобное происходило и с коэффициентом Де Ритиса. Динамика содержания АСТ и АЛТ в первые дни лечения панкреонекроза имела колебательный характер, а затем происходило повышение коэффициента Де Ритиса.

Таким образом, динамика маркеров может служить показателем состояния организма.

## **ПРИРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ В S/S ТЕХНОЛОГИЯХ ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВ**

С.Б. Вениг, В.Г. Сержантов, Р.К. Чернова, Е.И. Селифонова, Н.В. Агеева  
НИУ Саратовский Государственный Университет им. Н.Г. Чернышевского,  
г. Саратов

Актуальным вопросом современности во всем мире является ликвидация накопленного экологического ущерба.

Одна из сторон данной проблемы – санация почв, антропогенно загрязненных тяжелыми металлами. Объемы территорий, требующих детоксикации, исчисляются сотнями тысяч кубических метров в разных странах, причем проблема усугубляется подчас невозможностью выемки грунта.

В этом случае особый интерес представляют технологии отверждения – стабилизации (*solidification/stabilization, S/S*), ориентированные на снижение подвижности токсикантов непосредственно «на местах». Большинство *S/S* технологий основано на применении цемента или вулканического туфа для иммобилизации тяжелых металлов в твердых объектах (почвах-локально, на промышленных терриконах). Для санации больших массивов почв, которые после обработки должны сохранить плодородие, такие отвердители локального действия мало пригодны. В связи с этим в последнее время проводятся исследования, направленные на применение в *S/S* технологиях природных сорбентов: цеолита, глин, органоглин, гидрослюд и др.

В настоящей работе рассмотрен новый вариант *S/S* технологии для вывода тяжелых металлов из пищевой цепи «почва-растения-животные-

человек» без выемки грунта, основанный на применении природного сорбента глауконита, который, согласно ОКПО и ПВ, относится к минеральному сырью для химических производств и минеральных удобрений.

Глауконит – алюмосиликат общей формулой  $(K, Na, Ca) \cdot (Fe(III), Mg, Fe(II), Al)_2[(Al, Si) Si_3O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$  природные запасы которого, только по Саратовской области, составляют более 5,5 млн м<sup>3</sup>. Сырьевая база по России огромна. Глауконит обладает высокими адсорбционными и катионнообменными свойствами и может быть использован для площадного внесения в почву с целью ее санации. Важным фактором является также высокая мера химической инертности глауконита (буферность) в почвенных средах.

Нами разработан технологический регламент переработки и обогащения глауконито-кварцевых песков Саратовской области. Получены магнитная, немагнитная мелкодисперсные и гранулированные фракции глауконита, исследован их состав. Изучена сорбционная способность полученных фракций по отношению к ионам Cd(II), Pb(II) и Ni(II) в зависимости от их концентрации, pH среды. Построены pH-адсорбционные профили.

Показано, что в оптимальных условиях из водных сред фракциями обогащенного глауконита сорбируется до 98 % Pb(II), 96 % Cd(II) и 88 % Ni(II). Рассмотрен комбинированный механизм ионообменных сорбционных и осадительных процессов, приводящих к комплексной сорбции разных форм ионов металлов в широком диапазоне кислотности.

Проведено моделирование детоксикации грунтов, загрязненных индивидуальными солями вышеуказанных металлов и их смесями. Для этого в три образца грунтов массой 1т вносились соответственно соли кадмия, свинца и никеля. Пробы грунтов смешивались с соответствующими фракциями глауконита в массовых соотношениях грунт:глауконит 1:1, 1:2, 1:3, 1:4. Затем, согласно алгоритму, приведенному в [1], рассчитывалась оптимальная масса сорбента, необходимая для внесения в грунт. Так, например, в случае загрязнения 1т грунта солями кадмия (87мг/кг), рассчитанная масса глауконит-руды, в количестве 197 кг\1т грунта, распределялась по заданной территории на необходимую глубину, тщательно перемешивалась с грунтом, увлажнялась поливным способом до 80 %. По истечении 24 часов на обработанной территории брались образцы водных вытяжек из отобранных по поверхности и из глубины проб почвы, в которых атомно-абсорбционным методом определялась концентрация подвижных форм кадмия. При уровне загрязнения (8-10 мг/кг) грунтов и соблюдении вышеуказанных процедур, концентрация подвижной формы кадмия в водной вытяжке составляла 1,5 мг/кг, что соответствовало допустимому уровню.

В случае загрязнения 1 т грунта тремя солями тяжелых металлов: свинцом (30 мг/кг), никелем (28мг/кг), кадмием (10 мг/кг) в качестве сорбента использован обогащенный глауконит (85 %). При известных: массе загрязненного грунта, типе загрязнения и максимальной концентрации токсикантов, рассчитано необходимое количество сорбента для снижения загрязнения до требуемых норм: 209 кг для свинца, 210 кг для никеля и 197 кг



для кадмия. Пробы на вымываемость токсикантов, проведенные в течение года, показали стабильность сорбированных комплексов и слабую вымываемость при дренаже воды через почву и изменении рН.

Особо следует подчеркнуть, что глауконит- не только хороший сорбент, но и структурирующий почву компонент, ценное минеральное удобрение, повышающее плодородие почвы(содержит подвижный, легко усвояемый растениями калий, микроэлементы). Применение глауконита не только депонирует тяжелые металлы, но удобряет почву, структурируя ее.

К преимуществам предлагаемой технологии можно отнести: широкий спектр сорбируемых тяжелых металлов и устойчивость образующихся сорбатов; дешевизну и доступность сорбента; возможность использования в любое время года; практически неограниченное количество поставки; не требуется утилизация после применения; пожаро- и взрыво- безопасен.

### Список литературы

1. Сержантов В.Г., Андронов С.А., Быков В.И. Способ детоксикации загрязненного грунта// Патент № 2296016 РФ, МПК В09С 1/08 G21F 9/28. Оpubл. 27.03.2007. Бюл. № 9 – с. 10

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ, РЕСУРСО И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

### АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ДОСТИГНУТОГО УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ УГЛЕПЕРЕРАБОТКИ

В.И. Спирин<sup>1</sup>, Ю.Е. Будюков<sup>1</sup>, В.В. Царёв<sup>1</sup>, В.М. Турлычкин<sup>1</sup>,  
Т.В. Башлыкова<sup>2</sup>, В.В. Кубасов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ОАО «Тульское НИГП»,  
г.Тула

<sup>2</sup>ООО «НВП «Центр –Эста Гео»,  
г. Москва

<sup>3</sup>Российский государственный геологоразведочный университет,  
г. Москва

Отработка угольных месторождений сопровождается образованием отходов угледобычи, хвостов углеобогащения, золошлаковых образований.

В пределах Российской Федерации запасы только золошлаковых отходов (ЗШО) составляют более 1,5 млрд. т. Использование таких отходов в хозяйственных целях пока ограничено. Отвалы постоянно пылят, подвижные формы элементов ЗШО вымываются осадками, загрязняя воздух, воды и почвы. Утилизация таких отходов – одна из актуальных проблем. В основе использования ЗШО лежит четко укоренившееся представление о золе как о бросовых отвалах. Кроме того, золошлаковые отходы из золоотвалов низко

технологичны. Интенсивное пыле-, грязе-, газообразование мешают использовать золу. Также отрицательным для использования ЗШО в строительстве является повышенное содержание в золе вредных для строительных материалов примесей: недожога, различных металлов и элементов с повышенным содержанием ПДК, а также сложный гранулометрический состав золы.

В тоже время ЗШО могут служить источникам получения ряда полезных металлов и элементов. Сжигаемые угли являются природными сорбентами, содержат примеси многих ценных элементов, включая редкие и редкоземельные металлы, золото и платиноиды. При сжигании их содержание в золе возрастает в 5-6 раз и может представлять промышленный интерес.

Утилизацией ЗШО занимаются многие исследователи. Известно более 300 технологий их переработки и использования, но они в основной массе посвящены использованию золы частично в дорожном строительстве и производстве строительных материалов, не затрагивая при этом извлечение как токсичных и вредных, так и ценных компонентов.

Отходы угледобычи и углеобогащения в основном не утилизируются.

В проекте переработки ЗШО Тульской области с участием зарубежных фирм (INNER MONGOLIA MENGXI HI-TECHENOLIC GROUP, CO LTD (Китай), «Wehrhahn» (Германия), BAeR-Agentur fur bodenaushub GmbH (Германия)) не предусматривается получение концентратов благородных и редкоземельных металлов.

При среднем содержании золота в угольных отходах 0,1 г/т и запасах техногенных ресурсов 350 млн. т запасы золота составят 35 т, что соответствует среднему по запасам золоторудному месторождению.

Потребность промышленности в редких и редкоземельных металлах общеизвестна, они являются ключевыми материалами, определяющими научно-технический прогресс. Потребление РЗЭ в мире с 1995 по 2010 г. увеличилось более чем в 2 раза (с 60 тыс.т до 136 тыс.т). В предлагаемом проекте решается задача выделения фракций, обогащенных благородными и редкоземельными металлами, из угольных отходов на первой стадии их переработки механическими методами обогащения и получение соответствующих концентратов в процессе биогидрометаллургического передела.

Предлагается новая стратегия глубокой переработки и полной утилизации ЗШО и хвостов углеобогащения с предварительным гравитационным фракционированием материала на отдельные фракции с преобладающим содержанием: благородных металлов (супертяжелая фракция); железа (тяжелая магнитная фракция); урана, тория и редких земель (среднетяжелая электромагнитная фракция); глины и песка (легкая фракция); микросфер и недожога (сверхлегкая фракция из ЗШО).

Технологические показатели (выход, содержание ценных и вредных компонентов, извлечение компонентов во фракции предварительного разделения и продукты переработки) будут установлены в процессе современной технологической оценки, результатом которой являются

рациональная схема переработки отходов и обоснование их извлекаемой ценности.

Извлечение благородных, редких и редкоземельных металлов требует различных методов обогащения и гидрометаллургии, а извлечение алюминия, кремния, железа, никеля, ванадия, хрома и марганца можно производить пирометаллургическими методами с использованием электрических рудовосстановительных печей или специальных печей-реакторов.

Золу текущего производства и накопленную в золоотвалах можно перерабатывать в руднотермических печах и получать комплексный ферросплав – ферросиликоалюминий (ФСА), а из образующегося шлака производить различные строительные материалы – цемент различных марок, в т.ч. высокоглиноземистый, фундаментные блоки, минераловатные утеплительные изделия и пр.

Производство ферросиликоалюминия (ФСА) с использованием бедных бокситов, отходов углеобогащения и золошлаковых отходов крупных ГРЭС обходится с меньшими затратами электроэнергии, чем производство для металлургии того же количества ферросилиция и алюминия по существующим технологиям.

Использование комплексных ферросплавов для раскисления стали позволяет получать более чистый металл по содержанию неметаллических включений при меньшем их расходе. Основу комплексных ферросплавов составляют железо, кремний, марганец, алюминий. Комплексные ферросплавы особенно выгодно применять при современной технологии выплавки стали – «ковш-печь», когда раскисление и легирование стали стремятся провести полностью в ковше. Ферросиликоалюминий хорошо заменяет ферросилиций марки ФС45. Его потребность в странах СНГ составляет около 200 тыс. т. в год. Ферросиликоалюминий может использоваться не только для раскисления и легирования стали, но и в процессах металлотермического восстановления титана, хрома, марганца, магния и других металлов.

Промышленностью освоено производство нескольких марок ферросиликоалюминия ФСА-20, ФСА-30, ФСА-40, ФСА-50. Содержание железа, кремния и алюминия зависит от исходного сырья и технологии плавки. Цена ферросиликоалюминия различных марок составляет от 30000 до 60000 рублей за тонну в зависимости от содержания кремния и алюминия.

Технология производства ферросиликоалюминия из высокозольных подмосковных углей была разработана в 1939 году. В промышленных масштабах ферросиликоалюминий из бедных бокситов и отходов углеобогащения производят в Казахстане, Украине и в России на Челябинском электрометаллургическом комбинате (ЧЭМК) и Уральском алюминиевом заводе. Имеется опробованная технология получения ферросиликоалюминия из золошлаковых отходов Рязанской ГРЭС, образующихся от сжигания высокозольных углей. При сжигании мазута в золах отмечается высокое содержание ванадия и никеля, которые также представляют большую ценность.

В целом, унифицированный комплекс для производства нескольких видов ферросплавов должен включать несколько основных участков:

- склад шихтовых материалов с взвешивающими устройствами;
- отделение обжига извести и прокаливания шихтовых материалов;
- отделение получения алюминиевого порошка и крупки;
- шихтовое отделение с бункерами и весодозирующими устройствами;
- отделение электроплавильных печей различного типа и мощности;
- отделение металлотермического восстановления;
- отделение подготовки ковшей, ремонта печей и агрегатов-реакторов;
- отделение переработки шлака в готовую продукцию;
- отделение пылеулавливания и подготовки пыли для её утилизации;
- отделение подготовки и хранения готовой продукции;
- химическую лабораторию;
- отдел технического контроля.

Создание металлургического комплекса производительностью 100 тыс. т отходов потребует 2,5-3,0 года, ориентировочный срок окупаемости после выхода на проектную мощность составит 2 года (при общих затратах на проектирование и строительство около 1300 млн. рублей).

Металлургический комплекс – предмет последующих инновационных проектов.

Таким образом, при осуществлении в будущем планируемого проекта будет разработана и испытана в опытно-промышленных условиях инновационная комплексная технология глубокой переработки отходов угледобычи и обогащения, ЗШО и зол уноса, включающая механические, пиро-, гидро- и биогидрометаллургические способы переработки с технико-экономическим обоснованием наиболее рентабельных вариантов для Подмосквовного угольного бассейна.

### **Список литературы**

1. *Минерально-сырьевая база угольной промышленности России. Т2 М., 1999.*
2. *Спирин В.И., Турлычкин В.М., Каменков А.Н. «Техногенные месторождения Подмосквовного угольного бассейна как потенциальный промышленный источник полезных ископаемых» Журнал «Экономика XXI века г. Тула № 1(1) сентябрь 2013.*

## **К ВОПРОСУ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ СПОСОБА И УСТРОЙСТВА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ГОРНЫХ И ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В.И. Спирин, Ю.Е. Будюков, А.С. Рыбаков  
Росгеология,

ОАО «Тульское научно-исследовательское геологическое предприятие»,  
г. Тула

А.В. Шевчук, Е.А. Молукова, О.В. Шумихин  
ФГБНИУ СОПС,  
г. Москва

Известно, что в настоящее время важнейшим мировым научно-технологическим трендом и системным вызовом, определяющим направления развития тематической области «Рациональное природопользование», выделяется экологический вызов, связанный с общим истощением природной среды под влиянием интенсивного освоения минерально-сырьевой базы, усилением глобальной конкуренции, возрастающей региональной дифференциацией и быстрым формированием новейшей технологической базы у основных игроков мирового рынка. Накоплены гигантские объёмы отходов добычи и переработки полезных ископаемых, значительные содержания в них особо ценных цветных, редких и благородных металлов, нередко превышающие концентрации в традиционных рудах, и, наконец, наличие эффективных отечественных технологических способов их извлечения ориентируют государство на ускоренное решение проблемы вовлечения в промышленное использование российского техногенного сырья. Это сырьё, в отличие от природного, представляет собой возобновляемый ресурс, не требующий затрат на извлечение из недр и первичную дезинтеграцию, которые обуславливают значительные издержки горнопромышленных производств [1].

Накопленное техногенное сырьё - конкурентоспособный, перспективный минеральный ресурс, использование которого по инновационным технологиям обеспечивает не только значительный технико-экономический эффект, но и достигаемый попутно экологический эффект - как естественное следствие нового уровня требований современного горного производства.

Существенными предпосылками вовлечения в производственный оборот техногенных образований являются:

- настоятельная необходимость сохранения природно-ресурсного потенциала, которая обусловлена снижением воспроизводства минерально-сырьевой базы по большинству компонентов, ухудшением качества вовлекаемых в переработку руд, и уменьшения экологического ущерба, наносимого горным производством окружающей среде;

- значительное увеличение потребности индустриальной техники в редких и редкоземельных элементах, которые часто концентрируются в отходах обогащения;

- существенная возможность использования техногенных отходов при внедрении достижений научно-технического прогресса.

Например, на территории Тульской области накоплено более 500 млн. т. отходов угледобычи и углеобогащения, золошлаковых образований и углей уноса. Отходы переработки занимаемые значительные территории, являются источником ценных полезных ископаемых: чёрных, редких и благородных металлов, нерудного сырья строительного назначения.

По сравнению с другими углями бурые угли Подмосковного бассейна отличаются повышенной металлоёмкостью. Серый колчедан бурых углей, концентрирующийся в хвостах обогащения, является сырьём для сернокислотного производства, в процессе которого образуются пиритные огарки, которые используются в качестве добавок при производстве цемента, стекла, огнеупоров. Однако это ведёт к неизбежным потерям ценных компонентов, таких как цинк, медь, железо, золото и серебро. Эти ценные металлы можно извлечь путем разработки и применения инновационных биотехнологий, [2].

Необходимо формирование новых способов и аппаратов разделительных процессов, адаптивных к техногенному сырью, обеспечивающих селективное извлечение с получением товарных продуктов.

Разработка и внедрение новых способов и устройств для утилизации отходов, например, при утилизации отходов углепереработки позволит получить следующую продукцию:

- концентраты цветных, чёрных, благородных и редкоземельных металлов;
- углесодержащий концентрат;
- микросферы (в случае переработки зол уноса);
- транспарентные (прозрачные) железооксидные пигменты;
- пропанты, каогулянты;
- пеноблоки, кирпич, стеновые материалы, др. строительные материалы;
- ферросиликоалюминий.

Таким образом, работы по созданию способов и устройств для утилизации отходов горных обогатительных предприятий являются весьма актуальными.

### **Список литературы**

1. В.А. Чантурия, А.П. Козлов, И.В. Шадрунова, Е.Г. Ожогина. *Приоритетные направления развития поисковых и прикладных научных исследований в области использования в промышленных масштабах отходов добычи и переработки полезных ископаемых. Горная промышленность, № 1, 2014г.*

2. Спириин В.И., Будюков Ю.Е., Царёв В.В., Турлычкин В.М., Башлыкова Т.В., Кубасов В.В. *Аналитический обзор достигнутого уровня развития технологии утилизации отходов углепереработки. Доклады Международной научно-технической конференции «Инновационные наукоёмкие технологии». - Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2014. - 105 с.*

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАО «НОВОМЕБЕЛЬ» НА АЭРОЗОЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ С УЧЁТОМ ЕЁ ЕСТЕСТВЕННОЙ САМООЧИЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

В.Е. Родина, А.В. Волков  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Согласно данным, приведенным в «Тульском экологическом бюллетене» (2012) [1], одним из ведущих факторов окружающей среды, определяющих состояние экосистем и условия проживания населения, является содержание загрязняющих веществ в приземной атмосфере.

В 2011 году в рамках государственного надзора, осуществляемого Управлением Росприроднадзора по Тульской области, за состоянием атмосферного воздуха населенных мест из 4107 отобранных проб воздуха было выявлено с превышением ПДК 21 проба или 0,51 % (в 2010 г. соответственно 183 пробы – 1,5 %). В городских поселениях области наиболее значимые превышения ПДК в атмосферном воздухе регистрируются по следующим компонентам: взвешенные вещества, углерода оксид, азота диоксид, формальдегид и ряд других органических соединений. В 2011 году также как и в 2010 году проб с содержанием загрязняющих веществ в концентрациях выше 5 ПДК не выявлено.

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников за 2011 год составили 183,5 тыс. тонн/год, что на 29,5 тыс. тонн больше, чем в 2010 году (табл. 1, 2).

Таблица 1

Показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу  
от стационарных источников в 2011 году

Загрязняющие вещества	Ед. изм.	Выброшено за год
Всего	тыс. тонн	183,466
в том числе:		
Твердых веществ	тыс. тонн	67,059
Жидких и газообразных	тыс. тонн	116,492
из них:		
Диоксид серы	тыс. тонн	17,892
Оксид углерода	тыс. тонн	59,148
Оксиды азота	тыс. тонн	24,727
Углеводороды	тыс. тонн	7,743
Летучие органические соединения	тыс. тонн	2,872
Прочие газообразные жидкости	тыс. тонн	4,025

Таблица 2

Объемы выброса от автотранспорта в 2011 год, тыс. тонн

Количество единиц	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	ЛОС	СО	Сажа	Всего
479 651	2,572	42,040	21,978	114,884	0,804	182,278
ЛОС- летучие органические соединения.						

Одной из традиционных отраслей экономической специализации Тульского горно-промышленного региона является производство строительных материалов и конструкций для нужд возведения жилых и производственных помещений, а также мебельная промышленность. Данные производства выступают заметными стационарными источниками загрязнения приземной атмосферы региона.

Согласно данным Росстата, в начале 2010-х годов в России ежегодно вводилось в эксплуатацию около 900 тыс. квартир, а общая площадь сдаваемого жилья составляла около 70 млн кв. м.

Индивидуальные застройщики оказались более активными: в 2012 году для собственных нужд и нужд семей они построили 30,4 миллионов квадратных метров жилья или 224,4 тысячи жилых домов. Прирост по сравнению с 2011 годом составил более 7 процентов.

Минэкономразвития России разработал "Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года", согласно которому развитие жилищного строительства может складываться по одному из трех вариантов – консервативному, инновационному и форсированному (на основе гипотез о развитии экономики, росте благосостояния населения, о реформировании жилищной сферы и об объемах и мерах государственной поддержки отрасли) (рис. 1).



Рис. 1. Среднегодовые темпы прироста объемов ввода жилья, %



Среднегодовой темп прироста объемов ввода нового жилья за 2013 – 2030 гг. может превышать 5 %.

Мебельная промышленность относится к одной из важнейших отраслей экономики, которая обеспечивает выпуск жизненно необходимых товаров народного потребления. Основными причинами роста отечественной мебельной промышленности эксперты называют увеличение объемов жилищного строительства и возможный рост благосостояния населения. Эти же причины определяют и структуру мебельного производства регионов. В общем объеме выпуска продукции ведущее место занимает мебель для дома (рис. 2).



Рис. 2. Структура потребления мебели по основным ассортиментным группам

Производство мебели включает следующие технологические операции: раскрой пиломатериалов на заготовки, сверление, строгание, фрезерование и шлифование. В каждом случае образуется значительное количество загрязняющий территорию отходов, таких как стружки, опилки, древесная пыль. При шлифовании и полировании лакового покрытия образующаяся пыль содержит частицы абразивного материала, отвердевших полиэфирных и нитроцеллюлозных лаков. Удаление отходов осуществляется системами пневмотранспорта и аспирации с очисткой воздуха в пылеулавливающем оборудовании: циклонах, фильтрах, скрубберах.

Кроме того, в воздушную среду попадает целый комплекс веществ, содержащихся в лакокрасочных материалах, растворителях, клеевых композициях, смолах. Основными источниками выделения загрязняющих веществ являются окрасочные камеры, пульверизационные кабины, лаконаливные машины, сушильные камеры, стеллажи для хранения готовой продукции и другое оборудование. Источниками выбросов газо-воздушных смесей являются трубы вытяжной вентиляции и неорганизованные выбросы.

Таким образом, на основании приведенных данных, исследования, нацеленные на оценку воздействия предприятий мебельной промышленности на компоненты окружающей среды (приземную атмосферу и литосферу),

способности природных сред к самоочищению и разработку мероприятий по очистке газопылевых выбросов актуальны для Тульского региона.

Объектом исследований выступает ЗАО «НовоМебель» (г. Донской).

Целью исследований является установление картины рассеяния загрязняющих веществ в зоне экологического влияния деревообрабатывающего предприятия при различных сценариях работы предприятия, обоснование эффективных технологий очистки выбросов, а также естественной способности приземной атмосферы к самоочищению от загрязняющих веществ.

В соответствии с поставленной целью, требуют решения следующие задачи:

- анализ технологий, реализуемых конкретным предприятием, и выявление характера воздействия количественно преобладающих загрязняющих веществ на население и компоненты природной среды;
- оценка масштабов воздействия предприятия на ближайшую территорию при различных сценариях экономического развития;
- оценка эффективности естественных механизмов самоочищения атмосферы и выделение наиболее неблагоприятных сезонов года с точки зрения рассеивания загрязняющих веществ;
- обоснование эффективных природоохранных технологий по защите атмосферы и литосферы от загрязняющих веществ.

Идея работы заключается в том, что разработка мероприятий в области техносферной безопасности, рассматриваемых с позиции экологической безопасности и экономической эффективности реализуемых технологий, предполагает одновременный учет как интенсивности техногенного воздействия производства при различных сценариях хозяйствования, так и способности природной среды – атмосферы – к самоочищению.

Пример рассеивания древесной пыли при кратном увеличении мощности выброса представлен на рис. 3. Расчет выполнен с привлечением программы УПРЗА ЭКОЛОГ.

Согласно рис. 3, при высоких темпах экономического развития и кратном увеличении выбросов предприятия в зону влияния выбросов попадает жилая застройка. Поэтому требуется подбор оборудования, эффективно очищающего выбросы от древесной пыли, подтвердив рекомендуемое инженерное решение расчетом. Эта задача решается на последующих этапах исследований.

Оценка эффективности естественных механизмов самоочищения атмосферы базируется на расчете интегральных показателей состояния среды, предложенных Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова, – потенциала рассеяния атмосферы (ПРА) и потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) [2]. Для расчета привлекались эмпирические данные о состоянии приземной атмосферы Тульской области за 2013 год.

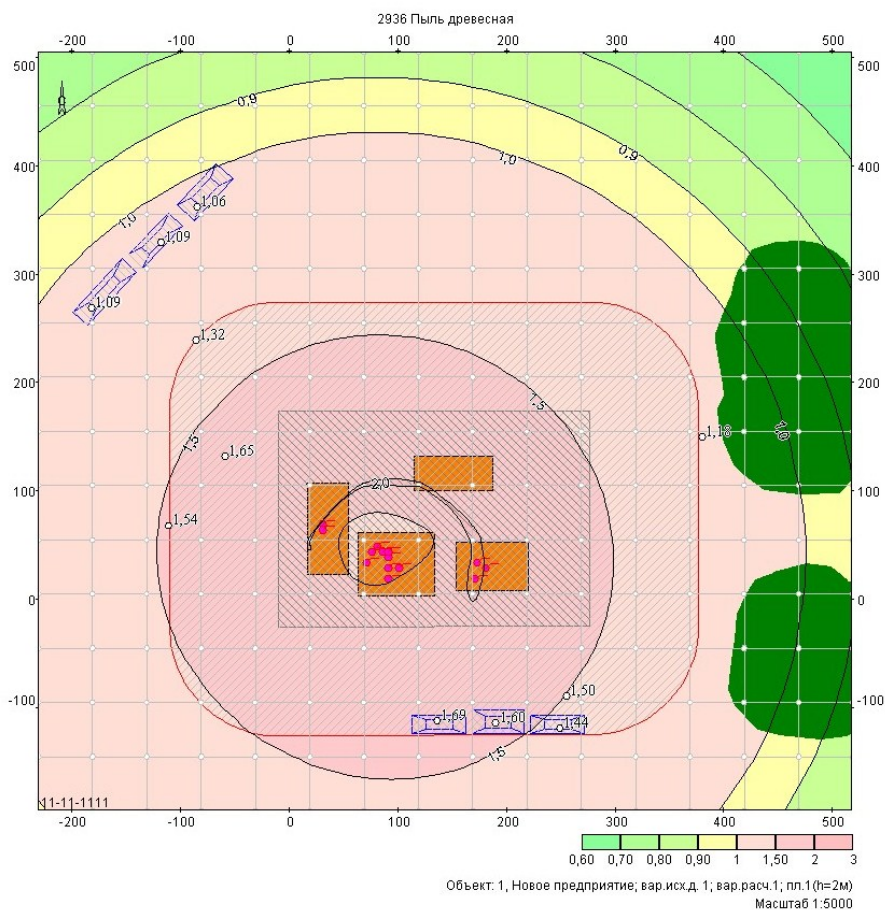


Рис. 3. Картина рассеяния древесной пыли ЗАО «НовоМебель»

Потенциал рассеивания атмосферы определяют по формуле:

$$\text{ПРА} = (P_{\text{ш}} + P_{\text{т}}) / (P_{\text{о}} + P_{\text{в}}),$$

где  $P$  – повторяемость метеорологических параметров:  $P_{\text{ш}}$  – скорости ветра до 1 м/с,  $P_{\text{т}}$  – дней с туманом,  $P_{\text{о}}$  – дней с осадками более 0,5 мм/сут,  $P_{\text{в}}$  – скорости ветра более 6 м/с.

В среднем за год вклад величины  $P_{\text{о}}$  в процессы самоочищения атмосферы составляет примерно 40 %, а величины  $P_{\text{в}}$  – 5-25 %. Вклад в процессы накопления примесей в атмосфере величины  $P_{\text{ш}}$  составляет 30-55 %, в величины  $P_{\text{т}}$  – примерно 5 %.

Чем больше величина ПРА, тем хуже условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если  $\text{ПРА} \leq 1$ , то в рассматриваемый отрезок времени повторяемость процессов, способствующих самоочищению атмосферы, преобладает над повторяемостью процессов, способствующих накоплению вредных примесей. Если же  $\text{ПРА} > 1$ , то преобладают процессы, способствующие накоплению вредных примесей.

На территориях, где преобладают низкие источники выбросов, а также высокие источники с холодными выбросами, ПЗА рассчитывается по формуле:

$$\text{ПЗА} = 2,4 \cdot \exp \left[ 0,04 / (Z_2 - Z_1)^2 - (0,4 \cdot Z_1) / (Z_2 - Z_1) \right],$$

где  $\exp$  – основание натурального логарифма,  $Z_1$  и  $Z_2$  – аргументы интеграла вероятности  $\Phi(Z)$ , при которых величина  $\Phi(Z)$  связана с  $P_1$  и  $P_2$  следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} \Phi(Z_1) &= 1 - 2 \cdot P_1; \quad \Phi(Z_2) = 1 - 2 \cdot P_2; \\ P_1 &= P_{\text{ин}} + P_{\text{ш}} - P_3 + P_{\text{т}}; \quad P_2 = P_3 + P_{\text{т}}, \end{aligned}$$

где  $P_{\text{ин}}$  – повторяемость приземных инверсий;  $P_{\text{ш}}$  – повторяемость скоростей ветра до 1 м/с;  $P_3$  – повторяемость застоев воздуха;  $P_{\text{т}}$  – повторяемость туманов.

По значениям ПЗА произведено районирование территории страны и выделены следующие зоны.

1.  $\text{ПЗА} \leq 2,4$  – низкий уровень загрязнения атмосферы, наилучшие условия для рассеивания примесей.
2.  $2,4 < \text{ПЗА} \leq 2,7$  – умеренный уровень загрязнения.
3.  $2,7 < \text{ПЗА} \leq 3,0$  – повышенный уровень загрязнения.
4.  $3,0 < \text{ПЗА} \leq 3,3$  – высокий уровень загрязнения.
5.  $\text{ПЗА} > 3,3$  – очень высокий уровень загрязнения атмосферы.

Таким образом, с помощью ПЗА определяют общую картину загрязнения атмосферы, а расчет ПРА детализирует полученное распределение с учетом местных микроклиматических особенностей.

Годовой ход ПРА и ПЗА представлен на рис. 4.

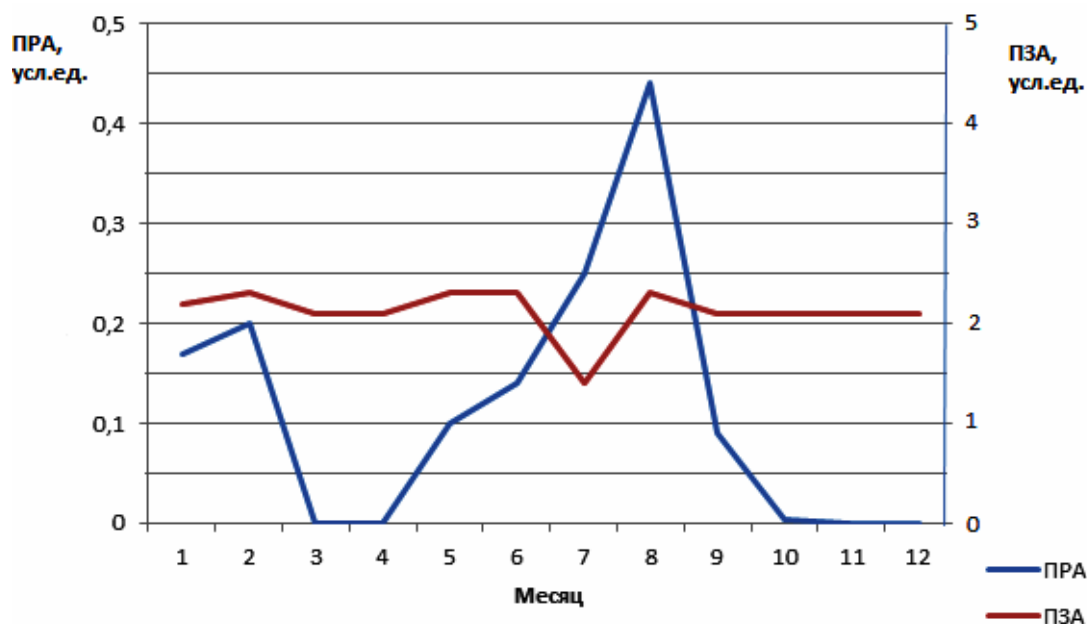


Рис. 4. Совместный ход индексов состояния атмосферы – ПРА и ПЗА

Таким образом, согласно рис. 4, относительно неблагоприятными сезонами года с точки зрения рассеивания примесей (наиболее вероятными с позиции накопления примесей в атмосфере) выступают январь-февраль и август-сентябрь: загрязнение атмосферы немного возрастает в силу относительного ухудшения условий для рассеивания примесей. Следовательно, для этих месяцев необходимо предусмотреть реализацию стандартных инженерно-технических решений, обеспечивающих снижение выбросов загрязняющих веществ в случае ухудшения метеорологических условиях. Речь может идти о следующих инженерно-технических решениях [3]:

- усиление контроля за соблюдением технологических регламентов;
- усиление контроля за работой контрольно-измерительных приборов;
- усиление контроля за герметичностью газоходов, мест пересыпки пылящихся материалов и других источников пылевыделения;
- усиление контроля за техническим состоянием и эксплуатацией очистных установок;
- запрещения продувки и чистки оборудования, газоходов, емкостей с загрязняющими веществами;
- ограничение погрузочно-разгрузочных работ, связанных с пылевыделениями;
- обеспечение инструментального контроля степени очистки газов в пылегазоочистных установках, выбросов загрязняющих веществ в атмосферу непосредственно на источниках и на границе санитарно-защитной зоны.

Однако, согласно рекомендациям Росгидромета, при среднегодовой скорости ветра более 3-5 м/с, повторяемости штилей до 30 % и сумме осадков свыше 450 мм (что, по данным СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», наблюдается в Тульской области) приземная атмосфера в целом обладает хорошей самоочищающей способностью [2]. Как правило данная оценка используется в качестве первого приближения для установления метеорологического потенциала атмосферы к самоочищению и требует дальнейшей детализации путем расчета индексов ПРА и ПЗА.

Таким образом, в публикации сформулирована актуальная научно-техническая проблема возрастающего негативного воздействия техногенных систем на компоненты природной среды, выполнена оценка рассеяния преобладающего загрязнителя в приземной атмосфере и оценка естественной способности атмосферы к самоочищению, сформулирована система инженерных решений, обеспечивающих выполнение требований экологической безопасности в нормальных и неблагоприятных метеорологических условиях.

### Список литературы

1. Тульский экологический бюллетень, 2012 год.
2. Сегелей Т.С., Юрченко И.П. Потенциал рассеивающей способности атмосферы// Известия РАН. Серия географическая. - 1990. - № 2. - С. 132-141
3. Проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от источников закрытого акционерного общества «Ново Мебель», г. Донской. 2011 г.

## МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕМ НА КАТОДЕ

О.А. Романова, М.Ю. Квасников, С.Л. Корякин, А.А. Силаева, И.Ф. Уткина  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
г. Москва

Металлополимеры -гетерогенные системы на основе полимеров и адсорбционно связанных с ними высокодисперсных металлических частиц. Они сочетают преимущества полимеров, такие как низкая плотность, эластичность и прочность с характерными для металлов высокими антифрикционными, каталитическими, магнитными свойствами и электропроводностью. Представляет интерес использование их в качестве покрытий [1].

Целью данной работы являлось получение никель-полимерных покрытий сочетанием в одном технологическом процессе электроосаждения на катоде аминоксодержащего олигомерного плёнкообразователя с электролитическим осаждением никеля из их общего электролита и изучение свойств получающихся покрытий [2].

Исследования проводились в 2-х направлениях:

1. Матрицей покрытий является металл, а полимерная фаза рассматривается, как модифицирующая добавка
2. Матрицей покрытия является полимер, а металлическая фаза в виде наноструктур диспергирована в среде полимера.

В целом данный метод технологически схож с гальваническим процессом осаждения металлов, однако имеет и принципиальные отличия. Он основан на способности полиэлектролитов изменять свою растворимость в зависимости от pH среды. Основной электрохимический процесс – электролиз воды, в результате которого прикатодное пространство подщелачивается (pH стремится к 14), при этом происходит регенерация аминоксодержащих групп, потеря растворимости олигомера и осаждение его на катоде. Пигменты и наполнители осаждаются, за счет электрофореза, осмоса и синерезиса. По этому же механизму происходит процесс уплотнения полимерного осадка.

Технологические и физико-химические принципы электроосаждения и гальванического осаждения настолько различаются, что возможно именно поэтому никто в мире пока не предпринимал попытки объединить оба процесса. Лучшие и воспроизводимые результаты получились на матрице полимера с добавкой никелевого электролита, при выдержанном соотношении [3,4].

Электроосаждение проводили в лабораторной установке с ванной 0,5 л в гальваностатическом ( $I = \text{const} = 1-2 \text{ А/дм}^2$ ) и потенциостатическом ( $U = \text{const} = 120-220 \text{ в}$ ) режимах, при температуре раствора 27-32 °С. Катодом служили предварительно обезжиренные пластинки из стали 0,8 КП.

Состав смешанного электролита и условия электроосаждения подбирались таким образом, чтобы получалось равномерное бездефектное Пк толщиной до 25 мкм. Для изучения свойств покрытий отбирались бездефектные ровные Пк, удовлетворяющие по внешнему виду ГОСТ 9.032, ГОСТ Р 51691-2008 [5].

Полученные металлополимерные покрытия, исследовались с помощью стандартных методов ГОСТ, принятых в ЛКМ и гальванотехнике. Также был исследован элементный состав и морфология покрытия с помощью энергодисперсионного рентгеновского анализа. Результаты представлены на рис.1.

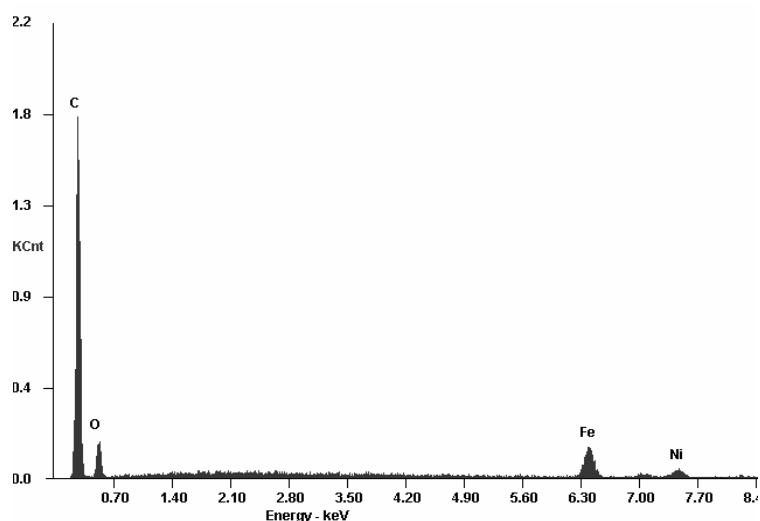


Рис.1 Элементный состав композиции Ni-полимер

Морфология покрытий представленная на рис.2, оценивалась с помощью сканирующего атомного силового микроскопа Nanoscop-4 фирмы «Nico» (США). Фотографии микроструктуры покрытий проводилось при увеличении в  $1 \times 10^7$ .



Рис.2 Микроструктура покрытия никель-полимер

Видно, что в Ni-полимерном покрытии содержатся неправильной формы агрегаты наноразмерных металлических частиц первичного размера 80-200 нм.

Для сравнения свойств полученных покрытий проводились испытания металлополимерных, полимерных и полученных гальваническим методом никелевых. Использовались стандартные испытания, принятые в лакокрасочной и гальванической промышленности. В табл.1 представлены свойства полученных покрытий в сравнении с чисто металлическим и полимерным покрытием.

Таблица 1  
Свойства покрытий

Свойства/ вид ПК	Полимерное	Никелевое	Никель-Полимер.
Толщина, мкм (ГОСТ Р 51694-2000,ISO 2808-97)	18-20	15-17	20-22
Адгезия, балл (ГОСТ 15140,ISO 2409)	1	2	1
Прочность на изгиб, мм (ГОСТ 6806,ISO 1519)	2	6	1
Сопротивление удару, кг*с/см (ГОСТ 4765,ISO 6272)	70	30	90
Микротвердость, кгс/мм <sup>2</sup> (ГОСТ 9450)	98	600-1200	1820
Солестойкость, часы (ГОСТ 9.401-91)	720	96	Более 1500

Из табл.1. видно, что при неизменно хорошей адгезии, по сравнению с полимерным, металлополимерные покрытия имеют бóльшую эластичность, чем у полимерного покрытия. При этом микротвердость металлополимерных покрытий также аномально большая. Более того, металлополимерное покрытие обладает поверхностной твердостью большей, чем чисто металлическое. Следует заметить, что данные результаты имеют воспроизводимость.

Также заслуживают внимания результаты сравнительных антикоррозионных испытаний. На рис.3 представлены фотографии образцов после коррозионных тестов в течение 1500 час.

Видно, что металлополимерное покрытие за это время не показало никаких признаков коррозии, в то время, как чисто полимерное и никелевое покрытие были давно уже сняты с испытаний, как не выдержавшие его.





Рис.3. Образцы после испытаний через 1500 часов в соответствии с ГОСТ 9.401:  
а) – полимерное; б) никель-полимерное

Исходя из выше изложенного можем сделать вывод, что На примере Ni-полимерного покрытия (Пк) предложен новый метод получения антикоррозионных покрытий комбинацией одновременного проведения сразу двух процессов –электроосаждения на катоде аминосодержащих полиэлектролитных плёнокообразователей и электролитического осаждения металлов. Полученные покрытия обладают высокими защитными свойствами, при хорошей адгезии и эластичности покрытия.

#### Список литературы

1. Помогайло А.Д., Розенберг А.Н., Уфлянд В.К. *Наночастицы металлов в полимерах*. - М.: Химия, 2000. - 672с.
2. Krylova I.A. *Painting by electrodeposition on the eve of 21-st century //Progress in Organic Coatings//2001, v.42.P.120-131.*
3. Дейнега Ю.Ф., Ульберг З.Р. *Электрофоретические композиционные Пк*. - М.: Химия, 1989. - 238с.
4. Кузнецова Е.В. *Электроосаждение никеля, модифицированного полимером// Журнал прикладной химии*. - 1993. - Вып.5. - С.1155-1158.
5. Квасников М.Ю., Крылова И.А. *Окраска методом электроосаждения. Часть 1-3// Лакокрасочные материалы и их применение*. - 2001. - № 4-6. - С.10-15, С.24-39, С.26-31.

## КОНЦЕНТРАТ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА ПОЛИМЕРНОМ НОСИТЕЛЕ С ШУНГИТОВЫМ НАПОЛНЕНИЕМ

А.И. Кони́на, Е.С. Па́нова

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

Черные красители являются концентратами технического углерода на полимерной основе. Для удешевления рецептур предлагается заменить часть наполнителя технического углерода на шунгит на рынке известного под торговой маркой «Таурит». Таурит - новый казахстанский минерал, это своего рода природный полимер кластерного типа, имеющий в своей структуре как органическую, так и минеральную части, не похожий на уже известные углеродсодержащие ископаемые минералы. В своем составе он содержит глобулярный "неграфитизируемый" углерод с метастабильной надмолекулярной структурой кремнистого или карбонатного типа. В силу произошедших с ним геологических метаморфоз он не стал ни графитом, ни алмазом. Таурит не магнитен, но электропроводен. Размеры глобул тауритового углерода составляют до 10 нм, с внутренними порами, который образует в минерале матрицу с равномерно распределенными тонкодисперсными силикатами со средним размером частиц до 10-20 мкм.

Использование таурита при степени наполнения им различного полимерного сырья до 40–50 %, позволяет снизить полимеросодержание в рабочих расходных смесях, и получить экономический эффект в виде снижения себестоимости конечного продукта на 30–40 %, за счет значительной разницы стоимости полимеров, технического углерода и таурита, без изменения технических характеристик, а во многих случаях позволяет улучшать свойства композитных материалов. Таурит обладает свойством смачиваться расплавами практически всех полимеров, что дает возможность без применения специальных поверхностно-активных добавок безпроблемно наполнять полимеры тауритом до 70 %.

Еще одной из характеристик таурита – это экологичность, что немало важно при использовании черного красителя в производстве изделий контактирующими с пищевыми продуктами, водой.

### Список литературы

1. *Наполнители для полимерных композиционных материалов: справочное пособие / Пер. с англ. под ред. П.Г. Бабаевского. - М.: Химия, 1981. - 736 с.*
2. <http://kanban.kz/index.php>

## ПРОДУКТЫ «ЗЕЛЁНОЙ ХИМИИ» - НЕИЗОЦИАНАТНЫЕ ПОЛИУРЕТАНЫ

Е.С. Панова, А.И. Кони́на

Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г. Казань

Объем российского рынка полиуретанов растет от 15 до 20% в год, приближаясь к 450 тысячам тонн (около 1 миллиарда долларов США в год). В 2010 году емкость мирового рынка составляла 14 миллионов тонн (33 миллиарда долларов США). К 2016 году она вырастет до 18 миллионов тонн (около 55 миллиардов долларов).

Классический способ получения полиуретанов заключается в реакции полиола и токсичного изоцианата, получаемого в свою очередь из еще более токсичного фосгена. Стоит отметить отсутствие производства таких продуктов на территории РФ, что обуславливает высокую стоимость изоцианатных полиуретанов. При получении полиуретанов используется исключительно сырье нефтехимического происхождения, что на фоне повсеместного ужесточения экологического законодательства, позволяет говорить о необходимости перехода к «зеленым технологиям», а именно к использованию нетоксичного возобновляемого сырья на основе продуктов растительного происхождения. Известны неизоцианатные способы получения полиуретанов, основанные на реакции эпоксидов с диоксидом углерода с образованием циклокарбонатов и последующим их отверждением первичными аминами, которые доступны и производятся на территории РФ [1].

Технологию получения неизоцианатного полиуретана разрабатывает казанская компания «Экополимер». Суть проекта - в исключении из производства основного и самого дорогого компонента – изоцианата. Технологи компании сумели заменить его на рапсовое масло. Ноу-хау позволит снизить на 30% себестоимость полиуретана: в настоящее время она составляет 72 тысячи рублей за тонну. Кроме того, продукты будут экологически безопасными, повысятся их физико-механические свойства. Похожие разработки ведет американская Nanotech Industries. В Татарстане ежегодно производят 20 тысяч тонн этого продукта [2].

### Список литературы

1. Л.Д. Шаповалов, О.Л. Фиговский, Б. Б. Кудрявцев. *Неизоцианатные полиуретаны. Синтез и применение// Вопросы химии и химической технологии, 2004, – №1, – С. 231-236.*
2. <http://www.lkmportal.com/news/2012-12-19/7440>

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОИЗВОДСТВ

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛОТНОСТИ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Р.Г. Сафин, И.М. Галиев, М.Г. Ахмадиев  
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»,  
г. Казань

На сегодняшний день, одним из наиболее динамично развивающихся секторов отрасли переработки пластмасс и древесных отходов является производство древесно-полимерного композитного материала (ДПКМ), и изделий из него, которые обладают всеми положительными сторонами дерева и пластмассы. ДПКМ состоит из трех основных компонентов: древесный наполнитель, полимерные связующие и технологические добавки. В качестве полимерного связующего для производства ДПКМ наибольшее распространение получили полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП), связано это с их хорошей смешиваемостью с органическим наполнителем, а также низкой температурой плавления, позволяющей применять органический наполнитель без риска термического разложения древесины. В состав ДПКМ, так же входят различного рода добавки для улучшения свойств композита.

В КНИТУ разработана линия для исследования свойств высоконаполненных ДПКМ. Технология изготовления образцов заключалась в следующем. На первом этапе проводилось изготовление компаунда. Технология компаундирования: подготовка компонентов, заключающаяся в сушке древесной опилки до влажности менее 5 % (для предотвращения в процессе смешивания выделения влаги и улучшения адгезии со связующим), затем вальцевание. В результате получили полуфабрикат ДПКМ, который затем подавали в загрузочное устройство экструдера. Полученные образцы обрезались на отрезки нужной длины [1,2].

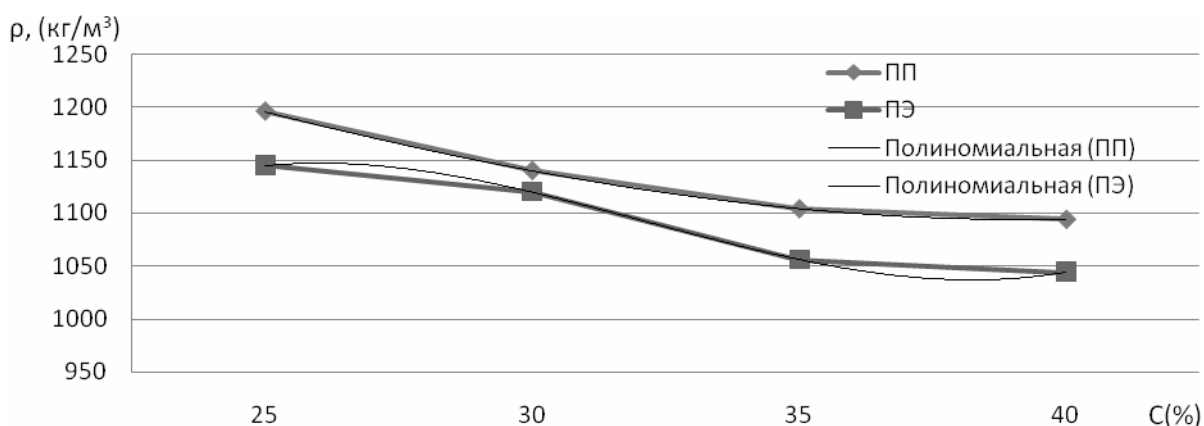
Для повышения положительного экономического эффекта в качестве древесного наполнителя использовались опилки размером 2-10 мм, так как использование древесной муки увеличивает себестоимость изделия.

Не маловажным для строительных материалов является показатель плотности материала. Исследовано влияние содержания полимера на плотность ДПКМ, результаты представлены в таблице.

## Показатели изменения плотности

Вид связующего	Соотношение компонентов: связующее/наполнитель (%)	Плотность (кг/м <sup>3</sup> )
ПП	40/60	1094
	35/65	1104
	30/70	1140
	25/75	1196
ПЭ	40/60	1044
	35/65	1056
	30/70	1120
	25/75	1145

В данной работе для математической обработки результатов экспериментальных исследований, следуя работе, использовалась теория интерполирования функций[3]. Результаты экспериментальных исследований приводим в графическом виде (рисунок):



Изменение плотности материала в зависимости от содержания полимера в ДПКМ

Как видно из зависимостей, приведенных на рисунке, с увеличением содержания полимера, плотность материала уменьшается. Образцы на основе ПП имеют более высокую плотность, чем образцы на основе ПЭ.

Далее приводим математическую модель, описывающая изменение плотности высоконаполненных ДПКМ на основе ПП и ПЭ, в зависимости от содержания полимера:

$$\rho(C_{\text{ПП}}) = C_{\text{ПП}}^3 + 4C_{\text{ПП}}^2 - 75C_{\text{ПП}} + 1266 ,$$

$$\rho(C_{\text{ПЭ}}) = 15,167C_{\text{ПЭ}}^3 - 110,5C_{\text{ПЭ}}^2 + 200,33C_{\text{ПЭ}} + 1040 ,$$

где,  $\rho$  – плотность материала,  $C_{\text{ПП}}$  - содержание полипропилена,  $C_{\text{ПЭ}}$  – содержание полиэтилена.

В данной работе проведена математическая обработка результатов экспериментальных исследований высоконаполненных ДПКМ методом

интерполирования и установлена функциональная зависимость, описывающая изменение плотности высоконаполненных ДПКМ.

### Список литературы

1. Д.Ф. Зиатдинова, Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, Л.И. Левашко, *Вестник казанского технологического университета*, 18, 69-75, (2011).
2. Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, В.В. Степанов, Э.Р. Хайруллина, *Вестник казанского технологического университета*, 11, 90-92, (2012).
3. М.Г. Ахмадиев, Ф.Ф. Шакиров, И.Г. Шайхиев, *Вестник казанского технологического университета*, 10, 217-222, (2011).

## ВЫБОР ИНТЕРВАЛА ИНТЕГРИРОВАНИЯ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ МОМЕНТОВ В АДСОРБЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

А.Г. Дмитриенкова, А.В. Ларин

ФГБУН Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина  
Российской Академии наук,  
г. Москва

Метод моментов широко используется в разработке каталитических и адсорбционных технологий получения особо чистых веществ [1]. При вычислениях статистических моментов экспериментальных выходных кривых могут возникать ошибки в расчете как при занижении, так при завышении временного интервала численного интегрирования. Последнее является следствием дрейфа и флуктуаций базовой линии. В этой связи, целью работы явилось обоснование оптимального интервала интегрирования при расчете статистических моментов в адсорбционных технологиях.

### ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В [2] на основе дискретной модели слоя равновесной адсорбции получено решение прямой задачи проявительной динамики адсорбции:

$$c_n(t)/c_0 = \exp(-bt) \cdot (bt)^{n-1} / (n-1)!, \quad (1)$$

где  $c_n(t)$  – выходная проявительная кривая за слоем адсорбента, равного  $n$ ,  $n = L/L_e$  – относительная длина (эффективность) слоя адсорбента,  $L$  – абсолютная длина слоя адсорбента,  $L_e$  – эффективная кинетическая константа модели,  $t$  – время,  $c_0$  – максимальная концентрация для слоя адсорбента  $n = 1$ ,  $b = u/L \cdot (1 + \Gamma)$ ,  $u$  – линейная скорость элюента,  $\Gamma$  – константа Генри.

Решение (1) непрерывно относительно действительных значений  $n$ .

Моделировали проявительные кривые для разных  $n$  в интервале  $2 < n < 14$  для усредненных условий элюции газов (азота и/или аргона) из гелия на активных углях при комнатной температуре, когда  $b = 0.303 \text{ с}^{-1}$ . Числовые

значения (1) рассчитывались с шагом  $\Delta t = 1$  с. Для каждой проявительной кривой проводились вычисления начальных моментов ( $m_k$ )

$$m_k = \int_0^T c_n(t) t^k dt \quad (2)$$

при разных интервалах времени  $T$  (см. рис. 1).

Из полученных значений (2) методом моментов вычислялись следующие параметры: положение центра тяжести  $t_c^*$  и эффективность слоя адсорбента  $n^*$ . Далее определялись относительные ошибки расчета центра тяжести

$\delta t_c = 100(t_c - t_c^*)/t_c$  и эффективности  $\delta_n = 100(n - n^*)/n$ . Выбранные интервалы интегрирования  $T$  позволяли определять относительные ошибки от 0,1 до 5 %.

Из полученных результатов определялись зависимости  $\delta t_c$  и  $\delta_n$  от относительных концентраций интервала интегрирования  $c^*/c_m$ , где  $c_m$  – максимальная концентрация проявительной кривой и  $c^*$  – концентрация, соответствующая  $T$  (см. рис. 1). Эти зависимости представлены на рис. 2.

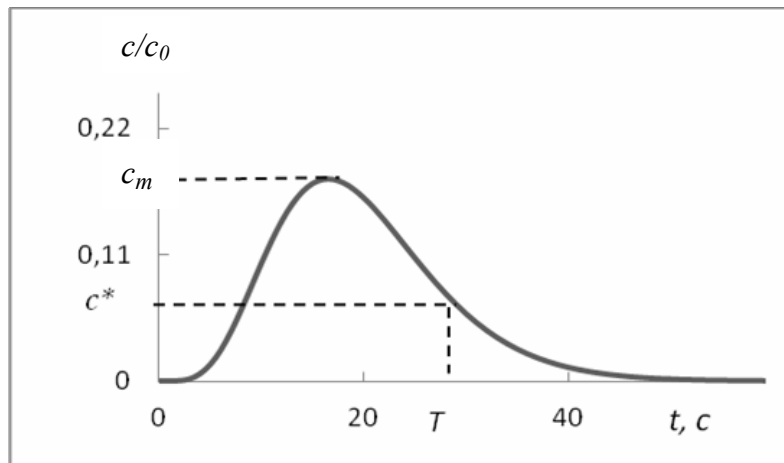


Рис. 1. Условная схема вычисления начальных моментов на примере проявительной кривой, рассчитанной для  $n = 6$

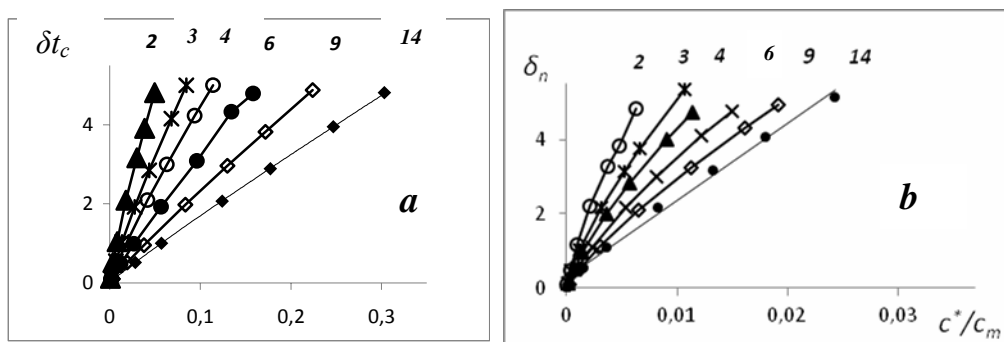


Рис. 2. Величина относительной ошибки вычисления центра тяжести (а) и эффективности слоя адсорбента (б) в зависимости от относительной концентрации интервала интегрирования. Цифры у кривых –  $n$

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Зависимости, представленные на рис. 2 имеют вид монотонно возрастающих функций, которые с высоким коэффициентом корреляции аппроксимируются степенными функциями. Используя эти данные, были определены зависимости  $c^*/c_m$  от относительной длины слоя адсорбента для трех значений относительных ошибок расчета  $t_c$  и  $n$ , которые равнялись 0.1, 1 и 5 %. Полученные результаты представлены на рис. 3.

Результаты, представленные на рис. 3, свидетельствуют о том, что для колонок с большим  $n$  относительная концентрация фиксированной ошибки расчета возрастает. Отметим также, что при расчете  $n$  интервал интегрирования, необходимый для получения фиксированной точности вычисления  $n$ , существенно увеличивается по сравнению с интервалом интегрирования при вычислении  $t_c$ . Например, при точности вычисления, равной 1 %, величину  $t_c$  следует рассчитывать в интервале интегрирования, когда  $c^* = 0.005$ . А для расчета  $n$  с той же точностью интервал интегрирования увеличивается вплоть до значения  $c^* = 0.0005$ .

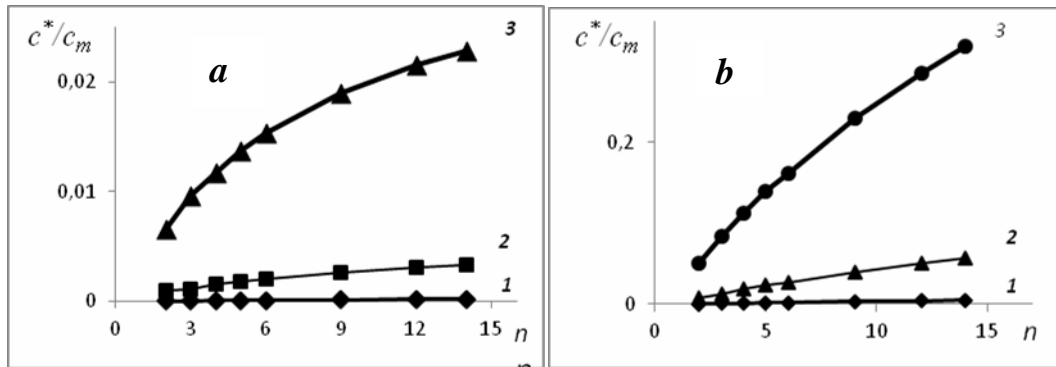


Рис. 3. Величина относительной концентрации интервала интегрирования при фиксировании ошибки вычисления центра тяжести (*a*) и эффективности слоя адсорбента (*b*) в зависимости от относительной длины слоя адсорбента.

Относительная ошибка вычисления, %: 1 – 0.1, 2 – 1 и 3 – 5

Таким образом, при вычислении  $t_c$  и  $n$  методом моментов можно оценивать ошибку их расчета через значение  $c^*/c_m$  (рис. 3) или соответствующий этому значению интервал численного интегрирования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено численное моделирование и определены зависимости относительных ошибок расчетов  $t_c$  и  $n$  методом моментов в зависимости от интервала численного интегрирования. Использование полученных результатов в сочетании с методом последовательных приближений может существенно уменьшить ошибку вычислений моментов и, соответственно, снизить погрешность расчета основных параметров динамической системы: константы Генри и эффективности слоя адсорбента.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 14-08-00780).



### Список литературы

1. Рогинский С.З. Основы применения хроматографии в катализе / С.З. Рогинский, М.И. Яновский, А.Д. Берман. - М.: Наука, 1972. - 376 с.
2. Ларин А.В. Изв. АН. Сер. хим. / А.В. Ларин. - 2011. - № 2. - 367 с.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ПРАКСЕОЛОГИЯ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОВЫШЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

О.М. Дубовицкий, В.К. Федоров  
«МАТИ - Российский государственный технологический университет  
имени К.Э.Циолковского» (МАТИ),  
г. Москва

Праксеология, как известно воплощает междисциплинарный подход в решениях логической теории действия, на основе методов и технологии философии, социологии, менеджмента, социальной психологии, культурологии и других наук. Название, этой науки (составленное из греческих слов «праксис», означающего «действие», а также «энергия», «опыт», «предприимчивость», а также – «логия» – «наука»), как будто само несет в себе соответствующее название для новых направлений исследований.

Цель праксеологии заключается в выявлении общих приемов искусства организации практической деятельности в постоянно неопределенных меняющихся условиях и ситуациях.

То, что праксеология может быть исключительно эффективна в условиях инновационной деятельности можно видеть из оценок, которые делались видными учеными, которые рассматривали праксеологию как общую теорию успешной, целеустремленной деятельности.

Учитывая, что эффективно решить такую задачу подчас можно лишь опираясь на широкий междисциплинарный опыт, к задачам праксеологии относится и выработка общетехнологических рекомендаций и описание типологии форм главных организационных действий.

Особое внимание обращается на то, что всякий труд, всякая работа, всякая деятельность (всякое активное поведение вообще) складывается из элементарных действий. В этом проявляется причинная связь: событие является следствием более раннего воздействия на вещь, воздействие же, как отсюда следует, является причиной события.

Наше бурно меняющееся время, предлагает использовать необычайно эффективный набор действий и выдвигает требования постоянно наращивает потенциал действий и технологий, а также овладевать гигантским объемом теоретических и практических знаний, новыми инновационными подходами в организации и управлении. Всё это потенциально несет в себе праксеология для решения задач инновационного развития.

### **Список литературы**

1. Т. Котарбинский, *Трактат о хорошей работе*, Издательство Экономика, Москва, 1975.
2. Т. Пцоловский, *Принципы совершенной деятельности*, - Киев, 1993.
3. Гастев А.К. *Как надо работать. Практическое введение в науку организации труда*. – М.: Экономика, 2008.

## Содержание

**ИННОВАЦИОННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Виноградов В.Ю., Сайфуллин А.А., Маслов В.Е., Джанибеков О.Т. Методы обнаружения неисправностей в авиационных двигателях и энергетических установках.....	3
Виноградов В.Ю., Сайфуллин А.А., Кузнецов А.А., Джанибеков О.Т. Исследование влияния геометрии ГВТ авиационных ГТД на его газодинамические характеристики измеренные на срезе сопла.....	5
Кубасов В.В., Будюков Ю.Е., Спиринов В.И. Зависимость работоспособности алмазного породоразрушающего инструмента от смачиваемости алмаза металлом связи.....	6
Кубасов В.В., Будюков Ю.Е., Спиринов В.И. Выбор матричных композиций для алмазного породоразрушающего инструмента.....	11
Спиринов В.И., Царёв В.В., Турлычкин В.М., Будюков Ю.Е., Борисов Н.Е., Кубасов В.В., Меньшикова Е.В., Ивакин С.А. Совершенствование передвижной обогатительной установки для получения концентратов при освоении природных и техногенных месторождений.....	17
Федоров В.К., Луценко А.В., Кучеева Е.А. Методика применения единого информационного пространства при проектировании электронных узлов.....	19
Ширяева Р.Н., Кудашева Ф.Х., Кадырова А.Д. Исследование АСП-заводнения на образцах керна Западно-Салымского месторождения.....	22
Павлов А.В., Лукашина К.В., Квасников М.Ю., Уткина И.Ф. Исследование возможности получения принципиально новых металлополимерных покрытий на основе цинка и аминоксодержащего эпоксидного полиэлектролита методом электроосаждения на катоде.....	23
Лысаков К.Ф., Персов Е.М. Решение нейросетевой прямой задачи ВИКИЗ с помощью плиз.....	27
Онищук С.А., Барановская И.Б., Биленко Д.Б., Костенко И.А. Технология диагностирования состояния организма с помощью динамики гематологических показателей процесса лечения цирроза печени или некроза поджелудочной железы.....	29
Вениг С.Б., Сержантов В.Г., Чернова Р.К., Селифонова Е.И., Агеева Н.В. Природные сорбенты в S/S технологиях детоксикации почв.....	31

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ, РЕСУРСО И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Спирин В.И., Будюков Ю.Е., Царёв В.В., Турлычкин В.М., Башлыкова Т.В., Кубасов В.В. Аналитический обзор достигнутого уровня развития технологии утилизации отходов углепереработки.....	33
Спирин В.И., Будюков Ю.Е., Рыбаков А.С., Шевчук А.В., Молюкова Е.А., Шумихин О.В. К вопросу актуальности разработки способа и устройства для утилизации отходов горных и обогатительных предприятий.....	37
Родина В.Е., Волков А.В. Оценка влияния ЗАО «НовоМебель» на аэрозольное состояние приземной атмосферы с учётом её естественной самоочищающей способности.....	39
Романова О.А., Квасников М.Ю., Корякин С.Л., Силаева А.А., Уткина И.Ф. Металлополимерные покрытия на основе никеля, получаемые электроосаждением на катоде.....	46
Кони́на А.И., Пано́ва Е.С. Концентрат технического углерода на полимерном носителе с шунгитовым наполнением.....	50
Пано́ва Е.С., Кони́на А.И. Продукты «зелёной химии» - неизоцианатные полиуретаны.....	51

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОИЗВОДСТВ**

Сафин Р.Г., Галиев И.М., Ахмадиев М.Г. Исследования плотности высоконаполненных древесно-полимерных композиционных материалов интерполяционным методом.....	52
Дмитриенкова А.Г., Ларин А.В. Выбор интервала интегрирования при вычислении моментов в адсорбционных технологиях.....	54

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Дубовицкий О.М., Федоров В.К. Праксеология в решении задач повышения организации производства.....	57
--	----