

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ТУЛГУ  
РОССИЙСКОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
ТУЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА  
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА  
ТУЛЬСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

## **ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**ДОКЛАДЫ XI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ**

Издательство «Инновационные технологии»  
Тула 2012

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ:** доклады XI всероссийской научн.-техн. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2012. – 171 с.

Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы развития инновационной деятельности, науки и технологий. Изложены аспекты современных энергосберегающих и ресурсосберегающих производственных технологий, рационального природопользования и экологии. Рассмотрены вопросы разработки информационных и образовательных технологий для решения научных и прикладных задач.

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

#### **Редакционная коллегия**

Ректор ТулГУ М.В. Грязев, проректор А.Л. Чеботарёв, академик РАН С.М.Алдошин, член-корр. РАН В.П.Мешалкин, д.т.н., проф. В.М. Панарин, д.т.н., проф. В.Ю. Анцев, к.т.н. В.И. Саломыков, к.т.н. С.М. Хадченко, к.т.н. А.А. Горюноква, Ю.А. Чадаев, А.Е. Дорохина.

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

ISBN 978-5-905762-02-4 © Авторы докладов, 2012

© Издательство «Инновационные технологии»,  
2012

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### РЕШЕНИЕ ВОПРОСА УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ХИТ

Е.Б. Годунов, И.Г. Горичев, И.В. Артамонова, С.М. Русакова, Е.О. Забенькина  
 Московский государственный технический университет «МАМИ»,  
 г. Москва

Ежегодное мировое потребление ХИТ составляет более ста миллиардов штук, в России – более одного миллиарда. В связи с отсутствием сбора отработанных ХИТ в нашей стране, они отправляются на свалки, где по этой причине ежегодно оказываются сотни и даже тысячи тонн самых разнообразных металлов, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Для устранения имеющихся недостатков и подбора оптимальных схем переработки ХИТ необходимо детальное изучение процессов растворения диоксида марганца в кислых средах.

**Цель работы:** поиск оптимальных условий растворения оксидов марганца для создания новых эффективных с экономической и экологической точки зрения способов переработки отработанных ХИТ.

Для реализации поставленной цели были проведены экспериментальные исследования по кинетике растворения  $MnO_2$  в серноокислых растворах щавелевой кислоты. Из полученных данных [1] следует, что при повышении концентрации оксалат-ионов доля растворенного диоксида марганца возрастает. При соотношении ионов марганца к оксалат-ионам 1:1 не наблюдается полного растворения  $MnO_2$  и выпадает осадок нерастворимого  $MnC_2O_4$ , поэтому необходимо соблюдать соотношение не менее чем 1:5, чтобы стимулировать комплексообразование. Скорость растворения  $MnO_2$  возрастала с увеличением концентрации щавелевой кислоты.

С использованием уравнения цепного механизма  $\alpha = 1 - \exp(-A \cdot sh(W \cdot t))$  [2] рассчитаны все кинетические параметры выщелачивания  $MnO_2$ : удельная скорость растворения, порядок по ионам водорода ( $n_{H^+} = 0,6$ ) и энергия активации ( $E_a = 80$  кДж·моль<sup>-1</sup>). Определены оптимальные условия водородного показателя (рН 1,1÷2,2).

На основании исследований предложен способ извлечения  $MnO_2$  из отработанных ХИТ, который позволяет сократить число технологических стадий и на конечном этапе получать активный  $MnO_2$  с чистотой, удовлетворяющей его использованию для изготовления новых ХИТ [3].

### Список литературы

1. Артамонова И.В., Горичев И.Г., Годунов Е.Б. // Известия МГТУ «МАМИ». – М.: МГТУ «МАМИ». – №2(10). – 2010. – С. 156–160.
2. Дельмон Б. Кинетика гетерогенных реакций. – М.: Мир, 1972. – 554с.
3. Патент №2431690. Способ переработки отработанных химических источников тока марганцевоцинковой системы для комплексной утилизации.

*Работа выполнена при финансовой поддержке государственной программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.» (контракты 14.740.11.1095, 16.740.11.0679) и аналитической ведомственной целевой программы (заявка №352582011).*

## **ИОНООБМЕННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ РЕНИЯ ИЗ РАСТВОРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО НОВОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

Е.И. Харин, Н.А. Ватолин, Б.Д. Халезов, Е.А. Зеленин, О.В. Евдокимова  
ИМЕТ УрО РАН,  
г. Екатеринбург

Существующая в настоящее время технологическая схема переработки молибденовых концентратов, включающая на начальной стадии процесс окислительного обжига, неблагоприятна как в экономическом, так и в экологическом отношении. Обжиг сопровождается выделением в газовую фазу сернистого газа, более половины рения в виде  $\text{Re}_2\text{O}_7$  и частично молибдена в виде  $\text{MoO}_3$  [1-3]. Это создает экологические проблемы и приводит к безвозвратным потерям металлов. Кроме того последующая гидрометаллургическая переработка обожженного продукта приводит к появлению сточных вод и чрезвычайно технически усложнена. В результате в товарные продукты извлекается в лучшем случае не более 50 – 60 % Re и 90 % Mo [3-5].

При ограниченной возможности импорта рения необходимо развитие собственной минерально-сырьевой базы, но не по традиционным схемам, а по новым технологиям, отвечающим условиям как в экологическом, так и в экономическом плане.

В Имет УрО РАН выполнены исследования окислительного обжига сульфидного молибденового концентрата нового месторождения. Концентрат получен при обогащении руды, добытой из разведочного карьера [6].

Молибденовый концентрат обжигали с оксидом кальция (стехиометрически необходимого для связывания серы, молибдена и рения) в соотношении 1:2,5 при температуре 550-600 °С и продолжительностью 60-90 мин. [7, 8]. В результате сернистый газ преобразуется в сульфат кальция и в газовую фазу не выделяется (1). В огарке полностью остаются молибден и рений в виде молибдата и перрената кальция (2,3).



Содержание  $\text{SO}_2$  в отходящих газах определяли газоанализатором модели «МГЛ-19.3А». Нами установлено, что содержание  $\text{SO}_2$  в отходящих газах или отсутствует, или не превышает  $2,5 \text{ мг/м}^3$  (ПДК по  $\text{SO}_2$   $10 \text{ мг/м}^3$ ).

Отходящие газы пропускали через щелочной раствор для улавливания рения. Содержание рения в растворе определяли качественно калориметрическим методом, основанным на образовании коричнево – желтого соединения рения с роданитом. Это соединение образуется при обработке щелочного раствора смесью  $\text{SnCl}_2$  и  $\text{KCNS}$  (4) [9]. Рений в щелочном растворе не обнаружен.



Были проведены эксперименты по селективному выщелачиванию перрената кальция из обожженного молибденового концентрата, с целью изыскания оптимальных условий: температуры, продолжительности и отношения твердой и жидкой фаз.

Далее при поиске извлечения рения из раствора опробованы пять сорбентов: АН-31, АВ-17, АМП, Purolite А-170 (далее А-170), Purolite А-172 (далее А-172). Для сорбентов А-170 и А-172 использовали синтетический раствор, содержащий Re -  $1,5 \text{ г/дм}^3$ , Мо -  $2 \text{ г/дм}^3$ , pH=5-6, а для АН-31, АВ-17, АМП раствор, содержащий Re -  $0,25 \text{ г/дм}^3$ , Мо -  $0,5 \text{ г/дм}^3$ , pH=5-6.

Эксперименты проводили в динамических условиях. Навеску ионита объемом 10 мл загружали в стеклянную колонку. Через колонку пропускали раствор, содержащий  $\text{ReO}_4^-$  и  $\text{MoO}_4^{2-}$  до полного проскока рения. Скорость пропускания растворов при сорбции и десорбции – 1 уд. об./ч. Контроль за работой ионита осуществляли систематическим отбором и анализом проб фильтрата на содержание рения и молибдена.

Выходные кривые сорбции исследуемых анионитов, представлены на рисунках 1 и 2, емкостные характеристики анионитов по рению были рассчитаны по формулам (1) и (2) и представлены в таблице.

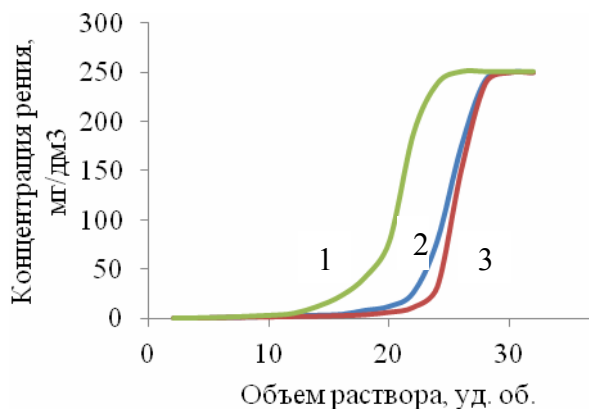


Рис. 1. Выходные кривые сорбции рения анионитами АН-31(1), АМП(2), АВ-17(3)

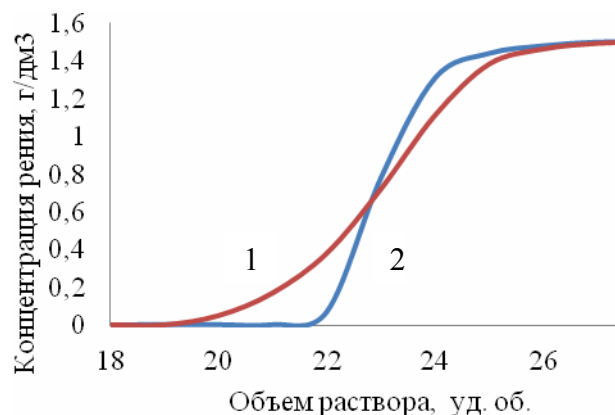


Рис. 2. Выходные кривые сорбции рения анионитами А-170(1), А-172(2)

Емкостные характеристики анионитов по рению при сорбции в динамических условиях

Сорбент	Динамическая объемная емкость, г/дм <sup>3</sup>	Полная динамическая объемная емкость, г/дм <sup>3</sup>
АН-31	57,8	63,8
АМП	68,2	74,2
АВ-17	72,4	79,1
А-170	75,0	82,5
А-172	88,1	95,8

Динамическая объемная емкость, г/дм<sup>3</sup>:

$$D = \frac{C \cdot V_{\phi}}{V_{и}}, \quad (5)$$

где  $V_{\phi}$  - общий объем фильтрата, пропущенный через ионит до появления ионов рабочего раствора, дм<sup>3</sup>;  $C$  - концентрация рабочего раствора, г/дм<sup>3</sup>;  $V_{и}$  - объем ионита, дм<sup>3</sup>.

Полная динамическая объемная емкость, г/дм<sup>3</sup>:

$$D_{п} = \frac{(V_{\phi} \cdot C - \sum V_{п} \cdot C_{п})}{V_{и}}, \quad (6)$$

где  $V_{\phi}$  - общий объем фильтрата, пропущенный через ионит до уравнивания концентрации фильтрата и рабочего, дм<sup>3</sup>;  $C$  - концентрация рабочего раствора, г/дм<sup>3</sup>;  $V_{п}$  - объем порции фильтрата после появления ионов рабочего раствора (проскока), дм<sup>3</sup>;  $C_{п}$  - концентрация раствора в порции фильтрата после появления ионов рабочего раствора (проскока), г/дм<sup>3</sup>;  $V_{и}$  - объем ионита, дм<sup>3</sup>.

Установлено, что сорбенты А-170 и А-172 по сравнению с другими обладают повышенной емкостью по рению. Однако А-170 одновременно с рением сорбирует больше молибдена, чем А-172 (Рис. 3).

После насыщения рением иониты были отмыты водой (3-4 удельных объема) от исходного раствора. Десорбцию рения осуществляли 12 %-ным водным раствором аммиака нагретым до 50 °С. Степень десорбции анионитов А-170 и А-172 после пропускания 3-4 удельных объемов элюирующего раствора составила не менее 96 % (концентрация рения в первых двух десорбатах соответственно 20 и 25 г/дм<sup>3</sup>), а степень десорбции из анионитов АН-31, АВ-17, АМП не более 20 % (концентрация рения в десорбатах 0,5-1 г/л).

Полученные результаты свидетельствуют о достаточно высокой эффективности сорбционного способа, в частности, при использовании анионитов А-170 и А-172. Из всех опробованных образцов только анионит А-172 отвечает требованию высокой селективности к рению в присутствии молибдена.

Кеки после выщелачивания рения обрабатывали водным раствором соды при концентрации 150-200 г/дм<sup>3</sup>, температуре 90 °С, отношении твердой и жидкой фазы 1:4 (Рис. 4). Извлечение молибдена в раствор составляет до 99 % [10].

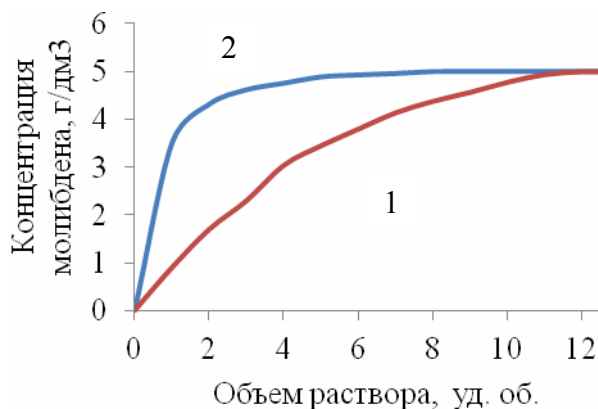


Рис. 3. Выходные кривые сорбции молибдена анионитами А-170(1), А-172(2)

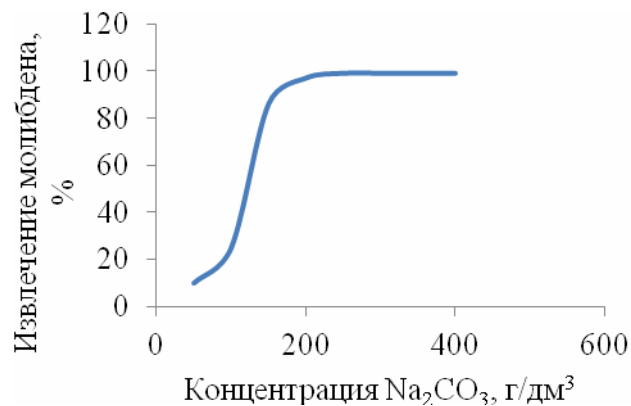


Рис. 4. Зависимость извлечения молибдена в раствор из огарка от концентрации соды

### Выводы

1. В лабораторных масштабах установлены условия окислительного обжига молибденового концентрата с добавкой СаО без выделения в газовую фазу сернистого газа и потери летучих соединений молибдена и рения.

2. Из полученного огарка разработаны способы селективного выщелачивания вначале рения, а затем молибдена. Селективное выщелачивание этих металлов является предпосылкой для получения высококачественных молибденовых и рениевых продуктов.

3. Для извлечения рения из раствора выщелачивания опробованы пять сорбентов, из всех опробованных образцов можно выделить Purolite А-172, в связи с его высокой емкостью, а также высокой селективностью к рению в присутствии молибдена.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 11-03-12039 офи-м-2011).*

### Список литературы

1. Коровин С.С., Букин В.И., Федеров П.И. и др. Редкие и рассеянные элементы // - М.: МИСис, 2003. Т. 3. - 404 с.
2. Зеликман А.Н., Меерсон Г.А. *Металлургия редких металлов* // М.: *Металлургия*, 1973. 608 с.
3. Палант А.А., Трошкина И.Д., Чекмарев А.М. *Металлургия рения* // - М.: *Наука*, 2007. - 298 с.
4. Зеликман А.Н. *Молибден* // - М.: *Металлургия*, 1970. - 440 с.
5. Лебедев К.Б. *Рений* // - М.: *Металлургиздат*, 1963. - 207 с.
6. Левин В.Я., Антонова Л.Г., Самсонов А.В. и др. *Геология и особенности рудогенеза Южно – Шамейского месторождения молибдена на среднем урале* // *Геология рудных месторождений*. 1995. Т.37. № 6. С. 530-539.

7. Харин Е.И., Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Зеленин Е.А. Поиск способов извлечения рения из молибденового концентрата // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья. Труды XVI Международной научно-технической конференции. Изд-во «Форт Диалог-Исеть», 2011. С. 163-168.

8. Харин Е.И., Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Зеленин Е.А. Краткий обзор способов переработки молибденовых концентратов и поиск экологически чистой технологии // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. №12. С. 170-175.

9. Гиллербранд В.Ф. Практическое руководство по неорганическому анализу // - М.: Госхимиздат, 1960. - 345 с.

10. Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Лобанов В.Г., Зеленин Е.А. Патент РФ №2393253, Бюл. №18, 27.06.2010

## **КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МАРГАНЦОВИСТЫХ ВАНАДИЕВЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ПЕНТОКСИДА ВАНАДИЯ ПОВЫШЕННОЙ ЧИСТОТЫ**

Н.А. Ватолин<sup>1</sup>, Б.Д. Халезов<sup>1</sup>, А.Г. Крашенинин<sup>1</sup>, А.С. Борноволоков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ИМЕТ УрО РАН,

г. Екатеринбург,

<sup>2</sup> ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА»,

г. Верхняя Салда

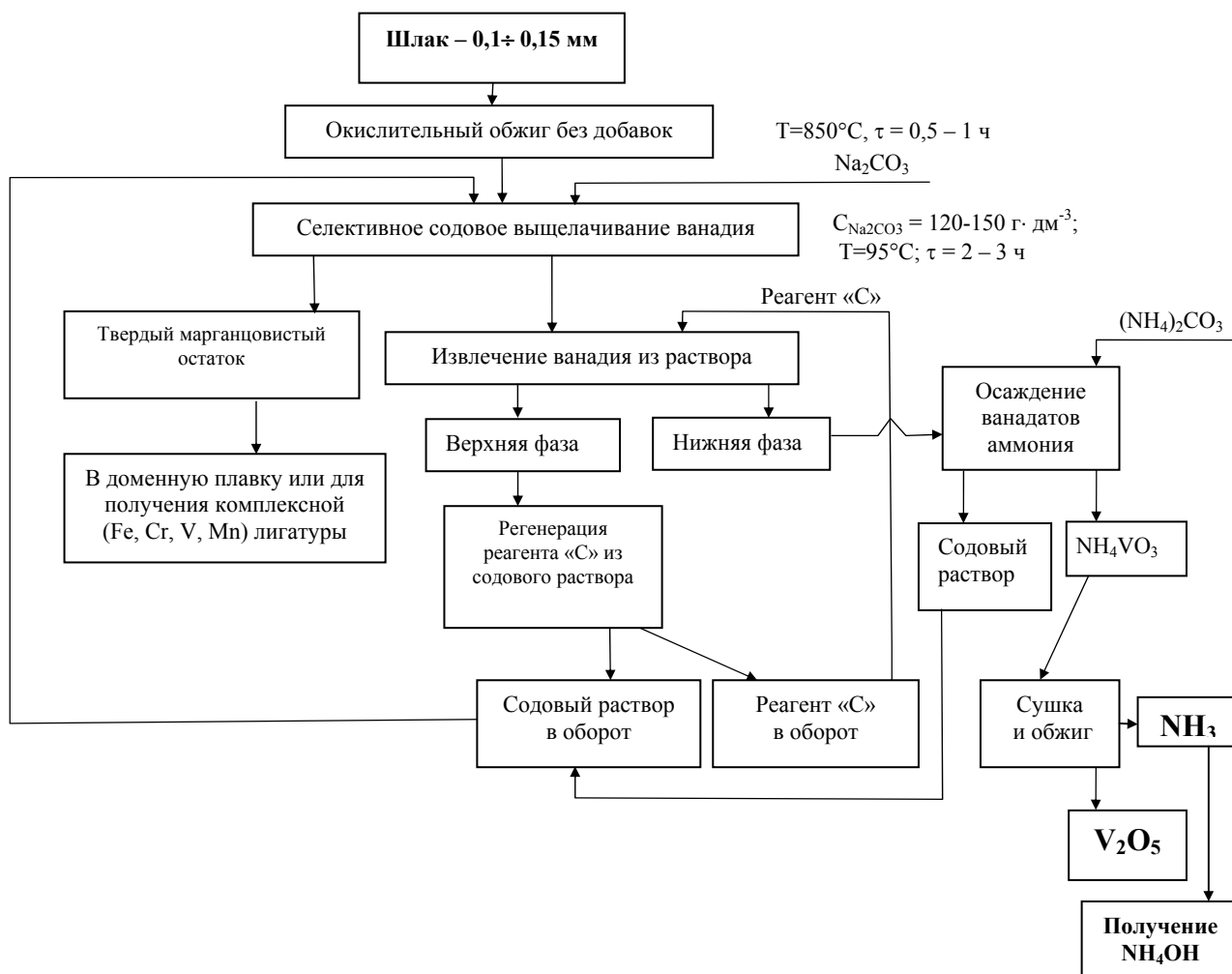
Чистый пентоксид ванадия с содержанием  $V_2O_5$  не менее 99,5 % находит свое применение в химической, нефтеперерабатывающей и металлургической промышленности. Самым крупным потребителем чистого пентоксида ванадия является титановая промышленность, в которой ванадий является вторым по значимости после алюминия легирующим компонентом для титановых сплавов.

Россия является одним из мировых лидеров по запасам ванадия, который входит в состав титаномагнетитовых руд. Мы располагаем около половины открытых мировых запасов данных руд. В нашей стране имеются два крупных производителя ванадиевой продукции, это – ОАО «Ванадий – Тула» и ОАО Чусовской металлургический завод (ЧМЗ). Оба производителя производят ванадиевый концентрат (технический пентоксид ванадия с содержанием основного вещества 80-90 %) и феррованадий. Сырьём для производства данной продукции служат металлургические шлаки от плавки титаномагнетитов, содержащие до 10 % ванадия и до 7 % марганца. К сожалению, в нашей стране нет крупных производств по получению чистого пентоксида ванадия и все свои потребности в данном продукте удовлетворяются за счёт импорта его из-за рубежа.

В Институте металлургии УрО РАН разработана новая технология получения чистого пентоксида ванадия из марганцовистых ванадийсодержащих

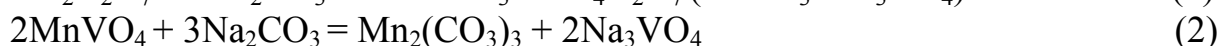
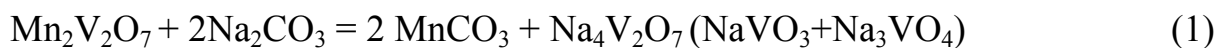


металлургических шлаков (рисунок). Непременным условием создания новой технологии являлось не только получение пентоксида ванадия повышенной чистоты, но и экологичность и комплексность использования сырья [1-8]:



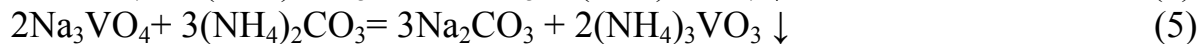
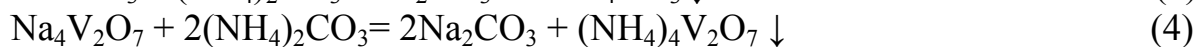
Технологическая схема переработки конвертерных марганцовистых ванадиевых шлаков

В технологии переработки марганцовистых ванадиевых шлаков принят окислительный обжиг при  $T = 850\text{ }^{\circ}\text{C}$  без каких-либо Са и Na-содержащих добавок в отличие от существующих технологий, в результате которого происходит разложение шпинелидов и образование ванадатов марганца. Селективное выщелачивание ванадия из огарка осуществляется водным раствором соды с концентрацией 120-150 г/дм<sup>3</sup>:



Маточные растворы смешивают с этиловым спиртом и после отстаивания получают «верхнюю фазу» – содово-спиртовой раствор и «донную фазу», в которой сосредоточен ванадий концентрацией до 130-150 г/дм<sup>3</sup> в виде ванадатов натрия.

Из содово-спиртового раствора регенерируют спирт и соду, которые поступают в оборот технологической схемы. Ванадий из «донной фазы» осаждают карбонатом аммония с одновременной регенерацией соды:



После промывки и прокалки ванадатов аммония получают пентоксид ванадия ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ), содержащий основного компонента 99,5-99,8 %, который пригоден для производства ванадийсодержащих лигатур для титановых и алюминиевых сплавов.

Из шлаков по разрабатываемой технологии получена партия пентоксида ванадия, соответствующая ТУ 48-4-429-82 (таблица 1), пригодная для выплавки ванадиевых лигатур.

Из данной партии пентоксида ванадия алюминотермическим способом выплавлена опытная партия лигатуры по качеству соответствующая требованиям, предъявляемым для легирования повышенных сортов титановых сплавов (таблица 2).

Таблица 1  
Химический состав пентоксида ванадия, масс. %.

	$\text{V}_2\text{O}_5$	$\text{V}_2\text{O}_4$	Fe	P	Bi	Sb	Mn	Cr	As	Na+K	Si
Опытная партия	99,8	0,73	0,004	<0,001	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,072	0,15
Требования по ТУ 48-4-429-82	99,6-100	1,2-2,2	0,01-0,15	≤0,01	≤0,005	≤0,01	≤0,1	≤0,07	≤0,01	0,1-0,3	≤0,1

Таблица 2  
Химический состав лигатуры ВнАл, масс. %

	V	Al	Fe	Si	S	P	Cr	Cu	C	B, Y, Mo, Zr, As, Sn, Sb, Pb, Bi
Лигатура из опытной партии $\text{V}_2\text{O}_5$	72,4	26,8	0,44	0,38	<0,003	0,007	0,006	0,025	0,024	0,001 – 0,005
Требования ТУ 48-4-505-88	70-76	Ост.	≤0,5	≤0,3	≤0,01	≤0,02	≤0,1	≤0,2	≤0,05	Не лимитируется

На ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» были выплавлены два слитка массой 1,6 кг из титанового сплава Ti-6Al-4V с применением опытной и серийной лигатуры. Расчетный состав слитков: Ti-основа; 6.2 %Al; 4.1 %V; 0.15 %O<sub>2</sub>. В качестве шихтовых материалов использовали: титан губчатый марки ТГ 90, лигатуру ВнАл, для легирования кислородом – лигатуру АКТ (алюминий-кислород-титан).

Расчет шихтовых материалов производился по результат химического анализа компонентов шихты.

Результаты химического анализа слитков приведены в таблице 3.

Таблица 3  
Химический состав опытного и контрольного слитков

Наименование	Зона отбора проб от слитка	C	N	Al	V	Fe	Ni	Si	Zr	Cr	Mn	O
на опытной лигатуре	верх	0,006	0,005	6,63	3,52	0,060	0,016	0,027	<0,001	0,012	0,002	0,18
	низ	0,005	0,005	5,72	3,91	0,071	0,016	0,031	<0,001	0,014	0,003	
на серийной лигатуре	верх	0,006	0,005	6,89	3,37	0,062	0,015	0,018	<0,001	0,013	0,002	0,176
	низ	0,009	0,005	5,66	3,77	0,074	0,016	0,016	<0,001	0,016	0,002	
Требования ASTM B 348		≤ 0,08	≤ 0,05	5,5-6,75	3,5-4,5	≤ 0,4	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1		≤ 0,2

Слиток титанового сплава Ti-6Al-4V, легированный лигатурой ВнАл, полученной из опытной партии пентоксида ванадия, соответствует требованиям по качеству международного стандарта ASTM B 348.

Общее извлечение ванадия из марганцовистых конвертерных шлаков по новой технологии достигает 90-92 %.

В процессе гидрометаллургической переработки шлака образуются твердые остатки – кеки. Химический состав кеков, масс. %: 0,5-1,5 V; 4-7 Mn; 30-40 Fe; 2-2,5 Cr, а также SiO<sub>2</sub>, MgO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>. Кеки представляют собой материал с фракцией частиц менее 0,1 мм. В состав кеков входят: псевдобрукит (Fe<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>), фаза R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), карбонаты марганца, кальция и магния (MnCO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>), кристобалит (SiO<sub>2</sub>) и кварц (SiO<sub>2</sub>), ванадаты хрома и железа (CrVO<sub>4</sub>, FeVO<sub>4</sub>). Данные кеки, являющиеся отходом основного производства, переработаны плавкой в печи Таммана. В результате получены различные комплексные железо-хром-ванадий-кремний-марганцевые лигатуры (таблица 4), которые могут быть использованы в черной металлургии как высоколегированный литейный чугун в ответственных деталях машиностроения и как легирующая добавка при выплавке стали (состав № 1). Сплавы с содержанием ~ 35 % Si можно использовать взамен ферросилиция для раскисления стали широкого сортамента (состав № 2 и 3). Шлаки, образующиеся в процессе восстановительной плавки, можно использовать в строительной отрасли в качестве щебня.

Таблица 4  
Химический состав комплексных лигатур

№ состава	Содержание в металле*, %						
	Cr	Si	Mn	V	C	S	P
1	5,24	1,64	2,18	2,05	5,6	0,024	0,140
2	0,93	34,0	0,75	0,14	0,35	0,016	0,082
3	0,72	34,9	0,32	0,042	0,115	0,006	0,080

\*Fe – остальное

Таким образом, новая технология переработки марганцовистых конвертерных шлаков претендует на экологически чистую с комплексным использованием сырья.

### Список литературы

1. Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Леонтьев Л.И. и др. Способ извлечения ванадия из ванадийсодержащих материалов.//Патент РФ № 2228965, БИ, 2004, №14.
2. Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Неживых В.А., Леонтьев Л.И. Способ извлечения ванадия из растворов.//Патент РФ № 2248407, БИ, 2005, №8.
3. Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Неживых В.А. и др. Способ переработки ванадийсодержащих шлаков.//Патент РФ № 2263722, БИ, 2005, №31
4. Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Леонтьев Л.И. и др. Способ извлечения ванадия из ванадийсодержащих материалов.//Патент РФ №2310003, БИ, 2007, № 31.
5. Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Крашенинин А.Г., Борноволоков А.С. и др. Способ извлечения ванадия.// Патент РФ № 2348716 С1, БИ, 2009, №7.
6. Н.А.Ватолин, Б.Д.Халезов, В.В.Тетюхин и др. Новая технология извлечения ванадия из металлургических шлаков./Проблемы чётной металлургии и материаловедения – М.: ФГУП «ЦНИИЧЕРМЕТ» им. И.П.Бардина, 2008, №4.– с.72-75
7. Крашенинин А.Г., Ватолин Н.А., Халезов Б.Д. Новая технология получения чистого пентоксида ванадия из конвертерных марганцовистых шлаков./ Фундаментальные и прикладные науки, т.2, Труды I Международного симпозиума, Москва, 2010.- с. 110-122
8. Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Крашенинин А.Г., Петрова С.А., Захаров Р.Г. Разработка и усовершенствование технологии извлечения ванадия из конвертерных марганцовистых ванадийсодержащих шлаков./ Материалы XVI Международной конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья», Екатеринбург, 2011, 6-7 апреля.- с.343-344

## **ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОТ ОГРАНКИ ЮВЕЛИРНЫХ КОРУНДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИХ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОГРАНЩИКОВ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ**

П.С. Генеральченко, Р.М. Лобацкая  
Национальный исследовательский  
Иркутский государственный технический университет,  
г. Иркутск

Корунды — одни из наиболее ценных и популярных минералов, получивших широкое распространение в ювелирном производстве. К корундам принадлежат два из пяти драгоценных камней, согласно Федеральному закону

о драгоценных металлах и драгоценных камнях: рубины, имеющие красный цвет и сапфиры, к которым относят ювелирные разновидности корунда всех других оттенков, чаще всего встречаются синие и оранжевые разновидности. Вышеупомянутые минералы имеют одну и ту же химическую формулу, представляет собой глинозем – окись алюминия  $Al_2O_3$ , и по своим физико-химическим свойствам очень похожи. Корунды обычно содержат небольшую примесь трехвалентного железа, хрома и других металлов. Сущность их цветового различия заключается в наличии различных примесей, благодаря которым камни обретают тот или иной цвет. Чистый корунд бесцветен, окись хрома придает камню все оттенки красного, титан способен окрасить минерал в синий цвет, а окись железа в желтый. Корунды по своей твердости уступают только алмазу.

Корунды — прозрачные ювелирные камни, которые для придания наиболее привлекательного эстетического облика для использования в ювелирных изделиях подвергают фасетной или кабашонной огранке, в процессе которой не менее 1/3 массы обрабатываемых камней представляет собой отходы ограночного производства, которые являются далеко не безобидными.

Известно, что токсичность алюминия проявляется во влиянии на обмен веществ, на функции нервной системы, в способности действовать непосредственно на клетки – их размножение и рост. При вдыхании пыли или дыма с примесью алюминия поражаются, главным образом, легкие. Развивается узелковый и диффузивный пневмосклероз, склероз сосудов легких и печени. Пыль алюминия раздражает слизистые оболочки глаз, носа и т.д. К важнейшим клиническим проявлениям нейротоксического действия относят нарушения двигательной активности, судороги, снижение и потерю памяти, психопатические реакции.

Обычно от источников загрязнения алюминий в свободном или связанном виде поступает с частичками техногенной пыли и распространяется по динамическим законам в окружающей среде. При огранке корундов наибольшую подвижность приобретает тонкая корундовая пыль, способная проникать в дыхательные пути людей, работающих в ограночной мастерской или цехе предприятия.

В то же время, установлено, что в увлажненном состоянии корундовая пыль теряет свою подвижность, вследствие резкого увеличения веса за счет увлажнения тяжелых частиц корундовой пыли. Удельный вес корунда  $3.9-4.1 \text{ г/см}^3$ . Масса (вес) объема корундовой пыли в  $5 \text{ см}^3$  составляет 20 гр. Масса (вес) увлажненной корундовой пыли при среднем насыщении водой объемом  $5 \text{ см}^3$  составляет 25 гр. Масса (вес) корундовой пыли при высоком насыщении водой объемом  $5 \text{ см}^3$  составляет 30 гр.

Способов насыщения корундовой пыли водой может быть несколько: увлажнение на защитных лепестках, прикрывающих дыхательные пути огранщиков; увлажнение корундовой пыли, поступающей через вытяжку за пределы мастерской в специальных резервуарах-пылеприемниках; сбор пыли различной зернистости в станках с ее последующим увлажнением и

переработкой. Увлажненную корундовую пыль не следует утилизировать, тем самым, подвергая риску окружающую среду, а применять в качестве полировального абразива для более мягких камней и ювелирного металла. Для этого собранную корундовую пыль следует отжечь, размельчить в дробилках и в увлажненном соответствующими увлажнителями применять в виде полировочных паст.

Вторичное использование отходов, в данном случае корундового абразива, как экологически чистая производственная технология имеет место быть на ювелирных предприятиях. Ведь это эффективная экономия для предприятия и защита окружающей среды от вредных отходов. Пригодных для дальнейшей переработки.

### Список литературы

1. Стоун Д. Все о драгоценных камнях / Д. Стоун. – Спб.: ООО «СЗКЭО «Кристалл», 2005. – 176с.
2. <http://bibliofond.ru/view.aspx/>
3. <http://www.microelements.ru/>
4. Смит Г. Драгоценные камни / Г. Смит. – М.: Мир, 1984. – 558с.
5. <http://gems.minsoc.ru/articles/corundum/>

## ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА ДЛЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЦЕЗИЯ

Л.А. Земскова, А.М. Егорин, Н.А. Диденко  
Институт химии Дальневосточного отделения РАН,  
г. Владивосток

Для выделения и концентрирования цезия из вод различного состава в целях его аналитического определения в объектах окружающей среды используются композитные сорбенты, содержащие ферроцианиды (ФОЦ) переходных металлов. Поскольку применение порошков ферроцианидов в сорбционных процессах затруднено вследствие того, что малорастворимые соли ФОЦ переходных металлов легко пептизируются, снижая эффективность сорбционного процесса, их вносят в различные матрицы.

Широко известны используемые для создания экспресс-методов экологического мониторинга природных вод, в том числе морской воды, сорбенты АНФЕЖ. Они являются композиционным неорганическим ионообменным материалом, в котором сорбционно-активная неорганическая составляющая наносится на гранулы специально подготовленной целлюлозы [1-4].

Для улучшения кинетических характеристик композиционных сорбентов неорганический модификатор наносят на полимерные волокна с высокоразвитой поверхностью. Наиболее известен волокнистый хитинсодержащий материал в модификации Микотон-Cs, который получен из

волокна Микотон модификацией гексацианоферратом(II) калия, меди.  $K_2Cu[Fe(CN)_6]$  осажден на поверхность волокна в виде мелкокристаллического осадка (с содержанием от 1 до 30 мас %) [5, 6]. Материал имеет высокоразвитую поверхность, которая обеспечивает высокие коэффициенты распределения и быструю кинетику сорбционного процесса в экспресс-методах контроля окружающей среды [7, 8]. Однако нанесенный на поверхность волокна Микотон осадок не может быть защищен от разрушения и воздействия реагентов.

Наиболее эффективным является широко известный неорганический сорбент Термоксид-35, в котором активный компонент ферроцианид никеля  $K_2Ni[Fe(CN)_6]$  в количестве 32-36 мас % внесен в неорганическую матрицу – гидроксид циркония, обладающий исключительной устойчивостью в щелочных средах [9].

Вместе с тем, внесение ферроцианидов переходных металлов в матрицу органическую, а именно хитозана, представляет интерес с точки зрения стабилизации ультрадисперсного порошка ФОЦ переходного металла. С другой стороны, устойчивость полимера в щелочной среде позволяет предположить, что органоминеральные композиты на основе хитозана будут эффективны при переработке щелочных солевых растворов.

В настоящей работе получены композиционные сорбенты на основе хитозана, в которых ультрадисперсный порошок ферроцианида переходного металла (Cu, Ni) внесен в хитозановую матрицу, и исследована их способность к извлечению  $^{137}Cs$  из солевых щелочных сред.

**Получение сорбентов** осуществляли путем совместного осаждения суспензии ФОЦ переходного металла (Cu, Ni) и хитозана в щелочной среде. Для этого предварительно готовили устойчивую в воде суспензию ФОЦ металла смешением  $K_4[Fe(CN)_6]$  и  $CuSO_4$  в мольном соотношении 1 : 1 и  $NiCl_2$  в мольном соотношении 1: 1.075. Объемный осадок хитозана, содержащий ФОЦ переходного металла, отфильтровывали через синтетическую ткань, высушивали на воздухе. Образующаяся пленка органоминерального композита при этом значительно уменьшается в объеме и становится хрупкой. Полученную крошку прогревали на воздухе при температуре 100 °С в течение 3 ч. Сорбенты представляет собой гранулы неправильной формы размером 0.3–1.0 мм, почти черного цвета. По данным рентгенофазового анализа кристаллические осадки в композитах изоструктурны: К-Сu-ФОЦ –  $K_2Cu_3[Fe(CN)_6]_2$ ; К-Ni-ФОЦ –  $K_2Ni[Fe(CN)_6]$  или двойным солям переходных металлов. Переосажденный хитозан имеет аморфную структуру.

### Результаты и обсуждение

Термограммы непрогретых композитов приведены на рис. 1. Широкому эндотермическому эффекту в температурном интервале 50...200 °С, связанному преимущественно с удалением воды из композитов, соответствует в обоих случаях убыль массы около 15 %. Выше 200 °С происходит термоокислительная деструкция органической и минеральной составляющих

композитов и продуктов их разложения, характеризующаяся рядом экзотермических эффектов. В хитозан-ферроцианидном материале К-Ni-ФОЦ содержание остатка после прокаливания при 500 °С составляет 60.4 % , тогда как в К-Cu-ФОЦ – 52 %.

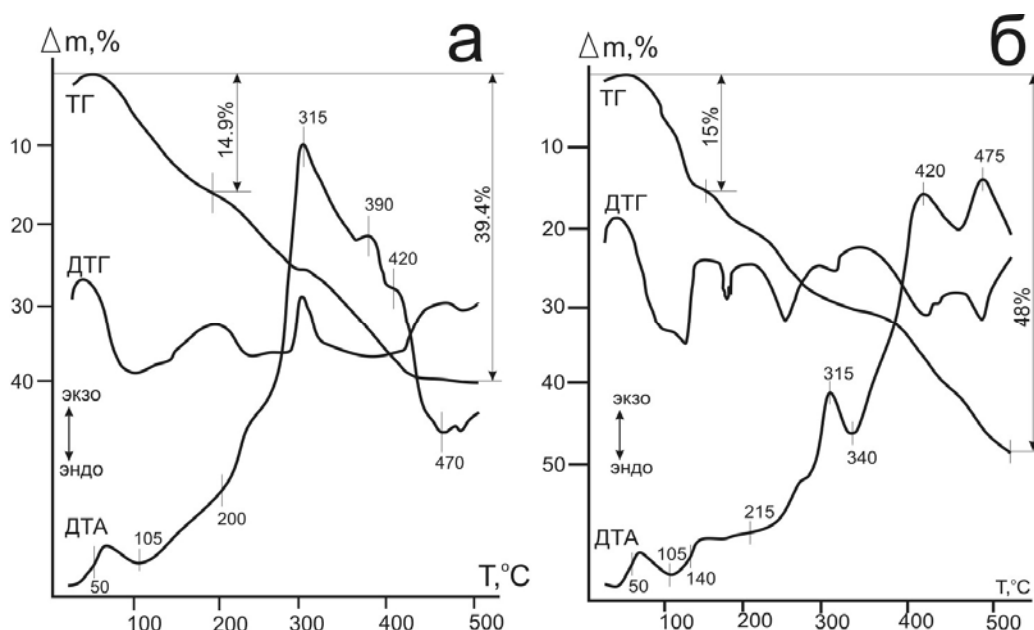


Рис. 1. Термограмма образцов: а - К-Ni-ФОЦ, б - К-Cu-ФОЦ

Можно предположить, что при термообработке пленок хитозана, модифицированных ФОЦ переходных металлов, в них протекают процессы, обуславливающие изменения в полимере, аналогичные таковым в чистых хитозановых пленках. Термообработка пленок как в солевой форме, так и полиоснования сопровождается термоокислительной деструкцией и сшивкой полимера. Скорости этих процессов и степень превращения в пленках зависят от условий термообработки. Установлено, что пленки, прогретые после перевода их в форму полиоснования, обладают меньшей набухаемостью, большей прочностью, чем исходные, не уступая по этому показателю пленкам, модифицированным сшивающими агентами. При этом сохраняется их проницаемость, что обеспечивает доступность раствора к активному компоненту [10].

Возможность практического использования сорбентов определяется их устойчивостью при длительной работе в агрессивных средах. Известно, что устойчивость композитного сорбента Термоксид-35 определяется устойчивостью активного компонента и это ограничивает использование материала в водных средах [9]. В сорбенте Микотон-Сs для модификации использовали гексацианоферрат(II) калия, меди  $K_2Cu[Fe(CN)_6]$ , который, по мнению авторов [6], обладает по сравнению с двойными солями других переходных металлов Zn, Ni Fe(II) наименьшей растворимостью и токсичностью. Микотон-Сs имеет для  $^{137}Cs$  коэффициент распределения  $K_d = 1.8 \cdot 10^4$  мл/г при pH 6.5 в 5 г/л водном растворе  $NaNO_3$ . Величина  $K_d$  для сорбента Микотон-Сs в сильно щелочной среде (pH 11) снижается вдвое, что



связано с частичным разрушением  $K_2Cu[Fe(CN)_6]$  на поверхности волокон биополимера [11]. Тогда как Термоксид-35 при концентрации  $C_s$  0.1 моль/л сохраняет устойчивость при pH 13 [9].

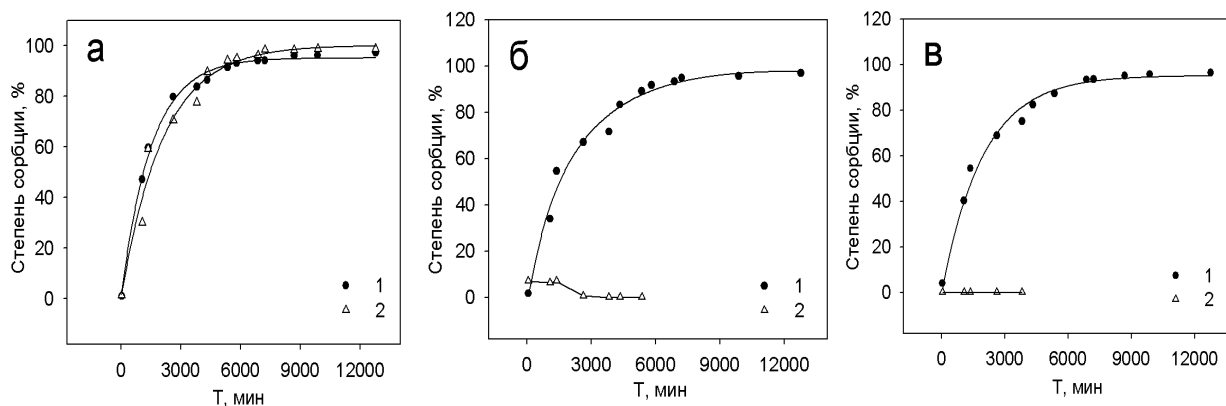


Рис. 2. Сорбция  $^{137}Cs$  сорбентом Термоксид-35(1) и К-Си-ФОЦ (2) из раствора содержащего  $KNO_3$  25г/л при pH: а – pH=12; б – pH=12.5; в – pH=13

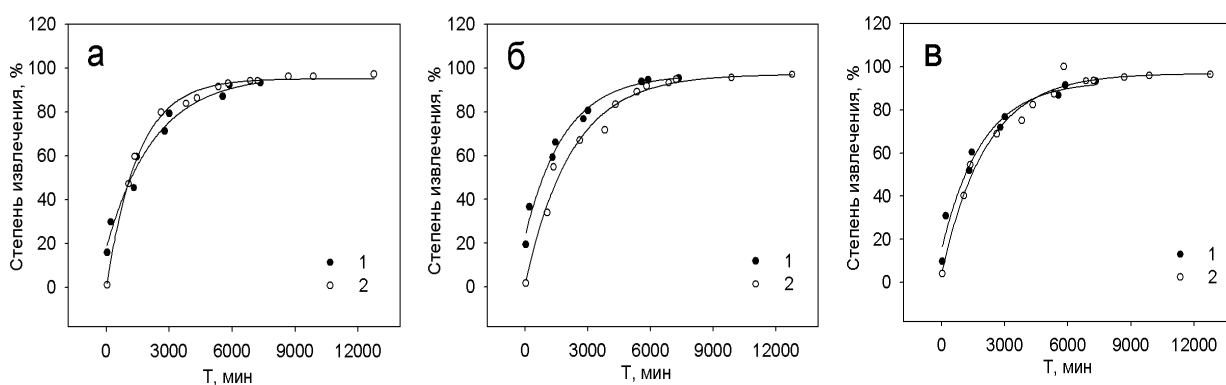


Рис. 3. Сорбция  $^{137}Cs$  сорбентом Термоксид-35(1) и К-Ni-ФОЦ (2) из раствора содержащего  $KNO_3$  25г/л при pH: а – pH=12; б – pH=12.5; в – pH=13

Как показывают результаты исследования полученных нами композитов, хитозан-ферроцианидный материал К-Си-ФОЦ имеет сравнимые характеристики с Термоксидом-35 в отношении извлечения  $^{137}Cs$  из раствора с солесодержанием 25 г/л  $KNO_3$  при pH 12, рис. 2 а. При pH 12.5 и 13 сорбент практически сразу подвергается разрушению, рис. 2 б, в.

Напротив, хитозан-ферроцианидный материал К-Ni-ФОЦ в тех же условиях проявляет высокую устойчивость при всех исследованных значениях pH, сопоставимую с сорбентом Термоксид-35, рис. 3 а-в. Об этом же свидетельствуют значения коэффициента распределения  $K_d$ , приведенные в таблице для исследованных сорбентов и Термоксида-35. Отметим, что К-Си-ФОЦ имеет более высокое значение  $K_d$ .

Таблица

Влияние pH на коэффициент распределения  $K_d$   $^{137}\text{Cs}$  при извлечении из растворов  $\text{KNO}_3$  при соотношении Т:Ж = 1: 1000. Время контакта – 5 суток

pH	К-Сu-ФОЦ	К-Ni-ФОЦ	Термоксид-35
12	60565	13933	16330
12.5	–	21012	18726
13	–	13821	14411

Таким образом, проведенные исследования показали возможность получения новых композитов ФОЦ переходных металлов с биополимером хитозаном, источники получения которого относятся к возобновляемым биоресурсам. Уникальные физико-химические свойства хитозана, его способность образовывать пленки с возможностью регулирования их структуры позволяют получать на его основе композитные сорбенты с определенными заданными характеристиками. Полученные данные могут стать основой для усовершенствования технологий получения на основе хитозана сорбентов для переработки высокосолёных щелочных растворов от радионуклидов.

### Список литературы

1. Ремез В.П. Целлюлозно-неорганические сорбенты в радиохимическом анализе I. Перспективные сорбенты для радиохимического анализа / В.П. Ремез, В.И. Зеленин, А.Л. Смирнов, С.П. Распопин, А.И. Матерн, Ю.Ю. Моржерин // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2009. - Т. 9. - № 5. - С. 627-632.
2. Ремез В.П. Целлюлозно-неорганические сорбенты в радиохимическом анализе II. Синтез и свойства сорбента АНФЕЖ / В.П. Ремез, В.И. Зеленин, А.Л. Смирнов, С.П. Распопин, А.И. Матерн, Ю.Ю. Моржерин // там же. - С. 739-743.
3. Ремез В.П. Целлюлозно-неорганические сорбенты в радиохимическом анализе III. Концентрирование радиоцезия сорбентом АНФЕЖ / В.П. Ремез, В.И. Зеленин, А.Л. Смирнов, С.П. Распопин, А.И. Матерн, Ю.Ю. Моржерин // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2009. - Т. 9. - № 6. - С. 783-788.
4. Ремез В.П. Мировой опыт применения сорбента АНФЕЖ для радиохимического анализа природных вод / В.П. Ремез. Актуальные проблемы радиохимии и радиоэкологии: сб. статей по материалам Всерос. конф. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – С. 103-108.
5. Косяков В.Н. Сорбция радионуклидов хитиновыми сорбентами различного происхождения / В.Н. Косяков, И.Е. Велешко, Н.Г. Яковлев, К.В. Розанов, Л.Ф. Горовой. Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: сб. статей по материалам Седьмой Межд. конф. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – С. 320-323.

6. Косяков В.Н. Получение, свойства и применение модификаций сорбента Микотон / В.Н. Косяков, И.Е. Велешко, Н.Г. Яковлев, Л.Ф. Горовой // *Радиохимия*. - 2004. - Т. 46. - № 4. - С. 356-361.

7. Косяков В.Н. Определение <sup>137</sup>Cs в морской воде в экспедиционных условиях / В.Н. Косяков, А.Н. Велешко, И.Е. Велешко // *Радиохимия*. - 2006. - Т. 48. - № 6. - С. 529-532.

8. Велешко А.Н. Сорбция радионуклидов композитными материалами на основе природного полимера Микотон из растворов / А.Н. Велешко, С.А. Кулюхин, И.Е. Велешко, А.Г. Домантовский, К.В. Розанов, И.А. Кислова // *Радиохимия*. - 2008. - Т. 50. - № 5. - С. 439-445

9. Шарыгин Л.М. Неорганический сорбент для ионоселективной очистки жидких радиоактивных отходов / Л.М. Шарыгин, А.Ю. Муромский // *Радиохимия*. - 2004. - Т. 46. - № 2. - С. 171-175.

10. Вихорева Г.А. Свойства хитозановых пленок, модифицированных термообработкой / Г.А. Вихорева, М.А. Зоткин, Е.П. Агеев, Н.Н. Матушкина, А.С. Кечекьян. Новые достижения в исследовании хитина и хитозана: сб статей по материалам Шестой Межд. конф. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 14-18.

11. Велешко А.Н. Взаимодействие радионуклидов с хитин- и хитинсодержащими биополимерами в растворах: автореф. дис....к.х.н / ИФХ и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН. – М., 2008. – 24 с.

## **КОМПЛЕКС ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ, ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Г.М. Бейгельдруд

Эксперт Международной Академии наук по экологии,  
безопасности человека и природы,  
г. Тула

На территории Тульской области может быть осуществлен полный комплекс научно-исследовательских, научно-эспериментальных, опытно-конструкторских и технологических работ по созданию комплексов, устройств и установок подготовки питьевой воды, очистки сточных вод, оборотного водоснабжения, переработки жидких и твердых отходов.

При заинтересованности организации-заказчика могут быть изготовлены и поставлены на производство следующие комплексы, устройства, установки и системы:

1. Комплекс питьевого водоснабжения с фильтрованием, умягчением, обезжелезиванием и обеззараживанием воды отдельно стоящего объекта (санатории, дома отдыха, больницы, дома престарелых, банки, офисные и административные здания, школы, детские садики).

2. Комплекс питьевого водоснабжения производственных объектов, использующих питьевую воду в технологическом процессе

(пивзаводы, спиртзаводы, хлебозаводы, ликеро-водочные заводы, молокозаводы, мясокомбинаты, заводы по производству соков, напитков и другой пищевой продукции).

3. Установки питьевого водоснабжения для коттеджей, дач, домов, коттеджных и дачных поселков, а так же сельских поселений.

4. Комплексы обработки артезианской воды с получением питьевой для сельскохозяйственного водоснабжения.

5. Квартирные устройства доочистки питьевой воды.

6. Комплексы очистки гальванических производств с созданием оборотного водоснабжения для машиностроительных и оборонных заводов.

7. Комплексы переработки осадка станций нейтрализации с извлечением ценных компонентов.

8. Комплексы переработки гальваношлама с получением химических добавок в бетон.

9. Генератор обеззараживающего реагента.

10. Комплексы переработки смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), моечных вод металлообрабатывающего оборудования для машиностроительных и оборонных заводов.

11. Комплексы оборотного водоснабжения для установок ТВЧ, закалочных и термических печей, пресс-автоматов, конденсаторов, теплообменников и других, локальных водохлаждаемых систем.

12. Комплексы переработки шахтных терриконов с получением строительных материалов для дорожного строительства.

13. Комплексы переработки металлошламов держащих отходов металлургических заводов из шламоотстойников.

14. Комплексы очистки сточных вод доменного производства.

15. Комплексы переработки прокатных шламов.

16. Комплексы оборотного водоснабжения индукционных и вакуумных печей.

17. Комплексы очистки сточных вод металлургического производства.

18. Установка извлечения железа и марганца из оборотной воды металлургических заводов и комбинатов.

19. Комплекс очистки сточных нефтесодержащих сточных вод нефтепромыслов.

20. Комплекс очистки сточных вод нефтеперекачивающих станций.

21. Комплекс очистки дренажных вод нефтяных резервуаров.

22. Комплекс очистки балластных вод нефтетанкерного терминала.

23. Комплекс очистки стоков теплоэлектростанции.

24. Комплекс очистки стоков буровых платформ.

25. Комплекс переработки нефтешлама и нефтезагрязненного грунта.

26. Комплекс очистки от нефтешлама нефтяных резервуаров.

27. Комплекс очистки от гальваношламов заглубленных резервуаром машиностроительных и оборонных заводов.

28. Комплекс очистки стоков мазутных котельных.

29. Установкам очистки стоков от мойки автомобилей с созданием

оборотного цикла.

30. Установка очистки воды от мойки самолетов
31. Комплекс очистки сточных вод пивзаводов.
32. Комплекс очистки сточных вод ликеро-водочных заводов
33. Комплекс очистки сточных вод спиртзаводов.
34. Комплекс очистки сточных вод трикотажной фабрики.
35. Комплекс очистки сточных вод молокозаводов.
36. Комплекс очистки сточных вод мясокомбинатов.
37. Комплекс удаления химических ядов из воды, включая соединения первого класса опасности, с организацией безсточного оборотного цикла химического производства.
38. Комплекс удаления радиоактивных соединений из воды.
39. Экологически безопасный комплекс переработки радиоактивных осадков с утилизацией всех образующихся компонентов.
40. Комплекс получения золота, серебра и других драгоценных металлов из разбитой электронной аппаратуры, мобильных телефонов, телевизоров и другой техники.
41. Ерметичный комплекс очистки стоков локальных объектов (санатории, дома отдыха, больницы, дома престарелых, банки, офисные и административные здания, школы, детские садики).
42. Комплекс производства гумино-минерального концентрата (ГМК), реагента, позволяющего удалить с поверхности почвы радиоактивные соединения и химические яды.
43. Береговой комплекс опреснения морской воды с получением питьевой.
44. Корабельный комплекс получения питьевой воды из морской.
45. Комплекс получения питьевой воды из загрязненных источников, располагаемый внутри техники.
46. Комплекс переработки речного ила с утилизацией всех получаемых компонентов.
47. Комплекс оборотного водоснабжения картонно-бумажной фабрики.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Г.М. Бейгельдруд  
Эксперт Международной Академии наук по экологии  
и безопасности человека и природы,  
г. Тула

О том, что в современном мире растущих штрафов за превышение ПДК (предельно-допустимые концентрации), платы за воду и стоки гальваническому производству необходим оборотный цикл, доказывать уже нет необходимости.

Однако, реальному производству необходим функционально устойчивый комплекс, пригодный для безаварийной эксплуатации в реальных условиях.

В условиях научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро, имеющих чистые, небольшие опытные производства, успешно работает ионообменный метод, представленный колоннами, загруженными минерально-угольным сорбентом (МУС). Стоимость одной колонки, производительностью 100 л/час составляет 470 тысяч рублей. Колонна подлежит замене через год эксплуатации. Одна колонна используется на один поток.

В условиях разделенной канализации, когда каждая конкретная колонна задействована на конкретную ванну промывки конкретного потока, ионообменный метод обладает определенными недостатками:

- для нейтрализации кислотных и щелочных стоков необходима отдельная реагентная станция нейтрализации;

- отработанные рабочие растворы необходимо утилизировать по отдельному договору;

- масло, смазка, смазочно-охлаждающие жидкости и другие органические вещества при попадании в ванну промывки быстро отравляют минерально-угольный сорбент;

- взвешенные вещества, мелкая стружка, любого рода мусор, попадающий в ванны промывки, быстро выводит сорбент из строя;

- гальваношлам, неизбежно попадающий из рабочих ванн в ванны промывки быстро забивает сорбент;

- при сбоях технологического режима, нарушениях технологической дисциплины и случайном выносе загрязнений в ванны промывки минерально-угольный сорбент забивается;

- при попадании ионов железа и хрома минерально-угольный сорбент сокращает срок службы;

- при сочетании в одной ванне нескольких ионов тяжелых металлов минерально-угольный сорбент неприменим.

В реальных условиях действующих заводов все стоки гальванического цеха или участка сливаются в одну канализацию, канализация проходит под цехом, ее перекладка с целью разделения сложна, а зачастую и невозможна, так как это связано с длительной реконструкцией изношенных фундаментов.

Предлагаемая система оборотного водоснабжения гальванического производства, основанная на электрохимическом способе очистки, лишена всех указанных недостатков. Вагончик, выполненный в форме морского контейнера, располагаю вне действующего цеха, и присоединяют к существующей системе канализации. Устройств реагентной нейтрализации не требуется, регулирования водородного показателя (рН) происходит в процессе электрохимической обработки.

Процесс выделения в окислы ионов тяжелых металлов происходит под действием постоянного электрического тока. Отработанные рабочие растворы и электролиты сливаются в ту же канализацию и ту же приемную емкость, что и промывные воды. По мере роста концентрации удаляемых ионов автоматически увеличивается плотность тока, необходимая для их удаления.

Масло, смазка, смазочно-охлаждающие жидкости, остающиеся после механической обработки в глухих отверстиях и внутренних поверхностях деталей удаляются в пену при электрофлотации стоков в электрофлотаторе.

Взвешенные вещества, любого рода мусор, и мелкие посторонние предметы, вымываемых сточной водой из ванн промывки, оседают в приемной емкости, или уходят в пену в электрофлотаторе. Кроме того, две стадии фильтрования после электрофлотации и после электрокоагуляции отфильтровывают сток до требований последующего использования.

Гальваношлам, окалина, и другая мелкая взвесь, попадающая в промывные воды, агломерируются под действием постоянного электрического тока и отфильтровываются на фильтрах. При различного рода сбоях технологического режима, нарушениях технологического процесса и случайном выносе электролита в ванны промывки на глухих полостях сложных деталей, когда резко возрастает концентрация удаляемого компонента, плотность пока автоматически увеличивается до необходимого значения и на качество очищенной воды, возвращаемой в оборот это не отражается.

При попадании ионов железа и хрома, а так же при любых сочетаниях металлов автоматика регулирует систему по конечной электропроводности, что, в общем, не отражается на функционировании системы очистки.

В реальном гальваническом участке на ОАО «Тулаточмаш», где работает 5 технологических потоков и через гальванический участок проходит 5 м<sup>3</sup>/час, не учитывая все перечисленные недостатки, потребность в колоннах составит 50 шт., их общая стоимость составит 23500000 рублей.

Общие результаты сопоставления предлагаемого комплекса оборотного водоснабжения гальванического производства по сравнению с базовым, приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Сопоставление предлагаемой конструкции комплекса с базовой

№ п/п	Наименование показателя	Уровень показателя	
		в конструкции МУС	в предлагаемой конструкции
1	2	3	4
1	Необходимость реагентной нейтрализации стока	да	нет
2	Необходимость перекладки канализации	да	нет
3	Необходимость отдельной утилизации отработанных электролитов и растворов	да	нет
5	Влияние масла, СОЖ, пенообразователей, выравнивателей и различных ПАВ на процесс очистки	да	нет
6	Влияние взвешенных веществ, мусора, стружки на процесс очистки	да	нет

Продолжение таблицы			
7	Влияние гальваношлама, попадающего в ванны промывки	да	нет
8	Влияние сбоев технологического процесса, нарушений технологической дисциплины и случайного выноса электролита	да	нет
9	Влияние ионов железа и хрома на процесс очистки	да	нет
10	Влияние различных сочетаний ионов на процесс очистки	да	нет

Ориентировочная стоимость предлагаемого комплекса ориентировочно составит 5 млн. руб.

## **ПИТЬЕВОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ОБЪЕКТА**

Г.М. Бейгельдруд

Эксперт Международной Академии наук по экологии,  
безопасности человека и природы,  
г. Тула

На конкурс представлен проект питьевого водоснабжения локального объекта. Локальный объект может представлять собой больницу, санаторий, бассейн, коттедж, дом отдыха, детский лагерь или любое другое сооружение, имеющее расход питьевой воды от 1 до 3 м<sup>3</sup>/час. Предложенная система позволяет удалить любой заданный набор компонентов, концентрация которых превышает предел, обусловленный действующими санитарными нормами и правилами.

В условиях Тульской области воду артезианских горизонтов, рек и озер, называемых открытыми водоемами, необходимо фильтровать, обеззараживать, умягчать и обезжелезивать. Для решения поставленной задачи предложен комплекс подготовки питьевой воды, включающий: емкость исходной воды, насос подачи воды, фильтр, умягчитель и обезжелезиватель, а так же комплекс генерирования обеззараживающего реагента, емкость питьевой воды, емкость реагента, комплект запорно–регулирующей арматуры, трубопроводов и электрической аппаратуры.

Комплекс генерирования обеззараживающего реагента включает емкость соляного раствора, источник питания, электролизер, насос – дозатор и блок управления.

Предлагаемый комплекс должен работать следующим образом. Вода природного пресноводного источника погружным насосом подается в емкость исходной воды и оттуда по указателю уровня емкости центробежным насосом



на фильтрование. Профильтрованная вода поступает на умягчение в ионообменный умягчитель и далее на обезжелезивающий адсорбер.

Комплекс генерирования обеззараживающего реагента должен работать следующим образом. Очищенная на предлагаемом комплексе вода поступает в емкость соляного раствора, где растворяет поваренную соль до состояния насыщения. Насыщенный раствор хлорида натрия перетекает в электролизер, включенный от источника питания. Под действием постоянного электрического тока происходит выработка обеззараживающего реагента, содержащего смесь хлоркислородсодержащего реагента. Полученный реагент насосом – дозатором дозируют в обрабатываемую воду, накопленную в емкости исходной воды. Остаточное содержание активного хлора в обработанной воде поддерживают на уровне 0,3 – 0,8 мг/л.

Фильтр, предназначенный для фильтрования питьевой воды, заполняют кварцевым песком, заданной гранулометрической крупности. Фильтр периодически промывают обратным потоком воды автоматическим выключением подачи воды в фильтр путем закрытия вентиля на нагнетающей линии и вентиля на линии выхода отфильтрованной воды и по реле времени промывают 20 минут через 6 часов. Промывную воду сбрасывают в канализацию.

Умягчитель представляет собой ионообменную колонну, заполненную катионитной смолой. Исходную воду умягчают путем ионного обмена до заданной величины 6 – 7 мг – экв/л. Катионитную смолу регенерируют реагентом через 6 часов в течение 2 минут автоматически через реле времени.

Обезжелезивающий адсорбер регенерации не подлежит. Двоокись марганца сорбирует ионы железа.

Подготовленная для последующего использования питьевая вода накапливается в емкости питьевой воды. Размер емкости зависит от потребностей объекта и возможных перерывов в подаче воды на объект. Минимальный размер емкости – часовой расход воды, максимальный – суточный.

При высоте комплекса 2 м площадь, занимая комплексом, 6 м<sup>2</sup>.

# ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

## ВОЗДЕЙСТВИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

К.С. Иванов, Т.Б Сурикова  
Московский государственный технический университет «МАМИ»,  
г. Москва

В настоящее время количество автомобилей в мире составляет около миллиарда и оно динамично увеличивается. Прирост мирового парка автомобилей в два раза превышает рост численности населения Земли. Ежегодно с конвейеров автозаводов сходит более 60 млн. автомобилей, т.е. свыше 210 изделий в минуту. Каждый автомобиль имеет, как правило, два комплекта шин, которые имеют ограниченный срок службы. Великое множество шин на всех стадиях полного жизненного цикла (ПЖЦ) оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду.

При оценке экологической безопасности продукции по полному жизненному циклу в учет принимаются все стадии цикла – от добычи сырья и его переработки для получения материалов до утилизации продукции по окончании его эксплуатации. На всех стадиях оценка производится по расходу энергии и природных ресурсов, а также по вредному воздействию на окружающую среду и здоровье человека.

Основными видами воздействий на окружающую среду являются истощение невозобновимых природных ресурсов, загрязнение всех компонентов биосферы, ухудшение здоровья людей, деградация экосистем.

Первая стадия ПЖЦ - производство начинается с добычи сырья. Основным сырьевым материалом для изготовления шин является нефть. Добыча нефти, ее транспортировка и переработка сопровождаются существенным загрязнением окружающей среды. При нефтедобыче основная доля загрязнений приходится на почву, при транспортировке в большей степени загрязняется водный бассейн, а при переработке – атмосферный воздух.

Ежегодно в мировой океан попадет до 10 млн. тонн нефти. Источников поступления нефти в моря и океаны довольно много. Это аварии танкеров и буровых платформ, сброс балластных и очистных вод, принос загрязняющих компонентов реками.

При добыче, транспортировке и переработке сырья, изготовлении и утилизации шин используются нефть, уголь и газ в качестве топлива. При сгорании этих продуктов в атмосферу выделяются в больших количествах углекислый газ, различные сернистые соединения, оксид азота и т.д. От сжигания всех видов топлива за последние полвека содержание диоксида углерода в атмосфере увеличилось почти на 288 млрд. т, а израсходовано, более

300 млрд. т кислорода. Уменьшение количества кислорода и рост содержания углекислого газа влияют на изменение климата.

Большая доля загрязнений приходится на основной этап ПЖЦ – эксплуатацию. Выделяющиеся из автомобильных шин химические вещества, твердые продукты истирания протектора негативно влияют на окружающую среду, здоровье людей. Высокая экологическая опасность шин обусловлена свойствами более ста видов химических веществ, выделяющихся в воздушную и водную среды при эксплуатации, обслуживании, ремонте и хранении шин. Шинная пыль, образующаяся при износе протектора, при попадании в легкие, вызывает аллергические реакции, бронхиальную астму, а при контакте со слизистой оболочкой и кожным покровом - конъюнктивит, ринит, крапивницу.

Динамичный рост парка автомобилей во всех развитых странах мира приводит к постоянному накоплению изношенных шин. По данным научно-исследовательского института шинной промышленности в России ежегодно выходит из эксплуатации около 1 млн. тонн шин и только в Москве каждый год образуется до 60 тыс. тонн изношенных шин. Из этого объема только 10-12 тыс. тонн перерабатывается Чеховским регенераторным заводом, а остальное количество сжигается или оказывается на несанкционированных свалках.

Вышедшие из эксплуатации изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды: шины не подвергаются биологическому разложению, они огнеопасны. В случае возгорания погасить их достаточно трудно, а при их сжигании в воздух выбрасываются вредные продукты сгорания, в том числе канцерогенные соединения. При складировании шины служат идеальным местом для размножения грызунов и кровососущих насекомых - переносчиков инфекционных заболеваний.

Утилизация отработанных покрышек - одна из самых наболевших экологических проблем нашего времени. При сжигании шин образуется широкая гамма токсичных соединений, образуются такие вредные вещества, как монооксид и диоксид углерода, углеводороды, окислы серы и сажа.

Выброшенные на свалку или закопанные шины разлагаются в естественных условиях не менее ста лет. Контакт покрышек с дождевыми осадками и грунтовыми водами приводит к вымыванию целого ряда токсичных органических соединений. Из многомиллионного количества изношенных шин только 23 % покрышек находят применение - сжигание с целью получения энергии, механическое размельчение для покрытия дорог и так далее. Остальные 77 % использованных автопокрышек никак не утилизируются, ввиду отсутствия рентабельного способа утилизации. Следует отметить, что амортизированная шина представляет собой ценное вторичное сырье, содержащее резину, технический углерод и высококачественный металл. Экономически эффективная переработка автошин позволит не только решить экологические проблемы, но и обеспечить высокую рентабельность перерабатывающих производств.

### Список литературы

1. Иванов К.С., Сурикова Т.Б. *Современные экологические проблемы утилизации отработавших автомобильных шин/ Материалы Международной научно-технической конференции ААИ «Автомобиле- и тракторостроение в России.* - М.: МГТУ «МАМИ», 2010.

2. Иванов К.С., Сурикова Т.Б. *Процесс экологического воздействия автомобильных шин на окружающую среду: начиная со стадии добычи сырья до утилизации.* - М.: Журнал «АДС ТЕХНИКА» 2011. - № 3. - С.84-86.

## КОНКУРЕНЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННОГО ВИДОВ

К.С. Иванов, Т.Б. Сурикова

Московский государственный технический университет «МАМИ»,  
г. Москва

В биосфере нашей планеты постоянно идет ожесточенная конкурентная война биологических видов. В процессе эволюционного развития человек избавился от всех наблюдаемых конкурентов в борьбе за пищевые и территориальные ресурсы, но он и не подозревал, что на Земле живет и процветает его главный конкурент – микроб. Только после изобретения микроскопа Левенгук в 1880 году впервые обнаружил мельчайшие живые организмы, которые были названы микробами (micros, micros – маленький, мельчайший, bios, bios – жизнь). Их размер составляет лишь тысячные, и даже миллионные доли миллиметра. Как выяснилось впоследствии, они появились задолго до зарождения человека – около миллиарда лет назад. Если сравнить продолжительность существования микробов и человека, сопоставив с суточными часами, то микробы живут с момента образования Земли половину суток, а человечество (*Homo sapiens*) всего лишь 4 секунды. Микробы – самый распространенный биологический вид, в 1мл. неочищенной воды их содержится сотни миллионов, а в 1см<sup>3</sup> плодородной почвы около двух миллиардов, т.е. в одной чайной ложке почвы проживает столько же микробов как людей на всей планете. В настоящее время выявлено более пяти тысяч их видов. Они живут повсеместно: в почве, соленой и пресной воде, в организмах растений и животных и даже в чрезвычайно экстремальных условиях, не пригодных для существования других видов.

Подавляющее число видов микробов сосуществует в содружестве – протокооперации и даже в симбиозе. Антагонистические отношения сведены к минимуму, иначе как бы они могли жить и развиваться в столь длительный период их существования. Микробы способны очень быстро размножаться в благоприятных условиях, и если бы природа не сдерживала их воспроизводство, они вскоре заполнили всю поверхность планеты, но жизнь на земле невозможна без них, т.к. микробы являются важнейшим звеном круговорота веществ в природе. Они начинают и завершают трофические (пищевые) цепи. Некоторые бактерии – наиболее крупные микробы являются

автотрофами, они используют неорганические соединения при метаболизме и создают органическую материю. Большинство микроорганизмов – гетеротрофы разлагают органику отмерших организмов в неорганические соединения, необходимые для питания растений, т.е. являются редуцентами (деструкторами). Многие микроорганизмы являются полезными, а порой необходимыми для жизнедеятельности всех живых организмов, в том числе и для человека. Благодаря им происходит скисание молока, приготовление сыра, квашение овощей, брожение вина и пива, они участвуют в процессе пищеварения. Эти невидимые существа являются постоянными спутниками человека и составляют более килограмма его веса. Однако, помимо полезных существует большое количество патогенных болезнетворных микробов, вызывающих различные заболевания и эпидемии. Они живут, паразитируя на коже, в пищеварительном тракте, в легких и других органах, питаются организмом и отравляют его вырабатываемыми токсинами. Внедрение микробов и отравление токсинами, образующимися в результате их жизнедеятельности, вызывают различные заболевания человека, которые могут привести к смертельному исходу.

Человек тоже не остается в долгу и активно вступил в войну против микробов, создав защитную иммунную систему. Переболев некоторыми болезнями, человек создает защитный барьер – иммунитет, и повторно этой болезнью уже не заражается. В межвидовой борьбе человек применил тактику – „бей врага его же оружием”. Он нашел внутривидовые антагонистические виды микробов. Некоторые вирусы – бактериофаги истребляют отдельные виды патогенных бактерий. Так, с помощью микробов были созданы стрептоцид, пенициллин и другие препараты, убивающие возбудителей заболеваний или нейтрализующие вырабатываемые ими токсины. Человек, загрязняя окружающую среду промышленными и бытовыми выбросами, убивает микробов, однако некоторые загрязнения наоборот являются питательной средой для их размножения. Микробы погибают при обработке почв ядохимикатами, при дезинфекции и кипячении воды, при санитарной обработке помещений, при термообработке продуктов питания и просто при умывании и мойке посуды моющими средствами. Но микробы не отступают и не сдаются. Они, видоизменяясь, приспособляются к измененным условиям, они перевооружаются, создавая новые штампы, вызывают новые болезни и новые формы известных.

Кроме естественного межвидового конкурента человек сам себе создал еще одного – „техногенного вида” – автомобиль, который обладает многими признаками биологического вида: потребляет жизненные ресурсы, размножается, правда не самостоятельно, потребляет природные ресурсы, занимает территории, загрязняет окружающую среду. Автомобиль стал одним из самых любимых детищ человека, т.к. приносит многие блага: появилась мобильность передвижения, повысилась доступность жизненных пространств и социально – бытовых услуг, увеличилась возможность проживания в благоприятных условиях, расширились торговые, политические и культурные связи. Автомобили включились в производственные процессы, стали

стимуляторами научно-технического прогресса, создали ощущение свободы, удовольствие от езды и комфорт в неблагоприятных погодных условиях. В настоящее время количество автомобилей в мире составляет около миллиарда, и оно динамично увеличивается. Прирост мирового парка автомобилей в два раза превышает рост численности населения Земли. Ежегодно с конвейеров автозаводов сходит более 60 млн. автомобилей, т.е. свыше 210 изделий в минуту.

Несмотря на очевидные положительные качества автомобиля, он наносит ощутимый вред существованию человека. Автомобили загрязняют атмосферный воздух, почву, поверхностные и грунтовые воды, тем самым ухудшают качество среды обитания человека, что приводит к увеличению заболеваемости различными формами. В наибольшей степени автомобили загрязняют воздушную среду, в результате мы дышим отравленным воздухом, доля загрязнения атмосферы автомобилями в мегаполисах составляет до 70% от остальных промышленных и бытовых источников. В отработавших газах автомобилей содержится множество токсичных веществ, некоторые из которых ранее не присутствовали в природе. В ходе полного жизненного цикла автомобиля (создание, эксплуатация, обслуживание, ремонт и утилизация) он потребляет большое количество природных ресурсов, столь необходимых для жизнедеятельности человека. Кроме того, он отвоевывает значительные жизненные пространства, которые занимают не только автодороги и развязки, но и объекты всего автотранспортного комплекса. Как стало явным, автомобиль оказался не только „другом”, но и „врагом” человека.

Однако автомобиль активно включился в межвидовую борьбу с микробами. Он давит микробов своими колесами, убивает отравляющими газами, разлитыми нефтепродуктами, отнимает, как и у человека, жизненное пространство. Микробы тоже не остаются в долгу. Появились бактерии, которые живут в топливах, маслах и смазках, свойства их при длительном хранении ухудшаются в результате метаболизма микроорганизмов. Помимо этого возникли микробы разрушающие полимеры, пластики и резину, которых довольно много в конструкции автомобиля.

Таким образом, в современной жизни фронт межвидовой конкурентной борьбы расширился, в ней участвуют три противоборствующих вида, она продолжается, но в ней не может быть победителя.

### Список литературы

1. Иванов К.С., Сурикова Т.Б. *Межвидовая конкуренция в современном мире. Материалы Международной конференции ААИ «Автомобиле- и тракторостроение в России», посвященная 145-летию МГТУ «МАМИ».* – М.: МГТУ «МАМИ», 2010.
2. Иванов К.С., Сурикова Т.Б., Сотникова Е.В. *Экологический мониторинг и контроль.* – М.: МГТУ «МАМИ», 2011.
3. Графкина М.В., Михайлов В.А., Иванов К.С. *Экология и экологическая безопасность автомобиля. Учебник.* - М.: ФОРУМ, 2009.

## МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОСФЕРУ

Т.Б.Сурикова, К.С. Иванов

Московский государственный технический университет «МАМИ»,  
г. Москва

Одной из главных доктрин развития человеческого сообщества был лозунг академика И.В.Мичурина: „Мы не можем ждать милостей от природы; взять их у нее - наша задача”. Вот мы и берем у природы ее ресурсы, и с каждым годом все больше и больше. С интенсивным ростом промышленного производства, развитием транспортной системы увеличивается расходование природных ресурсов: полезных ископаемых, минералов, нефти, угля, природного газа, леса, водного бассейна. А что же мы с „благодарностью” возвращаем природе - это многочисленные загрязнения в выбросах и сбросах. Список этих загрязнений вряд ли уместится в рамках данного доклада. Многие из этих загрязнений являются вредными соединениями, среди них есть такие, которые ранее не присутствовали в природе, и бороться с ними она не способна, в частности, соединения тяжелых металлов, радиоактивные вещества, синтетические материалы, удобрения, пестициды, поверхностно-активные вещества и многие другие.

Основным свойством природы является ее способность к самоочищению и восстановлению. Однако с все возрастающим антропогенным давлением она уже не может справляться, т.е. наступил экологический кризис, который проявляется в учащающихся природных катастрофах и катаклизмах. Почти каждый день мы узнаем о новых наводнениях, землетрясениях, цунами, лесных и степных пожарах. Экологический кризис приводит к увеличению заболеваний населения, таких как сердечно-сосудистые, респираторные, аллергические, неврологические, онкологические, мутагенные и другие, вследствие снижения адаптационных и компенсационных способностей организма. Помимо этого, уменьшается видовое разнообразие животного и растительного мира, нарушаются природные ландшафты и почвенные покровы, учащаются кислотные дожди и смоги, увеличивается парниковый эффект, который вызывает мировое потепление, что может привести к Глобальной экологической катастрофе. Разрушается озоновый слой - защитная оболочка атмосферы от воздействия ультра-фиолетового излучения Солнца, без которой все живое на Земле буквально сторело бы. Вопросы защиты окружающей среды приобретают для мирового сообщества огромное значение. Прежде всего, необходимо иметь достоверные и своевременные сведения о характере и уровне загрязнения окружающей среды. С этой целью проводится экологический мониторинг на местном, Государственном и Глобальном уровне.

Биосфера - среда распространения жизни на Земле является саморегулируемой системой. Она способна поддерживать равновесное состояние, справляясь с естественными загрязнениями, такими как

вулканические извержения, лесные и степные пожары, пылевые бури, продукты жизнедеятельности и разложения животных и растительных организмов и др.

До начала научно-технической революции, начавшейся в середине XX века, негативное антропогенное воздействие сглаживалось процессами природного саморегулирования. В результате революционно-индустриального развития общества антропогенное воздействие на биосферу постоянно нарастает прогрессирующими темпами.

Нарушаются природные ландшафты и почвенные покровы. Все это сопровождается постоянно увеличивающимся загрязнением атмосферы, мирового океана, пресных водоемов, почвенных и подземных вод, почвенного покрова.

Природная среда требует от человека понимания условий выживания, а также анализа и поиска путей для удовлетворения своих потребностей. Взаимодействие древних людей с природой во многом регулировалось самой природой, которая предоставляла пищу, воду, укрытие. Современное человечество за счет технического и научного прогресса приобрело кажущуюся власть над природой, забывая при этом, что она является единственным домом и источником материальных и энергетических ресурсов. Сегодня в среднем на каждого жителя планеты добывается 20 т сырья, которое с использованием 800 т свежей воды и 2,5 кВт энергии перерабатывается в необходимые для человека продукты потребления с образованием огромной массы отходов.

Негативное воздействие деятельности человека на окружающую среду проявляется в двух основных направлениях:

- во-первых, чрезмерное потребление природных ресурсов, которые условно можно назвать входными потоками промышленных систем, производящих продукцию;
- во-вторых, загрязнение окружающей среды выходными потоками промышленных экономических систем и самой продукции.

Негативное воздействие выходных потоков промышленных систем выражается в следующем:

- изменение климата;
- разрушение озонового слоя;
- выпадение кислотных осадков;
- образование фотохимического смога;
- загрязнение водоемов;
- энергетическое воздействие шума, вибрации, теплового, электромагнитного и других излучений;
- негативное воздействие на экосистемы в целом и на человека.

Негативное антропогенное воздействие локализовано преимущественно в пределах городских и промышленных территорий, занимающих около 2 % всей площади Российской Федерации, но на этих территориях проживает более 70 % населения России. Уровни загрязнений в этих регионах могут значительно превышать допустимые санитарные нормы.



Кроме химических и физических загрязнений неблагоприятное воздействие оказывают энергетические загрязнения: шум, вибрация, ультразвук и инфразвук, электромагнитные поля; ионизирующие, световые, инфракрасные и ультрафиолетовые излучения.

Для оценки уровня загрязнения окружающей среды проводится экологический мониторинг. Экологический мониторинг выполняется для наблюдения за источниками и уровнем загрязнений природных объектов: почвы, водного и воздушного бассейнов вредными веществами в результате сбросов или выбросов этих веществ промышленными и транспортными объектами, а также вследствие естественного их образования. Основными задачами экологического мониторинга являются:

- наблюдение за источниками и результатами антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием окружающей среды и происходящими в ней изменениями вследствие антропогенного воздействия;
- прогноз изменения состояния окружающей среды вследствие антропогенного воздействия.

Экологический мониторинг окружающей среды проводится на уровне промышленного объекта, города, области, края, Государства. Система экологического мониторинга не включает в себя деятельность по управлению качеством окружающей среды. Для этих целей проводится экологический контроль, который выполняет функции управления состоянием окружающей среды и разработки мероприятий по снижению уровня загрязнений до допустимых уровней. Экологический контроль осуществляется Государственными органами, предприятиями и общественностью.

### **Список литературы**

1. Графкина М.В., Михайлов В.А., Иванов К.С. *Экология. Экологическая безопасность автомобиля.* - М.: Академия, 2009.
2. Иванов К.С., Сурикова Т.Б., Сотникова Е.В. *Экологический мониторинг и контроль.* – М.: МГТУ «МАМИ», 2011.
3. Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю., Иванов К.С. *Нормирование антропогенных воздействий на техносферу.* – М.: МГТУ «МАМИ», 2011.

## СОПОСТАВЛЕНИЕ ВЕЛИЧИН КИСЛОТОПРОДУЦИРУЮЩЕГО И НЕЙТРАЛИЗУЮЩЕГО ПОТЕНЦИАЛОВ С РЕЗУЛЬТАТАМИ МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

А.В. Еделев

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск

Образование кислых дренажных вод, возникающих при разработке сульфидсодержащих месторождений, является одной из наиболее существенных экологических проблем, вызываемых деятельностью горнорудной промышленности [Lottermoser, 2007]. Сульфиды окисляются кислородом воздуха в присутствии воды и продуцируют серную кислоту, что приводит к снижению значения рН дренажных вод при недостатке нейтрализующих минералов. В кислых водах растворимость многих соединений повышается, и стоки становятся загрязненными широким спектром поллютантов. Основным параметром, определяющим значение рН дренажных вод и, как следствие, их состав, выступает соотношение между способностью сульфидных минералов, окисляясь, продуцировать катионы водорода и свойством карбонатов их связывать, нейтрализуя кислые воды.

Объекты исследования – хвосты и отвальные породы, образованных при разработке месторождений золота, цинка и свинца в Кемеровской области, Красноярского и Забайкальского краев [Бортникова и др., 2006; Шведов др., 2006; Юргенсон, Грабеклис, 1995]. Подробная геохимическая и минералогическая характеристика их вещества приведена в цитируемой литературе.

Методика пероксидного эксперимента заключается в добавлении раствора (100 мл, 15 %) перекиси водорода к измельченной пробе (2.5 г). Через сутки раствор нагревался для удаления остатков перекиси, после охлаждения измерялось значение рН, определялись концентрации элементов. Пероксидный эксперимент является очень удобным, сравнительно быстрым и относительно дешевым способом имитации ситуации, происходящей в реальных отвалах, и получения модельного раствора аналогичного будущим дренажным потокам, образующимся за годы и десятилетия.

Условия динамического эксперимента направлены на ускорение окисления сульфидов для экстраполирования процесса на длительный срок. Были использованы колонки высотой 10 см и диаметром 6.5 см. В них загружались пробы массой 0.3 кг. На протяжении 20 недель образцы ежедневно продувались воздухом, каждый седьмой день пробы промывались дистиллированной водой в объеме 50 мл, в стоке определялись значения рН, концентрации макро- и микроэлементов. Динамические эксперименты используются для определения состава дренажных стоков в долгосрочной перспективе [Lottermoser, 2007].

Расчет кислотонейтрализующего потенциала (НП) производился по формуле:  $\text{НП} = \text{CO}_2(\text{вес.}\%) \times 22.7$  [Paktunc, 1999]. Кислотопродуцирующий

потенциал (КП) рассчитывался по содержанию серы сульфидной по формуле  $KП = S(\text{вес.}\%)_{\text{сульфид}} \times 31.25$  [Sobek et al., 1978].

Исходя из коэффициентов корреляции (кк), разность НП и КП хорошо соотносится со значениями рН растворов в динамическом (кк=0.76) и пероксидном экспериментах (кк=0.61). Взаимосвязь между суммарной концентрацией халькофильных элементов и соотношением НП и КП (кк=-0.60), по-видимому, основана на следующем. Значение КП пропорционально количеству сульфидов и, следовательно, содержанию халькофильных элементов. Соответственно, чем больше КП, тем больше количество халькофильных элементов при окислительном разрушении минералов под воздействием кислорода, как в динамическом эксперименте, или пероксида водорода, как в пероксидном эксперименте, переходит в раствор. А фактором, влияющим на уменьшение концентрации рассматриваемых элементов в растворе, является НП. Чем больше НП вещества, тем выше значение рН образующегося раствора. Катион железа (III) образует прочные гидроксокомплексы, доля которых возрастает с увеличением значения рН. Нейтральный гидроксокомплекс железа (III) легко выпадает в осадок. Таким образом, большое значение НП твердого вещества приводит к итоговой низкой концентрации катионов железа в образующемся при выщелачивании растворе. Одним из наиболее существенных путей вывода из раствора остальных халькофильных элементов является соосаждение с гидроксидами железа, алюминия, оксидами марганца (IV) и сорбция на них.

На модельных дренажных растворах в динамическом и пероксидном экспериментах показано, что, используя данные КП и НП, можно прогнозировать на длительный период состав дренажных вод и, соответственно, их потенциальное воздействие на окружающую среду.

### Список литературы

1. Бортникова С.Б., Гаськова О.Л., Бессонова Е.П. *Геохимия техногенных систем.* – Новосибирск.: изд-во «Гео», 2006. – 169 с.
2. Шведов Г.И., Динер А.Э., Горлов М.В. *Минералогия руд Ведугинского золото-сульфидного месторождения (Енисейский край) // Рудогенез и металлогения востока Азии: материалы конференции, Якутск, 2006.* – С. 218-220.
3. Юргенсон Г.А., Грабеклис Р.В. *Балейское рудное поле // Месторождения Забайкалья: в 2 т. – М.: Геоинформмарк, 1995. - Т. 1. - кн. 2, 1995.* – С. 19-32.
4. Lottermoser B. G. *Mine wastes: characterization, treatment, and environmental impacts.* – Germany, Berlin: Springer, 2007. – 304 p.
5. Paktunc A.D. *Mineralogical constraints on the determination of neutralization potential and prediction of acid mine drainage // Environmental Geology, 1999.- № 2. - P. 103-112.*
6. Sobek A.A., Schuller W.A., Freeman J.R., Smith R.M. *Field and laboratory methods applicable to overburden and minesoils.* – U.S. EPA, 1978. – 203 p.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
НА ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ  
«КЛЕН» (ЧУКОТСКИЙ АО) НА ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ  
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

В.В. Лебедев

ООО «Региональная горнорудная компания»,  
г. Москва

Месторождение «Клен» расположено на территории Билибинского района Чукотского автономного округа в междуречье ручьев Клен и Алиса – левых притоков ручья Раковского, протекающего в бассейне р. Кричальской на левобережье р. Большой Анюй. Площадь месторождения составляет около 1.5 км<sup>2</sup>. Расстояние от него до г. Билибино по прямой составляет около 250 км.

В настоящее время проводятся предпроектные и проектные работы по обустройству месторождения. В рамках предпроектных работ выполняются инженерно-изыскательские работы по изучению природных условий территории месторождения, включающие в себя инженерно-экологические изыскания, которые проводятся с 2011 г. Завершение изыскательских работ планируется в 2012 г.

В период 1984-2011 гг. на ранее ненарушенной территории месторождения проводятся геологоразведочные работы (бурение скважин, проходка открытых разведочных выработок, прокладка подъездных путей для автотранспорта и буровой техники, обустройство временной жилой инфраструктуры), обусловившие значительное техногенное воздействие на территорию. В связи с техногенным воздействием на территорию происходят геохимические изменения в ландшафтных компонентах, в том числе и в поверхностных водах. Исследование химического состава поверхностных вод необходимо для разработки природоохранных мероприятий в рамках проектных работ, а также потребностью в исходных данных для количественной оценки загрязнения природной среды в процессе эксплуатации месторождения.

Поверхностные воды на территории месторождения и вблизи нее представлены ручьями Клен и Алиса, на водоразделе которых расположено месторождение. Замкнутых водоемов на территории нет. Для выявления особенностей гидрохимического режима поверхностных этих ручьев и оценки воздействия на них техногенной деятельности использовались материалы инженерно-экологических изысканий выполненных 2011 г. ЗАО «Сибгеоконсалтинг» (г. Красноярск). В рамках полевых работ было отобрано 5 проб воды. Химические исследования этих проб были выполнены в аттестованной лаборатории ОАО «Красноярскгеология» (г. Красноярск). Схема точек отбора проб представлена ниже на рисунке.

По условиям водного режима все водотоки территории относятся к типу водотоков с преобладанием снегового питания, на долю которого приходится около 70 % годового стока. Дождевая составляющая стока изменяется в

пределах 20-25 %, подземного – 5-10 %. В весенний период преобладают снеговые воды, в летний – подземные воды и дождевой сток. Зимой ручьи полностью промерзают. Характер питания водотоков определяет кислотно-щелочной состав воды. При уменьшении вклада атмосферных осадков в питание водотоков повышается водородный показатель рН.

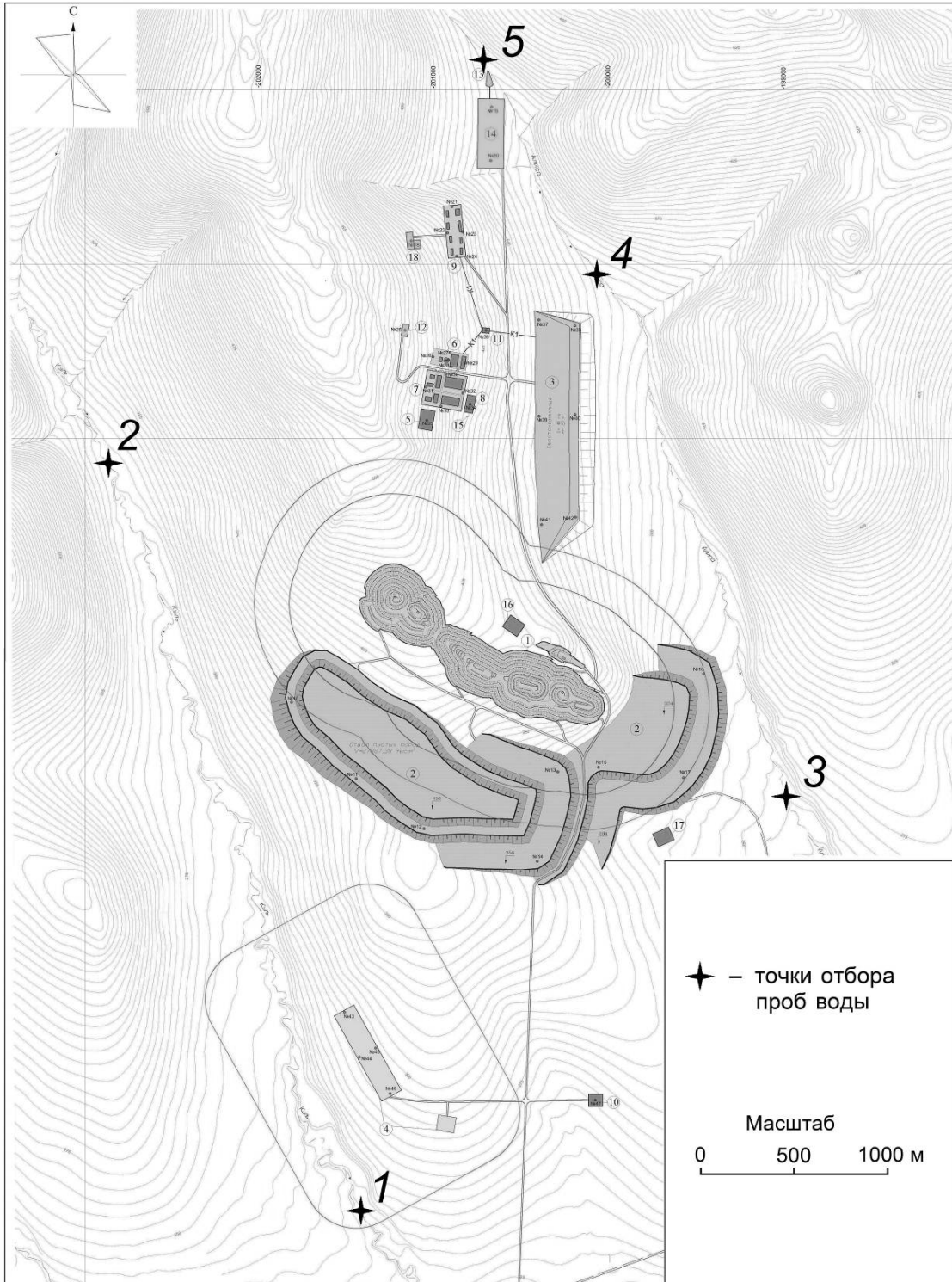


Рис.1. Схема точек отбора проб воды на месторождении «Клен».  
Цифрами отмечены номера проб

Показатель рН – одна из важнейших характеристик качества воды. От его величины зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, условия обитания рыб, условия миграции химических элементов. В исследованных пробах воды рН варьируется в пределах от 6.22 до 6.59. Таким образом, на территории месторождения воды имеют практически нейтральную реакцию.

Жесткость воды обуславливается присутствием в воде ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Воды исследуемых водотоков очень мягкие, их жесткость изменяется от 0.33 до 0.44 мг-экв/дм<sup>3</sup>. По уровню минерализации воды на территории месторождения ультрапресные и пресные. Минерализация колеблется в пределах от 38.0 до 47.5 мг/дм<sup>3</sup>. Макрокомпонентный состав воды определяет ее тип, при котором ионы обуславливают миграцию в водной среде микрокомпонентов и отдельных соединений. По результатам химического анализа проб воды установлено, что по химическому составу на территории месторождения они гидрокарбонатные с различным катионным составом, преимущественно магниево-натриево-кальцевые. Химический состав воды формируется в основном за счет поступления в ручьи почвенных растворов, минерального вещества почв и подземных вод. Химические элементы в природных водах мигрируют в двух формах – взвешенной и растворенной. Содержание элементов в поверхностных водах зависит от объема воды, а также от характера взаимодействия воды, органики и донных отложений [2].

Для выявления экологических особенностей химического состава поверхностных вод на территории месторождения содержание основных химических веществ в пробах сопоставлялось с предельно допустимыми концентрациями, разработанными для вод рыбохозяйственного назначения [3] (с уточнениями, введенными Приказом Росрыболовства за № 20 от 18 января 2010 г.). Анализ гидрохимического режима производился по значениям коэффициента ПДК ( $K_{ПДК}$ ) – отношения концентраций в пробах к соответствующим нормативам ПДК.

По результатам стандартного анализа воды установлено, что нитрат-ионы встречаются во всех пробах в количествах, не превышающих установленных нормативов. В опробованных водотоках содержание аммония не превышает ПДК, однако в ручье Алиса вплотную приближается к ПДК и составляет 0.98. В пробах выявлен нитрит-ион. Его  $K_{ПДК}$  находится в диапазоне 0.025–0.03. Присутствие в природных водах соединений азота можно объяснить процессами биохимического распада органических азотосодержащих соединений [1]. По результатам стандартного анализа и полуколичественного 40-элементного спектрального анализа установлено, что содержание исследуемых компонентов (за исключением меди и ионов железа  $\text{Fe}^{2+}$ ) не превышает предельно допустимых концентраций (см. таблицу). Выявлено присутствие таких элементов, как Pb, Cu, Zn, V, Cr, Ni, Ti, Mn, Ga Mo, Sn, Ba, Sr, Zr, B, Ag, Y, Yb, La, Sc, Li.

Кадмий и свинец относятся ко 2-му классу опасности, хром – 3-му классу. Их содержание значительно ниже ПДК, что указывает на отсутствие техногенного загрязнения территории этими металлами. Содержание цинка (3-й класс опасности) хотя и заметное, но также ниже ПДК.

То обстоятельство, что содержание меди (3-й класс опасности) выше ПДК, связано скорее не с техногенным воздействием, но с особенностями геологического строения территории, для которой характерен повышенный геохимический фон по меди. Следует отметить, что в верховьях ручьев Клен и Алиса имеются предпосылки на наличие медно-порфировой системы, аналогичной известному месторождению меди Песчанка, расположенному на территории Чукотского АО.

#### Коэффициенты ПДК проб воды из ручьев Клен и Алиса

Компоненты	Номера проб				
	Ручей Клен		Ручей Алиса		
	1	2	3	4	5
Pb	0.08	0.02	0.04	0.025	0.04
Cu	1.92	1.52	2.28	1.48	1.92
Zn	0.48	0.38	–	–	0.48
V	0.48	0.38	0.285	0.185	0.24
Cr	0.02	0.01	0.855	0.02	0.1
Ni	0.1	0.04	0.06	0.04	0.05
Ti	0.08	0.06	0.19	0.12	0.08
Mn	0.96	0.57	0.57	0.555	0.72
Mo	0.14	0.11	0.23	0.11	0.14
Ba	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05
Sr	0.12	0.095	0.14	0.09	0.12
Zr	0.14	0.02	0.03	0.02	0.14
B	0.24	0.19	0.17	0.11	0.29
Ag	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
Cd	0.04	–	–	–	–
Li	0.006	0.005	0.007	0.005	0.006
Cl <sup>-</sup>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.25	0.275	0.26	0.3	0.25
Na <sup>+</sup>	0.03	0.03	0.03	0.015	0.03
Mg <sup>2+</sup>	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03
Ca <sup>2+</sup>	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.62	0.78	0.82	0.98	0.68
Fe <sup>2+</sup>	1.4	1	0.67	0.84	0.73
SiO <sub>2</sub>	0.61	0.585	0.53	0.5	0.53

Марганец обнаружен во всех пробах поверхностных вод в заметных концентрациях. Его миграция происходит преимущественно в виде взвесей, состав которых определяется составом пород и дренируемыми водами. Существенное значение в миграции марганца имеют органические вещества. Содержания марганца варьируется в пределах от 0.0056 до 0.0096 мг/дм<sup>3</sup>, и его максимум наблюдается в ручье Клен (проба 1).

Железо входит в число наиболее распространенных элементов земной коры, что обуславливает его постоянное присутствие в природных водах. Основной природный источник поступления железа в поверхностные воды –

процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их растворением. Значительная часть железа поступает также с подземным стоком. Возможное техногенное загрязнение ручьев Клен и Алиса железом связано с его выносом с территории месторождения дождевыми и талыми водами. Соединения железа могут присутствовать в воде в двух степенях окисления –  $\text{Fe}^{2+}$  (растворенное состояние) и  $\text{Fe}^{3+}$  (коллоидная форма). В ручье Клен содержание  $\text{Fe}^{2+}$  достигает ПДК (проба 1) и незначительно превышает его (проба 2). В ручье Алиса содержание  $\text{Fe}^{2+}$  находится в пределах нормы.

Таким образом, на территории месторождения поверхностные воды по химическому составу гидрокарбонатные, преимущественно магниево-натриево-кальцевые, со слабокислой реакцией, очень мягкие, ультрапресные и пресные. По своему химическому составу состояние природных вод на исследованной территории в целом удовлетворительное, уровень их загрязнения не превышает допустимого.

### Список литературы

1. Никаноров А.М. *Гидрохимия*. – СПб., Гидрометеиздат, 2001. – 447 с.
2. Овчинников А.М. *Гидрогеохимия*. – М., Недра, 1970. – 198 с.
3. *Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение*. – М., ВНИРО, 1999.

## ПОЛУЧЕНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ АЭРОБНЫХ ГРАНУЛ АКТИВНОГО ИЛА В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ

Н.С. Хохлачев, С.В. Калёнов, А.Е. Кузнецов

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,  
г. Москва

Сооружения биологической очистки различных городов России требуют масштабной модернизации на новой технологической базе. Москва и московский регион выделяют на такие программы немалые средства: согласно Постановлению Правительства Москвы № 176 – ПП от 14.03.2006. Курьяновские и Люберецкие очистные сооружения должны быть реконструированы для удаления биогенных элементов до 2020 г. [1].

Реализация этой программы в рамках стандартного подхода с учетом нестационарности поступающей нагрузки приведет к необходимости увеличения объемов аэротенков на 20-30% для повышения стабильности качества очистки по соединениям биогенных элементов, а так же потребует дополнительных вторичных отстойников, что увеличит занимаемые площади и повлечет удорожание и без того не рентабельного процесса биологической очистки.



Варианты ведения процессов биологической очистки широко разобраны в литературе, однако основная стадия большинства таких процессов – аэробная, характеризуется неустойчивостью при критических нагрузках и при резких изменениях в соотношении биогенных элементов.

Перспективными направлениями стабилизации процесса аэробной очистки являются иммобилизация биомассы активного ила на поверхности носителей, мембранные технологии. Для последних чрезвычайно важны адгезионные свойства активного ила. Уменьшение проницаемости мембран, частая механическая очистка и замена элементов в установках сводят на нет преимущества мембранных методов. Кроме этого, не решается проблема устойчивости биоценозов к различным предельным нагрузкам и проблема утилизации избыточного активного ила. Получение стабильных, а еще лучше управляемых, гранул аэробного активного ила могло бы кардинально изменить ситуацию с внедрением и мембранных технологий, и модернизацией имеющихся систем без существенной их реструктуризации. Немногочисленные публикации, посвященные аэробному гранулообразованию, говорят о нестабильности процесса, исследования не перешагнули стены лабораторий, хотя и есть отдельные сообщения о пилотных установках полупромышленного масштаба [2].

Работа, выполняемая на кафедре биотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева по получению управляемых аэробных гранул активного ила, позволяет разрешить вышеописанные затруднения для модельных бытовых стоков с ХПК 350-550 мг/л. Формирование вариантов активного аэробного ила из различных источников, изучение их седиментационных свойств и видового разнообразия в отъемно-доливном процессе позволило отследить общие закономерности образования и распада флоккул, конъюгатов.

Для стабилизации и повышения физиологической активности флоккул ила применялась обработка образцов пероксидом водорода при пересевах – пассивировании [3]. Подобраны оптимальные концентрации пероксида водорода, частота внесения, фаза развития активного ила при внесении стрессорного агента в очищаемый сток.

По сравнению с контролем в который пероксид не вносился, скорость падения ХПК увеличилась на 10-15 %, а биогенные элементы усваивались из модельного стока практически полностью.

Предложенная методика была опробована на различных начальных концентрациях активного ила, опыты также проводились при различных условиях освещения.

К 10 пассажу при подобранной обработке получались гранулы размером 1-2 мм. Такой размер гранул является самым оптимальным с точки зрения проникновения кислорода в середину гранулы [4], что позволяет ей достаточно долго оставаться устойчивой. На основании предыдущих работ по контролируемому окислительному стрессу, выполненных на кафедре биотехнологии РХТУ им. Менделеева был предложен метод стабилизации полученных гранул активного ила при помощи адаптации к пероксиду водорода. Подобраны режимы адаптации, приводящие к улучшению

механических свойств гранул, их стабильности при различных нагрузках по ХПК. Предложено объяснение возможного распада флоккул активного ила при аналогичной их адаптации к пероксиду, заключающееся в невозможности точно подобрать дозировку пероксида при вариациях плотности флоккул, количества ила при пересевах. В отличие от флоккул активного ила гранулы при адаптации переносят значительные вариации концентрации пероксида: в адаптированном состоянии гранулы выдерживают в 4-5 раз большую концентрацию пероксида по сравнению с контрольным вариантом.

### Список литературы

1. <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=MLAW;n=111864>
2. <http://aquaproblems.ru/sci/statya/akmentina-av/2>.
3. Патент RU 2209186 C2.
4. Сироткин А.С. Агрегация микроорганизмов: флоккулы, биопленки, микробные гранулы / А.С. Сироткин, Г.И. Шагинурова, К.Г. Ипполитов. - Казань: Академия наук РТ, 2007. - 160с.

## РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОСТИ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ И ЦИАНОБАКТЕРИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД

Д.А. Миняева<sup>1</sup>, Фу Йиганг<sup>2</sup>, С.В. Калёнов<sup>1</sup>, Л.Л. Вакар<sup>1</sup>, А.Е. Кузнецов<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>РХТУ им. Д.И. Менделеева,  
г. Москва

<sup>2</sup>Университет ТонДзи, колледж экологических наук и инженерии,  
Шанхай

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем охраны окружающей среды является эвтрофикация природных и искусственных водоёмов, вызываемая антропогенным загрязнением биогенными элементами. Массовое развитие в эвтрофированных водоёмах цианобактерий и микроводорослей наносит большой вред как экосистеме водоёмов, так и хозяйственной деятельности человека. Перспективным методом борьбы с последствиями эвтрофикации в локальных масштабах является разработка биопрепаратов для смещения биологического равновесия в сторону преобладания микроводорослей над цианобактериями. Такой подход представляется перспективным из-за возможно меньших затрат при смещении равновесия по сравнению с прямым уменьшением численности автотрофов, и как превентивная мера для предотвращения образования токсинов цианобактерий. Биопрепараты разрабатываются на основе бактериальных культур, вследствие своих физиологических особенностей способных сдерживать рост цианобактерий, или обладающих альгицидной активностью. Таковые бактериальные культуры могут быть выделены из природных образцов цианобактериальных сообществ, в которые они входят не как

постоянные составляющие, но как организмы-антагонисты, осуществляющие тем или иным образом подавление и деградацию сообщества.

Проблема чрезмерного развития автотрофных организмов может также возникнуть в сооружениях биологической очистки сточных вод. Один из вариантов повышения качества очистки – очистка в условиях контролируемого окислительного стресса; при этом подходе требуется освещение содержимого аэротенка или иного сооружения биологической очистки, что может повлечь избыточный рост автотрофов и снижение качества очистки из-за выделения ими части органического вещества, образуемого в процессе фотосинтеза. Представляет интерес установление влияния микроводорослей и цианобактерий на очистку в аэротенках – в проточном режиме и при удалении избытка азота и фосфора (в частности, в SB-реакторе). Также может быть полезно установление зависимостей развития автотрофных организмов разных видов друг от друга и окружающих условий при их управляемом культивировании в симбиотенках, используемых при глубокой биологической очистке сточной воды с удалением фосфора.

Целью данной работы являлось выделение из природных образцов цианобактериальных консорциумов бактериальных штаммов, обладающих альгицидной активностью, и изучение их взаимодействия с автотрофной составляющей консорциумов при разных условиях.

Три бактериальных штамма, обладающих альгицидной активностью, были выделены из цианобактериального консорциума, отобранного в дельте р. Волга. Была проведена адаптация выбранных штаммов к окислительному стрессу, вызываемому периодическим внесением в среду культивирования малых доз  $H_2O_2$ . Как адаптированные, так и неадаптированные линии были протестированы на альгицидную активность по отношению к автотрофной составляющей двух цианобактериальных консорциумов: 1) исходного и 2) отобранного из эвтрофированного озера Диян Чи (Китай, провинция Куньмин). Критерием, по которому оценивалось проявление альгицидной активности, было содержание остаточного хлорофилла *a* в пробах после длительного (1,5-2 недели) непосредственного контакта автотрофных организмов с исследуемыми бактериальными штаммами. Исследуемые штаммы показали большую альгицидную активность по отношению к автотрофной составляющей консорциума, из которого были выделены; как правило, преадаптированные к окислительному стрессу линии с большей концентрацией бактериальной биомассы показывали лучшие результаты. При обработке наиболее активным бактериальным штаммом содержание остаточного хлорофилла *a* в образце из р. Волга снизилось в 500 раз, а в образце из оз. Диян Чи – в 30 раз. Результаты экспериментов с диализным культивированием альгоцианобактериальной суспензии и биомассы бактерий, разделенных полупроницаемой мембраной, показали, что наиболее вероятным механизмом, лежащим в основе альгицидной активности выделенных штаммов бактерий, вызывающих лизис микроводорослей и цианобактерий, является экзометаболитный.

Далее, из цианобактериального консорциума, отобранного из оз. Диян Чи, было выделено четыре обладающих альгицидной активностью бактериальных штамма. При длительном непосредственном контакте бактериальной биомассы с автотрофной составляющей исходного консорциума каждый из выделенных штаммов снижал уровень хлорофилла более чем на 60 %. С данными штаммами были проведены опыты, направленные на установление условий, при которых их альгицидная активность проявляется в наибольшей мере.

1) Определение фазы развития бактерий, характеризующейся наибольшей альгицидной активностью (экспоненциальная или стационарная).

Экспоненциальная фаза развития выбранных бактериальных штаммов при периодическом культивировании приходится на 1,5-2 сутки культивирования, стационарная – на 3-4. В большинстве случаев бактерии, находящиеся ко времени начала эксперимента в экспоненциальной фазе развития, демонстрируют немного более высокую альгицидную активность, нежели находящиеся в стационарной фазе. Однако и в экспоненциальной, и в стационарной фазах развития выбранные штаммы демонстрируют высокий уровень альгицидной активности (рис. 1).

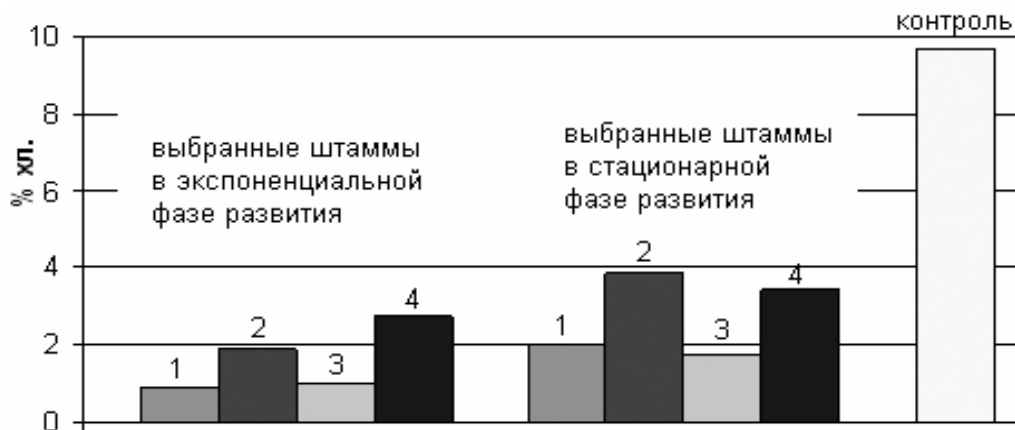


Рис. 1. Содержание остаточного хлорофилла в пробах при обработке автотрофов исследуемыми бактериальными штаммами, находящимися в экспоненциальной и стационарной фазах развития

2) Влияние фазы развития автотрофов на альгицидную активность бактерий.

Автотрофная составляющая консорциума, находящаяся в стационарной фазе развития (возраст 1,5-2 месяца и более), отличается от таковой в экспоненциальной фазе (возраст приблизительно 2 недели) значительно более высокой оптической плотностью суспензии, образованием большего количества крупных скоплений, большим значением показателя рН.

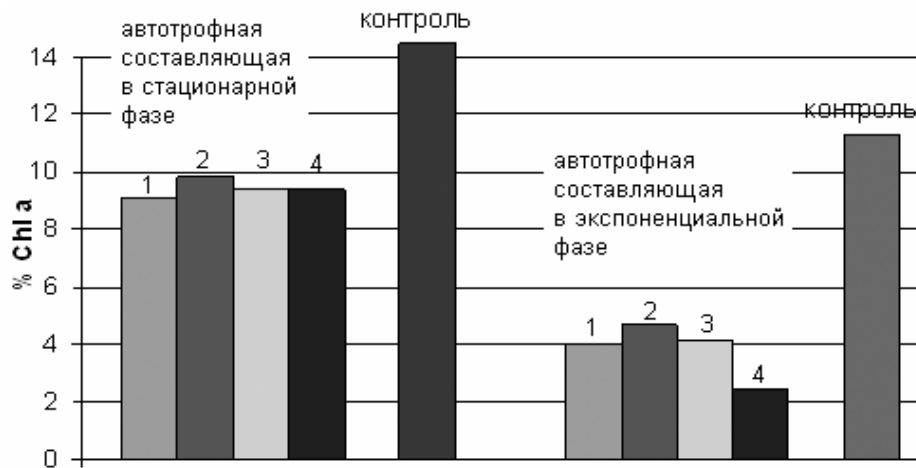


Рис. 2. Содержание остаточного хлорофилла в пробах при обработке исследуемыми бактериальными штаммами автотрофов, находящихся в стационарной и экспоненциальной фазах развития

При проведении опыта с автотрофами в стационарной фазе развития уровень содержания остаточного хлорофилла составляет приблизительно две трети от контрольной пробы, тогда как для экспоненциальной фазы – приблизительно одну треть (рис. 2). Из этого можно сделать вывод, что автотрофная составляющая в стационарной фазе развития менее подвержена альгицидному воздействию выбранных штаммов.

3) Определение механизма альгицидного воздействия – контактный или экзаметаболический.

Для определения типа механизма альгицидного действия выбранных бактериальных штаммов был проведён опыт, в котором в непосредственный контакт с автотрофными организмами была приведена культуральная жидкость бактерий, не содержащая самих клеток бактерий (удалены центрифугированием). (Ранее все опыты, в которых была доказана альгицидная активность штаммов, проводились в присутствии бактериальных клеток). По сравнению с вариантом, в котором автотрофы контактировали с бактериальными клетками, резкого повышения или же понижения альгицидной активности в пробах, содержащих освобождённую от бактериальных клеток культуральную жидкость, не наблюдалось (рис. 3). Однако при удалении бактериальных клеток из культуральной жидкости путём центрифугирования некоторое количество клеток неизбежно остаётся в фугате и, теоретически, способно к дальнейшему размножению. В таком случае, результаты вышеописанного эксперимента могут быть интерпретированы просто как следствие наличия остаточного содержания бактерий в суспензии. Однако опыт с уменьшением концентрации бактериальных клеток (путём разбавления стерилизованной водопроводной водой) показал, что такое снижение концентрации в большинстве случаев приводит к резкому снижению альгицидной активности. На основании этого можно предположить, что в освобождённой от клеток культуральной жидкости присутствуют

определённые бактериальные метаболиты, обеспечивающие наличие альгицидной активности.



Рис. 3. Содержание остаточного хлорофилла в пробах при обработке автотрофов культуральной жидкостью исследуемых бактериальных штаммов в присутствии и отсутствии бактериальных клеток

### Список литературы

1. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т. / А.Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников, М. Энгельхарт, Т. Вайссер, М. В. Чеботаева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – т.1. – 629 с.
2. D.C. Sigeo, R. Glenn, M.J. Andrews, E.G. Bellinger, R.D. Butler, H.A.S. Epton, R.D. Hendry. *Biological control of cyanobacteria: principles and possibilities. Hydrobiologia* 395/396: 161-172, 1999.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БЕНЗОЛОВ И БИФЕНИЛОВ С СОЛЯМИ ПЕРФТОРКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ В ПРИСУТСТВИИ ПЕРСУЛЬФАТА КАЛИЯ

Т.И. Горбунова, М.Г. Первова, А.Я. Запечалов, В.И. Салоутин  
Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН,  
г. Екатеринбург

Неорганические персульфаты часто используют для очистки почв и грунтовых вод от стойких органических загрязнителей [1] и в качестве инициаторов окислительного декарбонирования органических кислот, их солей и сложных эфиров [2]. Работы, посвященные синергетическому действию двух и более органических соединений, находящихся в зоне реакции с персульфатом, в литературе практически отсутствуют.

Цель работы - исследование процессов окисления техногенных полихлорированных бензолов (хлорбензол (ХБ), дихлорбензолы (*o*-ДХБ и *n*-ДХБ), смесь трихлорбензолов (1,2,3-ТХБ и 1,2,4-ТХБ), тетрахлорбензол (1,2,3,4-ТеХБ), пентахлорбензол (ПеХБ)) и полихлорбифенилов (ПХБ,

технические смеси «Трихлорбифенил» и «Совол») под действием  $K_2S_2O_8$  в присутствии калийной соли перфтормасляной кислоты ( $C_3F_7COOK$ ).

По результатам идентификации сложных смесей продуктов взаимодействий с помощью хромато-масс-спектрометрии установлено:

- взаимодействие полихлорароматических соединений с  $C_3F_7COOK$  в присутствии  $K_2S_2O_8$  не является селективным процессом;
- основными продуктами являются соединения, содержащие  $C_3F_7$ -группы, как результаты отщепления  $H^{\bullet}$  под действием образованных *in situ* радикалов  $C_3F_7^{\bullet}$ ;
- реакционная способность полихлорированных бензолов уменьшается в ряду: ХБ > *o*-ДХБ > *n*-ДХБ > смесь 1,2,3-ТХБ и 1,2,4-ТХБ > 1,2,3,4-ТеХБ > ПеХБ;
- реакционная способность конгенов ПХБ, составляющих коммерческие смеси, уменьшается в ряду моно- > ди- > три- > тетра- > пента > гекса- > гептахлорбифенилы;
- ХБ и монохлорбифенилы подвергаются исчерпывающей конверсии;
- разработанные методики могут быть использованы для предподготовки хлорароматических загрязнителей с целью их дальнейшего разрушения, например, биологическими методами.

*Работа выполнена при финансовой поддержке УрО РАН (проект № 12-М-34-2036).*

### Список литературы

1. Watts R.J. *Treatment of Contaminated Soils and Groundwater Using ISCO* / R.J. Watts, A.L. Teel // *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management*, 2006. Vol. 10. P. 2–9.

2. Serguchev Yu.A. *Oxidative Decarboxylation of Carboxylic Acids* / Yu.A. Serguchev, I.P. Beletskaya // *Russian Chemical Reviews*, 1980. - Vol. 49. - P. 1119-1134.

## СОРБЦИЯ КАТИОНОВ ЖЕЛЕЗА ГЛАУКОНИТОМ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ ХЛОРИДНЫХ РАСТВОРОВ С РАЗЛИЧНЫМ pH

В.И. Вигдорович, И.В. Зарапина, Е.П. Богданова, Н.П. Крушатина,  
И.В. Морщина, Е.С. Субочева

Тамбовский государственный технический университет,  
г. Тамбов

Изучена динамика адсорбционного извлечения катионов железа (II) из хлоридных растворов 95 %-м концентратом глауконита Бондарского месторождения Тамбовской области, как функция скорости потока через адсорбер, pH среды, продолжительности сорбции, характера предварительной обработки и высоты слоя сорбента.

Уже при высоте слоя предварительно не обработанного сорбента в 1 см pH = 2,5 при двухчасовой очистке рабочего раствора удается извлечь 76 %

железа. Как и следовало ожидать, коэффициент извлечения  $\rho$  систематически снижается во времени.

Отметим, что для природных минералов рекомендуется проведение предварительной кислотной обработки, что ведет к повышению их сорбционной емкости без изменения структуры сорбента. Однако, в случае сорбции железа глауконитом, подобная обработка его 1М раствором HCl, ведущая к частичному появлению Н-формы, оказывает отрицательное действие, а извлечение железа из исходного раствора к 2-м часам сорбции снижается вплоть до 16 ... 19 %. Термическая обработка композита сорбента при 200 °С, напротив, существенно повышает в первые два часа процесса эффективность сорбции. Затем глубина сорбционного извлечения железа резко снижается, составляя к трем часам порядка 7 ... 8 % в силу насыщения сорбционной емкости. Увеличение высоты слоя сорбента в пять раз, что соответствует возрастанию массы сорбента в адсорбере с 19 до 85 г, резко повышает глубину извлечения железа. Через три часа сорбции в случае исходного концентрата глауконита величина  $\rho$  составляет 96 %. Кислотная обработка сорбента вновь приводит к снижению  $\rho$  при неизменной продолжительности сорбции. Напротив, термическая обработка глауконита позволяет достичь к третьему часу практически 100 %-го удаления катионов железа.

Увеличение высоты слоя сорбента до 10 см позволяет полностью извлекать железо как исходным сорбентом, так и при указанных выше способах его предварительной обработки. Повышение pH исходного раствора до 6,5, т.е. переход от слабокислой к нейтральной среде обуславливает заметное повышение глубины извлечения катионов железа из проточного раствора. В таких условиях практически полная сорбционная очистка в течение трех часов достигается даже при высоте ( $h$ ) слоя сорбента в 1 см. Но это наблюдается лишь на концентрате, прошедшего кислотную или термическую обработку. Причем, на зависимости в координатах  $\rho$ ,  $\tau$  для исходного сорбента и  $h = 1$  см вновь наблюдается 2 участка. На первом ( $\tau \leq 2$  ч)  $\rho$  составляет не менее 97 %, на втором ( $\tau > 2$ ч) – резко падает. Так, через три часа сорбции  $\rho$  близок к 31 %, оставаясь, тем не менее, больше почти в 2 раза, чем при pH = 2,5 (17 ... 18 %).

## **КАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ БИОЭТАНОЛА ДО ЭТИЛЕНА**

К. Досумов, Г.Е. Ергазиева, Е. Шайзадаулы

Казахский Национальный университет им. аль-Фараби «Центр физико-химических методов исследования и анализа»

г. Алматы, Казахстан

Основное нефтехимическое сырье получают из нефти. В последнее время уменьшение природных ресурсов заставляют специалистов в области химии искать альтернативные источники сырья. На сегодняшний день более перспективным источником является биоэтанол получаемый из биомассы [1,2].



В отличие от угля и природного газа, биоэтанол является возобновляемым источником, с практически неограниченными запасами. Сырьём для производства биоэтанола могут быть различные сельскохозяйственные культуры, а также отходы лесной, деревоперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, полеводства и животноводства маниок, картофель, сахарная свекла, батат, сорго, ячмень которые содержат в своем составе крахмал или сахар [3].

В настоящей работе изучено получение этилена дегидратацией этанола. Реакцию проводили на установке проточного типа в интервале температур 250-450 °С, объемной скорости 3000-14 000 ч<sup>-1</sup>. Состав продуктов реакции конверсии этанола определяли с помощью газового хроматографа «Кристалл-5000М».

В реакции дегидратации этанола были исследованы носители: СаА, Н-ZSM-5 + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и природный цеолит клиноптилолит.

Определено, что наибольший выход этилена (40,4 %) при условиях процесса T=400 °С и W-13500ч<sup>-1</sup> наблюдается на Н-ZSM-5 + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### Список литературы

1. Третьяков В.Ф. Каталитические превращения биоэтанола. обзор. / Третьяков В.Ф., Макаруфи Ю.И. // Вестник МИТХТ, 2010. - Т. 5. - № 4. - С.5-22.
2. Кириллов В.А. Биоэтанол как перспективное топливо для энергоустановок на основе топливных элементов / Кириллов В.А., Мещеряков В.Д., Собянин В.А., Беляев В.Д., Амосов Ю.И., Кузин Н.А., Бобрин А.С. // Теоретические основы химической технологии, 2008. - Т. 42. - № 1. - С. 3-13.
3. [http://agrogold.ru/bioetanol,\\_proizvodstvo\\_bioetanola](http://agrogold.ru/bioetanol,_proizvodstvo_bioetanola).

## СОВРЕМЕННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ КОЛОМЕНСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Клишина

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
г. Москва

Сохранение и восстановление природных систем являются одними из приоритетных направлений развития района и общества. Коломенский район играет важную роль в поддержании экологического равновесия Московского региона, так как на его территории, занятой различными природными экосистемами, представлена значительная часть биоразнообразия Подмосковья. Это объясняется его благоприятным местоположением в зоне смешанных лесов, на контакте трех физико-географических провинций - Москворецко-Окской, Мещерской и Луховицкой Мещеры, в месте слияния

двух крупных рек Москвы и Оки, в юго-восточной части Московской области [1].

Главными факторами, обусловившими современное природопользование района являются: местоположение, достаточно благоприятные для развития сельского хозяйства агроклиматические условия и почвы, высокая водообеспеченность, относительно высокая лесистость территории (33 %).

Анализ территориальной структуры природопользования выявил высокую освоенность района и особенности размещения видов хозяйственной деятельности. В центральной части выделяется ядро района, представленное г.о. Коломна, где сосредоточены основные промышленные предприятия и располагается порядка 420 историко-культурных объектов. Преобладающим типом природопользования в районе является сельскохозяйственный с высокой распашкой западной части района и наличием сенокосов и пастбищ, расположенных, главным образом, в восточной части района. В последнее время наблюдается тенденция сокращения пахотных земель и увеличение площадей залежи. Лесохозяйственное природопользование в основном сосредоточено в восточной части района, где сохранился массив сосново-еловых лесов. Промышленное производство сосредоточено в г.о. Коломна, где находятся заводы тяжелого машиностроения и производства строительных материалов. Кроме того, во многих населенных пунктах находятся предприятия по производству строительных материалов, на базе месторождений района, и предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции. Недостатком в структуре природопользования является незначительная площадь природоохранных территорий (0,3 %).

Среди основных факторов деградации природной среды в Коломенском районе можно выделить такие как - рост потребления природных ресурсов при сокращении их запасов; сокращение биологического разнообразия и связанное с этим снижение способности природы к саморегуляции, интенсивное развитие загородного строительства, высокая степень изношенности основных фондов; низкий технологический уровень ряда производств; низкий уровень экологического сознания и экологической культуры населения. Эти и другие факторы, влияющие на качество окружающей среды и состояние экосистем, должны учитываться при осуществлении экологической политики на территории Коломенского района.

В районе наибольшему воздействию подвергаются атмосферный воздух (в районе г. Коломна и п.г.т. Пески), поверхностные воды (наибольшие антропогенные нагрузки испытывают р. Москва и р. Ока, которые относятся к классу очень грязных и грязных рек (ИЗВ 6 - 10 и 4 - 6 соответственно), почвы на территории города Коломна, где находится машиностроительный завод, в п.г.т. Пески, а также севернее и юго-восточнее города Коломны, где наблюдаются участки загрязнения почв тяжелыми металлами: ртутью, свинцом, цинком, кадмием, и где комплексный индекс загрязнения почв высокий (32-128) и максимальный (более 128), наиболее опасный для здоровья людей. Малые реки района имеют повышенное содержание нефтепродуктов и железа, что связано с неорганизованным сбросом сточных вод и

организованным с очистных сооружений[2]. На территории развиваются неблагоприятные геолого-геоморфологические процессы: карст, оползни, эрозия, овраги, суффозионные процессы. Экологические проблемы также связаны с сокращением площади лесных территорий, замещением площадей хвойно-широколиственных лесов мелколиственными лесами, с несанкционированными вырубками, пожарами, с размещением в лесах несанкционированных свалок, сокращением численности промысловых животных.

Однако природно-ресурсный, интеллектуальный и экономический потенциал района, включая г. Коломна, позволяет обеспечить его устойчивое развитие с восстановлением и сохранением благоприятного состояния окружающей среды. Улучшению экологической обстановки может способствовать более активное развитие рекреационного природопользования, благодаря мягкому климату, наличию лесных и водных ресурсов, в том числе источников целебных минеральных вод различного химического состава, а также сохранившимся историко-культурным памятникам, превращающим район в единый архитектурный ансамбль.

### **Список литературы**

1. Анненская Г.Н., Жучкова В.К., Калинина В.Р., Мамай И.И. *Ландшафты Московской области и их современное состояние*. - СГУ. Смоленск, 1997.
2. *Состояние загрязнения окружающей среды Московского региона*. М.: Росгидромет, 2008.

## **ПОТРЕБЛЕНИЕ ФОСФОРА БАКТЕРИЯМИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ**

И.П. Лемзикова, Е.Н. Курлович, Р.М. Маркевич  
Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск

В современных технологиях очистки сточных вод значительное внимание уделяется проблеме удаления азота и фосфора, поскольку эти биогенные элементы вызывают эвтрофикацию водоемов. Для обеспечения удаления фосфора, являющегося лимитирующим фактором эвтрофикации, в ходе биологической очистки возникла необходимость изучения бактерий, ответственных за этот процесс, а также факторов, оказывающих влияние на жизнедеятельность и потребление фосфора этими бактериями.

При изучении процессов удаления азота и фосфора активным илом городских очистных сооружений г. Минска установлено, что в активном иле данных сооружений присутствуют микроорганизмы, обеспечивающие протекание процесса дефосфотации [1]. Пробы активного ила из аэротенка очистных сооружений г. Минска использовали для выделения чистых культур бактерий, способных к накоплению фосфора [2]. Выделенные чистые культуры

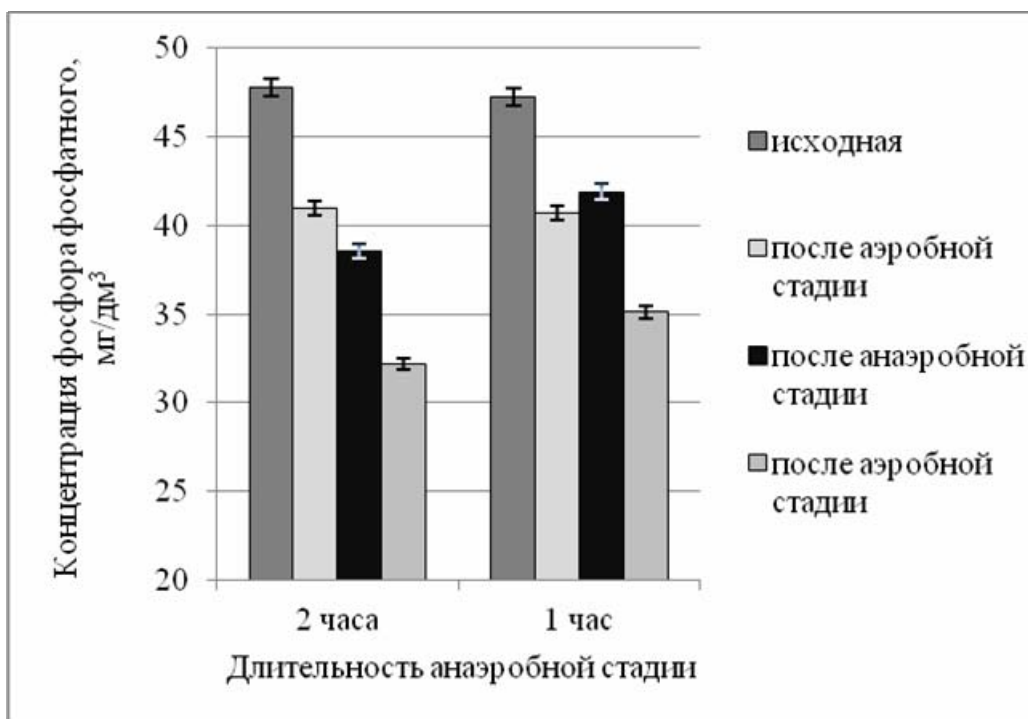
дают возможность изучить процесс дефосфотации и влияние различных условий на протекание этого процесса (значение рН, наличие летучих жирных кислот и т.д.). Вначале анализировали способность каждого из полученных штаммов потреблять фосфаты, это позволило выявить штаммы, наиболее перспективные для дальнейшего изучения дефосфотации при различных условиях [3]. В результате для дальнейших исследований выбран штамм II.

Цель настоящей работы заключалась в изучении влияния продолжительности анаэробной стадии и порядка чередования аэробных и анаэробных условий на потребление фосфатов из среды. В качестве объекта исследований использовали суточную культуру штамма II, которую инокулировали в питательный бульон и инкубировали в различных условиях.

На первом этапе эксперимента проводили двухступенчатое инкубирование: в анаэробных условиях, затем в аэробных условиях. Для установления влияния продолжительности начальной анаэробной стадии на потребление фосфатов ее длительность варьировали (1, 2 или 3 ч), продолжительность последующей аэробной стадии составляла 2 ч. Полученные результаты свидетельствовали о том, что продолжительность начальной анаэробной стадии не оказывала существенного влияния на накопление фосфата клетками бактерий в ходе последующей аэробной стадии. Следует отметить, что поглощение фосфатов из среды при таком двухступенчатом инкубировании (анаэробноз, аэробноз) менее эффективно, чем при инкубировании данных бактерий в аэробных условиях (без предварительного анаэробноза) [3]. Так, по результатам данного эксперимента концентрация поглощенного фосфора фосфатного после аэробной стадии составила 3,3 мг/г сухой биомассы, в то время как при инкубировании без начальной анаэробной стадии эта величина составляла около 9 мг/г сухой биомассы (длительность аэробной стадии 2 ч в обоих случаях).

На следующем этапе эксперимента условия изменяли – проводили инкубирование в следующей последовательности: аэробные условия (2 ч), анаэробные условия (1 или 2 ч), аэробные условия (2 ч).

По результатам эксперимента (рисунок) наибольшее снижение концентрации фосфора фосфатного было достигнуто при длительности анаэробной стадии 2 ч. Конечная концентрация потребленного фосфора на единицу сухой биомассы в данном случае также несколько выше: 11,8 мг/г сухой биомассы против 11,2 мг/г сухой биомассы при длительности анаэробной стадии 1 ч.



Изменение концентрации фосфора фосфатного в среде

Изучалось влияние значения рН среды и присутствия летучих жирных кислот на жизнедеятельность исследуемых бактерий и потребление ими фосфора. Так, в ходе экспериментов с уксусной кислотой установлено, что при наличии в среде других усвояемых источников углерода специфического влияния уксусной кислоты на прирост биомассы и потребление ею фосфора не наблюдается. Значение рН среды в пределах 6,0–8,0 не влияет на прирост биомассы.

### Список литературы

1. Сопоставление способности активного ила к нитри-денитрефикации и дефосфотации / И.П. Дзюба, М.В. Рымовская, И.А. Гребенчикова, Р.М. Маркевич // *Материалы VI международная научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии – 2010»*. – Гродно: ГрГУ, 2010. – С. 227-229.
2. *Research of polyphosphate accumulating organisms of activated sludge* / I.P. Dziuba, R.M. Markevich // *Belarus-Korea science and technology seminar. Session 1: Biotechnologies*. – Minsk: BNTU, 2011. – P. 30.
3. Поглощение фосфора из питательной среды бактериями активного ила / И.П. Дзюба, Р.М. Маркевич // *Материалы Международной научно-технической конференции «Техника и технология защиты окружающей среды»*. – Минск: БГТУ, 2011 – С. 83-86.

## ВЫРАЩИВАНИЕ РАСТЕНИЙ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

А.Г. Кудрин, В.П. Медведь, Л.А. Крутикова, Н.А. Бондаренко, А.А. Патутина  
ООО РЕЭО,  
г. Благовещенск

Предвидя последствия активизирующейся вулканической деятельности на земле, нарушение вследствие этого прозрачности атмосферы, похолодание, решили исследовать возможность выращивания растений в комнатных условиях. Комнатные условия хороши тем, что позволяют создавать температурный микроклимат, защищать от губительного действия химических дождей. Важно действие красного, ультрафиолетового, полихромного света, в том числе дополнительной подсветки для продления светового дня, света луны на продукционный процесс растений в смешанном светопотоке (Рис.1, 2, 3). Для предупреждения задержки прохождения смешанных электромагнитных излучений окна подоконника должны содержаться в чистоте. Вкусовые качества лука при поливе католитом питьевой воды и в смешанном световом потоке похожи на вкус полевых растений.



Рис. 1. Рост растений в квартире на северном подоконнике

Для осуществления поставленной цели в декабре 2011 года в квартире г. Благовещенска Амурской области на южном и северном подоконниках в землю посадили черенки растений, картофель, фасоль, лук, семена льна. В католит талой питьевой воды поставили черенки деревьев дуба, березы, осины, кустарника, лимонника, которые после активации корневой системы пересадили в землю. Выращивать из черенков можно даже зеленую ботву картофеля, но черенки должны быть крупными, иначе могут не прижиться,

предварительно замазав силиконовым герметиком дистальные концы черенков во избежание весеннего «плача», выдерживали черенки в католите питьевой воды. В динамике выращивания удобряли, культивировали землю, поливали и орошали исследуемые объекты католитом талой питьевой воды, использовали шунгит и талую шунгитную воду. Из-за меньших воздействий атмосферного ветра для избежания пагубных последствий нарушения упругоэластических свойств растений их своевременно подвязывали, «шинировали». Вместе с ростом растений появлялись мелкие мушки, с участием которых, можно предполагать, происходило улучшение опыления цветущих растений. Исследования предприняты с целью доказать, что в случае невозможности получения продуктов питания из-за заморозков, химических дождей их можно выращивать в защищенных домашних условиях, или условиях, им подобных.



Рис. 2. Прижившийся в земле черенок ботвы картофеля



Рис. 3. Первые завязывающие клубни будущего картофеля

#### Материал.

Семена картофеля, лука, чеснока; льна, черенки дуба манжурского; березы черной и белой, ольхи, кустарника, лимонника Дальневосточного, лозы мужской женской особи дикого винограда. Шунгит Амурский молодой, шунгит Карельский, католит талой питьевой воды, талая шунгитная вода, серебряная вода, Бордоская смесь, сироп шиповника с витамином С и Е. Зимние (декабрь, январь, февраль) условия в жилой квартире.

#### Методика.

Семена картофеля яровизировали естественным светом на окне подоконника. Корневую систему черенков дуба манжурского, березы, ольхи, кустарника, лимонника Дальневосточного активировали в католите талой питьевой воды, талой шунгитной воде рядом с шунгитом. Все растения затем пересаживали в землю. Орошали католитом талой питьевой воды в смеси с сиропом шиповника и витамина С и Е, талой шунгитной водой, Бродской смесью на северном и южном подоконниках квартиры города Благовещенска,



Амурской области. Талую воду получали после предварительного замораживания кубиков льда в холодильнике. При получении католита питьевой воды целесообразно проверять жесткость питьевой воды, при повышении жесткости промыть электроактиватор и довести жесткость до ГОСТа питьевой воды. Подобное важно для получения требуемого слабощелочного католита питьевой воды. При жарких комнатных батареях отопления целесообразно укутывание последних изолирующим от тепловых лучей материалом. Поддержание оптимальной влажности воздуха в помещении.

#### Результаты.

Получены положительные результаты роста растений в комнатных условиях.

подавляющее большинство растений могут расти в домашних условиях.

#### Обсуждение результатов и выводы.

Растения вегетируют после яровизации семян, орошения католитом талой питьевой воды, талой шунгитной воды в смеси с сиропом шиповника и витамина С и Е, рядом с шунгитом. Исследуемые объекты растут в комнатных условиях в зимние месяцы на северном и южном подоконниках квартиры города Благовещенска Амурской области. Орошение католитом питьевой воды в смеси с сиропом шиповника и витамина С и Е более эффективны при пониженной плюсовой температуре в комнате. Не менее важную роль имеет энергоинформационное воздействие взгляда, рук человека на исследуемые объекты. Два растения после повреждения корней при пересадке и, вероятно, еще чего-то? в последующем неокрепшие растения засохли, возможно, из-за переохлаждения. Известно, что родина картофеля теплая обильная Южная Америка. Полив, пересадка, удобрения, серебрение, энергоинформационное воздействие шунгитом, цилиндрами фараона не дали положительного эффекта. Эти случаи требуют дальнейшего изучения.

#### Выводы.

1. Вегетация растений зимой возможна при использовании католита талой питьевой воды, талой шунгитной воды, шунгита как в южных, так и северных помещениях жилой квартиры.

2. Для сохранения упруго-эластических свойств стеблей растений в комнатных условиях требуются подвязки, «шинирование».

3. Для удлинения светового дня зимой требуется искусственное освещение.

4. Орошение растворами талой воды должно быть круглосуточным, особенно ранним утром.



### Список литературы

1. Кудрин А.Г., Кудрина Н.А. Свойства Амурского молодого шунгита / ООО РЕЭО г. Благовещенск Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады на XI всерос. науч.-технич. конф. Рациональное природопользование. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2011. - С.54-65.
2. Кудрин А.Г., Кудрина Е.С. Что больше повлияет на климат земли человеческая или вулканическая деятельность / ООО РЕЭО г. Благовещенск Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады на X всерос. науч.-технич. конф. Рациональное природопользование. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии». – 2011. - С.42-51.
3. Кудрин А.Г. Взгляд на прошлое, настоящее и предполагаемое будущее сосуществования живого и мертвого глазами 2011 года / ООО РЕЭО г. Благовещенск Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады на X всерос. науч.-технич. конф. Рациональное природопользование. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2011. - С.51-55.
4. Кудрин А.Г. Взаимодействия замерзающей воды с предметами материального мира / ООО РЕЭО г. Благовещенск Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады X всерос. науч.-технич. конф. - Рациональное природопользование. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2011. - С.55-59.
5. Кудрин А.Г., Кудрина Н.А. Воздействие зрительного анализатора человека на структурообразование физиологического раствора при самодегидратации / Информационные технологии. Экологически устойчивое развитие. Рациональное использование природных ресурсов // Междунар. науч.-практич. семинар. – Тула, 2010. - С.124-128.
6. Кудрин А.Г. Энергия рук человека / конференция Медицинские технологии. Приоритетные направления развития науки и технологий // Восьмая Всерос. науч.-технич. конф. - Тула, 2010. - С.84-87.
7. Кудрин А.Г., Кудрина Н.А. Жидкие кристаллы, как одна из форм энергоинформационного образа биологических объектов. Современные проблемы экологии / Доклады всерос. науч.-технич. конф. – Тула, 2009. - С.137-143.
8. Ракитин А.В. Действие красного света в смешанном светопотоке на продукционный процесс в растениях / Автореферат докт. диссер. - Томск, 200.
9. <http://shkolazhizni.ru/archive/0/n-51416/>

## **ВОДА – ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА**

И.Н. Удодова, В.В. Русановский, А.И. Красавин  
НОУ ВПО «Санкт-Петербургский  
университет управления и экономики»,  
г. Санкт-Петербург

В соответствии с данными ООН и ВОЗ в настоящее время из семи миллиардов жителей планеты не получают полноценного водоснабжения более двух миллиардов человек.

В настоящее время более 80 стран мира из 200 испытывают недостаток пресной воды, и проблема эта усугубляется. Недостаток воды, особенно на Среднем и Ближнем Востоке, уже приводит к политической напряженности между государствами. За последние 50 лет количество пресной воды на каждого человека уменьшилось на 60 %. В течение последующих 30 лет предполагается дальнейшее сокращение запасов воды в 2 раза. По данным ЮНЕСКО, сегодня каждому пятому человеку на планете не хватает воды. Пресная вода является, с одной стороны, важнейшим продуктом для жизнедеятельности человека, с другой – основной для существования всего живого на земле. Пресная вода составляет 3 % от общего объема воды на планете, примерно 70-75 % мировых запасов пресной воды заключено в ледниках и айсбергах; почти вся остальная вода в основном находится под землей в водоносных слоях. На протяжении многих тысяч лет вода накапливалась там как следствие таянья ледников, так и в результате проникновения воды в почву во время выпадения дождей. Грунтовые воды - это увлажненные грунты, где вода по объёму составляет примерно 1/6 часть отдельного слоя.

Проблема питьевого водоснабжения затрагивает очень многие стороны жизни человека в течение всей истории человечества. В настоящее время питьевая вода - это проблема социальная, медицинская, политическая, географическая, инженерная и экономическая. По данным всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), от заболеваний распространяющихся через воду, страдает не менее 5-10 % населения планеты. Объединенный комитет экспертов ВОЗ определил воду, используемую для технологических и хозяйственно-питьевых нужд предприятий пищевой промышленности как пищевой продукт. Комитет экспертов ВОЗ рекомендовал объединить санитарный надзор за пищевыми продуктами включая воду для населения в ряде стран мира.

Вода не имеет ни вкуса, ни цвета, ни запаха. Подобными характеристиками не обладает больше ни один элемент на нашей планете. Только вода может пребывать одновременно в трех состояниях (твердом, жидком, газообразном). Вода способна запоминать, передавать информацию о тех или иных оказанных на нее воздействиях. Вода огромным образом влияет

на процесс терморегуляции в организме. Нет ни одной системы организма человека, которая не зависела бы от воды.

Рассмотрим некоторые физиологические аспекты нахождения воды в организме человека. Вода неравномерно распределяется по органам и тканям человека, и её содержание варьирует от 98 % в живых средах организма до 0,3 % в зубной эмали. Содержание воды в организме зависит от возраста, пола и текущего функционального состояния. С возрастом содержание воды в организме постепенно уменьшается - это считается одной из причин старения человека в целом и его кожных покровов (изменяется тургор, осмос, влажность, эластичность и др. свойства кожи).

Наибольшее относительное количество воды содержится в человеческом эмбрионе (около 95 %), наименьшее в стареющем организме более 80 лет (50-60 %). Относительное содержание воды у мужчин и женщин также различно. Эти различия связаны с тем, что жировая ткань бедна водой (всего около 10 %), а содержание воды в организме в значительной степени определяется количеством жировой ткани, учитывая, что у женщин её больше, чем у мужчин, содержание воды в женском организме примерно на 5-10 % ниже. В небольшой массе тела доля воды составляет около 70-75 %, и эта величина от пола не зависит.

Большая потеря воды организмом вызывает обезвоживание (дегидратацию) органов и тканей. Обезвоживание организма негативно влияет на его физиологические функции, снижается объем циркулирующей крови, увеличивается её вязкость, снижается скорость транспорта веществ – в результате ухудшается кровообращение мозга, сердца, мышц, возрастает риск тромбоза сосудов. Поэтому чаще летом существенно увеличивается частота инфарктов, инсультов, тромбозов.

Система регуляции водного баланса обеспечивает два основных гомеостатических процесса: 1) поддержание постоянства общего объема жидкости в организме, 2) оптимальное распределение воды между водными пространствами и тканями организма. Объем воды в организме человека подразделяется на внеклеточную и внутриклеточную жидкость, 60-70 % воды находится внутри клеток, 20-30 % составляет внеклеточная вода. При помощи внеклеточной жидкости к клеткам организма поступают питательные вещества, кислород, микроэлементы, а также многочисленные молекулы гормонов, координирующих работу разобщенных клеток. Внеклеточная жидкость удаляет углекислый газ, продукты метаболизма, токсические или обезвреженные вещества из непосредственного окружения клеток организма.

Внеклеточная вода входит в состав крови, интерстициальной и трансклеточной жидкостей. Плазма крови состоит из воды (90 %), органических (9 %) и неорганических (1 %) веществ. Итак, вода и объем воды в организме выполняет количественную роль в жизнедеятельности человека и всех биологических структур, т.к. является необходимым условием существования живых систем.

Употребление достаточного количества воды в рационе человека, является необходимым условием для сохранения функций органов и тканей.

Поэтому во всем мире, особенно развитых странах повышаются требования к качеству питьевой воды – как источнику обеспечения жизнедеятельности людей.

## МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ФАКТОРЫ, ПРИВОДЯЩИЕ К РАЗВИТИЮ ИЗБЫТОЧНОГО ВЕСА ЧЕЛОВЕКА

С.Н. Владимиров

Московский государственный открытый университет им. В.С.Черномырдина,  
г. Москва

Организм человека достаточно точно регулирует аппетит и тратит необходимое количество энергии, чтобы оставаться в одном и том же состоянии. Подобный гомеостаз типичен для многих людей, имеющих возможность принимать пищу в любом количестве.

Исследования многих ученых, как Российских, так и зарубежных, показали, что организм умеет поддерживать стабильность между потребленными калориями. Когда разных млекопитающих, от мышей до обезьян, перекармливали или, наоборот, «подсаживали» на голодный паек, то масса их тела приходила к нормальному уровню после того, как животное получало свободный доступ к еде.

Крайне важно то, что человек и млекопитающие способны регулировать питание в зависимости от количества поглощенной и израсходованной энергии, а не от объема пищи. Вот один из многих примеров: когда группу крыс кормили питательным раствором разной степени насыщенности, грызуны варьировали потребляемый объем, чтобы получить необходимое число калорий. Это похоже на принцип работы домашнего термостата: когда температура в комнате падает, термометр фиксирует это и дает сигнал отопительной системе нагревать помещение, пока температура не восстановится до желаемого уровня.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что мозг каким-то образом получает от организма сигналы, связанные с массой тела, и на основе этих сигналов модулирует аппетит и расход энергии, чтобы поддерживать массу в границах узкого диапазона. Эти сигналы приходят в *гипоталамус*, который участвует в осуществлении многих базовых функций и бессознательных рефлексов, таких, как питание, питье, агрессия, температура тела и др.

При повреждениях в центральной области гипоталамуса лабораторные крысы страдают от избыточной массы тела, но ведут себя как голодающие (увеличивают количество съеденного и уменьшают расходы энергии). При повреждениях боковой области гипоталамуса крысы ведут себя как при

переедании: уменьшают рацион и много двигаются, доводя себя до опасного истощения.

В подобных экспериментах участвовали и другие млекопитающие — от белок до собак. Люди, у которых передняя часть гипоталамуса страдает из-за опухоли или подобных причин, тоже начинают принимать пищу больше необходимого и приобретают избыточный вес.

Возникает очевидный вопрос: как гипоталамус узнает нашу массу тела? Ответ на этот вопрос оставался тайной до 1994 года, когда Джеффри Фридман и его коллеги из Университета Рокфеллера сообщили о своих наблюдениях за двумя выведенными линиями мышей. Первую линию называли *obese* (ожиревшие), а вторую *db*. Эти мутации были получены не намеренно, а случайно в питомнике. Обе линии мышей были крайне жирными, и эта черта передавалась их потомству простым доминантным типом наследования, как цвет глаз. Это подразумевало, что ожирение у обеих пород мышей передавалось одним и тем же геном.

Сначала группа Фридмана сумела отследить мутацию у мышей линии *obese*. Оказалось, что мутация блокировала производство гормона, который исследователи назвали *лептином*. Белок лептин производится только жировыми клетками. Когда подобный анализ провели у мышей линии *db*, то выяснилось, что у них был нарушен ген, который кодировал белок, служивший рецептором лептина: он располагается на поверхности клеток и когда связывается с лептином, то запускает в клетке биохимический каскад. Интересно, что рецепторы лептина имеются только на нейронах тех участков гипоталамуса, которые при поражении вызывают ожирение или худобу.

Благодаря открытию Фридмана у ученых появилась гипотеза относительно того, как гипоталамус определяет массу тела и принимает решения. Когда масса растёт, количество жира увеличивается, а поскольку жировые клетки секретируют лептин в пропорции к своей массе, то растёт и уровень лептина. Лептин циркулирует в крови и попадает в мозг, где улавливается лептиновыми рецепторами, расположенными на нейронах гипоталамуса. Активация этих нейронов лептином подавляет аппетит и повышает расход энергии.

Если же масса тела падает, система работает наоборот. Меньше жира — значит, снижен и уровень лептина, повышается аппетит — и сокращается расход энергии. Когда мутировавшим мышам линии *obese* делали инъекции лептина, те начинали меньше есть и теряли вес (эти инъекции работали, даже если в гипоталамус попадали совсем крошечные дозы). Инъекции лептина мышам линии *db* не оказали эффекта, поскольку в гипоталамусе этих мышей не было лептиновых рецепторов.

Среди людей с крайней степенью ожирения отсутствие гена лептина наблюдается менее чем у 1 % (такая малая доля неудивительна, поскольку и люди, и мыши без этого гена страдают также бесплодием и не передают свои гены последующим поколениям).

Существует также небольшое количество людей, которые страдают от тяжелой формы ожирения из-за мутации рецепторов лептина. К сожалению, как и мышам линии db, инъекции лептина им не помогают.

Лептиновая гомеостатическая система объясняет, как мозг получает информацию о долгосрочных изменениях в массе тела (ориентируясь на жировую прослойку). Но это не объясняет кратковременного регулирования аппетита. Например, как мозг узнает, сколько калорий поглощено в процессе еды? Какие сигналы свидетельствуют о наступлении сытости?

Сигналы, которые подталкивают нас к началу еды, изучены недостаточно. Раньше считалось, что главным стимулом начала приема пищи были пониженные уровни глюкозы в крови. Но более поздние исследования показали, что биохимические сигналы побуждают начать есть только в случае сильного голода. Чаще к трапезе нас подталкивают социокультурные факторы и правила среды.

Об окончании приема пищи сообщают сигналы сытости. Сенсоры в клетках выстилки желудка и кишечника сообщают мозгу о химических и механических свойствах поглощенных продуктов (химические свойства — это количество в пище сахара и белка, а механические — насколько растянулся желудок от объема съеденного). Сигналы от пищеварительного тракта передаются за счет выработки гормонов. Несколько таких гормонов передают мозгу сигналы разными способами: одни попадают в мозг через кровоток, другие активируют нейроны и заставляют их посылать электрические импульсы.

Рассмотрим пример действия одного такого гормона. Когда питательные вещества из съеденного обеда активируют рецепторы в тонкой кишке, разновидность клеток, выстилающих этот участок кишечника, секретит гормон *холецистокинин*, который связывается с рецепторами на концах нейронов проходящего поблизости блуждающего нерва, создавая электрические импульсы, которые передаются в продолговатый мозг, в участок под названием «ядро одиночного пути» (лат.: *nucleus tractus solitarius*). Оно в свою очередь активирует *вентромедиальную* область гипоталамуса, тот же участок, который при поражении вызывает сильное ожирение. Эта часть гипоталамуса — ключевой элемент в контроле питания, особенно важна здесь область под названием «дугообразное, или полулунное, ядро» (*arcuate nucleus*). Сюда приходят как быстрые сигналы от кишечника (через блуждающий нерв и ядро одиночного пути), так и медленные сигналы лептина, вырабатываемого жировыми клетками.

*Дугообразное* ядро состоит из комплекса нейронов, которые при активации по-разному влияют на процесс питания. Одна подгруппа нейронов полулунного ядра содержит гормон *проопиомеланокортин*, активируется сигналами из кишечника через ядро одиночного пути и подавляет нейроны латеральной части гипоталамуса. Активация латеральной части гипоталамуса вызывает секрецию гормона *орексина*, который создает чувство голода. В то же самое время активация содержащих проопиомеланокортин нейронов в дугообразном ядре активирует так называемое *паравентрикулярное* ядро.

Клетки последнего секретируют гормон *кортиколиберин*, который создает чувство сытости. Таким образом, когда мы съедаем несколько блинчиков, наш пищеварительный тракт постепенно начинает ощущать как питательные вещества из блинчиков, так и растяжение стенок желудка. Эти сигналы передаются сложными путями, приводят к подавлению секреции орексина и стимуляции выброса кортиколиберина, что вместе блокирует чувство голода и помогает ощутить сытость.

Другая группа нейронов в дугообразном ядре использует в качестве нейромедиатора *нейропептид-У*. Клетки с нейропептидом-У подавляют паравентрикулярное ядро и возбуждают латеральные области гипоталамуса. Так что, если мы голодаем (в буквальном смысле), жировая масса сокращается, количество циркулирующего лептина уменьшается, нейроны с нейропептидом-У меньше подавляются в дугообразном ядре, выделяется больше орексина и меньше кортиколиберина. В итоге мы чувствуем голод.

Можно предположить, что система контроля питания была создана с запасом прочности, чтобы не допустить нарушений этого значимого вида поведения. Следует отметить, что регуляция питания зависит от многих факторов (времени дня, настроения, тренировок, запахов), и вся эта информация каким-то образом должна учитываться цепью контроля питания.

Если мы рассчитываем сильно похудеть и сохранить достигнутую массу тела, то гомеостатическая цепь контроля питания будет активно сопротивляться нашим планам. Представление о том, что процесс еды можно целиком подчинить волевому контролю, глубоко укоренилось в нашей культуре. Мы хотим верить, что вес можно регулировать — достаточно принять такое решение. Однако, это далеко не так. По мере того, наше тело будет терять жировую массу, снизившиеся уровни лептина вызовут биохимический каскад. Эти сигналы одновременно замедлят скорость метаболизма и создадут сильное, неконтролируемое желание есть. Чем больше жировой массы человек потеряет, тем сильнее будет желание поесть и тем больше замедлится метаболизм.

Это та самая печальная правда, которую от нас скрывает многомиллионная индустрия диет. В рекламных роликах нам показывают полную женщину на велотренажере, затем — ее же, употребляющую только салаты, затем — уже чуть менее полную женщину на беговой дорожке и, наконец, стройную, уверенную в себе даму, жующую сельдерей, что очень вдохновляет.

Однако контролем рациона и упражнениями можно достичь только умеренной потери массы тела, а значительная эта потеря может быть достигнута лишь временно. Крайне трудно сохранять достижения на пути к стройности. Почти все проигрывают эту битву. Даже *липосакция* — лишь временная мера: ведь хирургическое удаление жира уменьшает циркуляцию лептина, тем самым снижая расход энергии и повышая аппетит.

Подобный гомеостатический баланс присущ всем млекопитающим. Мы можем лишь слабо повлиять на это желание с помощью когнитивного контроля, но, по сути, все млекопитающие в этом плане одинаковы. Большую

часть эволюционной истории наш вид не имел неограниченного доступа к калориям. Кроме того, преобладающий период нашей эволюции занимала стадия «охотников и собирателей», когда люди каждый день тратили значительное количество энергии на повседневные занятия. Поэтому было разумно держать массу тела на оптимальном уровне: если слишком мало пищи, то вы рискуете умереть в голодный год, а при ее переизбытке ваша мобильность упадет. Так что сегодня, пытаясь похудеть, мы сражаемся не с килограммами, а с миллионами лет эволюционного отбора.

В небольшой доле случаев лишний вес появляется из-за мутации гена, который кодирует лептин или рецепторы лептина. Однако ожирение вызывают и мутации во многих других молекулах. По многим оценкам, мутации одного гена отвечают всего за 8 % всех случаев тяжелого ожирения, а в подавляющем большинстве прочих случаев к ожирению приводит взаимодействие мутаций многих генов с факторами окружающей среды.

В то время как индекс массы тела является на 80 % наследственным, немалая роль приходится и на фактор среды. Статистика неумолимо говорит, что средний вес взрослого жителя США сегодня увеличился приблизительно на 12 кг по сравнению с 1960 годом. Очевидно, что это произошло не из-за генетических изменений в популяции. Скорее повлияли настойчивые усилия пищевых корпораций по производству больших порций еды и напитков, способных максимально активировать «центры удовольствия» и склонить к перееданию.

Чем питались наши далекие предки? Конечно, рацион людей в разных точках мира не был однороден, но в нем присутствовали общие черты. Диета была преимущественно вегетарианской с малым количеством жиров (вероятно, около 10 % от общей доли калорий) и совсем незначительным количеством сахара. Сладкий вкус был редкостью (только у спелых фруктов и дикого меда), а мясо было роскошью, и обычно мясо диких животных совсем не жирное. Для людей, живущих в глубине континента, соленый вкус тоже был почти неведом. Пища была довольно грубая, ее требовалось тщательно пережевывать. Жидкой пищи было немного. И что самое важное, во многих местах регулярно случался голод, а поскольку богатой калориями сладкой и жирной пищи было мало, то, найдя ее, разумно было немедленно съесть все, чтобы создать жировой резерв в ожидании тяжелых времен.

Из-за особенностей диеты наших предков мы с рождения запрограммированы любить определенные вкусы и запахи - особенно сладкой, жирной и соленой пищи. У людей и крыс происходит большой выброс дофамина в процессе поглощения жирных и сладких продуктов.

Разные виды продуктов приводят к неодинаковой концентрации глюкозы в крови (разнятся и другие сигналы о приеме пищи, фиксируемые мозгом) - это можно сравнить с разницей между жеванием листьев коки и внутривенной инъекцией кокаина - сильные и быстро возникающие сигналы об удовольствии вызывают большее привыкание.



Интересно, что комбинация жирного и сладкого способствует сверхзависимости, создавая значительно более высокую активацию центров удовольствия, чем просто сладкое и жирное по отдельности.

Каждый испытывал когда-либо чувство сытости после обеда и притом соглашался на десерт. А вот наша любовь к соленому все еще остается в некотором роде загадкой. Крысы не будут напрягаться ради соленой пищи, а люди ее обожают. Возможно, это адаптационный механизм компенсации потери соли от потения.

В настоящее время пищевая промышленность и общественное питание стремятся придумать блюдо, перед которым невозможно устоять, недостаточно просто добавить больше соли, сахара и жира к уже существующим рецептам. Нет единственно верной концентрации соли в пище. Обычно нам нравится, чтобы чипсы и крекеры были немного солонее, чем суп или мясо. Сладкие продукты, в которых присутствует жир, нам больше по вкусу.

Кроме того, мы часто переедаем, если в пище содержится комбинация разных оттенков вкуса. Мороженое с шоколадом и кусочками фруктов более привлекательно, чем однородное мороженое без наполнителей. Мы можем съесть больше куриных крылышек, если макать их в подливки и соусы, создающие дополнительный вкус. Сладкое и острое, жирное и соленое, острое и соленое - эти комбинации прекрасно работают.

Не хуже действуют контрастирующие консистенции: хрустящая жареная корочка с нежной начинкой - это основа желанного блюда. Запахи и вкусы от карамелизации и обжаривания в жире также создают сильный отклик, возможно потому, что огромное количество наших обонятельных рецепторов заняты различением запахов жирных продуктов.

Помимо этого, любой шеф-повар знает, что люди съедают больше, если им не приходится напрягаться для пережевывания и глотания пищи. Вот почему значительную долю мясных блюд в сетевых ресторанах подают в измельченном виде (мясной фарш) и обработанными маринадом. Такие блюда «тают во рту». Вам приходится жевать вполовину меньше, поэтому вы можете съесть больше.

Обычно люди стараются доесть все, что лежит на тарелке (или допить бутылку газировки). Большие порции - это самый простой способ спровоцировать переедание, разладить систему контроля аппетита и продать больше еды.

Увеличение массы тела, которое мы наблюдаем в США в последние 40 лет и которое отмечается в других богатых странах, а в последнее десятилетие и в России, стало огромной проблемой для здоровья людей. Лишний вес создает повышенный риск целого ряда заболеваний, таких, как диабет, рак, нарушения сна, болезни сердца и гипертония.

К счастью, даже небольшая потеря веса, которой легко добиться с помощью правильного питания и двигательных тренировок, способствует существенному улучшению состояния здоровья. Однако как быть людям с тяжелым ожирением, которым необходимо сбросить достаточно много лишних килограммов, чтобы улучшить свое здоровье?

Выше отмечалось, что гомеостатическая система мозга будет препятствовать этому, повышая аппетит и замедляя метаболизм, из-за чего удержать сильную потерю массы тела будет очень трудно.

Хирургия при ожирении (бариатрические операции), в которых иссекается часть желудка, - один из выходов. Однако таким операциям сопутствуют большой риск и финансовые затраты, поэтому они уместны лишь в небольшом количестве случаев. Вот почему ученые тратят много сил, стремясь создать эффективные лекарства против ожирения.

Следует отметить, что небезопасные препараты, способствующие уменьшению аппетита, доступны уже сейчас. Они искусственно стимулируют дофаминовые нейронные цепи и эффективны, но вызывают привыкание и имеют неблагоприятные побочные эффекты.

В течение многих лет для снижения веса прописывали *фенфлурамин* в комбинации со слабым *амфетамином* под названием «*фентермин*», однако в 1997 году стал предметом самых громких и крупных судебных исков и был снят с производства.

Сегодня многие лекарства для похудения находятся на различных стадиях разработки: от тестирования на мышах и крысах до клинических исследований на людях. Легко предположить, что для безопасного и эффективного средства такого рода откроется огромный рынок сбыта, поэтому исследования в этой области обещают большую коммерческую выгоду.

Пользу могут принести и блокаторы рецепторов *эндоканнабиоидов* - собственных молекул мозга, похожих на ТГК (активное вещество конопли). Эту стратегию подсказал известный феномен: курение конопли значительно усиливает аппетит, следовательно, препарат, который, наоборот, блокирует действия эндоканнабиоидов в основных нейронных рецепторах каннабиоидов под названием CB1, будет подавлять аппетит. Так, *римонабант* блокирует рецепторы CB1. Действие римонабанта вызывает умеренную потерю веса.

К сожалению, у препаратов данного типа существуют серьезные опасения относительно побочных эффектов. Поэтому исследования в этой области должны быть весьма тщательными, открытыми и обсуждаемыми.

У большинства людей с лишним весом уровень циркулирующего лептина и без того повышен, потому что у них много жировых тканей. Дополнительное количество лептина положительного эффекта не принесет. Скорее у них наблюдается устойчивость к лептину. Молекулярная основа лептиновой устойчивости еще недостаточно изучена. Возможно, в ней участвуют молекулы контроля за питанием (такие, как нейропептид-F, кортиколиберин, орексин) либо их рецепторы. Есть даже предположения, что лептиновая устойчивость возникает из-за того, что лептин не может попасть из крови в мозг через гематоэнцефалический барьер. Если будет изучена природа устойчивости к лептину, то тогда можно говорить о создании эффективных лекарств против ожирения.

Существуют вызванные стрессом биохимические сигналы, которые влияют на нейронные цепи контроля питания и удовольствия, из-за чего начинается «переедание для успокоения».

Стресс вызывает каскад сигналов: кортиколиберин из гипоталамуса с кровотоком быстро попадает в расположенный рядом гипофиз, клетки которого при активации вырабатывают кортикотропин (или аденокортикотропин). С кровью кортикотропин попадает в надпочечники, которые вырабатывают кортикостерон. Кортикостерон и его метаболиты попадают в мозг и запускают реакцию стресса.

Исследования подтвердили эту теорию, показав, что инъекции кортикостерона вызывают такую же реакцию переедания, как и условия стресса. Очень полезно знать, что существуют поведенческие стратегии, которые помогают справиться со стрессом (медитация, физические упражнения), они снижают уровень гормонов стресса и тем самым устраняют вызванное стрессом переедание. В то время как умеренный стресс вызывает переедание, сильный стресс оказывает обратное действие, подавляя аппетит. Для человека, горющего о потере близкого, характерна кратковременная потеря аппетита. Этот эффект наблюдается и у других видов млекопитающих. Когда интенсивность социального или физического стресса животного повышается, грызуны тоже начинают есть меньше.

Переедание - не единственный тип навязчивого поведения, вызываемого стрессом. Стресс часто является пусковым механизмом для употребления алкоголя, наркотиков, которые активируют нейронные цепи удовольствия. Особенно важную роль стресс играет в возвратных рецидивах после длительного периода отказа от психотропных препаратов: более 70 % «сорвавшихся» наркоманов сообщали, что перед рецидивом они пережили очень тяжелый стресс. Именно поэтому в программах поддержки отказа от наркотиков обучают поведенческим техникам борьбы со стрессом.

Есть надежда, что бросившим употреблять наркотики помогут избежать рецидива лекарства, которые воздействуют на функционирование гормонов стресса (например, блокаторы рецепторов кортиколиберина). Эти же препараты могут уберечь от вызванного стрессом переедания.

Определенные продукты и препараты могут активизировать нейронные цепи удовольствия. Во многих случаях ожирение происходит из-за пищевой зависимости, которая похожа на наркоманию (и тоже имеет сильный генетический компонент). При воздействии некоторых веществ меняются синаптические структуры и их функции. Происходят ли такие же синаптические изменения при постоянном употреблении жирной, сладкой или соленой пищи? Это — одна из самых интересных потенциальных проблем.

### **Список литературы**

1. М.М. Гинзбург *Ожирение. Влияние на развитие метаболического синдрома. Профилактика и лечение.* - М.: Медпрактика-М, 2002. - 282 с.
2. Д. Линден *Мозг и удовольствие /Дэвид Линден. [пер. с англ. И. Веревкиной].* - М.: Эксмо, 2012. - 288 с.
3. В.А. Дубинин. *Регуляторные системы организма человека.* М.: Дрофа, 2003. - 368 с.: ил.

## **ПСИХОСОЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕНЩИН С НАРУШЕНИЕМ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ**

М.Е. Блох, В.В. Русановский, И.Н. Удодова, А.И. Красавин, Г.В. Русановский  
НИИ акушерства и гинекологии имени Д.О. Отта СЗО РАМН  
НОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет управления и экономики»,  
г. Санкт-Петербург

В связи с социальными и экономическими изменениями, происходящими в обществе на современном этапе, проблема репродуктивного здоровья женщины заслуживает особого внимания. По данным выборочного исследования «Семья и рождаемость», проводимого в 2009-2010 годах Росстатом количество желаемых детей в семье неуклонно сокращается, треть женщин собирается ограничиться одним ребенком, а трюих и более детей намереваются иметь только 8,6 % опрошенных. Среди помех к рождению желаемого числа детей неудовлетворительное состояние собственного здоровья как «очень мешающего» отметили 13,1 % женщин, как «мешающего» 33,6 %. По данным ВОЗ - 30 % женщин и 10 % мужчин имеют различные нарушения функции репродуктивной системы. В этой связи на заседаниях Международных конференций по населению и развитию начиная с 1994 задача по улучшению репродуктивного здоровья женщины определена как главная. Неуклонный рост гинекологических заболеваний женщин репродуктивного возраста происходит в последние годы практически по всем нозологическим формам. Отмечается высокая частота мужского и женского бесплодия. Частота бесплодных браков в России превышает 15 %, что, по данным ВОЗ, является критическим уровнем. Наиболее частыми гинекологическими заболеваниями, ассоциированными с нарушением реализации репродуктивной функции, выступают нарушения менструального цикла, эндометриоз и миома матки, частота и омоложение которых в последние годы растет неуклонно. Как показывают исследования, сохранение психического здоровья женщины не менее важно, нежели оказание специализированной гинекологической помощи; гинекологические заболевания и бесплодие у 93 % женщин приводят к психическому и социальному дискомфорту, снижают социальную адаптацию, профессиональную активность.

Ухудшение медико-демографической ситуации в Российской Федерации делает крайне актуальной проблему совершенствования системы охраны репродуктивного здоровья населения, формирование комплексного подхода в лечении женщин с репродуктивными проблемами, как со стороны медицины, так и психологии. В отечественных исследованиях, начиная с 90-х годов XX века, интенсивно изучаются психосоматические и психотерапевтические аспекты нарушений репродуктивного здоровья (Брехман Г.И., 1990; Абрамченко В.В., 2001; Добряков И.В., 2003; Брутман В.И., 2002; Филиппова Г.Г., 2002; Хамитова И.Ю. 2002); связи личностных и эмоциональных особенностей, внутрличностных конфликтов (Пепперел Р.Дж., 1986; Пайнз Д., 1997; Поздеева Т.В., 2002; Менделевич В.Д.

2005; Хорни К., 2007; Дементьева Н.О., 2011; Mitchell E., Rosenfelf P., 1997 и др.) с нарушением репродуктивной системы. Однако, работ, описывающих психологические особенности женщин с нарушением репродуктивного здоровья, ассоциированного с конкретными нозологическими формами гинекологической патологии, очень мало. Кроме того, недостаточная изученность психологического статуса женщин с гинекологическими заболеваниями, нарушающими реализацию репродуктивной функции, затрудняет осуществление комплексной медико-психологической помощи, так как врач, не имея представления о психо-социальных предпосылках, усугубляющих патологический процесс, и не мотивируя женщину на получение психологической помощи, слишком «биологизирован» в решении проблемы. В свою очередь, психокоррекционная работа с женщинами, имеющими трудности в реализации репродуктивной функции, обладает особенностью ограниченности во времени, так как репродуктивная функция женщины может быть реализована ограниченное количество лет (от 16-18 до 45-50 лет).

Изучение психологического портрета женщин с определенными гинекологическими заболеваниями позволит существенно сократить время психотерапии, акцентируя внимание специалиста на конкретных закономерностях, свойственных той или иной патологии и вычлняя мишени психокоррекции. В связи с этим, было проведено исследование, направленное на изучение клинко-психо-социальных соотношений у женщин, имеющих нарушение репродуктивного здоровья и страдающих распространенными заболеваниями: миома матки, наружный генитальный эндометриоз и вторичная аменорея. Всего в исследовании приняло участие 164 женщины репродуктивного возраста, планирующие беременность и обратившихся за консультацией к гинекологу по поводу планирования беременности. Основная группа включала 104 женщины, из которых с диагнозом вторичная аменорея - 32 женщины, миома 32 женщины, эндометриоз 40 женщин. На основании результатов исследования сделаны следующие выводы: у женщин, имеющих гинекологическую патологию, затрудняющую реализацию репродуктивной функции, значительно чаще, чем у здоровых, встречаются неудовлетворительные отношения с родителями, неадекватное отношение семьи к окружающему миру, невротизированный стиль воспитания, отрицательный характер взаимодействия между родителями. Эти женщины эмоционально лабильны, имеют общую психическую неустойчивость, личностную незрелость, чувствительность, высокую личностную тревожность. Им свойственны недостаточная сила «Я», низкая уверенность в себе, частое выражение напряжения в личных и социальных ситуациях, сильно выраженная склонность к соматическим нарушениям, низкая устойчивость к стрессовым нагрузкам, нарушения полоролевой и половозрастной идентификации по типу искажения или незрелости. Аспекты отношения к своему и противоположному полу и собственная полоролевая и половозрастная идентичность отличается у женщин с различными нозологическими формами гинекологической патологии как от здоровых женщин, так и между собой. У женщин с эндометриозом и аменореей достоверно выше выраженность таких качеств как агрессивность,

соревновательность, стремление к независимости (маскулинных качеств), они идентифицируют себя скорее с мужским образом, причем для женщин с эндометриозом это более характерно, то есть обладают искаженной полоролевой идентичностью в сторону маскулинности этих женщин. Женщины с миомой матки оценивают себя в целом более фемининно ориентированными, описывая такие качества, как забота об окружающих, понимание, любовь к детям, идентифицируют себя скорее с женским образом, но проявляют некоторую амбивалентность и незрелость в отличие от здоровых, имеющих четкую полоролевую идентичность, соответствующую их полу. Все женщины демонстрируют нарушение половозрастной идентичности, при этом наибольшую инфантильность в выборах представляет группа «аменорея», второе место по выраженности занимает группа «миома». У всех женщин с гинекологической патологией представление о материнстве и взаимодействии с ребенком неблагоприятно, этапы онтогенеза материнства качественно отличаются от ситуации в контрольной группе, и в тоже время имеют различия между собой.

Таким образом, выявленные психосоциальные особенности женщин с нарушением репродуктивного здоровья, ассоциированного с гинекологической патологией, свидетельствуют о необходимости комплексного подхода в лечении, учитывающего психологические предпосылки этиопатогенеза гинекологических заболеваний.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ (ЧСС) ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН**

М.Е. Блох, В.В. Русановский, И.Н. Удодова, Г.В. Русановский  
НИИ акушерства и гинекологии имени Д.О. Отта СЗО РАМН  
НОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет управления и экономики»,  
г. Санкт-Петербург

Всему существу – элементарным частицам, образующим атом, атомам, складывающимся в молекулы, молекулам, составляющим вещества, и т.д. – присуща вибрация определенной частоты.

В настоящее время все больше утверждается взгляд, что саморегуляция биосистем функционально близка к процессам, происходящим в самонастраивающихся системах, входящих в класс адаптивных систем, т.е. систем, способных находить оптимальные состояния в условиях изменяющихся во времени переменных внутренней и внешней среды.

Часто принято рассматривать биологические системы как системы открытого типа, широко взаимодействующие с окружающей их средой. Оптимальное регулирование непрерывных потоков веществ, энергии и информации обеспечивается специальными механизмами управления поведения и состоянием биосистем.

Биоритмы очень информативны и являются неотъемлемой и существенной характеристикой функционирующих биосистем (особенно мать и плод) на всех уровнях их организации и деятельности. Они наблюдаются на субклеточном уровне, отражая динамику биохимических циклов синтеза и распада веществ на клеточном уровне, - в форме флюктуаций мембранного потенциала и ритмической генерации токов действия, в надклеточных, органных и организменных процессах, (например: колебания постоянного потенциала мозга, изменения электроэнцефалографической активности, ритмы дыхания и сердечной деятельности и т.д.) Так, у беременных женщин частота сердечных сокращений у плода появляется на 4-5 неделе, а биоэлектрическая активность головного мозга плода с 20-21 недели беременности.

Репродуктивная система женщины имеет тонкие физиологические механизмы функционирования, зависящие от морфофункциональных особенностей организма. Многими исследованиями установлена зависимость протекания беременности и родов от характера пространственных соотношений, асимметрии полушарий мозга и асимметрии фетоплацентарного комплекса (Порошенко А.Б., Орлов В.И. и др.)

В работах отечественных и зарубежных исследователей многократно доказано, что нервно-психическое напряжение женщины негативно влияет на течение беременности, родов, здоровье ребенка и при наличии повышенных показателей тревожности, эмоциональной возбудимости будущая мать может быть отнесена к группе риска и нуждается в повышенном внимании различных специалистов.

Стресс у беременных проявляется в виде частых волнений в начале и конце беременности: состояния внутренней неудовлетворенности, пониженного настроения, повышенной раздражительности, общего плохого самочувствия. По мнению многих исследователей, хронический стресс способствует развитию серьезных осложнений беременности (гипоксия плода, угроза выкидыша, отслоение плаценты, преждевременные роды).

Нами было обследовано 10 женщин с беременностью от 34 до 40 недель без патологии, находившихся на обследовании в родильном отделении родильного дома в возрасте от 25 до 35 лет, и группа из 10 человек не беременных женщин в том же возрасте. С женщинами были проведены психологические и электрофизиологические диагностические исследования.

Психологический диагностический комплекс включал следующие методики. Самооценка структуры темперамента В.Н.Смирнова, личностный дифференциал, шкалы реактивной и личностной тревожности Ч.Д.Спилбергера-Ю.Л.Ханина, характерологический опросник по К. Леонгарду-Г. Шнишеку, тест фрустрационных реакций С. Розенцвейга, шкала интеллекта из 16 ФЛЮ Р. Кеттелла, цветовой тест М. Люшера.

Электрофизиологические исследования включали изучение динамики характеристик медленноволновой структуры сердечного ритма. Эти электрофизиологические исследования впервые в СССР были внедрены в клиническую практику в 1980-1990 гг. в НИИ экспериментальной медицины

АМН СССР в городе Ленинграде. (Бехтерева Н.П., Черниговский В.Н., Василевский Н.Н., Черниговская Н.В., Русановский В.В. и другие).

Следует отметить, что в восточной медицине на протяжении тысячелетий состояние сердечно-сосудистой системы (в частности пульса, который определяли пальпаторно), считалось одним из основных диагностических критериев функционального состояния человека. Поэтому в наших исследованиях динамика медленноволновой структуры сердечного ритма в сочетании с психологическими тестами являлись критериями нервно-психического состояния каждой женщины. В результате исследований было показано, что в структуре сердечного ритма беременных женщин, зарегистрированного состояния покоя, обнаруживаются сдвиги, заключающиеся в более высоком, чем у не беременных женщин среднем значении ЧСС, значительно более низкой вариабельности длительности R-R интервалов, более высоком весе в спектре сердечного ритма волн с периодом более 40 с и шумовой составляющей, более низкой выраженности дыхательной аритмии. Что свидетельствует об измененном нервно-психическом состоянии беременных женщин. Увеличение стабилизации структуры сердечного ритма в сочетании с результатами психологического тестирования показывают о преобладании симпатического отдела вегетативной нервной системы у беременных женщин, что частично обусловлено компенсаторными физиологическими механизмами и требует комплексного обследования различными специалистами беременных женщин, а также применения психотерапевтических методик для оптимизации функционального состояния беременных женщин.

## **ДИАГНОСТИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ВНЕШНИМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ**

В.Я. Лавров, В.В. Русановский, И.А. Железнов

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (СПбГУАП),

НОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет управления и экономики»,  
г. Санкт-Петербург

Биоритмы у человека наблюдаются на субклеточном, клеточном, надклеточном, органном уровнях. Особенно информативны биоритмы отражающие физиологические процессы в центральной нервной системе. Физиологические процессы головного мозга человека формируют тепловые и низкочастотные электромагнитные поля, которые отражают функциональное состояние мозга. Современное состояние теории физических полей различной природы [1] и возможности построения математических моделей, их описание в реальных условиях и для реальных объектов на основе теории идентификации [2] позволяют рассматривать внешние поля различной природы как информационные и использовать их для контроля, диагностики и



прогнозирования состояния человека. На основе исследования физиологических процессов головного мозга с помощью внешних измерительно-вычислительных технических устройств. В качестве диагностических параметров можно использовать одну или несколько характеристик поля, например, модули векторов или составляющих векторов напряжённостей электрического и магнитного полей. Однако, использование в качестве диагностических параметров векторных характеристик поля связано с существенным недостатком. Недостаток состоит в том, что даже небольшие позиционные изменения датчика измерительного устройства могут приводить к значительным изменениям численных значений измеряемых величин. При этом возникают трудности в анализе и хранении информации.

Представляется целесообразным в качестве диагностических параметров использовать не векторные, а скалярные характеристики полей, независимые от положения точки зондирования поля в пространстве. В качестве такой скалярной характеристики можно использовать весовые коэффициенты (постоянные интегрирования) математической модели, теория определения которых на основе эксперимента для электромагнитного поля приводится в конкретном учебном пособии.[2].

В рассматриваемом случае математическую модель низкочастотного электрического и магнитного полей предлагается построить на основе решения уравнения Лапласа в сферической системе координат [2]. Для составляющих вектора индукции магнитного поля при этом имеем

$$\begin{cases} B_r(r, \vartheta, \varphi) = \mu_0 \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-n}^n a_{nm} (n+1) r^{-n-2} P_n^m(\cos \vartheta) e^{im\varphi}, \\ B_\vartheta(r, \vartheta, \varphi) = \mu_0 \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-n}^n -a_{nm} (n+1) r^{-n-2} \frac{d}{d\vartheta} P_n^m(\cos \vartheta) e^{im\varphi}, \\ B_\varphi(r, \vartheta, \varphi) = \mu_0 \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-n}^n a_{nm} (n+1) r^{-n-2} i \frac{m}{\sin \vartheta} P_n^m(\cos \vartheta) e^{im\varphi} \end{cases}$$

где  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$  - магнитная проницаемость среды;  $a_{nm}$  - весовой коэффициент (диагностический параметр);  $P_n^m(\cos \vartheta)$  - присоединенная функция Лежандра;  $r, \vartheta, \varphi$  - координаты сферической системы.

Диагностический параметр можно определить из выражения

$$a_{nm} = \frac{A_{nm}}{n+1} r_0^{n+2}$$

где  $r_0$  - радиус базовой сферы, на который формируется массив данных о поле;  $A_{nm}$  - коэффициент аппроксимации распределения радиальной составляющей вектора магнитной индукции на базовой сфере в виде ряда сферических функций Лапласа.

Коэффициент аппроксимации можно определить из интегрального выражения

$$A_{nm} = \frac{2n+1}{4\pi} \frac{(n-m)!}{(n+m)!} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} B_r^0(\vartheta, \varphi) P_n^m(\cos \vartheta) e^{im\varphi} \sin \vartheta d\vartheta d\varphi$$

Для электрического поля математическую модель целесообразно построить для потенциала, выражение для которого имеет вид

$$U = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=-n}^n b_{nm} r^{-n-1} P_n^m(\cos \vartheta) e^{im\varphi}$$

где  $b_{nm}$  - весовой коэффициент (диагностический параметр).

Диагностический параметр можно определить из выражения

$$b_{nm} = \frac{C_{nm}}{n+1} r_0^{n+2}$$

где  $r_0$  - радиус базовой сферы, на который формируется массив данных о поле;  $C_{nm}$  - коэффициент аппроксимации распределения потенциала на базовой сфере в виде ряда сферических функций Лапласа

Коэффициент аппроксимации можно определить из интегрального выражения

$$C_{nm} = \frac{2n+1}{4\pi} \frac{(n-m)!}{(n+m)!} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} U_r^0(\vartheta, \varphi) P_n^m(\cos \vartheta) e^{im\varphi} \sin \vartheta d\vartheta d\varphi$$

Выражение для составляющих вектора напряженностей электрического поля можно получить путем применения операции градиента в сферических координатах для потенциала.

Однако, для электрического поля экспериментальные исследования распределения потенциала на базовой сфере в настоящее время не представляется возможным из-за отсутствия соответствующих датчиков низкочастотного электрического поля. Формирование массива данных в настоящее время для потенциала связано с зондированием на поверхности головы. Информацию с поверхности головы необходимо перенести на базовую сферу, либо ограничиться приближенным решением, допуская, что экспериментальная информация получена на сфере. Возникающую при этом погрешность аппроксимации необходимо оценить. Теоретические вопросы построения более точного решения для электрического поля, связанные с переносом информации с поверхности головы на базовую сферу являются предметом научных исследований.

Полученные для электрического и магнитного полей решения позволяют с помощью вектора Пойнтинга [2] исследовать вопросы излучения электромагнитной энергии с поверхности головы в окружающее пространство и получить источник дополнительной научной информации для диагностики физиологических процессов головного мозга и в целом функционального состояния человека.

### Список литературы

1. Лавров В.Я. Системный подход к изучению полевых процессов в технике и природе. Антология. *Время и кибернетика: к столетию со дня рождения академика А.А. Воронова*. - СПб: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010. - 482 с.
2. Карпанев А.В., Лавров В.Я. *Электромагнитное поле: Теория идентификации и её применение: учебное пособие с грифом*. - М.: «Вузовская книга», издание 2, 2005. - 280с.

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ПРОБЛЕМА АГРЕССИВНОСТИ В ЛИДЕРСТВЕ В ЗООСОЦИАЛЬНОМ И СОЦИАЛЬНОМ ПОВЕДЕНИИ

И.А. Железнов, В.В. Русановский, И.Н. Удодова, М.Е. Блох,  
Г.В. Русановский, Г.В. Болтик  
НОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет управления и экономики»,  
ГОУ ВПО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Санкт-Петербург

Агрессивности и доминированию подвержено большое и разнообразное количество млекопитающих (животные, люди). Ряд исследователей (К. Лоренс, Н. Тинберген и др.) подразделяют в этологии три вида поведения: индивидуальное, репродуктивное и зоосоциальное.

При зоосоциальном поведении внутривидовое поведение включает в себя все формы видотипичного взаимодействия животных одного вида. Это достаточно широкое понятие, которое включает в себя ряд различных форм: внутривидовую общительность, половое и материнское, родительское поведение, амбивалентное (мотивационно двойственное), а также агонистическое поведение.

Однако специальные исследования показали, что в основе контроля сложных форм внутривидового поведения у млекопитающих лежат одни и те же основные принципы, существуют общие причинные факторы, контролирующие разные группы поведенческих систем. Эволюционно это агрессивное поведение и лидерство в экстремальных ситуациях с принципом целесообразности и самосохранения биологического вида. Агрессия, как

правило, возникает во взаимосвязи с избеганием опасности, и играет существенную роль в развитии сексуального и родительского поведения.

Под агрессией, как правило, понимается поведение, адресованное к другой особи, которое может привести к нанесению ей повреждений, и часто связано с установлением иерархических отношений или получением доступа к определенному объекту или права на территорию.

Существуют различные формы агрессивного поведения. Агрессия является комплексным поведением, включающим в себя различные мотивационные составляющие, поэтому его классификация может быть различной в зависимости от того, какой аспект изучается и рассматривается. Одна из ранних классификаций, предложенная К. Мойером, различает 8 категорий или видов агрессивного поведения на основе стимулов, его вызывающих: 1 – межсамцовая агрессия; 2 – агрессия, вызванная страхом; 3 – агрессия, вызванная раздражением, болью; 4 – хищническая агрессия; 5 – материнская агрессия; 6 – агрессия, связанная с половым поведением; 7 – территориальная агрессия; 8 – инструментальная агрессия.

Такой подход рассматривает агрессию как комплексное явление во всем множестве ее проявлений. В настоящее время, когда становится все более популярным этологический подход, многие авторы предпочитают классификацию П. Брейна. Он выделяет 5 классов или типов агрессии на основе полезности или выгоды поведения для животного: 1) самозащита; 2) агрессия, связанная с родительским поведением; 3) агрессия хищника; 4) агрессия при установлении доминантно-субординационных отношений; 5) агрессия, связанная с репродуктивным поведением.

В стадах слонов и антилоп, волчьих стаях, в сообществах крыс и обезьян и др. существуют властные, иерархические отношения подобные человеческим группам.

Агрессивность, доминирование, иерархия у животных носит биологический, инстинктивный характер. Однако животные, ведущие групповой образ жизни, координируют свое поведение с поведения других членов группы.

Рассмотрим социальную агрессию. Агрессивность, конфликты и лидерство в обществе людей существуют с момента образования человеческих общин.

Коллективный образ жизни требовал определенных организационных начал, некоторой иерархии между людьми, не нарушающей их равноправия. Кто-то был более сильным, удачливым, авторитетным и поэтому уважаемым, что позволяло оказывать большее влияние на других людей.

В литературе по политической этнографии и антропологии на большом материале показано, что уже на ранних этапах первобытной истории возникает институт вождества, который означает, что вождь, правитель, опираясь на зачаточные органы власти, организует экономическую, судебно-медиативную и религиозно-культурную деятельность общности. Вожди имели ряд преимуществ и полномочий, обладали большой агрессивностью, но их образ жизни мало

отличался от образа жизни других членов общности. Только в более стратифицированных вождествах эти различия увеличивались.

Власть в доклассовом обществе не носила принудительного политического характера. В отличие от политической потестарная власть не означает навязывание воли, принуждения, она скорее выполняла общественно-регулятивные функции в рамках общности. Например, зачатки государственной жизни развивались и в орде, представляющей соединение многих семей одинакового происхождения.

Причинно-следственными составляющими лидерства, агрессии, принуждения и власти являются следующие признаки (самоорганизация общественных систем): управляемость общественных систем, организация совместной деятельности людей и т.д. учитывая, что составляющей лидерства, агрессии и политических отношений является не только борьба за власть, ее удержание, но и организация, регулирование общественной жизни. Не случайно, что люди еще в условиях первобытного состояния образовывали сообщества, организовывали совместную жизнь. Это явилось необходимым условием их выживания и предпосылкой зарождения агрессии, принуждения, лидерства, власти и политических структур. Выживание социальных структур проходило через этапы: хаос, становление, порядок.

Эволюционно, в социальной жизни человека антагонистически проступают черты как эгоизма, так и альтруизма, которые находятся в различном сочетании. Часто имеют место достаточно сильные инстинкты самосохранения индивида и не менее сильные альтруистические инстинкты сохранения потомства соплеменников. Человек в сообществе не может жить постоянно в состоянии агрессии и конфликта, ему в большей степени присуща тенденция к компромиссу, сотрудничеству. Безосновательно высоко агрессивный человек, наносящий ущерб соплеменникам, изгонялся из общества и не мог стать лидером, аналогичные явления наблюдаются и в зоосоциальном поведении.

С углублением социальной дифференциации и возникновением государства на смену авторитету старейшины приходит авторитет публичной власти, опирающийся на аппарат власти и особые принудительные учреждения. В результате раздвоения общества на противоположные классы и в процессе становления рабовладельческого общества, начинается процесс борьбы за власть, за классовые интересы.

В процессе становления человеческого общества и лидерства в нем тождественными понятиями из зоосоциального поведения в социальном поведении выступили: (крепкие челюсти, клыки, зубы, лапы) – в мире животных и (власть, деньги, частная собственность, оружие) – в мире людей.

Обладание властью, деньгами, частной собственностью процесс бесконечный и жестокий и в поведении человека выступили не в пользу альтруизма, а агрессии. Сдерживающими факторами агрессивного поведения человека в обществе являются право, религия, мораль.

Этнографические и этологические исследования выявили, что в зоосоциальном и социальном поведении индивидуализм и агрессивность не являлись ведущими.

Человек вышел из первобытного общества не с агрессивными инстинктами и жадой борьбы, а с определенными коммуникативными, адаптивными свойствами, некоторым пониманием долга перед соплеменниками, навыками коллективных форм труда и т.д.

Если допустить, что агрессивность преобладала у человека над социальным поведением, то общество само себя давно бы уничтожило. К. Лоренц относит к врожденным способам поведения так называемое «правовое чувство», представляющее собой систему генетически закрепленных реакций, которые позволяют выступать против асоциального поведения собратьев по виду.

Иерархизация социальных групп, отчуждение власти ставит людей в неодинаковое социальное положение. Согласно марксистской концепции человек становится политическим субъектом только в результате борьбы за власть, но не сам по себе, а как представитель социального слоя, класса. Конфронтационность в классовом обществе является наиболее очевидным признаком политической борьбы.

Поэтому конечной целью многих коммунистических партий являлось построение коммунизма – бесклассового общества и уничтожение частной собственности, власти, денег и т.д.

Лидерство в социальном плане в марксистско-ленинской трактовке приобретало альтруистический характер, а не агрессивный – как стремление к власти, деньгам и частной собственности.

В настоящее время агрессия и доминирование истолковывается многими исследованиями в двух направлениях: - генетическом и социальном, т.е. генетическая программа, которая заложена в человека, корректируется социальными факторами.

Многие исследователи сформулировали свои модели агрессии и доминирования (З. Фрейд, Ф. Ницше, Э. Фромм, Г. Лассвелл, К. Юнг, Э. Шпрангер и др.). Ф. Ницше – объяснял инстинкт к господству волей к власти, закрепленной биологически. Э. Фромм задается вопросом, чем вызывается необолимое желание властвовать, повелевать, господствовать. Г. Лассвелл исследует становление базового типа политического деятеля, для которого власть является доминирующей жизненной ценностью и т.д.

Форма жизнедеятельности человека и животных, которая приводит к контакту с внешним миром и способствует удовлетворению имеющихся у человека и животных потребностей, обычно, называется поведением, которое постоянно связано с конфликтами и доминированием. Поведение человека определяется осознаваемыми и неосознаваемыми желаниями и мотивами. Желания, мотивы, стремления, интересы, ценностные ориентации человека вызывают эмоциональное напряжение и могут приводить к возникновению стресса и психосоматических заболеваний.

Многие исследователи в данной области предлагают свои классификации потребностей, но наиболее целесообразно сгруппировать потребности в три группы (первичные, вторичные, третичные)

К первичным потребностям относятся биологические (витальные потребности в пище, воде, сне, сексе, температурном комфорте, защите от внешних вредных воздействий себя и своих родных). Эти потребности призваны обеспечивать индивидуальное и видовое существование человека. Они порождают множество вторичных и третичных потребностей, например: материальные потребности в одежде, обуви, жилище и т.д. К биологическим потребностям относятся потребность в экономии сил, побуждая человека искать оптимальные короткие пути к достижению своих целей.

К вторичным потребностям человека относятся социальные потребности, как оптимальное продолжение решения биологических потребностей и инстинктов самосохранения и сохранения своего потомства. Потребность в качественном жилище стимулирует стремление к деньгам и приобретению недвижимости. Потребность в качественной пище, одежде, машине и самовыражении стимулирует стремление человека к деньгам, власти и принадлежности к социальной группе и т.д. Взаимодействуя с социальной группой, человек стремится к двум целям: слиться с общностью и вместе с тем выделить, отстоять свое собственное «Я».

И третичные потребности человека составляют идеальные потребности познания окружающего мира и своего места в нем, познание смысла и назначения своего существования на планете как путем открытия совершенно нового, неизвестного предыдущим поколениям. Потребность познания не является производной биологических и социальных, хотя тесно связана с ними.

Потребность познания происходит от универсальной потребности в информации и обмене информацией, изначально присущей многим биологическим видам наряду с потребностью в притоке вещества и энергии.

Биологические, социальные и идеальные потребности, в свою очередь, делятся на разновидности: сохранения и развития (нужды и роста). Эти разновидности определяются противоречивым характером самодвижения живой природы, которое не сводится к одной лишь «борьбе за выживание», но предполагает освоение окружающей среды во все расширяющихся пространственно-временных масштабах.

Потребности сохранения и развития порождают две основные формы эмоций: положительные и отрицательные.

Положительные эмоции – от достижения целей являются важным звеном в потребности развития и адаптации. Поведение агрессии, защиты, подчинения, самовыражения являются компонентами потребности развития. При блокировании потребностей развития, связанных с ценностями высокого порядка, у человека возникает раздражение и тоска, вызванные отсутствием удач. А в обществе – застой, раздражение и апатия у различных слоев населения.

Таким образом, на протяжении тысячелетий агрессия в лидерстве была пресуща зоосоциальному и социальному поведению. Среди млекопитающих

основой агрессии служат нейробиологические механизмы, приводящие к изменению эмоционального фона (положительные и отрицательные эмоции), повышению тревожности и депрессивности, уровней агрессии, защиты, доминирования.

Для более детального понимания проблемы агрессии у млекопитающих требуется развитие многих научных дисциплин: психонейроэндокринологии, нейрофизиологии, психофармакологии, нейросоциологии и других. Требуется более глубокое изучение обмена нейромедиаторных систем мозга (дофамина, норадреналина, серотонина, гамма-аминомасляной кислоты, глутамата). Следует отметить, что фармакологи во всем мире исследуют психотропные средства на ряде млекопитающих (крысы, собаки, обезьяны, в конечном итоге люди), т.к. нейромедиаторы у млекопитающих идентичны.

## **ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ УГОЛОВНО -ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РФ**

М.В. Гладышевская, В.В. Русановский, А.И. Красавин  
ГОУ ВПО «Северо-Западный государственный  
заочный технический университет»,  
НОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет управления и экономики»,  
г. Санкт-Петербург

Данная тема весьма актуальна в современных условиях. Ее актуальность вызвана очень важными факторами. По концепции развития, уголовно – исправительная система РФ до 2020 года от 14.10.2010 № 1772, в условиях реформирования уголовно-исполнительной системы: использование в воспитательной работе возможностей общеобразовательного и профессионального обучения осужденных.

Комплексный подход к организации воспитательной работы предусматривает широкое использование возможностей общеобразовательного обучения и профессиональной подготовки, отнесенных законом к числу основных средств исправления осужденных (ст. 9 УИК РФ).

В условиях уголовно-исполнительной системы выполнение образовательных задач усложняется спецификой учреждений, режима содержания и политики пенитенциарной системы в целом. В связи с тем, что учащимися являются люди, осужденные за те или иные преступления, к ним применено наказание в виде лишения свободы, однако права на образование их никто не лишил, поэтому они имеют возможность учиться, находясь в исправительных учреждениях.

Исправление осужденных в условиях отбывания наказания основывается на способности человеческой психики претерпевать изменения под воздействием специально организованной социальной и внешней среды. Если целенаправленность последней эффективно воздействует на исправительный



потенциал таких средств, как режим, творческий и производительный труд, разнообразные формы общего и профессионального обучения.

Изучение индивидуально-психологических особенностей осужденных, акцентуаций и других черт их характера показывает, что по этим параметрам они существенно не отличаются от правопослушных граждан. Различия обнаруживаются в особенностях проявления ценностных ориентаций, психических состояний и статусно-групповой принадлежности осужденных по мнению специалистов, определяют «тюремный синдром» поведения осужденного. Ведь сам факт совершения преступления, арест, помещение под стражу в процессе предварительного расследования и судебного разбирательства, отбывание наказания в пенитенциарном учреждении оказывают существенное влияние на психику и поведение человека.

Важной характеристикой личности осужденных являются их ценностные ориентации, стандарты поведения, принятые в определенных группах и которым должно подчиняться поведение ее членов. В зависимости от того, на какие ценностные нормы ориентированы осужденные, их можно дифференцировать на определенные статусно - групповые категории, которые зачастую определяют жизнь и поведение человека в местах лишения свободы.

Алкоголь, наркотики, отсутствие семьи приводят к потере здоровья, тяжелым соматическим и психическим расстройствам. Криминальная деятельность становится привычной, а лишение свободы – очередным этапом жизни, который не вызывает сильных эмоциональных переживаний и не является жизненным уроком. Вместо личностного развития происходит процесс деградации, отчуждения и социальной изоляции осужденного, не позволяющий ему вырваться из порочного круга преступной жизни. Формирование мотивации к обучению у данной категории лиц очень затруднительна, педагогам приходится проявлять не только профессиональное мастерство, но и личностную заинтересованность в этом вопросе.

Поэтому в процессе обучения возникает необходимость построения учебного процесса с учетом индивидуальных особенностей учащихся, разумеется, уголовно-исполнительная система тоже не является исключением и потому эффективность образования напрямую зависит от личности обучающегося.

Общеобразовательное обучение и профессиональная подготовка являются приоритетными факторами исправления, способствующими позитивной самореализации личности, правильному восприятию действительности, последующей ресоциализации и социальной реабилитации осужденного. Такое обучение обеспечивает неразрывную связь с системой образования в стране, что способствует возможности получения осужденными дальнейшего образования после освобождения. В процессе обучения используются комплексные занятия, тренинги, компьютерные информационные технологии, другие современные средства и формы обучения.

Профессиональная подготовка осужденных организуется по необходимым специальностям с учетом потребностей рыночной экономики с

тем, чтобы полученной профессией осужденные могли воспользоваться как во время отбывания наказания, так и после освобождения.

Представляется также целесообразным:

- обеспечение осужденным возможности получения среднего и высшего профессионального образования посредством дистанционного обучения;
- консультативной помощи специалистов, повышения квалификации по имеющейся профессии, культурного просвещения, духовного воспитания;
- организация системы профессиональной информации и профориентации в учреждениях УИС для предварительного решения вопросов трудоустройства после освобождения.

На данный момент в одной из колоний общего режима, находящейся в Санкт-Петербурге, где отбывают наказание 1469 осужденных, 100 из них получают высшее образование в ГОУ ВПО Северо – Западном государственном заочном техническом университете (СЗТУ), 270 человек обучаются в ПУ рабочим специальностям, таким как газосварщик, маляр, электрик и т.д. (всего 8) и 268 в средней школе. Согласно приказа ректора ГОУ ВПО СЗТУ №294, от 25.08.2011. Обучение осужденных происходит профессорско-преподавательским составом ВУЗА в следующих исправительных учреждениях (отделениях) «Яблоневка», «Металлострой», «Обухово».

Обучение не случайно стало одним из ведущих направлений в работе по ресоциализации осужденных. В ходе многочисленных исследований было установлено, что свыше 50 % преступников, не имеют законченного среднего и высшего образования. Это, в свою очередь, мешает получению профессии. А неквалифицированные рабочие не пользуются спросом на рынке рабочей силы. Так появляются «неудачники», склонные компенсировать жизненные неурядицы в антиобщественных формах поведения.

Законодатель учитывает при этом, что профессиональное образование выполняет важную социализирующую функцию. В ходе обучения осужденные (некоторые впервые в жизни) получают возможность развивать способности и активность для достижения результатов и самореализации. В учебном процессе закаляется воля, что, в свою очередь, помогает личности успешно преодолевать сложные жизненные ситуации.

Таким образом, немаловажным является то, какую профессиональную деятельность выберет для себя осужденный, что бы он получал удовлетворение от своей профессии.

И только профориентация поможет выбрать перечень специальностей, соответствующих современным требованиям рынка труда. Если у осужденного уже есть профессия, профориентация сможет уточнить и проверить его выбор в соответствии с его способностями, предпочтениями и профессиональными ожиданиями.

Несмотря на актуальность, в настоящее время проблема реабилитации и подготовки к освобождению недостаточно разработана. Пребывание в социальной изоляции оказывает сильное воздействие на личность осужденного, его дальнейшую судьбу. За годы пребывания в колонии, где жизнь строится в

соответствии с правилами внутреннего распорядка, все заранее определено и решено, они теряют социальные навыки. К тому же в стране жизнь меняется стремительно и, освободившись, осужденные оказываются совершенно не приспособленными к новым условиям, теряются и зачастую вновь совершают преступления. Реализация нового уголовно-исполнительного законодательства, реформирование уголовно-исполнительной системы в современных условиях выдвигают на передний план проблемы исправления и ресоциализации осужденных, их подготовку к жизни на свободе.

Подготовка к освобождению – важный участок деятельности исправительных учреждений. Исполняя наказание в виде лишения свободы, они осуществляют комплекс мероприятий, направленных на оказание содействия в решении освобождающимися вопросов трудового и бытового устройства, подготовку к адаптации в условиях полной свободы.

Подготовка к освобождению начинается с момента прибытия осужденных в исправительное учреждение. Происходит комплексное изучение осужденных, составляются социально-психологические характеристики, выявляются социально-полезные связи, налаживаются связи с родственниками. С осужденными проводится воспитательная работа, направленная на их исправление, формирование уважительного отношения к человеку, обществу, труду, нормам, правилам и традициям человеческого общежития.

Практика показывает, что за 6-8 месяцев до освобождения происходит резкая смена состояния, повышается уровень тревожности, страх перед освобождением, поэтому в этот период необходима психологическая подготовка осужденных к жизни на свободе.

Специалисты Центра занятости населения г. Санкт-Петербурга выезжают в исправительное учреждение и проводят индивидуальное консультирование осужденных, где им разъясняются основные положения в области законодательства о труде, осуществляется профессиональная ориентация по выбору специальности.

В 2011 году в Центры занятости населения г. Санкт-Петербурга обратилось 350 человек освободившихся из мест лишения свободы. Специализированные ярмарки вакансий для освободившихся граждан ежегодно организуются УФСИН России по г.СПб и ЛО совместно с Комитетом по труду и занятости населения Администрации г.Санкт-Петербурга. К сожалению, негативные явления на рынке рабочей силы влияют в первую очередь на трудовую занятость осужденных. В этих случаях трудно получить заказы на выполнение работ. Предприниматели в неблагоприятной ситуации ограничивают или совсем отказываются от труда осужденных, чтобы сохранить рабочие места для своих рабочих.

## **ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ПЕНИТЕНЦИАРНОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ**

М.С. Клоков, В.В. Русановский, Г.У. Садулаев,  
А.В. Коренков, М.В. Гладышевская  
ГОУ ВПО «Северо-Западный государственный  
заочный технический университет»,  
НОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет управления и экономики»,  
г. Санкт-Петербург

Образование в Российской Федерации осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации и нормами международного права. Право на образование закреплено в статье 43 Конституции РФ: «1. Каждый имеет право на образование. 2. Гарантируются общедоступность и бесплатность дошкольного, основного общего и среднего профессионального образования в государственных или муниципальных образовательных учреждениях и на предприятиях. 3. Каждый вправе на конкурсной основе бесплатно получить высшее образование в государственном или муниципальном образовательном учреждении и на предприятии. 4. Основное общее образование обязательно. Родители или лица, их заменяющие, обеспечивают получение детьми основного общего образования. 5. Российская Федерация устанавливает федеральные государственные образовательные стандарты, поддерживает различные формы образования и самообразования». Конституция РФ не рассматривает право на образование в зависимости от наличия судимости или от нахождения гражданина в местах лишения свободы.

Право на образование конкретизируется в Федеральном законе «Об образовании» от 10 июля 1992 года № 3266-1. В статье 5 Закона устанавливаются государственные гарантии прав граждан Российской Федерации в области образования. Гражданам РФ гарантируется возможность получения образования независимо от пола, расы, национальности, языка, происхождения, места жительства, отношения к религии, убеждений, принадлежности к общественным организациям (объединениям), возраста, состояния здоровья, социального, имущественного и должностного положения, наличия судимости. Ограничения прав граждан на профессиональное образование по признакам пола, возраста, состояния здоровья, наличия судимости могут быть установлены только законом. Государство обеспечивает гражданам право на образование путем создания системы образования и соответствующих социально-экономических условий для получения образования. Государство гарантирует гражданам общедоступность и бесплатность дошкольного, начального общего, основного общего, среднего (полного) общего образования и начального профессионального образования, а также на конкурсной основе бесплатность среднего профессионального, высшего профессионального и послевузовского профессионального образования в государственных и муниципальных образовательных учреждениях в пределах федеральных государственных образовательных

стандартов, федеральных государственных требований и образовательных стандартов и требований, если образование данного уровня гражданин получает впервые, в порядке, предусмотренном настоящим Законом. В целях реализации права на образование граждан, нуждающихся в социальной поддержке, государство полностью или частично несет расходы на их содержание в период получения ими образования. Категории граждан, которым предоставляется данная поддержка, порядок и размеры ее предоставления устанавливаются федеральными законами для федеральных государственных образовательных учреждений, законами субъектов Российской Федерации для образовательных учреждений, находящихся в ведении субъектов Российской Федерации, и муниципальных образовательных учреждений. Государство создает гражданам с ограниченными возможностями здоровья, то есть имеющим недостатки в физическом и (или) психическом развитии (далее - с ограниченными возможностями здоровья), условия для получения ими образования, коррекции нарушений развития и социальной адаптации на основе специальных педагогических подходов. Государство оказывает содействие в получении образования гражданами, проявившими выдающиеся способности, в том числе посредством предоставления им специальных государственных стипендий, включая стипендии для обучения за рубежом. Критерии и порядок предоставления таких стипендий устанавливаются уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Предоставление осужденным права на получение образования является одним из аспектов реализации гуманистической направленности уголовного законодательства. Согласно части второй статьи 7 Уголовного кодекса Российской Федерации, наказание и иные меры уголовно-правового характера, применяемые к лицу, совершившему преступление, не могут иметь своей целью причинение физических страданий или унижение человеческого достоинства. Конечно, не месть является целью при назначении наказаний в цивилизованном обществе и государстве, а общая и частная превенция преступлений, в том числе, путем исправления осужденного. В случае, когда соответственно тяжести преступления и личности преступника, следует изолировать его от общества, закон предусматривает наказание в виде лишения свободы. Согласно статье 56 УК РФ, лишение свободы заключается в изоляции осужденного от общества путем направления его в колонию-поселение, помещения в воспитательную колонию, лечебное исправительное учреждение, исправительную колонию общего, строгого или особого режима либо в тюрьму. Статья 58 УК РФ определяет порядок назначения осужденным к лишению свободы вида исправительного учреждения. Виды исправительных учреждений различаются по строгости режима и получение образования легче осуществлять в учреждениях с более легким режимом, однако и отбывающие наказание в учреждениях самого строгого режима не лишены законом права на получение образования.

Проявление принципа гуманизма уголовного законодательства, предоставление осужденным права на получение образования является

мощным фактором исправления и последующей ресоциализации лица, совершившего преступное деяние. В части второй статьи 9 Уголовно-исполнительного кодекса Российской Федерации указано, что основными средствами исправления осужденных являются: установленный порядок исполнения и отбывания наказания (режим), воспитательная работа, общественно полезный труд, получение общего образования, профессиональная подготовка и общественное воздействие. Статья 108 УИК РФ целиком посвящена профессиональному образованию и профессиональной подготовке осужденных. Согласно нормам уголовно-исполнительного законодательства, в исправительных учреждениях организуются обязательное начальное профессиональное образование или профессиональная подготовка осужденных, не имеющих профессии. Отношение осужденных к получению начального профессионального образования и профессиональной подготовки учитывается при определении степени их исправления.

Согласно Конституции РФ, основное общее образование является обязательным. В этой связи УИК РФ содержит статью 112, устанавливающую правила получения общего образования осужденными. Статья указывает, что в исправительных учреждениях организуется обязательное получение осужденными к лишению свободы, не достигшими возраста 30 лет, общего образования. Осужденные старше 30 лет и осужденные, являющиеся инвалидами первой или второй группы, получают образование по их желанию. Получение осужденными образования поощряется и учитывается при определении степени их исправления. Порядок организации получения осужденными основного общего и среднего (полного) общего образования, создание, реорганизация и ликвидация образовательных учреждений уголовно-исполнительной системы (школ и учебно-консультационных пунктов) установлен Положением об организации получения основного общего и среднего (полного) общего образования лицами, отбывающими наказание в виде лишения свободы в исправительных колониях и тюрьмах, утвержденном Приказом Министерства юстиции РФ и Министерства образования и науки РФ от 27 марта 2006 года № 61/70.

Порядок организации начального профессионального обучения утверждены Приказом Минобразования России и МВД России от 22 ноября 1995 года № 592/446. Согласно пункту 5.4. Инструкции, осужденным, окончившим курс обучения и успешно сдавшим выпускные экзамены, выдаются документы государственного образца. Документы об образовании хранятся в личных делах осужденных и выдаются им под расписку при освобождении из учреждения, исполняющего наказание.

Необходимо учитывать следующую процедуру. Согласно Инструкции осужденным должны выдаваться «документы государственного образца» об образовании, то есть, документы общего вида, такие же, какие выдаются иными образовательными учреждениями, работающими вне системы исполнения наказаний. Однако ранее практиковалось проставление на документах об образовании штампа образовательного учреждения, содержащего информацию о пенитенциарном учреждении. Это являлось незаконной

дискриминацией выпускников таких заведений. Данная проблема была устранена недавней новацией законодательства. Согласно Федеральному закону «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 01 апреля 2012 года № 25-ФЗ, статья 16 Закона Российской Федерации от 21 июля 1993 года № 5473-1 «Об учреждениях и органах, исполняющих уголовные наказания в виде лишения свободы» дополнена частью седьмой следующего содержания: «Образовательное учреждение, созданное в уголовно-исполнительной системе, имеет вторую печать с изображением Государственного герба Российской Федерации для заверения выдаваемых осужденным документов государственного образца об уровне образования и (или) квалификации, оттиск которой не содержит указание на принадлежность этого образовательного учреждения к уголовно-исполнительной системе».

Справедливо отмечается, что профессиональное образование выполняет важную социализирующую функцию. В ходе обучения осужденные получают возможность развивать свои способности и достигать самореализации. Общеобразовательное обучение и профессиональная подготовка способствуют позитивному отношению к труду, обществу и государству, правильному восприятию действительности, социальной реабилитации осужденного.

К сожалению, небольшое количество государственных ВУЗов ведут обучение в пенитенциарной системе России. В Санкт-Петербурге только ГОУ ВПО «Северо-Западный государственный заочный технический университет» проводит обучение в трех (отделениях) «Яблоневка», «Металлострой», «Обухово».

Обучение не случайно стало одним из ведущих направлений в работе по ресоциализации осужденных. В ходе многочисленных исследований было установлено, что свыше 50 % осужденных не имеют законченного среднего и высшего образования. Это мешает получению профессии, встраиванию в нормальную жизнь; так появляются аутсайдеры, склонные компенсировать жизненные неудачи антиобщественным образом поведения.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ - ВАЖНЫЙ ФАКТОР РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОЦЕССАХ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

О.С. Шпак, А.Р. Фаизов, С.К. Чуракова, Е.А. Кантор  
ФГБОУ ВПО УГНТУ,  
г. Уфа

В настоящее время очень актуально повышение эффективности переработки нефти, улучшение качества нефтепродуктов и более рациональное их использование, что в значительной степени обусловлено сокращением производства энергоносителей, повышением мировых цен на нефть и нефтепродукты, ужесточением экологических требований и условий эксплуатации техники. Поэтому ресурсосбережение признано одним из приоритетных направлений государственной политики. Ресурсосберегающие технологии позволяют повысить выход целевого продукта на тонну перерабатываемого сырья. В связи с этим, исследования по ресурсосберегающим технологиям очень актуальны.

Важным фактором ресурсосбережения в процессах первичной переработки нефти является оптимизация технологического режима фракционирования. Объектом исследования в данной работе был выбран блок атмосферной перегонки нефти установки ЭЛОУ-АВТ-4 ОАО «Газпром нефтехим Салават», который состоит из ректификационных колонн различных типов. Технологическая схема приведена на Рис.1. Моделирование объекта исследования проводилось с помощью среды Unisim Desing[1].

В качестве сырья в расчетах была использована смесь стабильного газового конденсата Оренбург-Газпром (СГК) и Западно-Сибирской нефти в соотношении 68:35. Разгонка этого сырья на приборе Минидист была взята нами за основу расчета.

Установка ЭЛОУ-АВТ-4 производительностью 4 млн. тонн в год занимает важное место в технологической схеме ОАО «Газпром нефтехим Салават», поскольку, как и всякая установка первичной переработки нефти, определяет условия работы остальных установок завода и, таким образом, эффективность всего НПЗ. Традиционные системы управления не всегда позволяют достичь высокого отбора от потенциала и соответствующего качества продуктов разделения, прежде всего из-за сложной нелинейной динамики процесса, а также из-за отсутствия необходимых для эффективного управления расчётных рекомендаций в режиме реального времени. Без использования рекомендаций по ведению технологического режима, выдающихся с помощью программных пакетов расчёта процесса ректификации (Unisim Design, Aspen Hysys и др.) и получения своевременных прогнозов по отбору и качеству продуктов разделения при данном технологическом режиме,



значительно увеличивается время отклика на изменение технологического режима и снижается отбор продуктов от потенциала на установке.

Атмосферный блок установки ЭЛОУ-АВТ-4 состоит из блоков предварительного подогрева сырой и обессоленной нефти, колонны частичного отбензинивания К-210, основной атмосферной колонны К-220, оборудованных клапанно-трапециевидными тарелками. Особенность схемы работы основной атмосферной колонны К-220 заключается в том, что отсутствует съем тепла острым холодным орошением и все тепло, снимаемое 5 циркуляционными орошениями, полезно используется в системе теплообмена установки.

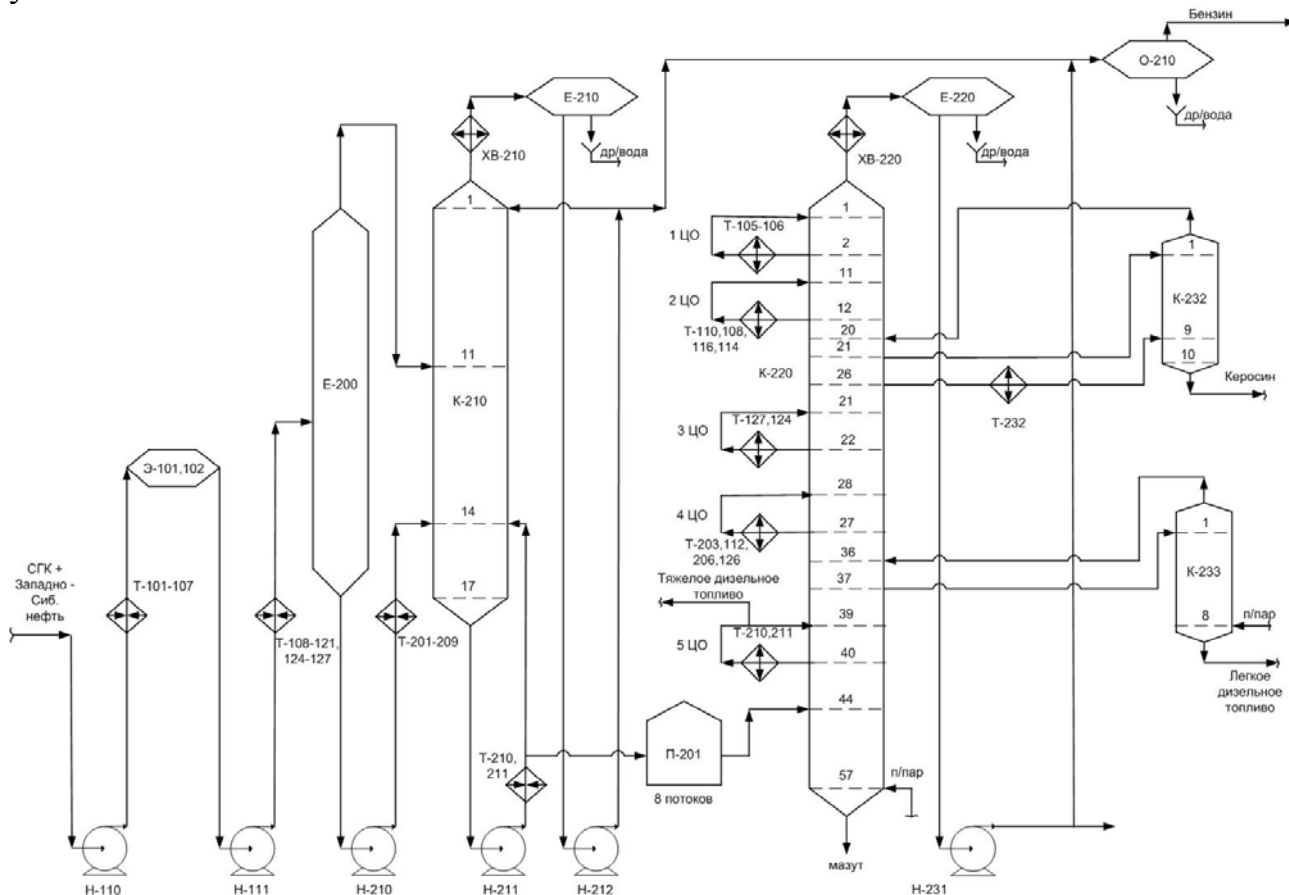


Рис.1. Принципиальная технологическая схема атмосферного блока установки ЭЛОУ-АВТ-4 ОАО «Газпром нефтехим Салават»

Исследование работы установки проводилось нами методом математического моделирования и включало три основных этапа:

1. Создание математической модели установки ЭЛОУ-АВТ-4 и оценка её адекватности фактически существующему объекту.

2. Разработка предложений по совершенствованию технологического режима на установке по оптимизации отбора светлых дистиллятов, выкипающих до  $360^{\circ}\text{C}$  на основе имеющейся модели.

3. Экономическая оценка результатов моделирования в среде Aspen PIMS.

Критериями математического моделирования на первом этапе исследования являлось совпадение: температурного профиля, расходов всех внешних потоков, тепловых нагрузок по аппарату и качества продуктов разделения[2]. Основные показатели технологического режима для фактического варианта работы, варианта его моделирования и рекомендуемого режима работы приведены в таблице 1. Материальный баланс по фактической работе, варианту его моделирования и рекомендуемому режиму работы приведён в таблице 2.

Таблица 1  
Основные показатели технологического режима

Наименование технологического параметра	Фактические значения	По модели	Модель с оптимизацией
<b>Давление, ата:</b> верха К-210	2,5	2,5	2,5
низа К-210	2,8	2,8	2,8
верха К-220	1,4	1,4	1,4
низа К-220	1,7	1,7	1,7
<b>Температура, °С:</b> сырья в К-210	196	196	196
верха К-210	125	123	123
низа К-210	180	178	178
верха К-220	135	137	137
сырья в К-220	345	348	355
низа К-220	321	322	322
<b>Расходы, т/ч:</b>			
Отбензиненная нефть в К-220	308	308	308
Расход вод. пара в низ К-220	1,87	1,87	2,5

Таблица 2  
Материальный баланс работы атмосферного блока установки

Наименование	По факту	По модели	После оптимизации
Сырье, % масс.	100	100	100
Продукты разделения, % масс.:			
Бензиновая фракция	40,58	40,69	42,38
Фракция дизельного топлива	32,07	31,91	34,09
Мазут	27,35	27,47	23,57
Итого продуктов	100	100	100

Как видно из таблиц 1 и 2 достигнуто достаточно хорошее совпадение фактических и полученных показателей режима разделения по температурному профилю, расходам и отборам основных внешних потоков, проверена так же и адекватность данных по качеству продуктов разделения. По результатам расчётов на первом этапе были оценены средние значения КПД. КПД для

тарелок укрепляющей колонны К-210 составили 50 %. КПД для тарелок укрепляющей секции колонны К-220 составили 70 %.

На втором этапе работы была рассмотрена оптимизация режима работы установки[3], с целью более рационального использования потенциала сырья и увеличения выхода светлых нефтепродуктов (98 % до 360 °С) при соблюдении требований по качеству продуктов разделения. Такой подход получил широкое распространение и носит название «Оптимизация ценности продуктов» (Product Value Optimization – PVO)[4].

Результаты моделирования показали, что в фактическом варианте работы наблюдался неполный отбор светлых фракций и возможно повышение отбора суммы светлых на 3,9 %. Для этого необходимо: увеличить температуру сырья в К-220 с 345 до 355 °С, расход водяного пара в низ колонны (с 1,87 до 2,5 т/ч) и в стриппинг дизельного топлива К-233 (с 0,44 до 0,55 т/ч) при соответствующей регулировке расходов циркуляционных орошений.

На третьем этапе работы, при оценке экономической эффективности изменения технологических показателей режима работы установки по программе Aspen PIMS, была использована методика, основанная на линейном программировании[5]. Экономическая оценка результатов оптимизации технологического режима в среде Aspen PIMS, проведенная с учётом цен, действующих в 2011г. показала возможность увеличения маржинальной прибыли предприятия за счет дополнительного отбора бензиновых и дизельных фракций на уровне 3 млн. руб. в месяц. Дополнительные затраты на увеличение расхода топлива вследствие повышения температуры сырья и увеличения расхода водяного пара составят 1,166 тыс. руб. в месяц. Отсюда общий результат по повышению прибыли - 1,834 млн. руб. в месяц.

Таким образом, математическое моделирование проведенное в среде двух программных пакетов UniSim Design и Aspen PIMS показало, что оптимизация технологического режима работы установки обеспечивает максимальное извлечение из нефти легких углеводородов, выкипающих до 360 °С из сырья, что приводит к повышению отбора светлых фракций от потенциала на 4,8 % (с 88,1 до 92,9 %) и является важным фактором ресурсосбережения при первичной переработке нефти. Результатом повышения эффективности использования существующих технологических и энергетических мощностей на установке ЭЛОУ-АВТ-4 будет повышение прибыли предприятия на 1,834 млн.руб. в месяц. При соответствующей оптимизации технологического режима установки в течение всего года повышение прибыли предприятия ориентировочно может составить 22 млн. руб. в год.

### Список литературы

1. *UniSim®Design software, Available from: <Ahpweb.honeywell.com/Cultures/enUS/Products/ControlApplications/simulation/UniSimDesign/default.htm>.*

2. *В.В. Пилюгин, И.Д. Нестеров, С.К. Чуракова, К.Ф. Богатых. Разработка и промышленная реализация энергосберегающей технологии частичного отбензинивания нефти в перекрестноточной насадочной колонне*

на установках ЭЛОУ-АВТ и ЭЛОУ-АВТ-3 ОАО «Орскнефтеоргсинтез». //Баширский химический журнал. - 2009. - Том 16.- №2. - С. 43-46.

3. Дьяконов С.Г., Елизаров В.И., Лантев А.Г. Теоретические основы и моделирование процессов разделения веществ. Казань: Изд-во Казанского университета, 1993. 437 с.

4. Comacho E.F., Bordons C. Model Predictive Control. Springer, 1999.

5. Robert D. Buzzell. The PIMS program of strategy research a retrospective appraisal. Journal of Business Research 57 (2004). p.478– 483.

## **ЭНЕРГО-РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОНТАКТНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ ВИХРЕВОГО ТИПА**

Л.Н. Москалев, С.И. Поникаров, И.И. Поникаров  
Казанский национальный исследовательский технологический институт,  
г. Казань

На всех химических, нефтехимических предприятиях и ТЭЦах одним из самых основных процессов является процесс конденсации различных паров. Этот процесс осуществляется в кожухотрубных конденсаторах (КК), в которых процесс происходит без соприкосновения рабочих сред, т.е. теплопередача через разделяющую стенку и отсутствие загрязнения одного теплоносителя другим. Но они обладают целым рядом недостатков: металлоемкость; образование накипи и хим. отложений, что приводит к забивке трубок в трубном пространстве и межтрубного пространства, а также к ухудшению теплообмена между рабочими средами, соответственно необходимость в чистке или замене трубок; интенсивная коррозия [1,2]. При применении КК появляется необходимость в использовании градирен, которые являются контактными аппаратами, т.е. охлаждение происходит благодаря соприкосновению рабочих сред. Но и эти аппараты обладают недостатками [3]: унос капельной влаги; выброс вредных веществ, твердых частиц; паровой факел в атмосферу, что отрицательно влияет на экологию; шум; большие габариты, необходимо иметь значительную территориальную площадь.

Как показывает практика, градирни построенные 20-40 лет тому назад к настоящему времени морально и физически устарели и требуют значительно капиталовложения для их ремонта, либо восстановления. Самый главный недостаток – это безвозвратные потери воды в окружающую среду, по [4] предполагается 0,01 % -3 %.

Интенсификация процессов тепло-массообмена реализуется не только выбором соответствующего гидродинамического режима работы традиционных аппаратов, но и разработкой нового эффективного оборудования. В настоящее время предложены, для процесса конденсации, контактные аппараты: пенного, центробежного, радиально-центробежного, конденсаторы смешения, барометрические конденсаторы, струйные теплообменники и других типов. Общим их достоинством является

отсутствие потерь воды в окружающую среду, вода циркулирует в замкнутом пространстве. Однако эффективность их невысокая (таблица), поэтому основная задача данной работы заключается в создании и исследовании новой конструкции вихревой насадки для контактного аппарата, эффективность которого будет значительно выше.

Необходимость исследования теплообмена при конденсации неочищенного пара в контактно вихревых условиях представляет большой интерес, так как таких исследований никто не проводил.

Показатели эффективности

Тип аппарата	КПД, ε
Форсуночная камера	0,09÷0,60
С орошаемой насадкой	0,05÷0,21
Ударно-пенный	0,09÷0,42
Центробежный	0,21÷0,64

Применение контактно вихревых аппаратов позволяет решить ряд проблем:

- ресурсосбережения. Отсутствие разделяющей поверхности позволяет использовать в качестве теплоносителей загрязненные и агрессивные газы, жидкости, высококонцентрированные растворы и др. Не требуется залив новой охлаждающей жидкости, необходима только лишь подпитка свежей водой;

- энергосбережения. Применение контактных конденсаторов позволяет несколько упростить технологическую схему за счет совмещения в одном аппарате несколько процессов: конденсация и охлаждение, что позволяет снизить расходы электроэнергии по сравнению с традиционно используемыми схемами;

- экологическая. Отсутствие потерь воды в окружающую среду, вода циркулирует в замкнутом пространстве. Выброс вредных веществ, твердых частиц с паровым факелом в атмосферу.

Таким образом, использование контактных конденсаторов может выступать как способ экономии дорогостоящих природных ресурсов, материалов.

Цель исследования - повышение эффективности и понижении температуры конденсата за счет внутренних устройств (насадок).

Эксперименты проводились на экспериментальной установке (Рисунок), разработанной на кафедре МАХП КНИТУ описанной в [5] по методике [6]. Рабочие среды: вода – водяной пар. Водяной пар подавался через тангенциально закручивающее устройство, с температурой 120÷140 °С; вода, с температурой 23°С, подавалась с помощью центробежной форсунки (распылитель) в контактно вихревой аппарат без насадок и с насадкой. Пары подавались под давлением 2÷2,2 кг/см<sup>2</sup>, давление воды составляло 2,4÷2,8 кг/см<sup>2</sup> с массовым расходом: 6,770·10<sup>-3</sup> – 6,835·10<sup>-3</sup>; 11,36·10<sup>-3</sup> – 12,79·10<sup>-3</sup>; 19,07·10<sup>-3</sup> – 23,93·10<sup>-3</sup>.

В ходе исследований систем водяной пар – вода в контактно вихревых условиях, получены следующие результаты:

- для конденсации 1 кг пара необходимо 6 кг воды, что составляет в 3-6 раз ниже, чем в поверхностных вихревых аппаратах с закрученным потоком и в 9-10 раз меньше, чем в конструкциях кожухотрубных конденсаторах;

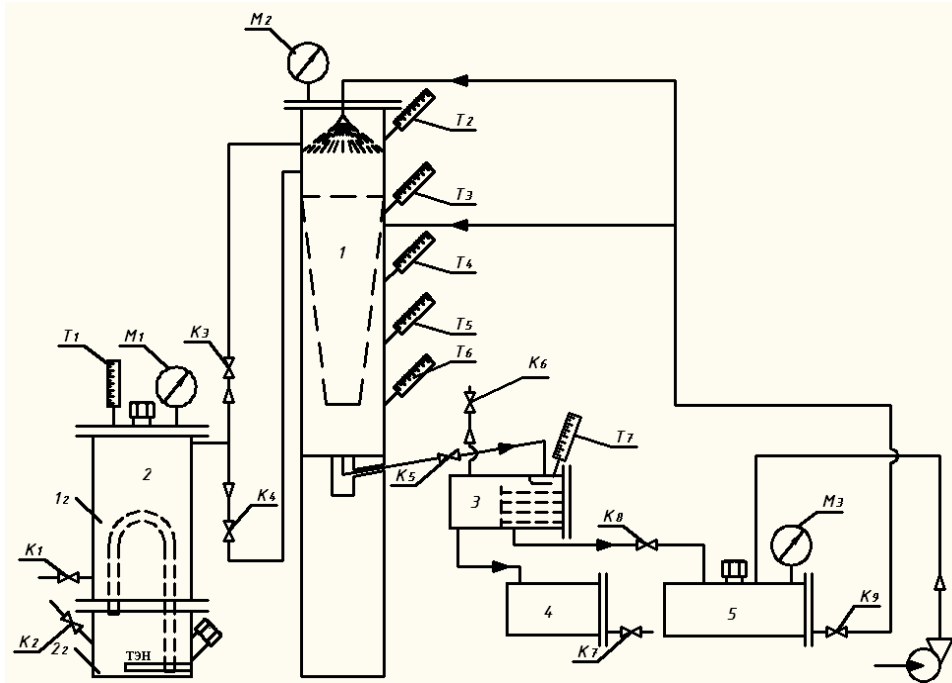


Схема экспериментальной вихревой установки 9x15

1 – контактный аппарат вихревого типа; 2 – греющий аппарат с соответствующими секциями 1z и 2z; 3 – сепаратор – отстойник; 4 – емкость; 5 – емкость; 6 – насос электрический

- эффективность контактно вихревого конденсатора составляет 95÷96 %, с увеличением подачи охлаждающей воды и с постоянным расходом водяного пара эффективность увеличивается.

- при использовании насадки температура выходящего конденсата значительно снижается.

На основе полученных данных предлагается вариант насадок для процесса конденсации водяного пара.

### Список литературы

1. Москалев Л.Н. Сравнение контактно-вихревого конденсатора с закрученным потоком с поверхностными вихревыми и кожухотрубными конденсаторами / Л.Н. Москалев, С.И. Поникаров, И.И. Поникаров, В.В. Алексеев // Вестник Казанского технологического университета. Т. 15. №3; М-во образ. и науки России, Казан. Нац. Исслед. Технол. Ун-т. – Казань: КНИТУ, 2012. – 228 с.

2. Таубман Е.И. Контактные теплообменники / Е.И. Таубман, В.А. Горнев, В.Л. Мельцер и др. – М.: Химия. 1987. – 256с.

3. Пономаренко В.С. Градирни промышленных и энергетических предприятий / Пономаренко В.С., Арефьев Ю.И. под. общ. ред. В.С. Пономаренко. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 376 с.

4. СНиП 2.04.02-84 11. Охлаждающие системы оборотного водоснабжения.

5. Москалев Л.Н. Описание экспериментальной установки для проведения исследований процесса конденсации в контактно вихревом аппарате / Л.Н. Москалев, С.И. Поникаров, И.И. Поникаров // Вестник Казанского технологического университета. Т. 14. №14; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: КНИТУ, 2011. – 318 с.

6. Москалев Л.Н. Методика проведения экспериментов на установке исследований процесса конденсации в контактно вихревых условиях / Л.Н. Москалев, С.И. Поникаров, И.И. Поникаров // «Нефть и нефтехимия»: мат-лы Всерос. молодежной конф. с элементами научной школы / М-во образ. и науки РФ, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: КНИТУ, 2011. – 492 с.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

О.П. Ковалев, А.А. Иванова  
Дмитровский филиал ФГОУ ВПО "АГТУ",  
п. Рыбное

В настоящее время, основным первичным энергоресурсом для выработки электрической и тепловой энергии, является органическое топливо, мировое потребление которого ежегодно возрастает на 2-4 %, и в 2006 г. составило 10878,5 млн.тнэ /1/. В тоже время топливно-энергетический комплекс является и одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды, выбрасывающим до 70 % общего объема парниковых газов.

Уменьшение вредных воздействий на окружающую среду при сжигании органического топлива для производства различных видов энергии представляется возможным при выполнении следующих положений:

- разработка и использование экологически чистых технологий получения энергии;

- снижение антропогенной нагрузки путем рационального использования топливно-энергетических ресурсов и прямого сокращения вредных выбросов действующими предприятиями.

Одним из перспективных путей решения этих проблем является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Основными недостатками ресурсного потенциала наиболее освоенных возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой, малых рек и др.) является непостоянство по времени суток и сезонам года, несовпадение наличия ресурса с графиком потребностей пользователей. Это приводит к тому, что доля ВИЭ в мировой энергетике невелика и составляет в разных

странах от 0,5 % (Россия) до 12 % (Нидерланды). Наибольшее развитие в мировой практике получило использование ветровой и солнечной энергии. Динамика роста установленной мощности ветроэнергетических установок в мире за последние четыре года показывает увеличение в два раза: 2005 г. - 59091 МВт, 2008 г. - 120791 МВт. В России по состоянию на 2008 год установленная мощность ветроэнергетических установок составляет около 15 МВт

Суммарная установленная площадь солнечных коллекторов в мире составляет более 150 млн. м<sup>2</sup>. Площадь солнечных коллекторов в России (по экспертным оценкам) составляет 30...50 тыс. м<sup>2</sup>.

Одна из причин такого отставания России в области использования возобновляемых источников энергии - наличие колоссальных запасов органического топлива (нефти, газа и угля), что вызывает довольно прохладное отношение к использованию возобновляемых ресурсов со стороны государственных и коммерческих организаций.

Объемы использования возобновляемых источников энергии зависят от их ресурсов (климатических условий) в данном регионе.

Климат Москвы и Московской области умеренно континентальный, сезонность четко выражена; лето теплое, зима умеренно холодная. Географическим положением Москвы и Московской области также обусловлена продолжительность дня в течение года. Она колеблется от 7 часов 00 минут 21 декабря до 17 часов 34 минут 21 июня /2/.

Вблизи дня летнего солнцестояния (21 июня), в городе наступают так называемые астрономические сумерки (когда центр Солнца находится ниже горизонта от 12 до 18 градусов - в Москве Солнце максимально опускается на 11,3 градуса в день летнего солнцестояния). Тем не менее, такого освещения недостаточно для нормальной жизнедеятельности человека (освещение на улице ближе к ночному, и для обычного наблюдателя астрономические сумерки неотличимы от ночи), поэтому улицы нуждаются в искусственном освещении, и считается, что так называемых белых ночей в Москве нет /2/.

Наблюдения, проведенные Метеорологической обсерваторией МГУ, за период с 1955 по 2000 года показывают, что продолжительность солнечного сияния максимальна в июне (281 час), всего за летний период 793 часа (в июле 275, в августе 237 часов), минимальна в декабре (всего 19 часов). В среднем за год продолжительность солнечного сияния 1734 часа. Максимальная продолжительность солнечного сияния за данный период составила 2044 часа в 1963 году, минимальная - 1478 часов в 1980 году /3/.

В среднем за год наблюдается 109 дней без солнца. Наибольшее количество таких дней с октября по февраль: в октябре - 11, в ноябре - 19, в декабре - 22, в январе - 19, в феврале - 12, что составляет 76 % от общего количества дней без солнца за год /3/.

Если весной солнечное сияние бывает часов по 6-8 в сутки, а летом - 9-9,5 часов, то с октября - всего часа 3, а зимой - 2 часа /3/.



Следовательно, для Москвы и Московской области целесообразно рассматривать вопрос использования солнечной энергии в период с марта по октябрь.

Еще одна немаловажная характеристика для установки гелиоустановок - значение интенсивности солнечной радиации.

Для Москвы и Московской области среднее поступление солнечной энергии в целом за летний период (июнь, июль, август) составляет: на горизонтальную поверхность -  $463,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ , на поверхность под углом  $40^\circ$  к горизонту (угол установки тепловоспринимающей поверхности солнечных коллекторов) -  $475,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ . Среднесуточное поступление солнечной энергии на солнечный коллектор - до  $5,2 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$  в день. При среднем КПД солнечного коллектора до  $0,4 \dots 0,45$  его летняя теплопроизводительность составит  $2,1 \dots 2,3 \text{ кВт ч}/\text{м}^2$  в день. Следовательно, солнечный коллектор с площадью тепловоспринимающей поверхности в один квадратный метр позволяет нагреть до 50 л воды от 20 до  $60^\circ\text{C}$ .

Согласно среднестатистическим данным, в зимний период времени (декабрь, январь, февраль) на тепловоспринимающую поверхность солнечного коллектора поступает  $95,6 \text{ кВт ч}/\text{м}^2$ , при этом его сезонная теплопроизводительность составит  $38,2 \text{ кВт ч}/\text{м}^2$ , а в среднем за световой день -  $0,42 \text{ кВт ч}/\text{м}^2$  в день, что позволит, при площади солнечного коллектора площадью  $1 \text{ м}^2$ , нагреть до 5,8 л воды от 20 до  $60^\circ\text{C}$ .

В холодный период времени при расчетных температурах минус  $20^\circ\text{C}$  тепловые потери одноэтажных зданий составляют до  $0,08 \dots 0,09 \text{ кВт}/\text{м}^2$  или до  $2,16 \text{ кВт ч}/(\text{м}^2 \text{ сут.})$  и  $194,4 \text{ кВт ч}/\text{м}^2$  за сезон.

Таким образом, в климатических условиях Московской области использование солнечной энергии для отопления в холодный период не представляется экономически целесообразным, но возможно сезонное использование солнечной энергии, при этом гелиоустановка позволяет получать теплую воду в течение примерно 70 % летних дней.

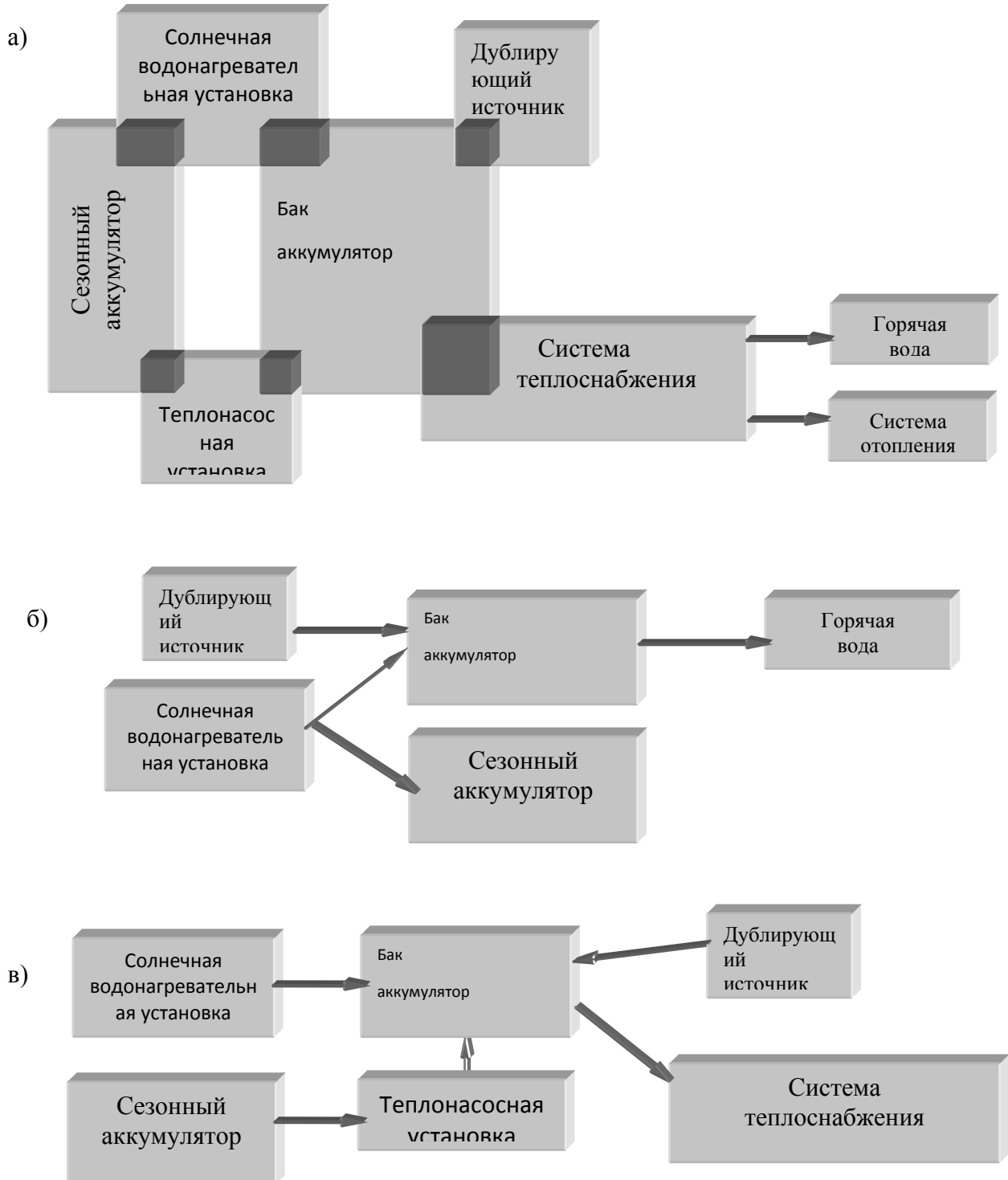
Ветровые ресурсы Московской области также невелики. В Москве зафиксирована (период исследования 1961 - 2000 гг.) наибольшая повторяемость ветра со скоростью от 2 до 5 м/с, которая составляет около 70 % в год, ветер со скоростью до 1 м/с около 25 %, ветер с градацией скоростей от 6 до 9 м/с - 6,5 %, а ветер со скоростью более 10 м/с составляет всего 0,2 % /3/

Так, например, среднегодовая скорость ветра в Москве (Сельхозакадемия и МГУ) - 3,6 м/с и 2,8 м/с соответственно, Можайск - 3,4 м/с, Кашира - 4,9 м/с.

Таким образом, в связи с тем, что в Московской области ряд возобновляемых источников энергии имеет незначительные ресурсы (энергия ветра), другие - несовпадающие по времени графики поступления и потребления (солнечная энергия для теплоснабжения) необходим комплексный подход к разработке и созданию энергоустановок, использующих возобновляемые источники энергии.

Перспективным направлением является использование теплоты грунта при помощи холодильных технологий. Авторами предлагается солнечно-теплонасосная установка теплоснабжения с длительным аккумулярованием

теплоты. Тепловая энергия производится комплексом, включающим СВНУ, тепловой насос и аккумулятор тепловой энергии, в качестве которого можно использовать грунтовой массив, в котором пробурены скважины и в них размещены грунтовые теплообменники.



Блок-схема комбинированной системы солнечного тепло снабжения с сезонным аккумулярованием: а) – структурная схема, б) – схема работы летом, в) – схема работы зимой

Блок-схема комбинированной солнечной системы теплоснабжения с сезонным аккумулированием теплоты показана на рисунке. Там же показаны схемы работы в период наличия избыточной тепловой мощности солнечной водонагревательной установки (летний режим) и зимний режим при дефиците тепловой энергии от солнечной водонагревательной установки.

В неотопливаемый период года солнечная водонагревательная установка частично работает на бак-аккумулятор и на систему горячего водоснабжения, а избыточная тепловая энергия запасается в грунтовом аккумуляторе. В зимний период солнечная водонагревательная установка полностью работает на бак-аккумулятор, обеспечивающий систему теплоснабжения (отопление и горячее водоснабжение).

Недостающая для компенсации тепловых потерь автономного объекта тепловая энергия при помощи теплонасосной установки "перекачивается" из сезонного аккумулятора в бак-аккумулятор. В случае недостатка в тепловой энергии или при отказе одной из систем подключается дублирующий источник.

При сезонном аккумулировании экономически целесообразно применить летнее кондиционирование воздуха в помещениях объекта, что позволит обеспечить комфортные условия в помещениях объекта и вернуть в тепловой аккумулятор часть тепловой энергии, расходуемой в отопительный период. В летний период времени солнечная водонагревательная установка работает на обеспечение потребностей в горячей воде, а избыток теплоты поступает через скважины глубиной до 60 м в грунт. В холодный период тепловой насос забирает радиогенную и накопленную теплоту грунта повышает ее потенциал и подает в систему теплоснабжения.

Расчеты показывают, что количество теплоты, произведенное солнечной водонагревательной установкой с суммарной площадью коллекторов 30 м<sup>2</sup>, включенной в систему отопления коттеджа общей площадью 300 м<sup>2</sup>, может составить до 15 тыс. кВт·час/год, причем избыточно произведенное количество тепловой энергии в летний период года может достигать 5...8 тыс. кВт·ч/год, притом, что потребности дома в теплоте с учетом горячего водоснабжения составляют 40...45 тыс. кВт·ч/год. Следовательно, комбинированная солнечная система теплоснабжения автономного объекта с длительным аккумулированием может взять на себя до 30 % тепловой нагрузки. В случае использования солнечной водонагревательной установки с суммарной площадью коллекторов 55 м<sup>2</sup> и длительным аккумулированием для того же объекта, можно достигнуть величины замещения тепловой нагрузки до 50 ...60 % .

При разработке комбинированных систем целесообразно использовать принцип модульности, основные положения которого следующие:

- увеличение тепловой производительности и мощности системы обеспечивается набором определенного количества модулей, которые могут работать как автономно, так и на общую систему;

- для соединения модулей при наращивании мощностей в схеме должны быть предусмотрены дополнительные присоединительные патрубки, штуцера, фланцы и т.п.;

- система автоматического контроля, регулирования и управления модулями должна обеспечивать работу модулей, как в автономном режиме, так и в общей системе.

Широкое внедрение подобных комбинированных систем энергоснабжения в России сдерживается недостатком информации и практически отсутствием технических разработок по сезонному аккумулированию теплоты, а также не развитой законодательной базой по возобновляемой энергетике.

### Список литературы

1. BP- *Statistical Review of World Energy 2007, June 2007, 45 p.*
2. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Климат\\_Москвы](http://ru.wikipedia.org/wiki/Климат_Москвы).
3. *Справочник эколого-климатических характеристик Москвы (по наблюдениям Метеорологической обсерватории МГУ) Том 2 Москва, 2005.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ЮВЕЛИРНОЙ МАСТЕРСКОЙ

В.Е. Сорокина, Р.М. Лобацкая

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет,  
г. Иркутск

Изготовление ювелирных изделий – одно из самых древних занятий человека. Такая работа очень кропотлива и требует большого терпения. Чаще всего ювелиру приходится иметь дело с мелкими деталями, вследствие чего зрение работника подвергается повышенной нагрузке. Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение оказывает благоприятное психофизиологическое воздействие, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и сохраняет высокую работоспособность. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, способствует развитию близорукости, вызывает апатию и сонливость. Длительное нахождение человека в условиях недостаточного освещения сопровождается снижением интенсивности обмена веществ в организме и ослаблением его реактивности. Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы [1]. В ювелирной мастерской освещение должно быть комбинированным: осветительные приборы должны использоваться и в верхней зоне помещения и непосредственно на рабочих местах. При создании благоприятной рабочей атмосферы важно учесть не только количество света, но качественные характеристики осветительных приборов.

Обычная лампа накаливания не обеспечивает чистый дневной свет. На близком расстоянии свет этих ламп слишком яркий, что может стать причиной катаракты и других нарушений органов зрения. При этом лампы дают 95 %

тепла и только 5 % света. Такой источник освещения имеет короткий срок службы (не более 1000 часов), малую светоотдачу (7-17 лм/Вт) и большую потребляемую мощность [3]. Люминесцентная лампа - это газоразрядный источник света низкого давления. Его световой поток определяется свечением люминофора (специального покрытия трубки накаливания) под воздействием ультрафиолетового излучения, которое возникает вследствие электрического разряда. По сравнению с лампами накаливания люминесцентные лампы потребляют в 4-5 раз меньше энергии, имеют низкую температуру колбы и повышенный срок службы. Недостатком таких ламп является наличие ртути, которая обеспечивает свечение, поэтому неправильная утилизация этих ламп может нанести масштабный урон окружающей среде. Ультрафиолетовое излучение этих ламп, попадая на кожу человека, может привести к разрушению коллагена и эластина, преждевременному старению и огрубению кожи. Люминесцентные лампы обладают повышенной пульсацией светового потока (в 5 раз больше чем у ламп накаливания), что негативно сказывается на центральной нервной системе. При длительном пребывании в условиях пульсирующего освещения появляется напряжение в глазах, усталость, трудность сосредоточения на сложной работе, головная боль. Пульсация света опасна при наличии в поле зрения движущихся и вращающихся объектов возникновением стробоскопического эффекта – зрительной иллюзией неподвижности или мнимого движения предмета. Это касается работников, проводящих длительное время за полировальным станком. Кроме люминесцентных ламп этот эффект может быть вызван светом натриевых и металлогалогенных ламп [2,3]. Галогенные лампы – это усовершенствованные лампы накаливания. Достоинством галогенных ламп является неизменно яркий свет, прекрасная передача цвета и возможность создания разнообразных световых оттенков. Срок службы таких ламп 2000-5000 часов. Использование специальных фильтров, нанесенных на кварцевое стекло, "останавливает" ультрафиолет, что оберегает освещаемые вещи от выгорания. Яркость освещения регулируется с помощью большого ассортимента диаметров отражателей. Главным недостатком такого источника освещения является температура колбы, она может достигать 500 °С, поэтому их не стоит устанавливать непосредственно на рабочих местах, а при установке в верхних зонах помещения необходимо обеспечить достаточное расстояние между поверхностью перекрытия и подвесным потолком [2]. Светоизлучающий диод - полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом или контактом металл-полупроводник, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока. Светодиоды имеют высокую светоотдачу, по этому параметру они сравнялись с натриевыми газоразрядными и металлогалогенными лампами, достигнув 150 лм/Вт. Благодаря отсутствию нити накаливания и других чувствительных составляющих такой источник света обладает высокой механической прочностью и вибростойкостью, что немаловажно при работе с компрессорами и станками. Срок их службы варьирует от 30 до 100 тысяч часов в день (при работе по 8 часов – 34 года). Светодиод имеет малую инерционность - включается сразу на полную яркость.

Количество циклов включения-выключения не оказывают существенного влияния на срок службы светодиодов, их освещение безопасно, поскольку не требует высоких напряжений, в них отсутствуют ртуть, фосфор и ультрафиолетовое излучение.

Сравнивая характеристики источников освещения можно сделать заключение о том, что для освещения непосредственного рабочего стола ювелира наиболее подходящим освещением является светодиодное, остальные, выше рассмотренные источники света, могут быть задействованы только в верхней осветительной зоне мастерской, в достаточной степени удаленной от непосредственного рабочего места ювелира.

### Список литературы

1. Тимофеева С.С. *Безопасность жизнедеятельности* / С.С. Тимофеева - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1998. - 99 с.
2. <http://wv.zp.ua/index.php>.
3. <http://www.vsemoremonte.ru>.

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ И ОЧИСТКЕ ВЕЩЕСТВ В НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКЕ

М.И. Фарахов, А.Г. Лаптев, М.М. Башаров  
Инженерно-Внедренческий центр «Инжехим»,  
Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань

В докладе рассмотрены методы энерго- и ресурсосбережения при проведении тепломассообменных и сепарационных процессов на предприятиях нефтегазохимического комплекса. Представлена концепция сопряженного физического и математического моделирования процессов, позволяющая решить проблему масштабного перехода. Даны конструкции новых высокоэффективных контактных устройств для промышленных аппаратов, позволяющих снизить энергозатраты на разделение веществ. Описаны результаты внедрения научно-технических разработок «Инжехим» на различных предприятиях с большим экономическим эффектом.

Процессы разделения различных смесей на целевые компоненты и очистки газов и жидкостей от различных видов дисперсной фазы являются одними из доминирующих в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и многих других отраслей промышленности. Проведение этих процессов характеризуется большими затратами энергии, а массообменные аппараты имеют большую металлоемкость и сложность конструкции.

Исследования области энергосбережения идут в двух направлениях:

1. Модернизация и интенсификация действующих процессов и аппаратов.

## 2. Создание новых технологий и принципиально новых аппаратов.

Первое направление характеризуется меньшими затратами времени и материальных средств, поэтому модернизация действующих промышленных аппаратов становится все более актуальной.

В работе рассмотрено решение ряда задач, связанных с повышением эффективности проводимых процессов и энергоресурсосбережением, доведенных до промышленного внедрения на предприятиях ТЭК с большим экономическим эффектом.

Основные методы энергосбережения, используемые и развиваемые авторами заключаются в следующем [1, 2]:

1) Для процессов ректификации – использование высокоэффективных контактных устройств взамен устаревших и оптимизация режимов работы колонн. Это обеспечивает снижение расхода флегмы, и, соответственно, расходов теплоносителей в кипятильниках и дефлегматорах.

2) Для процессов абсорбции и хемосорбции – внедрение высокоэффективных контактных устройств и распределителей фаз, которые обеспечивают значительное снижение гидравлического сопротивления колонн и расхода энергии на подачу газов и паров.

3) Очистка газов, паров и жидкостей от дисперсной фазы, которая отрицательно сказывается на пропускных способностях трубопроводов и на работе тепло- и массообменного оборудования. Например, удаление свободной воды из углеводородных смесей, удаление масляного тумана из газов, очистка газов от мехпримесей и т.д.

Кроме энергосбережения перечисленные выше методы также обеспечивают повышение качества выпускаемой продукции.

### **Проблема масштабного перехода**

Внедренческая практика авторов показывает, что при увеличении размера аппарата распределение потоков в аппарате является важным фактором, определяющим эффективность разделения. Конструктивные решения существующих аппаратов большей частью разрабатывались десятилетия назад, когда не имелось эффективных инструментов для реального мониторинга гидроаэродинамической обстановки.

Анализ гидродинамической обстановки с помощью компьютерного моделирования является мощным средством для повышения производительности и разделяющей способности аппаратов. Исследования структуры потоков, с помощью собственных программ с идентификацией использованных математических моделей на экспериментальных стендах промышленного масштаба, позволили определить ряд путей для «облагораживания» гидроаэродинамической обстановки в аппаратах разделения.

Так выяснилось, что применяемые в настоящее время способы подвода газовых (паровых) и газожидкостных потоков в колонных аппаратах без использования эффективных распределителей приводят к заметному снижению разделяющей способности не только насадочных, но и тарельчатых колонн. Вследствие неравномерности профиля скорости в поперечном сечении колонн

возникают зоны со значительными локальными максимумами скорости газовой (паровой) фаз, в которых значение уноса превышает допустимое значение. Это приводит не только к снижению эффективности разделения за счет снижения движущей силы. В случае тарельчатой колонны это может привести к нарушению нормальной работы 2-3 тарелок, а для насадочной колонны не только к потере разделяющей способности целой насадочной секции, но и к преждевременному захлебыванию колонны.

Для расчета промышленных аппаратов большого размера авторы используют метод сопряженного физического и математического моделирования [3].

Концепция данного метода основана на представлении процессов, происходящих в промышленном аппарате, в виде иерархической системы взаимодействующих между собой элементарных явлений, что дает возможность исследовать эти явления на макете, а затем при масштабном переходе определить параметры модели вариационным методом с использованием локального потенциала на основе удовлетворения законам сохранения. При этом совсем необязательно должно сохраняться подобие макета и промышленного аппарата [3].

Таким образом, метод сопряженного физического и математического моделирования позволяет установить распределение полей скоростей, концентраций и температур в рабочей зоне промышленного аппарата на основе базисных функций элементарных областей, полученных на макете с известной погрешностью.

### **Массообменные процессы**

Для модернизации колонных аппаратов разделения веществ в ИВЦ “Инжехим” разработаны распределители потоков, регулярные (рис.1) и нерегулярные (рис.2) насадки.

Характерной особенностью этих насадок является способность обеспечивать высокую разделяющую способность в широком диапазоне нагрузок как по газовой, так и по жидкой фазам. При этом насадки пригодны для колонн, работающих как под разрежением, так и при атмосферном и избыточном давлениях. Кроме того, эти насадки способны работать с загрязненными средами.

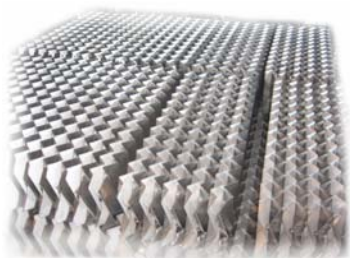


Рис. 1. Блочная регулярная насадка



Рис. 2. Нерегулярная насадка

Разработанные насадки нашли успешное применение в десятках массообменных колоннах на предприятиях ТЭК. Например, для разделения



этаноламинов и этиленгликолей. Экономический эффект от энергосбережения и повышения качества продукции составляет более 50 млн. руб. в год только на двух установках.

Решена задача проектирования новой ректификационной колонны получения фенола с использованием современных контактных устройств на ОАО «Казаньоргсинтез». В качестве контактных устройств в колонне используется регулярная и нерегулярная насадки «Инжехим». Насадочный вариант новой массообменной колонны повысил качество выпускаемой продукции и снизил расход греющего пара в кипятильниках на 30 % за счет снижения расхода флегмы.

В рамках единого подхода решены задачи энергосбережения при переработке тяжелых остатков нефтяных топлив на Сургутском заводе стабилизации конденсата (ЗСК) и их эффективной утилизации с получением тепловой и электрэнергии. Сделаны расчеты и разработана эффективная конструкция вакуумной колонны для переработки тяжелого остатка основной колонны установки получения моторных топлив ЗСК, обеспечивающая уменьшение затрат энергии на нагрев.

### **Очистка технологических газов**

Кроме перечисленных путей снижения энергозатрат можно привести пример влияния качества теплоносителей на энергосбережение. В производстве этилена на установках газоразделения используются холодильные циклы для создания необходимых температур и давлений теплоносителей. Работа компрессорного оборудования часто вызывает попадание масляной фазы в газовую среду. Образуется масляный аэрозоль (туман). Последующая коагуляция масла на поверхностях теплообменных аппаратов повышает термическое сопротивление стенок и процесс протекает менее эффективно. Кроме этого для очистки теплообменных поверхностей от масляной пленки несколько раз в год выполняются внеплановые остановки установки газоразделения, что ведет к сокращению выпуска этилена. Сепарация масляного тумана специальным аппаратом позволила исключить остановки и потери продукта, повысить эффективность теплообмена, что дает реальный экономический эффект около 200 тысяч евро в год. Сепаратор масляного тумана окупился за три месяца эксплуатации [4]. В сепараторе использовались оригинальные контактные устройства «Инжехим». Аналогичные сепараторы внедрены и на других предприятиях и дают положительные результаты.

### **Очистка жидких топлив**

Одной из важных и актуальных задач на предприятиях ТЭК является очистка природных и сточных вод, а также технологических жидкостей от дисперсной фазы. Решение этих задач может выполняться при помощи различного аппаратурного оформления и движущей силы процесса.

Так, например, при разделении гетерогенных систем используются пустотелые отстойники. Однако такой способ очистки жидкостей в современных условиях часто является малоэффективным. Для повышения

эффективности используются тонкослойные отстойники. Такие отстойники оборудуются специальными сепарирующими пластинами. Степень очистки жидкостей от дисперсной фазы в таких отстойниках повышается в несколько раз.

Решена задача очистки углеводородных топлив от свободной воды на установках Сургутского ЗСК за счет модернизации отстойников.

Местом установки сепарирующих устройств является существующее емкостное оборудование, которые представляют собой полые горизонтальные емкости диаметром 3 м с эллиптическими днищами.

Длина отстойной зоны, геометрические характеристики сепарирующей насадки, оптимальные гидродинамические условия проведения процесса отстаивания определяются расчетным путем с использованием математической модели процесса.

Сепарационные блоки выполняются в виде закрепленных в специальной каркасной конструкции пакетов тонких металлических пластин из нержавеющей стали. Геометрия пластин и специально организованная ориентация их в объеме позволяют в десятки раз увеличить эффективность реконструированных отстойников.

Оснащение отстойников эффективными распределителями, коалесцирующими фильтрами и тонкослойными блоками оригинальной конструкции позволяют повысить эффективность их работы на порядок, что было многократно подтверждено нашей практикой модернизации промышленных отстойников ряда промышленных предприятий ТЭК.

Из полученных результатов на одной из ректификационных установок Сургутского ЗСК следует, что после внедрения данных отстойников тепловая нагрузка (расход греющего пара) на подогревание смеси снижена на 0,3 т/час, а в испарителе – 0,5 т/час. За год эксплуатации это дает около 6000 тонн экономии греющего пара. Экономия условного топлива составляет 1800 т/год [4].

Аналогичные тонкослойные отстойники внедрены на различных производствах ОАО «Казаньоргсинтез», ОАО «Нижекамскнефтехим» и других предприятиях ТЭК.

Как показывает опыт работы авторов модернизацию технологических установок и аппаратов можно выполнять опираясь на потенциал научно-производственных фирм и предприятий РФ.

### Список литературы

1. Фарахов М.И. Энергосберегающие модернизации установок на предприятиях нефтегазохимического комплекса / М.И. Фарахов, А.Г. Лаптев, Н.Г. Минеев. // Химическая техника, 2008. №12. С.4-7.
2. Лаптев А.Г. Основы расчета и модернизация теплообменных установок в нефтехимии / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов, Н. Г. Минеев. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2010. – 574 с.

3. Дьяконов С.Г. основы и моделирование процессов разделения веществ / С.Г. Дьяконов, В.И. Елизаров, А.Г. Лаптев. Казань: Изд-во казанского ун-та, 1993. – 437 с.

4. Лаптев А.Г. Разделение гетерогенных систем в насадочных аппаратах / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов. Казань: КГЭУ, 2006. – 342. с.

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Е.П. Полунин, Д.С. Кацуба, Н.Ю. Полунина  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
г. Тамбов

Модульная структура современных программно-технических средств позволила создать информационно-измерительную систему (ИИС) для определения теплофизических свойств (теплопроводности и температуропроводности) теплоизоляционных материалов, применяемых в промышленной теплоэнергетике.

ИИС состоит из тепло-измерительной ячейки (ТИЯ) 1, блоков измерительно-управляющей подсистемы 2 – 7, 9 и персонального компьютера 8 (ПК) (см. рис.).

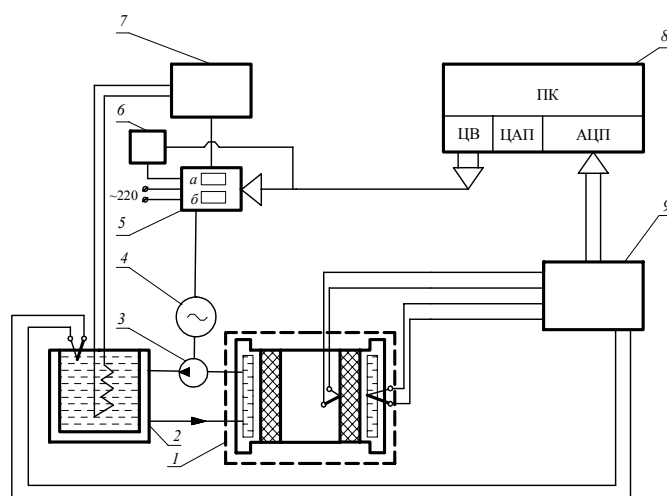


Схема ИИС:

1 – ТИЯ; 2 – термостат; 3 – циркуляционный насос; 4 – электродвигатель; 5 – блок реле;  
6 – блок питания; 7 – блок управления; 8 – ПК; 9 – блок холодных спаев термопар

Управление и регистрация измерительной информации осуществляется с помощью ПК, оснащенного многофункциональной платой сбора данных PCI-1202Н. На аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) платы поступают сигналы от термопар, расположенных в ТИЯ и термостате. Холодные спаи термопар образуют дифференциальную термопару с помощью блока холодных спаев 9. Образцы испытуемого материала располагаются с обеих сторон

сердечника ТИЯ и прижимаются с наружной стороны металлическими блоками, которые охлаждаются циркулирующей в них жидкостью с помощью насоса 3. Жидкостной термостат 2 используется для задания температурного режима и поддержания граничных условий первого рода в ТИЯ, которое осуществляется при помощи контактов б блока 5. Управление электродвигателем 4 привода насоса осуществляется через контакты реле а блока 5. Напряжение на электрический нагреватель термостата подается от блока управления 7. Реле а и б, входящие в состав блока 5, программно управляются ПК через дискретные цифровые выходы платы (ЦВ).

Таким образом, разработанная ИИС позволяет полностью автоматизировать теплофизический эксперимент.

## ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ОЧИСТКЕ ГАЗОВ

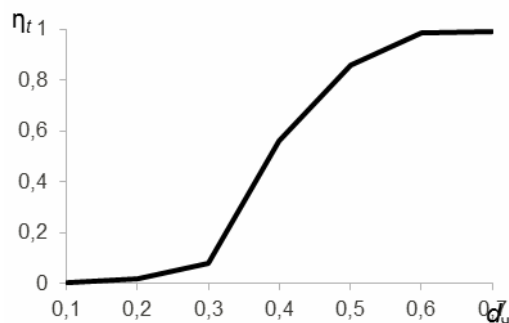
А.Р. Исхаков, М.М. Башаров

Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань

На предприятиях химической промышленности в различных технологических процессах используются газообразные среды. Как правило, наличие жидкой дисперсной фазы в газах негативно влияет на технологические процессы, вследствие чего, ее извлекают. К примеру, работа компрессорного оборудования почти всегда сопровождается частичным уносом масляной фазы с газовым потоком. Масляный аэрозоль вызывает снижение качества теплоносителей и получаемых продуктов. Масляная пленка создает дополнительное термическое сопротивление на поверхности и эффективность работы теплообменных аппаратов снижается.

Разработан сепаратор осушки газов от капельной влаги [1]. В работе рассмотрена возможность использования сепаратора для очистки этилен-хладоагента от масляного аэрозоля в холодильном цикле после узола компримирования.

На рисунке приведена расчетная зависимость общей эффективности сепарации масляного аэрозоля, попадающего в этилен-хладоагент при компримировании. Исходные данные взяты из работы [2].



Зависимость эффективности сепарации частиц масляного аэрозоля из этилен-хладоагента от их размера

Мельчайшие капли масляной фазы имеют размеры от 0,001 мкм до нескольких микрон [2]. На графике видно, что частицы размером более 0,6 мкм довольно хорошо улавливаются в сепараторе.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанный сепаратор осушки газов обеспечивает высокую степень извлечения масляного аэрозоля.

### Список литературы

1. Патент 111023 Россия. Сепаратор осушки газов от капельной влаги / Лаптев А.Г., Башаров М.М., Тараскин М.М., Исхаков А.Р., №2011125495, заявл. 21.06.2011.

2. Лаптев А.Г., Фарахов М.И., Миндубаев Р.Ф. Очистка газов от аэрозольных частиц сепараторами с насадками. – Казань: Издательство «Печатный двор», 2003. -120 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕИНЖИНИРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В.В. Меньшиков, Б.Б. Богомолов, Е.Д. Быков, В.С. Шумова  
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
г. Москва

Современный темп и уровень развития инновационных технологий не позволяет промышленным предприятиям останавливаться на достигнутых результатах и диктует необходимость постоянного мониторинга тенденций и модернизации бизнес-процессов.

Под бизнес-процессом понимают не только функциональные возможности менеджмента, а в целом совокупность взаимосвязанных мероприятий или задач, направленных на создание определенного продукта или услуги для потребителей, которые подразделяются на три основные группы:

1. Управляющие;
2. Операционные;
3. Поддерживающие.

Зачастую понимание оптимизации бизнес-процесса сводится к его ускорению за счет внедрения информационных технологий и автоматизации процесса. Однако ускорение процессов не может исправить фундаментальных недостатков технологии. Устройство рабочих мест, потоки работы, механизмы управления и организационные структуры, производственный регламент в некоторых случаях были разработаны в эпоху, когда не существовало ни современных технологий, ни конкурентов, которые успешно их освоили. Существующие алгоритмы и процессы создавались в расчете на постоянный контроль, который является залогом эффективности. Основные современные тенденции – это ускорение бизнес-процессов, включающих в себя разработку и

появление новых технологий производства, организации и управления предприятием, маркетинговых исследований и инновационных проектов.

В связи с вышеизложенным, появляется необходимость не преобразования существующих процессов с использованием информационных технологий, а коренного изменения в регламенте и алгоритме их выполнения или даже ликвидации неэффективных процессов.

В общем виде, под реинжинирингом понимается фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов для достижения максимального эффекта производственно-хозяйственной и финансово-экономической деятельности, оформленное соответствующими организационно-распорядительными и нормативными документами [1].

Основной смысл реинжиниринга бизнес-процессов состоит в двух его основных этапах. Первым этапом является определение оптимального вида бизнес-процесса. Следующий этап - определение наилучшего (по средствам, времени, ресурсам и т.п.) способа перевода существующего бизнес-процесса в оптимальный.

Для того чтобы определить как промышленное предприятие может модернизировать свою деятельность в соответствии с концепцией ресурсосбережения, необходимо разобраться с видами ресурсов на промышленном предприятии. Ресурс - количественная мера возможности выполнения какой-либо деятельности; условия, позволяющие с помощью определённых преобразований получить желаемый результат. Общепринятой квалификации ресурсов не существует. Традиционно рассматривают три вида ресурсов: земля, труд, капитал. Также, ресурсы можно разделить на природные (энергетические, сырьевые), производственные (средства и предметы труда), трудовые (персонал, квалификация и специализация персонала), информационные (научно-технологический потенциал), финансовые (капитальные вложения, кредиты, обязательства, оборотный капитал), внешние рыночные (дилерские сети), «прочие» (например, административные ресурсы или срок выполнения заказа).

Выделяют следующие принципы реинжиниринга бизнес-процессов в случае, когда промышленное предприятие принимает решение о реорганизации.

1) Горизонтальное сжатие бизнес-процессов. Оптимизация структуры бизнес-процесса (сокращает сроки процесса и количество персонала, задействованного в реализации реинжиниринга)

2) Децентрализация ответственности (вертикальное сжатие бизнес-процессов). Переход к органической организационно-функциональной структуре предприятия и оптимизация системы принятия решений.

3) Анализ логики реализации бизнес-процессов. Анализ последовательности и возможности параллельной реализации бизнес-процессов с целью сокращения сроков (сокращение энергетических ресурсов и сроков реализации процесса).

4) Вариативность бизнес-процессов. Разработка альтернативных оптимальных бизнес-процессов необходима для быстрой реакции на изменения

рынка, что создает несомненное конкурентное преимущество (уменьшение риска простаивания оборудования; экономия сырья за счет издержек от запасов; поддержка кредитных обязательств).

5) Рационализация управленческого воздействия. Минимизация числа проверок и степень контроля, их осуществление только в той мере, в которой это экономически целесообразно; сокращение внешних контактов, ведущее к минимизации бумажной работы и ускорению процесса в целом; назначение уполномоченного менеджера, который является «буфером» между сложным процессом и заказчиком (целесообразное использование квалификации персонала)

6) Централизация информационной поддержки. Современные информационные технологии дают возможность децентрализовать управление, сохраняя возможность пользования централизованной базой данных (реализация научно-технологического потенциала предприятия).

Применение основных принципов реинжиниринга позволяет существенно сократить издержки, создать базу для расширения бизнеса, перейти на новый, качественно лучший технологический уровень, а также применить концепцию ресурсосбережения с точки зрения рационального, целесообразного и более полного использования каждого ресурса.

Современный бизнес уже принял тот факт, что построение связей и зависимостей между бизнес-процессами является ключевым фактором успеха. Организация бизнеса направлена на процесс достижения результата, а не на выполнение задачи, что является наиболее целесообразной стратегией. Процессно-ориентированное управление (Activity-Based Management, АВМ) – это то звено, которое призвано решить главную проблему, возникающую в реализации корпоративной стратегии – отсутствие механизма, увязывающего стратегические цели и показатели с тем, что в действительности выполняется.

Одним из важнейших инструментов процессного подхода является бизнес-моделирование, которое подразумевает под собой деятельность по формированию моделей организаций, включающая описание деловых объектов (подразделений, должностей, ресурсов, ролей, процессов, операций, информационных систем, носителей информации и т.д.) и указание связей между ними. Требования к формируемым моделям и их соответствующее содержание определяются целями моделирования.

Формирование модели бизнес-процесса в задачах процессного управления промышленным предприятием происходит в соответствии со следующим алгоритмом [2]:

- 1) Построение структуры организации с учетом задач реинжиниринга.
- 2) Определение цели бизнес-процесса и его владельца. Адаптация вышеприведенных принципов реинжиниринга под данное предприятие.
- 3) Формирование объектов информационного обеспечения процесса.
- 4) Составление регламента бизнес-процесса, определяющего последовательность функций в модели.
- 5) Построение общей концептуальной диаграммы бизнес-процесса.

6) Составление декомпозируемой IDEF0-диаграммы с выделением функций и уточнением внутренних связей между ними.

7) Продолжение процесса декомпозиции с возможной детализацией и уточнением регламента бизнес-процесса или завершение декомпозиции при получении функций-элементов процесса, дальнейшая детализация которых не эффективна.

8) Проверка адекватности модели. В неудовлетворительного тестирования возврат к этапам 5, 6 или 7.

9) Моделирование отдельных функций бизнес-процесса (IDEF3, DFD, логико-математические модели и т.д.)

Существует ряд специализированных инструментов для описания бизнес-процессов при моделировании. Для выбора инструментов моделирования существует специализированная методология в общем виде включающая следующие этапы:

1) Соответствие средства описания с масштабом проекта.

2) Выбор средства по функциональным достоинствам, а не по цене продукта.

3) Возможность дальнейшей поддержки программного обеспечения продукта.

4) Интеграция средства моделирования с имеющимися информационными системами предприятия.

5) Доступ к средствам моделирования не только руководящих должностей, но и всех участников бизнес-процесса.

Решение об использовании специальных программных средств должно быть основано на принципе целесообразности. Достаточно часто реинжиниринговая команда пытается переложить ответственность за перепроектирование бизнес-процессов на программное обеспечение и воспользоваться стандартными схемами реинжиниринга. Одной из самых распространенных ошибок – это ожидание возврата инвестиций от использования средств описания бизнес-процессов, а также не достаточно детальный анализ всех требований к ним и их информационному обеспечению. В этом случае информационные технологии необходимы для упрощения процедур обработки информации, но принципиальные решения изменений бизнес-процесса зависят от специфики предметной области, особых потребностей клиентов и задач, решаемых предприятием.

Таким образом, моделирование бизнес-процессов позволяет решить многие задачи предприятия, связанные с рациональным использованием ресурсов:

- проанализировать не только, деятельность предприятия и его взаимодействие с внешними организациями, но и организацию работы на каждом отдельно взятом рабочем месте;
- дать четкую оценку, работе персонала и понять на что направлена вся работа в целом;
- найти возможности улучшения деятельности предприятия;



- предвидеть и минимизировать риски, возникающие на различных этапах реорганизации деятельности предприятия;
- дать стоимостную оценку каждому процессу, взятому в отдельности, и всем бизнес-процессам на предприятии в целом;
- выявить текущие проблемы предприятия и выявить стратегический анализ его развития;
- сократить количество организационно-технических ошибок и исключить необходимость в специальной группировке сотрудников для их устранения;
- улучшить управляемость компании за счет уменьшения количества персонала и более четкого распределения ответственности участников бизнес-процесса.

### Список литературы

1. Hammer M. *Reengineering Work: Don't Automate, Obliterate!* // *Harvard Business Review*, July-August 1990

2. Богомолов Б.Б., Меньшиков В.В., Богословский К.Г., Быков Е.Д., Шумова В.С. *Управление проектированием и эксплуатацией окрасочных линий с использованием бизнес-моделирования*//*Технология лакокрасочных покрытий: сборник научных трудов/ Науч.-произв. Об-ние «Лакокраспокрытие»; [редкол В.В. Меньшиков и др.]. – М.: Пэйнт-Медиа, 2012. – 144 с.*

3. Алабугин, А. А. *Как построить инновационно-ориентированную систему ресурсосберегающего развития предприятия?*/ А.А. Алабугин, Н.К. Топузов// *Управление персоналом. – М., 2009. - № 14. – С. 34–39.*

4. Булава И.В., Мингалиев К.Н., Балычев С.Ю. *Важнейшее средство управления инновационным развитием предприятия в развитых странах и в России* // *Сборник материалов Второй международной научно-практической конференции "Проблемы развития инновационно-креативной экономики - 2010"*.

5. Топузов Н.К. *Моделирование механизма управления ресурсосбережением в инновационно-технологическом развитии корпорации* // *Методология и практика антикризисного управления: Материалы V Всероссийской дистанционной научно-практической конференции – Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – С. 18–26.*

6. Богомолов Б.Б. *Организационно-экономическое моделирование. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РХТУ, 2011. – 96 с.*

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГА ПО КЛАССИФИКАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

К.В. Гришаков, В.М. Панарин  
Тульский государственный университет,  
г. Тула

Специалисту экологу часто приходится встречаться с необходимостью поиска информации по веществам. Для упрощения работы со сведениями по тяжелым металлам была разработана данная программа.

Программа является актуальной как для отдельных специалистов, занимающихся экологической безопасностью, так и для крупных металлургических предприятий, которым приходится иметь дело с тяжелыми металлами в промышленных масштабах.

Данная система предназначена для быстрого поиска данных по тяжелым металлам.

В информационный ресурс программы входят следующие сведения:

- общая характеристика вещества;
- физические свойства вещества;
- химические свойства вещества;
- токсические и эко токсические свойства вещества;
- возможные среды, содержащие данное вещество;
- ПДК, класс опасности (для среды);
- источники поступления в окружающую среду;
- методы очистки;
- методы определения тяжелых металлов в среде;
- пути превращения в окружающей среде.

Так же в данной программе представлены источники на предоставляемую информацию.

Информационная система предназначена для работы на персональном компьютере с минимальными системными требованиями: Pentium III 800MHz, Win 98/XP/Vista/7, 256 Ram. Перед использованием программа не требует предварительной подготовки.

Разработанную систему информационного обеспечения эколога по классификации тяжелых металлов отличают простота внедрения, доступность и недорогое использование.

#### Список литературы

*1. Гришаков К.В. Информационное обеспечение экологических технологий / В.М. Панарин, - Информационные системы и модели в научных исследованиях, промышленности, образовании и экологии, 2012. - 108 с.*

## МОДЕЛЬНЫЙ РУССКОЯЗЫЧНЫЙ КОРПУС ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ РЕЧИ

К.В. Сидоров, Н.Н. Филатова, М.В. Калюжный  
Тверской государственной технической университет,  
г. Тверь

В настоящее время в Тверском государственном техническом университете на кафедре автоматизации технологических процессов активно ведутся разработки системы диагностики эмоционального состояния (ЭС) человека по образцам естественного (натурального) речевого сигнала (РС) с использованием методов нелинейной динамики. Речевой тракт и процесс речеобразования представляют собой нелинейную диссипативную систему, что дает возможность применять к РС методы нелинейного анализа [1].

Для проведения исследований необходимо наличие модельного корпуса эмоциональной речи, т.е. базы данных (БД), в которой хранятся образцы РС испытуемых, находящихся в различных ЭС. Корпус может содержать либо специально подготовленные с участием актеров записи, либо спонтанную эмоциональную речь, полученную в реальных условиях, при этом переход от модельных эмоциональных баз к распознаванию эмоций в спонтанной речи неминуемо ведет к заметному снижению эффективности работы системы диагностики. В целом, модельный корпус служит неплохим основанием для первоначальной оценки работоспособности разрабатываемых алгоритмов, позволяя на время избежать сложностей работы со спонтанной речью, хотя, надо понимать, что его репрезентативность существенно ниже, чем в случае реальных записей.

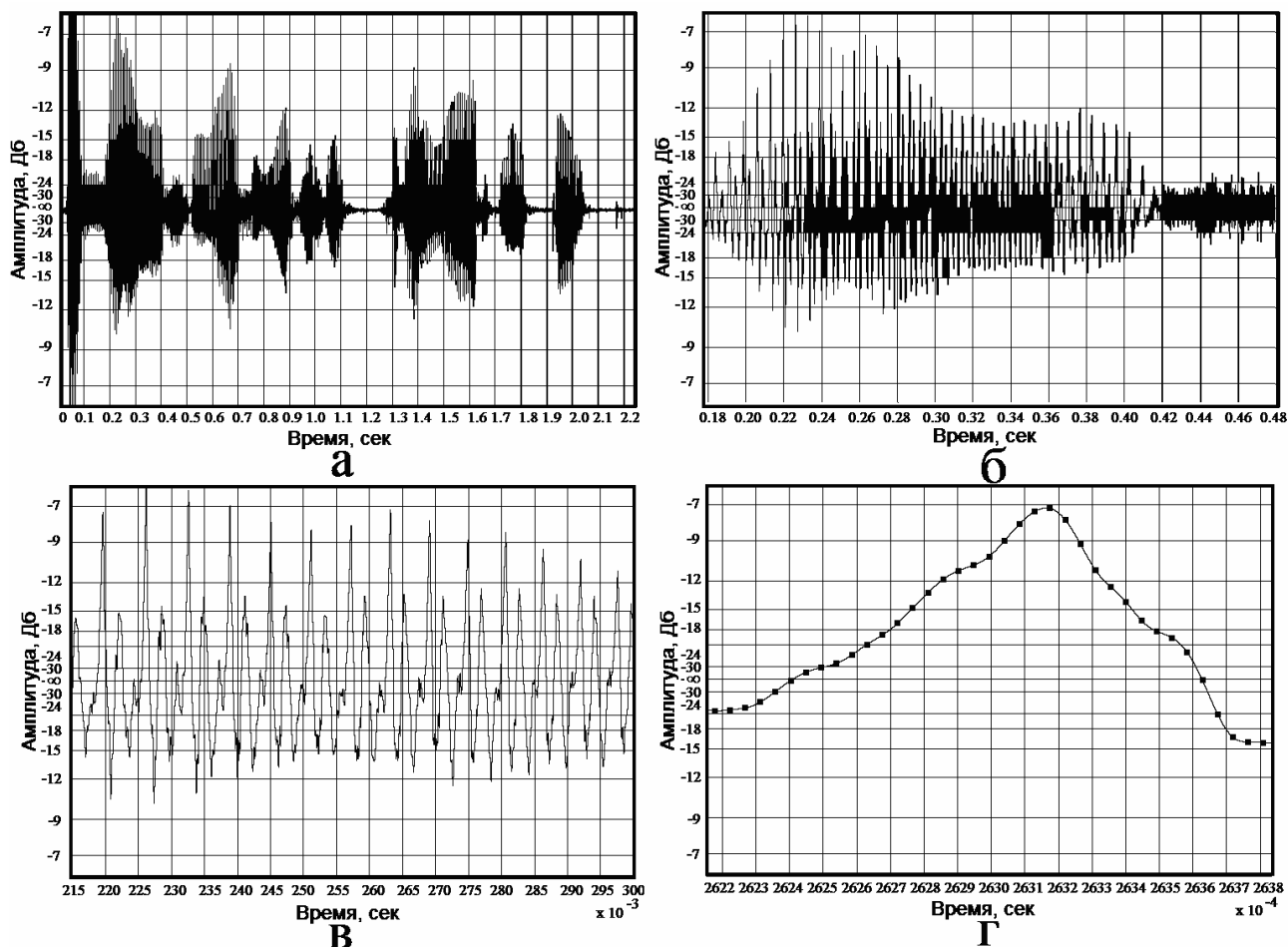
Проведенный анализ показал, что к настоящему времени существуют два модельных русскоязычных корпуса эмоциональной речи: 1) RUSLANA (RUSSian LANguage Affective speech), созданный в университете Мейкай в Японии [2]; 2) REC (Russian Emotional Corpus), разработанный в институте лингвистики РГГУ в Москве [3]. К сожалению, к этим корпусам нет открытого доступа, поэтому, был сформирован собственный модельный корпус. Материалом послужили образцы эмоциональной речи, записанные Калюжным М.В. [4]. В качестве исходных сигналов были взяты образцы естественной русской речи пяти дикторов в возрасте от 18 до 30 лет, обладающих нормальной дикцией и эмоциональной выразительностью голоса. Дикторам предлагалось прочесть перед микрофоном текст юмористического характера, способный с большой вероятностью вызвать положительные (позитивные) эмоции. Спустя некоторое время дикторы повторяли фрагменты текста, вызвавшие эмоции при первом прочтении. Кроме того, читая текст, время от времени каждый диктор произносил контрольную фразу «А голос мой звучит примерно так» в моменты времени, когда чувствовал эмоциональное возбуждение, либо по условному знаку автора. Следует особо отметить тот факт, что в полученных образцах имеет место свободное (не скрываемое) проявление эмоций.

Перед каждым сеансом записи диктора проводилось измерение уровня фонового шума, обусловленного наличием акустического шума в помещении и помех в электрическом тракте записи РС. Для этого в течение 5 секунд выполнялась запись сигнала микрофона в условиях тишины, а затем по микрофону щелкали пальцем, что вызывало звук со стопроцентной амплитудой. Далее выполнялась нормализация всего записанного клипа сначала до 50 %, а затем до 100 % с устранением DC-смещения. Полученный сигнал оценивался средствами редактора «Adobe Audition». Уровень сигнала на участке тишины равен  $-35$  дБ, а после устранения DC-смещения  $-55$  дБ.

Запись образцов осуществлялась микрофоном «Genius» (частотный диапазон 50 Гц-20 кГц; импеданс 2,2 кОм; чувствительность  $-60 \pm 4$  дБ), подключенным к звуковой карте «Creative SoundBlaster AWE64» персонального компьютера. Образцы сохранялись в файлах формата РСМ (wav) с частотой дискретизации 22050 Гц и разрешением 16 бит. Записи голосов дикторов сохранялись в аудиофайлах, а затем из них вырезались образцы (длиной в одну фразу или предложение) и сохранялись в виде отдельных файлов образцов. Образцы объединялись в группы так, чтобы каждая группа включала образцы, принадлежащие одному диктору, одинаковые по содержанию (произнесённым фразам), но различные по эмоциональному окрасу.

С целью отбора наиболее информативных речевых объектов, была проведена экспертная оценка полученных образцов естественной речи по пяти бальной шкале. В качестве экспертов выступили люди, имеющие нормальный слух (пороги слышимости по воздуху в диапазоне 125-8000 Гц не более 10 дБ) и обладающие музыкальным слухом, так как имеют музыкальное образование. Речевые образцы предъявлялись дикторам через динамические головные телефоны (наушники) «Genius HS-04A» (полоса частот 20 Гц-20 кГц, чувствительность  $112 \text{ дБ} \pm 3 \text{ дБ}$ , импеданс 32 Ом). Для включения в модельный корпус были отобраны образцы с оценками от 4 до 5 баллов (эмоция радости) и от 1 до 2 баллов (нейтральное состояние). Такой выбор эмоций обусловлен интересами дальнейшего применения разрабатываемой технологии.

На основе отобранных записей создана БД, состоящая из трех уровней, связанных иерархически. Первый уровень включает образцы контрольного предложения живой речи от разных дикторов. Каждый диктор на основе одного нейтрального образца создавал несколько клонов с различным уровнем проявления позитивной (положительной) эмоции - радости. На основе каждой записи первого уровня при помощи алгоритма генерации речевых объектов автоматически формируются записи второго уровня - фонемы (отдельные звуки). На основе каждой фонемы второго уровня формируются записи третьего уровня - сегменты (участки сигнала с одинаковым по знаку приращением амплитуды или с одинаковой по знаку производной). Сегменты получаются при разбиении периодов основного тона (ОТ) фонемы РС на элементарные участки с последовательной нумерацией. В каждой фонеме выделяется 5 начальных периодов ОТ, каждый период ОТ делится на 8 сегментов, т.е. одна фонема описывается кортежем, состоящим из 40 сегментов.



Объекты модельного русскоязычного корпуса эмоциональной речи: а - контрольная фраза «А голос мой звучит примерно так», б - слово «голос», в - ударная фонема «о» слова «голос», г - два сегмента фонемы «о»

Таким образом, модельный русскоязычный корпус эмоциональной речи представляет собой экспериментальную выборку параметрических описаний РС, включающую обучающие выборки: ОВ1 (18 записей контрольного предложения на русском языке), ОВ2 (180 гласных фонем, полученных из ОВ1) и ОВ3 (7200 сегментов, сформированных из ОВ2). На рисунке показаны примеры объектов ОВ1, ОВ2 и ОВ3, характеризующие эмоцию радости.

### Список литературы

1. Старченко И.Б. Методы нелинейной динамики для биомедицинских приложений / И.Б. Старченко, Ю.С. Перервенко, О.С. Борисова и др. // Известия ЮФУ. Технические науки. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2010. – № 9 (110). – С. 42-51.
2. Makarova V. RUSLANA: a database of russian emotional utterances / V. Makarova, V.A. Petrushin // ICSLP, 2002. – pp. 2041-2044.
3. <http://harpia.ru/rec>.
4. Калюжный М.В. Система реабилитации слабовидящих на основе настраиваемой сегментарной модели синтезируемой речи: автореф. дис. ...канд. тех. наук: 05.11.17. / М.В. Калюжный. – СПб., 2009. – 18 с.

## НЕЯВНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Г.В. Кривовичев

Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург

Нелинейность уравнений механики жидкости и газа приводит к необходимости разработки и реализации численных методов для моделирования течений на ЭВМ. Метод решеточных уравнений Больцмана (lattice Boltzmann method) в настоящее время широко используется для решения различных задач гидродинамики [1]. Ключевой особенностью этого метода является то, что расчет макроскопических величин (таких как плотность, скорость, температура) производится не на основе решения задач для уравнений механики сплошной среды, а на использовании решений задач для специальных кинетических уравнений, получающихся при предположении о дискретности множества возможных скоростей частиц среды. Несмотря на то, что при применении этого метода повышается размерность задачи, он имеет простой явный алгоритм, который достаточно легко программно реализуется и который легко поддается распараллеливанию, что в последние годы является особенно актуальным в связи с развитием технологий высокопроизводительных вычислений [2, 3]. В работе предложена модификация системы решеточных уравнений Больцмана, которая представляет собой неявную разностную схему, безусловно устойчивую в случае отсутствия пространственных возмущений. Рассматриваются только случаи плоских течений несжимаемой жидкости.

Решеточное уравнение Больцмана может быть получено из кинетического уравнения Бхатнагара–Гросса–Крука (БГК) при его последовательной дискретизации в пространстве скоростей, по времени и по пространственным переменным. При дискретизации в пространстве скоростей уравнение БГК сведется к системе уравнений, которая в интегральной форме имеет следующий вид [4]:

$$f_i(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \Delta t, t + \Delta t) - f_i(\mathbf{r}, t) = -(1/\lambda) \int_0^{\Delta t} \left( f_i(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \zeta, t + \zeta) - f_i^{(eq)}(\mathbf{f}(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \zeta, t + \zeta)) \right) d\zeta, \quad (1)$$

где  $\mathbf{r} = (x, y)$  – вектор пространственных переменных,  $t$  – время,  $\mathbf{v}_i, i = 1, \dots, n$  – векторы возможных скоростей частиц,  $f_i$  – функции распределения частиц со скоростями  $\mathbf{v}_i$ ,  $\lambda$  – параметр релаксации,  $\Delta t$  – параметр, определяющий время свободного пробега частиц,  $f_i^{(eq)}$  – функции, аппроксимирующие равновесные функции распределения Максвелла,  $\mathbf{f} = (f_1, \dots, f_n)$ .

Решеточные кинетические уравнения можно получить из системы (1), применяя к вычислению интегралов различные квадратурные формулы и рассматривая получившийся результат на сетках, построенных на временном промежутке и в пространственной области, в которой происходит течение. Например, если аппроксимировать интегралы с помощью квадратурной

формулы левых прямоугольников и рассмотреть результат на равномерной по времени и пространственным координатам сетке, то получится следующая система решеточных уравнений:

$$f_i(\mathbf{r}_{kl} + \mathbf{v}_i \Delta t, t_j + \Delta t) = f_i(\mathbf{r}_{kl}, t_j) - (1/\tau) \left( f_i(\mathbf{r}_{kl}, t_j) - f_i^{(eq)}(\mathbf{f}(\mathbf{r}_{kl}, t_j)) \right), \quad (2)$$

где  $\mathbf{r}_{kl} = (x_k, y_l)$  – узел пространственной сетки,  $t_j$  – узел сетки, разбивающей временной промежуток,  $\tau = \lambda / \Delta t$ . Во многих работах (например, см. [1, 3]) система (2) использовалась при расчетах течений вязкой несжимаемой жидкости.

Произведем модификацию системы (1) – к правой части прибавим и вычтем величину

$$(\sigma / \lambda) \int_0^{\Delta t} \left( f_i(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \zeta, t + \zeta) - f_i^{(eq)}(\mathbf{f}(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \zeta, t + \zeta)) \right) d\zeta,$$

где  $\sigma \in [0, 1]$  – числовой параметр. В результате получим:

$$\begin{aligned} f_i(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \Delta t, t + \Delta t) - f_i(\mathbf{r}, t) = & -((1 - \sigma) / \lambda) \int_0^{\Delta t} \left( f_i(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \zeta, t + \zeta) - f_i^{(eq)}(\mathbf{f}(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \zeta, t + \zeta)) \right) d\zeta - \\ & - (\sigma / \lambda) \int_0^{\Delta t} \left( f_i(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \zeta, t + \zeta) - f_i^{(eq)}(\mathbf{f}(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \zeta, t + \zeta)) \right) d\zeta. \end{aligned} \quad (3)$$

Применяя к интегральным слагаемым, стоящим в правой части (3), разные квадратурные формулы, можно получать системы решеточных уравнений, зависящие от параметра  $\sigma$ . Наличие указанной зависимости позволяет влиять на такое свойство, как устойчивость. Приведем пример системы решеточных уравнений, построенной таким методом, приводящей к неявной разностной схеме.

Аппроксимируя первое интегральное слагаемое в правой части (3) с помощью квадратурной формулы правых прямоугольников, а второе – с помощью формулы трапеций и полагая  $\sigma = 1$ , получим систему следующего вида:

$$\begin{aligned} f_i(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \Delta t, t + \Delta t) - f_i(\mathbf{r}, t) = & -(1/2\tau) \left( f_i(\mathbf{r}, t) - f_i^{(eq)}(\mathbf{f}(\mathbf{r}, t)) \right) - \\ & -(1/2\tau) \left( f_i(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \Delta t, t + \Delta t) - f_i^{(eq)}(\mathbf{f}(\mathbf{r} + \mathbf{v}_i \Delta t, t + \Delta t)) \right). \end{aligned} \quad (4)$$

Рассматривая (4) на временной и пространственной сетках, получим неявную разностную схему, аппроксимирующую со вторым порядком. Связь между коэффициентом кинематической вязкости  $\nu$  и параметром  $\tau$  задается соотношением  $\nu = \tau \Delta t / 3$ .

Выпишем систему (4) в случае отсутствия зависимости от пространственных переменных и при дискретном времени:

$$f_i(t + \Delta t) - f_i(t) = -(1/2\tau) \left( f_i(t) - f_i^{(eq)} \right) - (1/2\tau) \left( f_i(t + \Delta t) - f_i^{(eq)} \right). \quad (5)$$

Равновесные функции распределения в этом случае являются постоянными и их совокупность представляет собой невозмущенное решение системы (5). Исследуем его устойчивость по Ляпунову. Вводя отклонения возмущенных решений (5) от невозмущенных:  $\delta f_i(t) = f_i(t) - f_i^{(eq)}$ , получим, что они удовлетворяют системе следующего вида:

$$\delta f_i(t + \Delta t) = -\frac{1}{1 + 2\tau} \delta f_i(t),$$

нулевое решение которой будет асимптотически устойчиво по Ляпунову при  $\tau > 0$  – следовательно, решение (5) тоже будет асимптотически устойчиво. Необходимо отметить, что для схемы (2) условие устойчивости имеем вид [1]:

$$\tau > 1/2.$$

Полученное ранее условие устойчивости для схемы, основанной на (4), дает возможность производить расчеты при любых положительных  $\tau$  – т. е. область устойчивости для схемы, основанной на (4) шире, чем для схемы (2), что позволяет производить моделирование намного большего числа возможных режимов течения. Это, в свою очередь, говорит о том, что схему, основанную на (4), можно включить в известные пакеты прикладных программ для моделирования течений жидкости и газа на ЭВМ.

### Список литературы

1. *Wolf-Gladrow D.A. Lattice gas cellular automata and lattice Boltzmann models – an introduction / D.A. Wolf-Gladrow. – Berlin: Springer-Verlag, 2005. – 311 p.*

2. *Obrecht C. A new approach to the lattice Boltzmann method for graphics processing units / C. Obrecht, F. Kuznik, B. Tourancheau, J.-J. Roux / Computers and Mathematics with Applications. 2011. Vol. 61.*

3. *Грачев Н. Е. Моделирование динамики газа при помощи решеточного метода Больцмана / Н.Е. Грачев, А.В. Дмитриев, Д.С. Сенин / Вычислительные методы и программирование. - 2011. - Т. 12.*

4. *He X. A priori derivation of lattice Boltzmann equation / X. He, L.-S. Luo / Physical Review E. 1997. - Vol. 55. - № 6.*

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

М.А. Ушаков, Д.А. Новиков  
ООО «НИИгазэкономика»,  
г. Москва

Современное развитие информатики и электронно-вычислительной техники позволяет существенно повысить эффективность решения традиционных отраслевых задач. Процессы стратегического планирования в газовой и иных отраслях топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России основываются на комплексных прогнозных исследованиях перспектив его развития. При прогнозировании развития ТЭК необходим учет внутренней сложности связей между его элементами, временной и территориальной неравномерности производства и потребления топливно-энергетических ресурсов, постепенного изменения географии, мощностей добычи и



переработки углеводородов, зависимости цен на внутреннем рынке от мировых цен на энергоносители и прочее.

Одним из эффективных способов прогнозирования развития ТЭК на среднесрочную и долгосрочную перспективу является применение подходов имитационного моделирования. Топливо-энергетический комплекс как объект моделирования представляет собой сложную, многоуровневую систему объектов и процессов, характеризующихся мультипликативными эффектами, территориальной неоднородностью, временной неравномерностью и взаимообусловленной динамикой развития. Моделирование ТЭК осложняется также необходимостью учета рыночных взаимоотношений: вертикальной интеграции хозяйствующих субъектов, наличия естественных монополий, государственного регулирования тарифов.

Кроме того, на ТЭК, как и на смежные социально-экономические системы, оказывает существенное влияние комплекс внешних факторов, имеющих высокую степень неопределенности на временных интервалах стратегического планирования. Учет неопределенности требует специальной формализации при имитационном моделировании с помощью аппарата теории вероятности.

В настоящий момент на базе научно-исследовательского института экономики и организации управления в газовой отрасли ООО «НИИгазэкономика» успешно реализуется подход к прогнозированию развития ТЭК с использованием вероятностно-статистического и агентного имитационного моделирования.

Базовыми элементами модели ТЭК являются агенты – владельцы энергетических объектов и технологических систем, привязанных к географическим узлам и балансам факторов производства, а также транспортные связи между узлами. В качестве иллюстрации приведен пример узловой и транспортной структуры модели, отражающийся в интерфейсе разработанного оригинального программного комплекса (Рис. 1).

Агенты модели ТЭК являются прообразами хозяйствующих субъектов, которые на протяжении временного горизонта принимают отдельные операционные и инвестиционные решения о функционировании принадлежащих им объектов. В рамках агентного подхода в модели предусмотрена возможность ввода в эксплуатацию конкретных объектов на основании индивидуальной оценки агентом их возможного будущего вовлечения с учетом капитальных затрат на строительство и издержек на эксплуатацию.

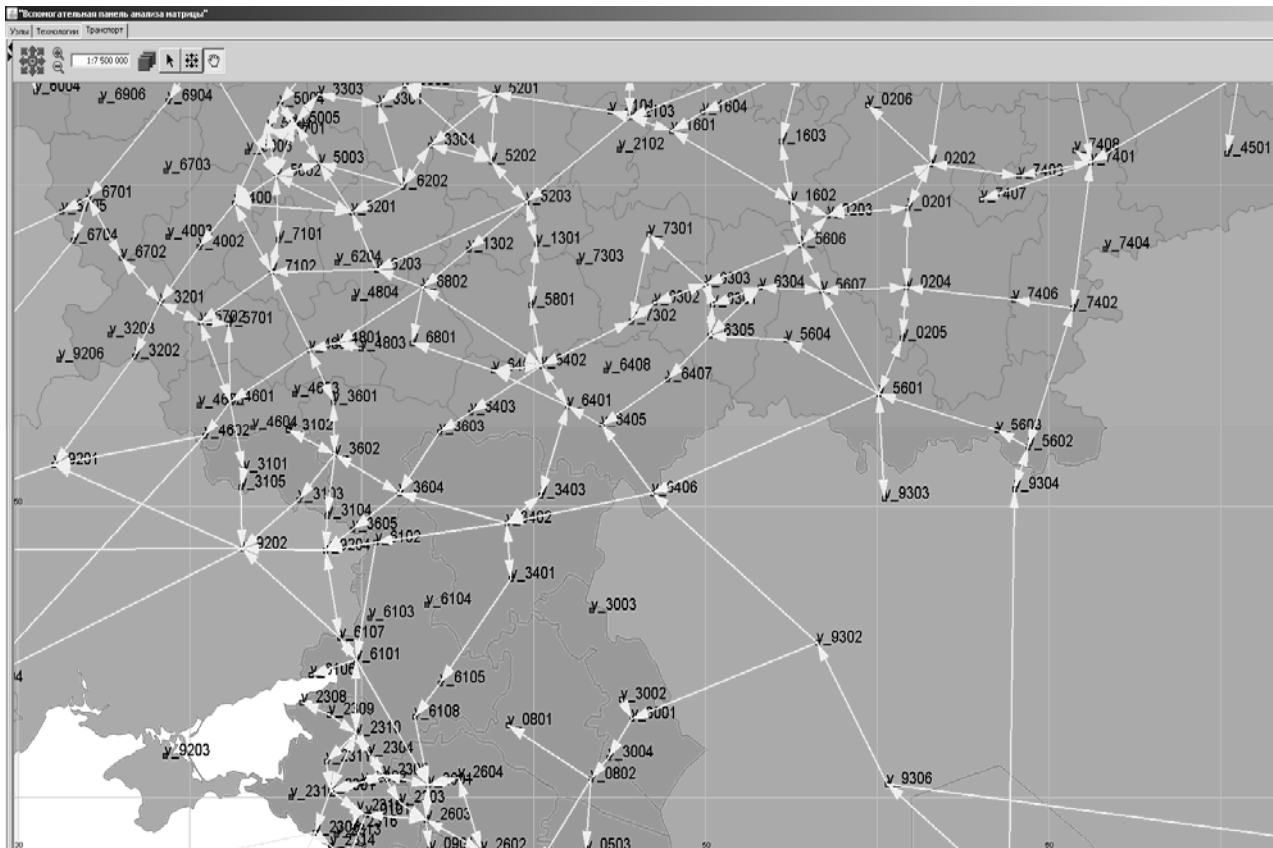


Рис. 1. Фрагмент схемы транспортной инфраструктуры и узлов модели ТЭК

Неопределенность конкретных факторов, входящих в макроэкономические сценарии развития ТЭК при вероятностном моделировании учитывается при помощи многократных имитационных прогонов расчетной модели по шагам принятого временного горизонта прогнозирования с вероятностным варьированием значений исходных параметров. Для выделенных факторов неопределенности экспертно описывается функция распределения их значений. В рамках вероятностно-статистического эксперимента перед началом каждого из текущей серии имитационных вычислений генерируются значения исходных параметров (темпов роста ВРП по отраслям и регионам, ресурсоемкость отдельных отраслей, цены на ресурсы на отдельных рынках, налоговые ставки в будущих периодах и прочее), что отражается на итоговых моделируемых значениях прогнозируемых величин (Рис. 2).

В качестве результата моделирования исследователь получает набор решений по отдельным прогонам, которые обрабатываются статистически. При наличии достаточного количества вычислительных экспериментов с помощью алгоритмов статистического анализа рассчитывается доверительный интервал прогноза (Рис. 3).

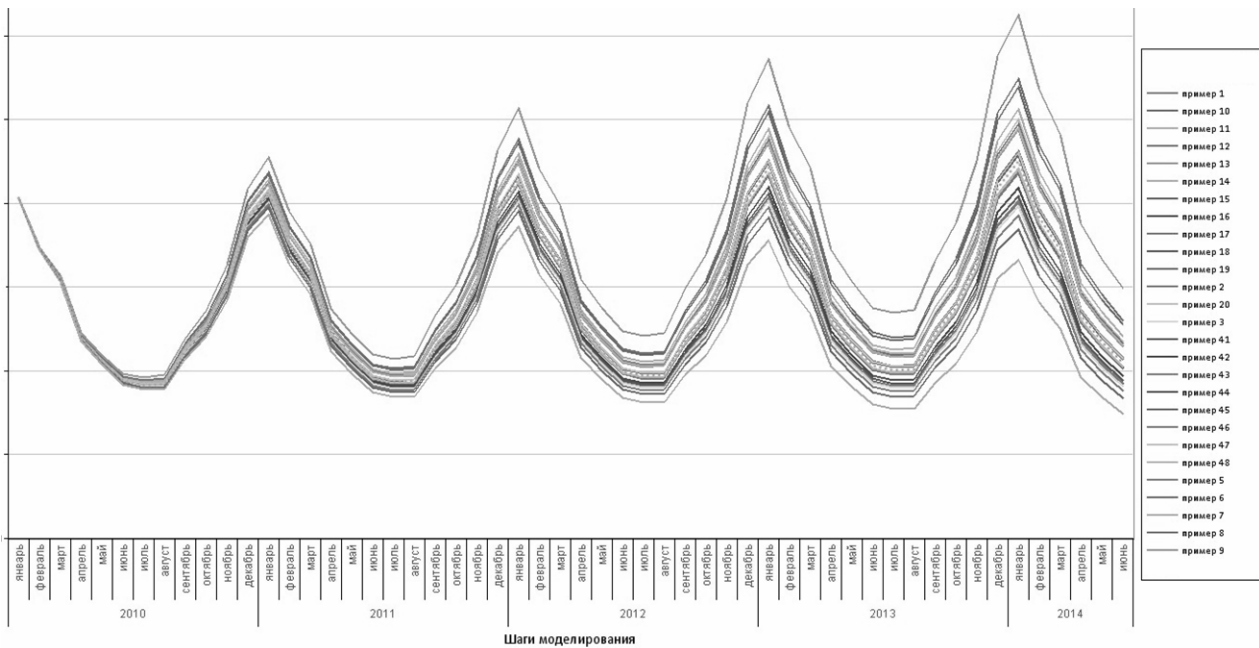


Рис. 2. Пример диаграммы, отражающей набор решений по результатам многопрогонного вероятностно-статистического моделирования

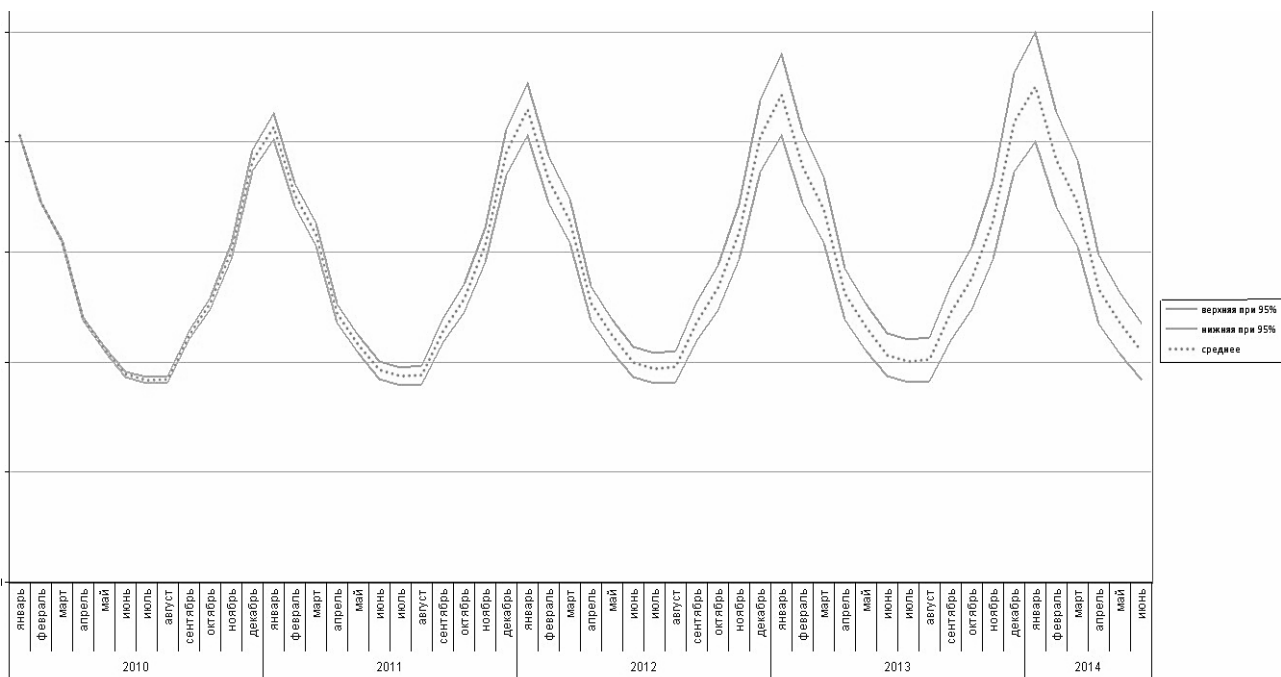


Рис. 3. Пример отражения границ доверительного интервала прогноза

Указанный выше подход и разработанный на его основе программный комплекс имитационного моделирования развития ТЭК позволяет проводить исследования чувствительности и эластичности различных факторов и показателей в моделируемой области, производит увязку прогнозов добычи, транспорта, переработки энергоресурсов в ТЭК. На данный момент модель адаптируется для исследования перспективной экспортной ниши российского газа на энергетических рынках Европы и стран АТР.

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А.С. Хрипунова  
ООО «НИИГазэкономика»,  
г. Москва

Истощение природных ресурсов, рост производительных сил, усложнение ситуаций рыночной деятельности, масштабное внедрение и использование новой техники и новых технологий на промышленных предприятиях страны, свидетельствуют о возрастающей роли управления деятельностью научно-исследовательских организаций для достижения конкретных целей.

Научно-техническая революция привела к росту темпов морального старения товаров и средств производства. По некоторым оценкам, темпы научно-технического прогресса возрастают вдвое каждые пять лет. Растут число методов исследований и объем знаний, накопленных в процессе исследований при разработке целей, маркетинге, менеджменте, прогнозировании, планировании, контроле и диагностике систем управления, усложняется деятельность предпринимателей и менеджеров, увеличивается степень автоматизации и формализации управленческого труда.

Произошедшие изменения делают весьма проблематичным применение традиционных, классических методов моделирования и приводят к необходимости использования формальных средств, базирующихся на теории нечетких множеств и нечеткой логики. Это связано с особенностями человеческого мышления, проявляющимися при решении ранее не встречавшихся, незнакомых задач. В этом случае наиболее подходящей моделью описания предметной области решаемой задачи является лингвистическая модель, базирующаяся на наборе лингвистических переменных, вида:

(a, A, X),

где a – название лингвистической переменной (например, высота буровой установки),

A – множество возможных значений лингвистической переменной (например, малая, средняя, большая),

X – множество количественных значений лингвистической переменной (например, 20, 30, 50 м).

В качестве модели выработки решения представляется возможным использовать логические процедуры в виде вывода нечетких правил, типа «modus ponens»:

$$\frac{K_a K(A \rightarrow B)}{K_a B}$$

где  $K_a$  – мера неопределенности описаний исходных сведений;

$K$  - мера неопределенности (степень уверенности) специалистов-экспертов в правильности вывода того, что из  $A$  следует  $B$  ( $A \rightarrow B$ );

$K_B$  – мера результирующей неопределенности, являющаяся следствием присутствия неопределенности в исходных сведениях ( $A$ ) и в выводе ( $A \rightarrow B$ ).

Представленные таким образом модель описания и вывода решений обеспечивает возможность формализации качественных знаний экспертов, которые они используют в ходе своей профессиональной деятельности. Кроме того, предложенный подход не исключает применения в рамках общей нечеткой модели в качестве отдельных модулей классической математической модели, базирующуюся на количественных сведениях и расчетных процедурах.

### Список литературы

1. Хрипунова А.С. Принципы управления деятельностью научно-исследовательских организаций / Афанасьев В.Я., Иванов П.Е., Хрипунова А.С. – Вестник университета, № 26, 2011.- 114с.

2. Аксенов В.В. Автоматизация управления в отраслевых НИИ и КБ / Аксенов В.В., Тырышкин В.С., Титов А.А. – Новосибирск: Наука, 1983. – 232с.

3. Алиев Р.А. Производственные системы с искусственным интеллектом / Алиев Р.А., Абдикеев Н.М., Шахназаров М.М. – М.: Радио и связь, 1990. - 262с.

4. Глущенко В.В. Исследование систем управления / Глущенко В.В. Глущенко И.И. – г. Железнодорожный, Моск. обл.: ООО НПЦ «Крылья», 2000. – 416с.

5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение приближенных решений / Заде Л.- М.: Мир, 1976. – 165с.

6. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика / Поспелов Д.А. - М.:Наука, 1986.- 288с.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РЕЛИЗАМИ

А.В. Юрченко  
 ЗАО «ЕС-лизинг»,  
 г. Тула

Автоматизация сборки программного обеспечения (ПО) и процесса управления релизами представляет собой опасную задачу, которая может привести разрушительным результатам. Многие профессионалы в области разработки ПО предпочитают выполнять каждый шаг сборки и выпуска релизов вручную. Они убеждены, что автоматизация таких сложных задач практически невозможна, и может привести к дефектным релизам. Практика показывает, что автоматизация каждого шага сборки и выпуска релизов зачастую не стоит потраченного времени. Это особенно становится очевидным в промышленных масштабах (или просто больших проектах) разработки ПО, когда в каждом крупном релизе могут происходить весьма значительные

изменения. Бывают моменты, когда автоматизация помогает сохранять время и улучшать качество. В данной работе описаны некоторые идеи по поводу того, что именно стоит автоматизировать в сборке ПО и процессе управления релизами.

Иногда разработчики отказываются автоматизировать свои задачи, потому что они боятся отдавать работы, которые сигнализируют об их успехе. Зачем автоматизировать, если можно потерять свою работу? Некоторые разработчики утверждают, что автоматизация их процедур слишком сложна и не стоит усилий.

Автоматизировать сборку ПО и процесс управления релизами следует, когда требуется нижеперечисленное:

- Когда необходимо избегать пропуска шагов, невыполнение которых может привести к дефектному релизу. Безошибочные сборки и процесс управления релизами улучшают качество работ и помогают избегать затратных ошибок. Автоматизация необходима для получения корректных релизов каждый раз.
- Когда необходимо создать надежный, безошибочный процесс, который может быть точно выполнен в любое время по желанию.
- Аудит, предназначение которого заключается в исчерпывающем журналировании и отслеживании каждого шага, чрезвычайно полезен, когда что-то идет не по плану, и необходимо выяснить что именно. Удобной является рассылка сообщений по электронной почте в случае автоматического обнаружения ошибки. Можно сортировать входящие письма по каталогам по определенным правилам, в зависимости от типа ошибки, что делает процесс отладки более простым.
- Большое количество происходящих событий и ошибок приводят к необходимости их автоматизированного управления.
- Подтверждение удачного статуса процесса гораздо лучше, чем гадать об этом. Получение уведомления, например, об удачном завершении процесса сборки, необходимо автоматизировать.
- Любой человек должен уметь создавать релиз. Например, если человеку, занимающемуся релизами необходимо взять выходной, или отпуск, то данный процесс не должен останавливаться из-за этого. Должны быть письменные инструкции и какая-то степень автоматизации, чтобы человек со стороны мог сделать это самостоятельно.

## Глоссарий

**Релиз (выпуск) (Software Release)** – поставка (выпуск) программного кода, документации, материалов для сопровождения.

**Сборка (Software Build)** – представляет собой процесс преобразования файлов с исходным программным кодом в отдельные программные артефакты,

которые могут быть выполнены на компьютере. Обычно представляет собой процесс т.н. компиляции, который преобразует файлы исходного кода в исполнимый код.

## **КОНТРОЛЬ ИЗМЕНЕНИЙ В КОНФИГУРАЦИОННОМ УПРАВЛЕНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

А.В. Юрченко  
ЗАО «ЕС-лизинг»,  
г. Тула

Касательно понятия контролируемых изменений обычно возникают следующие вопросы: «Почему что-то должно изменяться?», или «Что именно нужно контролировать?». В идеальном варианте, когда элемент конфигурации, или компонент уже проверен, то необходимости вносить изменения нет. Но в реальной ситуации изменения происходят динамически и обычно неизбежны. Меняются требования, меняются границы, в документах и спецификациях находятся ошибки, планы могут быть неверными, изменяется дизайн, клиенты меняют свое мнение (иногда кардинально). Рассмотрим следующие определяющие критерии, являющиеся решающими для внесения изменений.

- Сущность: происхождение изменений.
- Альтернативы: наличие альтернативных решений.
- Сложность: насколько сложно выполнить изменение.
- План: что требуется для выполнения.
- Стоимость: потенциальные затраты/экономия.
- Важность: критичность данного изменения.
- Приоритет: важность данного изменения.

Рассмотрим элементы, которые должны контролироваться во время изменений. Это могут быть, например, требования, тесты, пользовательская документация, документация проектирования, исходные и исполнимые файлы, объекты базы данных, модели, прототипы, библиотеки и репозитории, конфигурационная база данных, инструменты, скрипты, планы, оценки стратегий, запросы на изменения, отчеты о проблемах, запросы на миграцию, запросы на сборку, базовые линии, заметки релизов, и т.д. Список контролируемых элементов может быть огромен. Но во многих организациях эти элементы не рассматриваются всерьез, зачастую теряются из области рассмотрения, а еще хуже – намеренно удаляются.

Последствия изменений могут быть следующими:

- Изменения требований влияют на дизайн.
- Изменение дизайна влияет на программный код.
- Тестирование находит ошибки, что в свою очередь вызывает изменения программного кода, дизайна, или требований.

Как именно можно определить нужны изменения, или нет? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно ответить на ряд других вопросов и проанализировать ответы на них. Эти вопросы могут быть следующими:

- Что нужно изменять?
- Почему необходимо делать изменения?
- Кто хочет вносить изменения?
- Как будут происходить изменения?
- Кто санкционирует изменения?
- Кто будет выполнять изменения?
- Когда должны выполняться изменения?
- Каковы последствия? В случае если изменения выполнены, и если не выполнены.
- Какова стоимость изменений?
- Сколько времени займет выполнение изменений?
- Каково влияние изменений на дальнейшие планы и ресурсы?

После ответа на эти вопросы необходимо определить процесс регулирования изменений. Данный процесс регулирует и управляет релизы и изменения конфигурационных элементов и компонент на протяжении всего жизненного цикла разработки программного обеспечения. Он предоставляет несколько ключевых функциональных аспектов:

- Анализ влияния изменений;
- Санкционирование изменений;
- Отслеживание изменений вплоть до закрытия.

Изменения, прodelьваемые для конфигурационных элементов, находящихся в базовой линии, должны выполняться согласно определенному заранее процессу и документированным процедурам. Такие процедуры должны определять:

- Кто может инициировать запрос на изменение;
- У кого есть санкции утверждения/отклонения;
- Каким образом должна храниться история изменений;
- Анализ последствий;
- Процедуры извлечения и внесения версий;
- Процесс принятия решений по изменениям;
- Иницирующие процессы.

Наиболее эффективный механизм для контроля изменений это так называемый совет управления изменениями, или группа контроля за внесением изменений (ССВ – change control board). ССВ должна включать в свой состав тех членов команды, кто наиболее приближен к большинству вносимых изменений, обеспечивает создание базовых линий и управление элементами конфигурации, и отвечает за рассмотрение изменений, их координацию, одобрение, или отклонение, и выполнение изменений. ССВ так же должен контролировать факторы, влияющие на стоимость проекта и его график, категорировать и расставлять приоритеты улучшений (новых требований),



решать обнаруженные дефекты и проблемы, создавать и отвечать за выполнение работ по изменению. Так же ССВ отвечает за следующее:

- Каковы конкретные выгоды от изменения?
- Как именно изменения повлияют на стоимость проекта?
- Как именно изменения повлияют на график проекта?
- Как именно изменения отразятся на качестве продукта?
- Как именно изменения повлияют на распределение ресурсов в проекте? Добавится ли работы людям, которые уже заняты на критических участках проекта?
- Можно ли перенести изменения на более позднюю фазу проекта, или на поздние версии?
- Дестабилизирует ли изменение продукт?

Действия ССВ должны быть следующими:

- Упреждающими;
- Быстрореагирующими;
- Утверждать/отклонять все вносимые предложения по изменениям;
- Документировать все свои решения;
- Гарантировать выполнение утвержденных изменений.

Для успешного выполнения изменения вся команда проекта должна работать над ним. То есть, должно быть полное понимание и принятие всеми членами команды данного процесса, а сам процесс должен быть ясно и четко документирован для его полноценного использования. В процессе управления изменения необходимо думать над следующим:

- Что должно быть под контролем?
- Кто именно может принимать решения по принятию/отклонению изменений?
- Кого привлекать к выполнению изменений (ресурсы)?
- Что (процессы и/или инструменты) будут использоваться для выполнения изменения?
- Как будут отслеживаться изменения вплоть до завершения?
- Что должно быть измерено для демонстрации успеха проделанного?

Необходимо помнить, что бизнес культуры и области задач всегда различались, поэтому то, что хорошо работает для одной стороны, не гарантирует успех во всех областях. Прежде, чем процесс контроля изменений будет внедрен и принят в качестве правил, необходимо убедиться, что все крупные заинтересованные стороны принимают эти правила. Без принятия заинтересованными сторонами процесс обречен на провал.

## Глоссарий

**Базовая линия (Baseline)** – официально принятая версия элемента конфигурации, независимая от среды, формально обозначенная и зафиксированная в конкретный момент времени жизненного цикла элемента конфигурации

**Релиз (выпуск) (Software Release)** – поставка (выпуск) программного кода, документации, материалов для сопровождения.

**Сборка (Software Build)** – представляет собой процесс преобразования файлов с исходным программным кодом в отдельные программные артефакты, которые могут быть выполнены на компьютере. Обычно представляет собой процесс т.н. компиляции, который преобразует файлы исходного кода в исполнимый код.

**Совет управления изменениями (Change Control Board, CCB)** – группа участников проекта, ответственная за изучение, оценку, одобрение, отсрочку или отклонение внесения изменений в проект, причем все решения и рекомендации совета записываются.

## **СОЗДАНИЕ ПЛАНА КОНФИГУРАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ИТЕРАТИВНОЙ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

А.В. Юрченко  
ЗАО «ЕС-лизинг»,  
г. Тула

С момента установления конфигурационного управления (КУ) программного обеспечения (ПО) в качестве формальной инженерной дисциплины, план КУ ПО был признан важнейшим документом для организаций, занимающихся разработкой ПО. Инженеры, занимающиеся КУ ПО, рассматривают план КУ ПО как описание процесса КУ и перечисление процедур КУ, которые используются для работы над проектом, или программой. Написание плана КУ ПО часто рассматривается как первый шаг на пути установления процесса КУ применительно к разработке ПО.

Помимо того, что инженеры из области КУ ПО могут трудиться над созданием плана КУ ПО с нуля, они так же могут создать полный план, следуя существующим инструкциям, изложенным, например, в стандарте IEEE 828-1998 [1]. План КУ ПО, созданный согласно этому широко признанному стандарту, для проекта, или организации может детализировать следующее:

1. определение конфигурационных элементов и задание базовых линий ПО;
2. анализ, принятие и контроль изменений над конфигурационными элементами;
3. отслеживание изменений над конфигурационными элементами, и отчет по этим изменениям;
4. аудит и анализ конфигурационных элементов.

От должным образом подготовленного плана КУ ПО инженеры, занимающиеся КУ ПО, ожидают, что он структурирует процесс и установит детализированные процедуры, необходимые для управления изменениями в программной системе находящейся в разработке.

Действия по подготовке плана КУ ПО могут выглядеть как один из шагов в устаревшей в настоящее время водопадной модели разработки ПО. Эти действия не должны идти вразрез с современными итеративными и инкрементными подходами к разработке ПО. Современные подходы к разработке ПО, такие как гибкие методологии, признают, что невозможно планировать каждую деталь в процессе построения программной системы. Вместо планирования они придают особое значение реагированию на изменения, которые являются неизбежной частью жизненного цикла разработки ПО.

Поскольку итеративная разработка ПО концентрируется на реагировании на изменения, инженеры КУ ПО могут создать частный план КУ ПО, который бы помогал организации определять подходы для того, как нужно обращаться с изменениями, происходящими на протяжении жизненного цикла разработки ПО. В отличие от других проблем, возникающих в течение жизненного цикла разработки ПО, специфические вопросы КУ почти всегда предсказуемы в программных проектах. Будучи запланированными, или нет, работы, связанные с идентификацией и версионностью конфигурационных элементов, созданием базовых линий, управлением изменений в базовой линии, всегда имеют место на протяжении жизненного цикла разработки ПО. Практический план КУ ПО должен помогать решать перечисленные и многие другие задачи.

Инженеры КУ ПО должны понимать, что гораздо важнее, чем написание самого плана, являются ответы на вопросы, которые необходимы для написания плана. Постановка таких вопросов перед командой разработчиков инженером по КУ ПО заставит команду подумать о том, как они будут выполнять и управлять изменениями, происходящими в программной системе. В идеале инженер по КУ ПО должен поставить данные вопросы на начальном этапе разработки программного проекта. Подобно тому, как бизнес аналитик интервьюирует экспертов в предметной области, инженер по КУ ПО должен расспрашивать ключевых членов команды разработчиков, чтобы быть в курсе существующих подходов к разработке ПО внутри команды. Даже если команда разработчиков только что сформирована, то ее члены приносят с собой знания и опыт успешных подходов разработки ПО из других проектов, в которых участвовали ранее.

Инженер, перед которым стоит задача подготовки плана КУ ПО, должен начать с идентификации ключевых участников команды разработки, таких, как менеджер проекта, архитектор, ведущий аналитик, ведущий разработчик, и ведущий тестировщик. Затем, инженер по КУ ПО должен провести интервью с каждым ключевым членом команды в отдельности (не в группе). Целью каждого интервью является получения мнения участника команды о процессе разработки ПО в проекте. В начале каждого интервью инженер по КУ ПО должен попросить членов команды описать существующий подход в команде, с помощью которого получают требования к программной системе, затем эти требования транслируются в работающий программный код, который, в свою очередь, либо разворачивается на промышленной среде, либо подготавливается к коммерческому распространению. Можно использовать ответ участника

команды и перевести его в беседу, в ходе которой можно акцентировать внимание на области знаний члена команды касательно жизненного цикла разработки ПО. Во время беседы инженер по КУ ПО должен продолжить исследование в зависимости от роли, которую играет член команды в проекте. Например, инженер по КУ ПО может попросить менеджера проекта описать, когда именно базовые линии должны создаваться, и когда должна происходить их доставка. Подобным же образом, можно спросить у ведущего тестировщика о том, каким образом создается отчет об ошибках, или спросить ведущего разработчика о том, как предложенные изменения анализируются и принимаются. Интервью с ключевыми членами команды разработки так же должны включать вопросы о работах, описанных в плане КУ ПО, например, каким образом конфигурационные элементы идентифицируются, именуется и ставятся под версионный контроль.

Информация, собранная во время интервью, должна показывать области действия процессов разработки ПО и КУ ПО внутри команды. Независимо от того, использует ли команда проекта формальные процессы, или гибкую методологию, результаты интервью покажут степень, с которой члены команды проекта думают и решают проблемы КУ, которые в любом случае возникают на протяжении жизненного цикла разработки ПО. Например, интервью могут показать степень, с которой команда проекта применяет стратегии ветвления для поддержки параллельной разработки ПО. Дополнительно, интервью может пролить свет на бесполезность процесса управления изменения, используемого внутри команды проекта.

Используя информацию, собранную в ходе интервью, инженер по КУ ПО должен набросать черновой вариант плана КУ ПО, с помощью существующего шаблона, или стандарта. После написания чернового варианта плана, инженер по КУ ПО может внести в него детали, которые не были выяснены у членов команды во время их интервьюирования. В дополнение, инженеру КУ ПО может понадобиться разрешить противоречия в подходах к работе, выраженных во взглядах разных членов команды.

После завершения чернового варианта плана, инженер по КУ ПО должен предоставить этот план руководству команды разработчиков. Во время общения с руководством необходимо описать назначение и содержание каждого раздела плана. Инженер по КУ ПО должен разъяснить как именно появилось содержимое плана, показав связь содержимого плана с результатами интервью. Необходимо использовать встречу с руководством для решения вопросов, возникающих у участников встречи.

После рассмотрения и одобрения план КУ ПО может использоваться в качестве плана действий для работ по КУ внутри команды разработчиков. Он должен быть представлен всем членам команды разработчиков, и должен находиться в месте, из которого он будет доступен в электронном виде в любое время всем членам команды разработчиков.

## Глоссарий

**Базовая линия (Baseline)** – официально принятая версия элемента конфигурации, независимая от среды, формально обозначенная и зафиксированная в конкретный момент времени жизненного цикла элемента конфигурации

**Ветвление (Branching)** – в дисциплине *конфигурационного управления* программного обеспечения представляет собой контролируемое дублирование объектов (таких, как файл исходного кода, или дерево каталогов) таким образом, чтобы модификации могли происходить параллельно в обеих ветвях.

**Гибкое управление (Agile management), или гибкая разработка (Agile software development)** – методология разработки ПО, направленная на минимизацию рисков, путём сведения разработки к серии коротких циклов, называемых итерациями. Каждая итерация включает все задачи, необходимые для выдачи мини-прироста по функциональности: планирование, анализ требований, проектирование, кодирование, тестирование и документирование. Хотя отдельная итерация, как правило, недостаточна для выпуска новой версии продукта, подразумевается, что *гибкий* программный проект готов к выпуску в конце каждой итерации. По окончании каждой итерации, команда выполняет переоценку приоритетов разработки, сбор новых требований.

**Конфигурационное управление программного обеспечения (Software configuration management)** – дисциплина отслеживания и управления изменениями в программном обеспечении.

### Список литературы

1. <http://standards.ieee.org/findstds/standard/828-1998.html>

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### АЭРОАКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

В.Ю. Виноградов, А.Ю. Виноградов, А.А. Сайфуллин,  
Н.В. Виноградова, А.А. Курашкин, Р.М. Хазиев  
КНИТУ-КАИ,  
г. Казань

Разработанная система относится к области измерительной технике, к способам диагностирования двигателей по изменению аэроакустических характеристик потока, протекающего через проточную часть авиационного ГТД. Существует способ аэроакустической диагностики авиационного газотурбинного двигателя, основанный на сравнении уровней звукового давления аэродинамического шума на срезе сопла бездефектного двигателя и

двигателя с характерными дефектами. Недостатком данного способа является малая точность и достоверность диагностирования из-за влияния фоновых шумов самой реактивной струи и шумов элементов работающего двигателя (например вращение рабочих лопаток компрессора и турбины, горение в камере сгорания). Шум смешения потоков двух контуров в камере смешения (для такого типа двигателей). Технический результат получаемый при использовании данной системы заключается в повышении точности и достоверности диагностирования за счет локализации объемов измерения и избирательности точек измерения. Также результат достигается за счет эффекта сканирования площади сопла (перемещением 2х микрофонов по секторам для более точного диагностирования в двух противоположных направлениях с измерением уровней звукового давления производят в отдельных точках, не менее пяти в каждой точке, выхлопного потока. 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. Следует подчеркнуть, что разработка эффективных методов и средств диагностирования позволит отказаться от запланированных переборок и через диагностическое обследование перейти к системе эксплуатации по техническому состоянию.

## **ТЕХНОЛОГИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПИРОФИЛЛИТОВОГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЛЬ-ЮРТ-ТАУ**

А.Р. Мурзакова, У.Ш. Шаяхметов, Р.У. Шаяхметов  
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,  
г. Уфа

В настоящее время Республика Башкортостан не располагает собственной сырьевой базой для производства изделий из керамики и огнеупоров, в то время как предприятия строительного комплекса, машиностроения и нефтехимической промышленности в них остро нуждаются. Поэтому одним из направлений использования пиррофиллитового сырья может стать его применение в качестве основного компонента композитов огнеупорного назначения для изготовления элементов футеровки термических печей обжига керамического кирпича, кислотоупоров и т.д.

Применение минерала пиррофиллита в производстве керамики и огнеупоров определяется рядом ценных технологических характеристик: хорошая механическая обрабатываемость, высокая химическая стойкость, низкое содержание оксидов щелочных металлов и красящих оксидов и др.

Изучение свойств пиррофиллитовых пород месторождения Куль-Юрт-Тау позволит заменить дорогостоящие виды традиционного сырья в составах керамических и огнеупорных материалов на пиррофиллитовое или использовать его в качестве самостоятельного компонента для производства керамики и огнеупоров, а также другой продукции.

Известно, что при нагревании происходят следующие превращения пиррофиллита: конституционная вода удаляется полностью в интервале 700-900 °С; продуктом полной дегидратации является метапиррофиллит  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ . При 1150 °С метапиррофиллит разлагается с образованием муллита и кристобалита [1-3].

В работе изучены возможности получения композитов огнеупорного назначения из дешевого местного пиррофиллитового сырья месторождения Куль-Юрт-Тау. Общая схема технологии получения изделий заключалась в следующем: обработка и измельчение пиррофиллитового сырья, подготовка и дозировка сырьевых материалов, приготовление формовочной массы, формование изделия, сушка и термическая обработка, сортировка и складирование готовой продукции.

Для проведения работы были отобраны порции проб из залежей кварц-пиррофиллитового состава без сыпучей составляющей из разных участков, распределенных по высоте и площади, с учетом наличия кусков необходимого размера и цвета. Затем производили дробление до размера частиц 0,5-3,0 мм. Тонкое измельчение дробленой породы до размеров 0,5-1,0 мм осуществляли мокрым способом в шаровой мельнице. Сушку проводилась по следующему режиму: подъем температуры до 105 °С – 2 часа, и выдержка при 105 °С - 4 ч; подъем температуры до 300-350 °С - 1 ч; выдержка при 300-350 °С - 5ч. Высушенная суспензия представляла собой монолитную массу, которая легко разрушается под внешним воздействием. Далее куски массы загружали в шаровую мельницу и подвергали сухому измельчению в течение 1 ч. до получения тонкомолотого порошка с удельной поверхностью 4000-5000 см<sup>2</sup>/г. Время измельчения всей высушенной массы составляла до 2 ч.

Зернистый наполнитель был получен после термообработки при температуре 1200 °С из предварительно дробленого пиррофиллитового сырья. Полученный зернистый наполнитель различного гранулометрического состава: крупные фракции – 1-5 мм, средние – 0,1-1 мм, мелкие – 0,05-0,01 мм использовали для производства материалов и изделий по технологии получения композиционной керамики на неорганической связке.

На основе результатов исследования физико-химических свойств полученных составов на основе пиррофиллитового сырья разработана огнеупорная масса, отличием которой является использование в качестве зернистого наполнителя кварц-пиррофиллитовых сланцев, обожженных при температуре 1200°С. Примером использования данной массы является изготовление элементов футеровки закалочных агрегатов «Aichelin», используемых на предприятии ОАО «Белебеевский завод Автономаль». Методом пластического формования, при помощи прессования и экструзии получены два вида электроизоляционных изделий: втулки и трубки различных

диаметров. Из огнеупорной массы с крупнозернистым наполнителем изготовлены крупногабаритные особо сложные изделия: горелочные блоки для закалочных печей «Irsen», используемых на предприятии ОАО «Белебеевский завод Автономаль».

Изделия имели четкие заданные формы и однородную структуру. Композиционная керамика на основе пирофиллитового сырья имеет следующие свойства: максимальное значение прочности при сжатии - 80 МПа, открытая пористость - не более 18,5 %, кажущаяся плотность – не более 2,2 г/см<sup>3</sup>, линейная усадка при 1100 °С – 0,1 %, термостойкость - не менее 10 водяных термоциклов.

Таким образом, результаты исследования процессов, происходящих при нагреве пирофиллитового сырья позволили разработать технологию керамических композиционных материалов на его основе. Промышленное освоение месторождения Куль-Юрт-Тау позволит получать керамическое сырье для создания производства огнеупоров и технической керамики.

### Список литературы

1. Шаяхметов У.Ш., Мустафин А.Г., Амиров Р.А. Пирофиллит и материалы на его основе. – М.: Наука, 2007. – 168 с.
2. Мурзакова А.Р., Якупова Л.В., Шаяхметов У.Ш. и др. Пирофиллитовое сырье месторождения Куль-Юрт-Тау – перспективы использования. // Вестник Башкирского университета. – Т.16. - №1. – 2011. – С. 33-35.
3. Бакунов В.С., Мурзакова А.Р., Шаяхметов Р.У. и др. Пирофиллитовое сырье месторождения Куль-Юрт-Тау как основа керамических композитов. // Стекло и керамика. - №12, 2011, стр. 23-27.

## ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ВЕРТИКАЛЬНЫМ ШНЕКОВЫМ КОНВЕЙЕРОМ

С.Н. Байбара

Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса,  
г. Шахты

Эффективность работы вертикального шнекового конвейера при перемещении сыпучих материалов зависит не только от частоты вращения шнека, но и от угла наклона спирали вдоль и поперек сердечника шнека, площади загрузочных окон в кожухе шнекового конвейера, угла наклона боковой стенки бункера в зоне загрузки вертикального шнекового конвейера.



Под критической понимается такая частота вращения вертикального шнека, при которой транспортирование материала не происходит. Для расчета критической частоты вращения вертикального шнека, спираль которого установлена под углом к сердечнику предложена формула:

$$n_{кр} \geq \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g[(\sin \alpha + \cos \alpha \cdot f_u) - f_k(\sin \gamma + \cos \gamma \cdot f_u)\cos \alpha]}{R \cdot f_k(\cos \gamma + \sin \gamma \cdot f_u)\cos \alpha}} \quad (1)$$

Полученная аналитическая зависимость определяет критическую частоту вращения шнека, спираль которого установлена под углом вниз по отношению к сердечнику. Из физической сущности процесса перемещения частицы

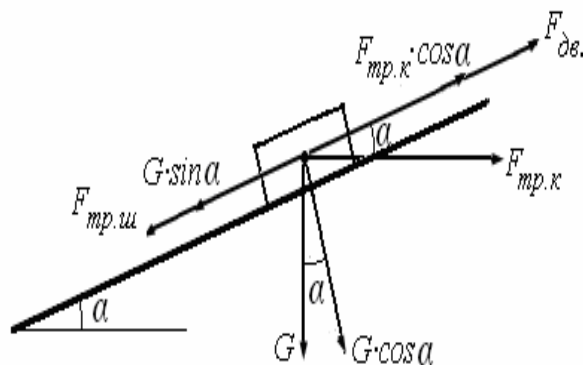


Рис. 1- Схема сил, действующих на частицу материала вдоль спирали

материала по спирали шнека следует, что с увеличением угла подъема спирали растут и силы сопротивления движению частицы.

Из схемы сил, действующих на частицу материала вдоль спирали (рис. 1), следует, что силой, которая способствует перемещению частицы материала вверх по спирали является сила трения частицы о кожух  $F_{mp.k}$ , а препятствуют перемещению частицы сила трения о шнек  $F_{mp.u}$  и составляющая силы веса частицы  $G \cdot \sin \alpha$ . Разность между первой силой и суммой двух вторых позволяет определить силу, движущую частицу материала по спирали вверх:

$$F_{ds} = m \cdot [\omega_u^2 \cdot R \cdot \cos \alpha \cdot f_k - g(\sin \alpha + \cos \alpha \cdot f_u)], \quad (2)$$

где  $\omega_u, R$  - угловая скорость и радиус шнека;  $\alpha$  - угол подъема спирали;  $f_k, f_u$  - коэффициенты трения материала о кожух и шнек.

Анализ изменений интенсивности движущей силы в зависимости от угла подъема спирали  $i_{F_{ds}} = f(\alpha)$  показал, что этот параметр является переменной величиной: наименьшая интенсивность имеет место в диапазоне  $\alpha = 5 - 10^\circ$ , а начиная с  $\alpha = 15^\circ$  интенсивность  $i_{F_{ds}}$  увеличивается практически пропорционально углу подъема спирали (рис. 2).

Исходя из этого анализа, можно заключить, что с целью обеспечения

максимальной производительности шнека, угол подъема спирали вдоль шнека должен быть не менее  $15^\circ$ .

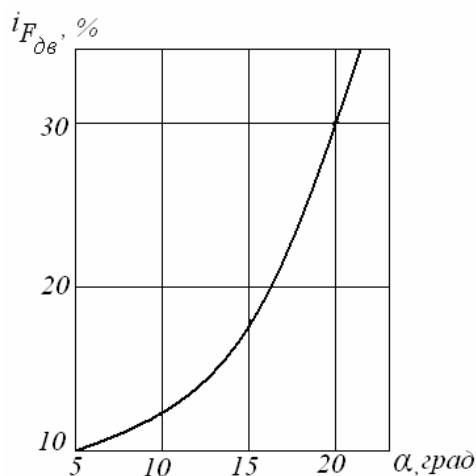


Рис. 2. Интенсивность изменения движущей силы в зависимости от угла подъема спирали

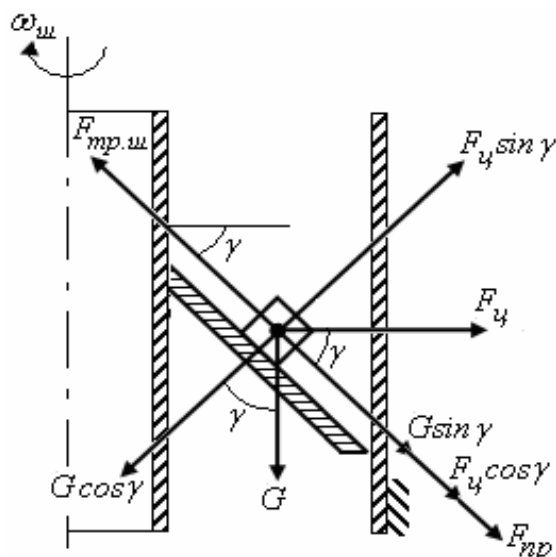


Рис. 3. Схема сил, действующих на частицу материала на наклонной спирали

При изучении влияния угла наклона спирали поперек шнека на усилие прижатия частицы материала к кожуху было установлено, что ее величина зависит от центробежной силы  $F_u$ , силы веса частицы материала  $G$  и силы трения частицы материала о шнек  $F_{mp.u}$ . (рис. 3).

На основе анализа схемы сил, действующих на частицу материала поперек спирали получена зависимость для расчета усилия прижатия частицы к шнеку:

$$F_{np} = m \cdot \left[ \omega_u^2 R (\cos \gamma + \sin \gamma \cdot f_u) + g (\sin \gamma - \cos \gamma \cdot f_u) \right], \quad (3)$$

где  $\gamma$  - угол наклона спирали по отношению к сердечнику шнека.

Выражение (2) позволяет аналитически определить зависимость угла  $\gamma$  от коэффициента трения материала о шнек.

Так как первое слагаемое в этой формуле практически не зависит от угла  $\gamma$  в принятом диапазоне  $5-20^\circ$ , прирост усилия прижатия частицы материала к кожуру будет равен нулю, если  $\sin\gamma = \cos\gamma \cdot f_u$ .

Отсюда 
$$\gamma = \text{arc tgy} \cdot f_u \quad (4)$$

Следовательно, рекомендуемый угол наклона спирали относительно сердечника шнека равен  $10-15^\circ$ .

В процессе исследования влияния площади загрузочных окон в кожухе шнекового конвейера на его производительность установлено, что объем поступающего из загрузочного бункера на шнек материала имеет линейную зависимость от площади поперечного сечения загрузочных окон в кожухе конвейера. Получена аналитическая зависимость для расчета этого объема материала:

$$V_{II} = 0,19S \cdot D \cdot n_{ш}, \quad (5)$$

где  $S$  - площадь поперечного сечения окон в кожухе шнекового конвейера;  $D$ ,  $n_{ш}$  - диаметр и частота вращения шнека.

Для эффективной загрузки вертикального шнекового конвейера транспортируемым материалом необходимо обоснованно выбрать угол наклона боковых стенок загрузочного бункера. Установлено, что на величину этого угла оказывает влияние не только сила трения материала о бункер  $F_{mp}$ , но и центробежная сила  $F_u$ , воздействующая на материал при вращении шнека (рис. 4, 5).

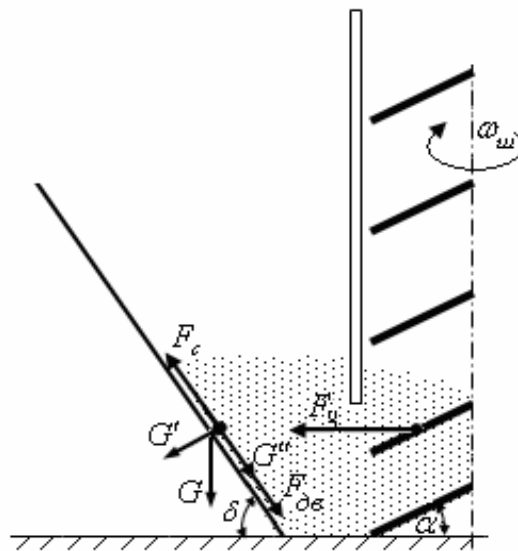


Рис. 4. Схема сил, действующих на частицу материала у стенки бункера без учета центробежной силы

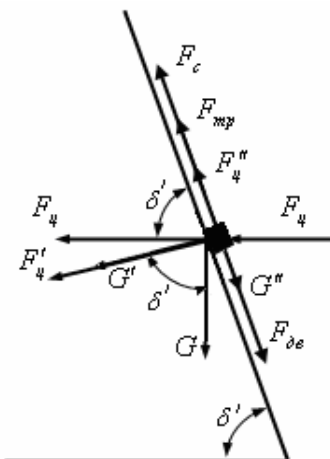


Рис. 5. Схема сил, действующих на частицу материала у стенки бункера с учетом центробежной силы

Получено выражение для определения угла наклона боковых стенок бункера:

$$\delta' > \arctg\left(\frac{\omega_u^2 R + g \cdot f_c}{g - \omega_u^2 R \cdot f_c}\right) \quad (6)$$

На основании результатов экспериментальных исследований установлено, что производительность шнека со спиралью, установленной под углом вниз по отношению к сердечнику, оказалась выше в 1,48-1,50 раза по сравнению со шнеком, спираль которого установлена горизонтально, в исследованном диапазоне частоты вращения, причем с увеличением частоты вращения интенсивность роста производительности у первого шнека значительно выше.

В целом, выполненные теоретические и экспериментальные исследования показали, что шнеки, спираль которых имеет угол наклона вниз по отношению к сердечнику в диапазоне 10-15°, развивают на 35-50% более высокую производительность по сравнению со шнеками, у которых спираль установлена горизонтально, наибольшую производительность обеспечивают шнеки с шагом навивки спирали в диапазоне 1,2-1,4 от его наружного диаметра при частоте вращения 150-200 мин<sup>-1</sup>; а кожух должен иметь загрузочные окна площадью не менее 40% от общей площади кожуха в зоне загрузки.

### Список литературы

1. Адигамов К.А. Определение критической частоты вращения вертикального шнека [Текст] / К. А. Адигамов, В.В. Ширяев, С.Н. Байбара; Изв. Вузов. Сев.-Кавк. Регион. Технические науки. Техника, технология и экономика сервиса. – 2004.
2. Байбара, С.Н. Влияние формы спирали на производительность вертикального шнекового конвейера [Текст] / С.Н. Байбара, К. А. Адигамов, А.Г. Сулимов; Изв. Вузов. Сев.-Кавк. Регион. Технические науки. Техника, технология и экономика сервиса. – 2006.

## ШНЕКОВЫЙ СМЕСИТЕЛЬ-ТРАНСПОРТЕР СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

С.С. Петренко

Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса,  
г. Шахты

Смеси сыпучих материалов используются в различных отраслях промышленности, при производстве строительных материалов, в сельском хозяйстве и т.д. Смеси получают с помощью различных смесителей, в том числе шнековых [1].

К настоящему времени известно достаточно большое количество смесителей различных конструкций, которые, как правило, производят только операцию смешивания материалов. В данной работе предлагается устройство, обеспечивающее как смешивание материалов, так и транспортирование смеси (рис. 1).

Шнековый смеситель-транспортер состоит из шнека 1 и охватывающего его кожуха 2. В нижней части кожуха имеется гильза 3, которая может совершать возвратно-поступательные перемещения вдоль основной части кожуха с помощью мотор-редуктора 4. На внутренней поверхности гильзы 3 прикреплены винтовые ребра 5, ориентированные перпендикулярно спирали шнека. В нижней части гильза 3 имеет загрузочные окна 6, через которые смесь поступает на шнек. Для центрирования шнека предусмотрена шаровая опора 7. Нижняя часть шнека, которая производит смешивание материалов, имеет многозаходную навивку спирали.

В начале работы (рис. 1,а) гильза 3 находится в верхнем положении, вращающийся шнек 1 производит смешивание материалов в загрузочном бункере. После выполнения этой операции гильза 3 с помощью мотор-редуктора 4 опускается в нижнее положение (рис. 1,б), полученная смесь через загрузочные окна 6 поступает на шнек 1 и транспортируется к технологической машине.

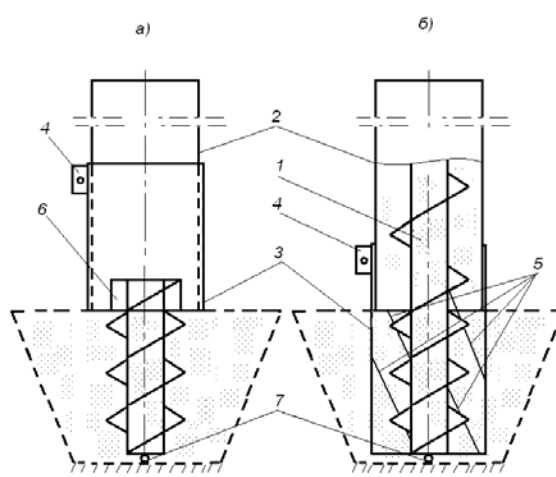


Рис. 1. Шнековый смеситель-транспортер

Ребра 5 на внутренней поверхности гильзы 3 предназначены для быстрого удаления смеси из зоны смешивания, они выполняют двойную роль: во-первых, препятствуют вращению материала вместе со шнеком, так как производят его торможение; во-вторых, за счет силовой реакции на материал способствуют его перемещению по спирали, что повышает производительность транспортирования смеси, причем, как установлено, максимальное движущее воздействие на материал ребра оказывают при их закреплении перпендикулярно спирали шнека /2/.

Результаты сравнительных экспериментов по транспортированию смеси гранулированного полиэтилена шнековым конвейером с гладким кожухом и шнековым смесителем-транспортером с оребренной гильзой показаны на рис. 2.

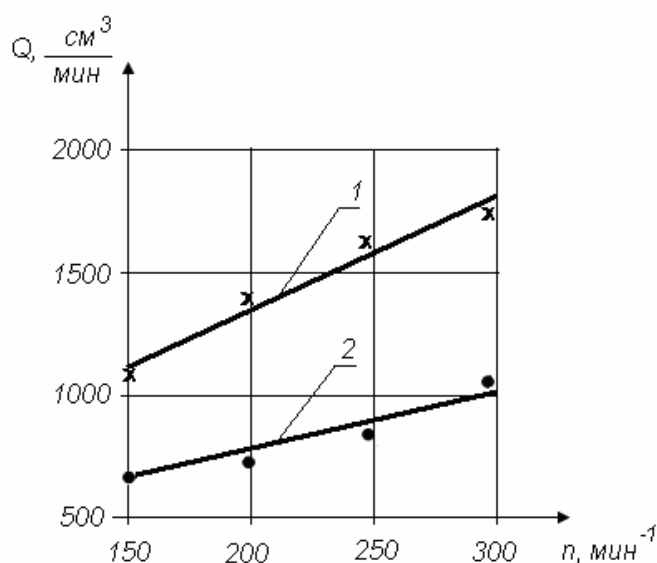


Рис. 2. Зависимости объемной производительности от частоты вращения шнека: 1-шнековый смеситель-транспортер; 2 – шнековый конвейер

Данные, приведенные на рис. 2, показывают, что объемная производительность шнекового смесителя-транспортера оказалась выше в 1,7-1,9 раза в исследованном диапазоне частоты вращения шнека. Кроме того, обращает внимание тот факт, что интенсивность роста производительности транспортирования смеси при увеличении частоты вращения шнека у предлагаемого устройства существенно больше, чем у шнекового конвейера.

### Список литературы

1. Макаров, Ю.И. *Аппараты для смешения сыпучих материалов* – М.: Машиностроение, 1973. -216 с.
2. Адигамов, К.А. *Вертикальный шнековый конвейер с оребренным кожухом* // К.А. Адигамов, Г.В. Черненко, А.В. Зеленичиков. *Изв. вузов Сев.-Кавк. регион. Техн. науки.* 2010. №3, с. 64-67

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИТРАТА И ФОСФАТА КАЛИЯ КОНВЕРСИОННЫМ МЕТОДОМ

В.И. Шатило, Д.М. Новик

Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск

Анализ рынка минеральных удобрений показывает, что в настоящее время большим спросом среди потребителей пользуется нитрат и фосфат калия. Это обусловлено тем, что данные удобрения являются концентрированными, комплексными удобрениями, не содержащими в своем составе хлора. Кроме того, удобрения являются полностью водорастворимыми, физиологически нейтральными. Все это предопределило широкое применение нитрата и фосфата калия при выращивании сельскохозяйственных культур в тепличных хозяйствах по современным агротехнологиям.

С этой целью авторами был выполнен анализ различных способов получения нитрата и фосфата калия на основе конверсионной технологии, что позволило определить оптимальный вариант осуществления технологического процесса для его последующей промышленной реализации.

В основе способа получения лежат реакции обменного взаимодействия между хлоридом калия и нитрат- или фосфатсодержащими техническими продуктами (жидкое азотное удобрение КАС, нитрат и фосфат аммония). Однако при организации промышленного производства на 1 тонну нитрата и фосфата калия образуется от 5 до 10 тонн маточных конверсионных растворов.

Авторами разработаны технологические процессы, при которых маточные конверсионные растворы после отделения целевых продуктов предусматривается использовать для получения: 1) жидких или суспендированных жидких комплексных удобрений донасыщения стандартными измельченными удобрениями до необходимого содержания питательных элементов, однако потребление этих удобрений носит сезонный характер, что затрудняет производство в осенне-зимний период; 2) твердых гранулированных НК или NPK удобрений путем смешения со стандартными измельченными удобрениями с последующей сушкой и грануляцией в аппаратах БГС или РКСТ, это позволит осуществлять круглогодичное производство.

Результаты агрохимических испытаний позволили сделать вывод, что получаемый по предлагаемой конверсионной технологии нитрат и фосфат калия по своей агрохимической эффективности находится на уровне импортируемых зарубежных аналогов и успешно может использоваться в системах капельного полива в тепличных хозяйствах.

Выполненный комплекс исследований может служить основой для практического внедрения конверсионной технологии получения бесхлорных водорастворимых комплексных удобрений для тепличного хозяйства – нитрата и фосфата калия.

## АДСОРБЦИЯ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ГРАНУЛАХ ХВАЛЫНСКОЙ ГЛИНЫ

А.А. Живаев, С.В. Васильченко

Филиал компании «Эм-Ай Дриллинг Флуидз Ю.К. Лимитед»,  
г. Волжский

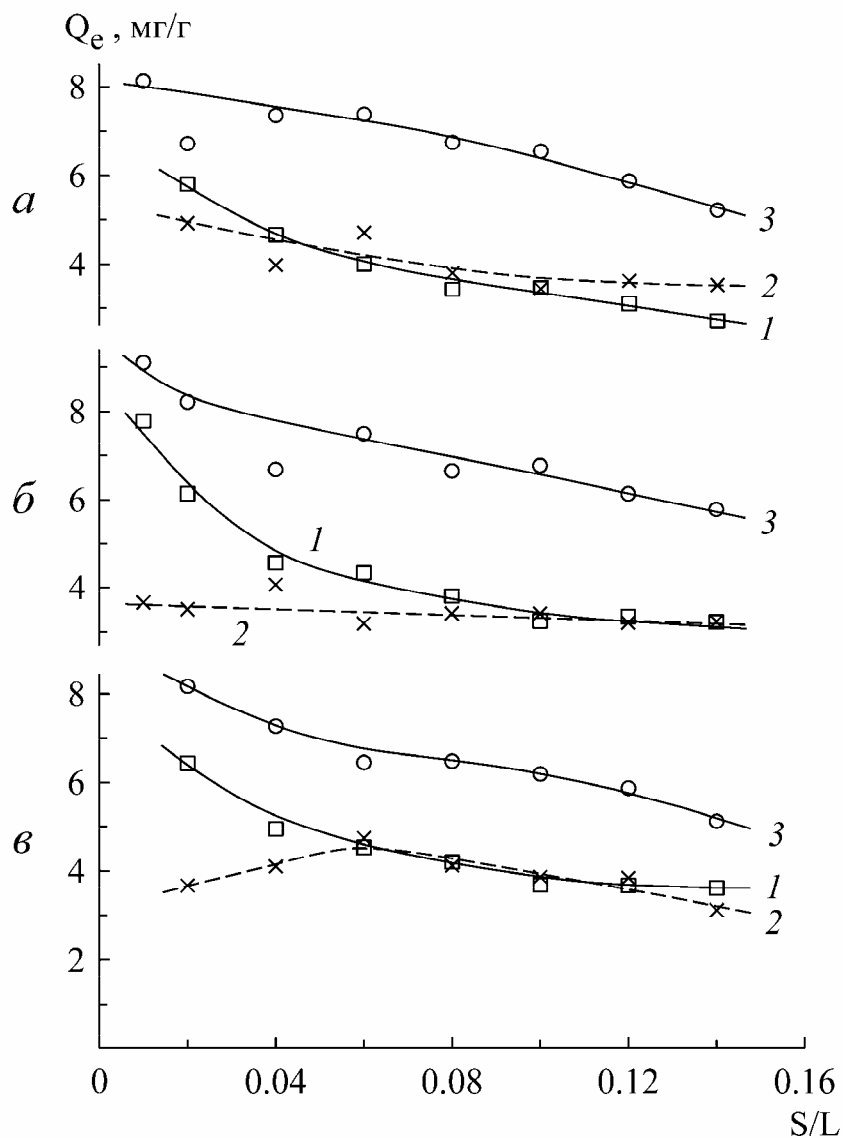
В составе буровых растворов на водной основе для инкапсуляции частиц глины используются высокомолекулярные сополимеры акриламида и акрилата натрия (РНРА). Процесс инкапсуляции обусловлен адсорбцией макромолекул на поверхности глинистых частиц. При этом ограничивается гидратация частиц глины и предотвращается диспергирование выбуренной породы в буровом растворе до коллоидного состояния и неконтролируемое изменение реологических параметров раствора [1]. Знание закономерностей адсорбции полимеров на глинах со сложным минералогическим составом важно для выбора наиболее эффективного компонентного состава буровых растворов и оптимизации их способности предотвращать диспергирование частиц выбуренной глинистой породы [2, 3].

Настоящая работа посвящена исследованию адсорбции РНРА с близкой средней молекулярной массой в системах, моделирующих недиспергирующий буровой раствор. Модельная система – это водный раствор индивидуального сополимера РНРА с заданным рН и распределенными в нем пористыми грубодисперсными гранулами хвалынской глины размером 1–2 мм при различном массовом соотношении глина/раствор. Гранулы глины имитируют поступление в буровой раствор грубодисперсной выбуренной породы. Хвалынская глина является карьерной и не содержит в своем составе каких-либо адсорбированных полимеров, поэтому является удобным модельным адсорбентом. Минералогический состав хвалынской глины, добываемой в Волгоградской области, близок к среднестатистическому составу глинистых пород, разбуриваемых на месторождениях нефти и газа Волго-Уральского региона и Западной Сибири.

Равновесную изотермическую адсорбцию сополимеров исследовали в динамических условиях, моделирующих взаимодействие выбуренной породы с циркулирующим в скважине буровым раствором, используя типовое оборудование марки OFI Testing Equipment, Inc., USA. Для этого приготавливали растворы сополимеров в дистиллированной воде, вводили в растворы гранулы глины и затем перемешивали их в ячейках старения при температуре 65<sup>0</sup>С в течение 16 ч согласно методике, описанной в стандарте Американского нефтяного института [4]. Для выявления влияния заряда макромолекул на адсорбционные характеристики выбраны три отличающиеся степенью ионогенности (%) сополимера: РНРА-1 (34%), РНРА-2 (23%), РНРА-3 (7 %). Адсорбцию изучали при начальной концентрации сополимеров в водных растворах 2 г/л и начальных величинах рН: 6,0, 7,5 и 9,0. Концентрация 2 г/л превышает критическую концентрацию перекрывания клубков для исследованных образцов РНРА, поэтому растворы полимеров являлись



концентрированными. Ввод гранул глины варьировали в интервале 0–130 г на 1 литр раствора РНРА. По окончании каждого адсорбционного эксперимента гранулы глины отделяли от растворов, а затем определяли в растворах остаточную концентрацию РНРА с использованием метода отгонки аммиака (Комплект ОФИТЕ, № 145-91). По первичным зависимостям остаточной концентрации сополимеров от количества адсорбента были рассчитаны изотермы в виде зависимостей равновесной адсорбции РНРА ( $Q_e$ ) от безразмерного параметра  $S/L$ , равного отношению исходной массы адсорбента к начальной массе жидкой фазы (рисунок).



Изотермы адсорбции РНРА-1 (1), РНРА-2 (2) и РНРА-3 (3) при начальном рН 6.0 (*a*), 7.5 (*б*) и 9.0 (*в*)

Установлено, что изменение рН водных растворов РНРА при взаимодействии с гранулами хвалынской глины мало, а в результате гидратации гранул их равновесная влажность составляет 50–60 %мас.

Полученные изотермы демонстрируют существенное влияние ионогенности сополимеров и величины  $S/L$  на интенсивность адсорбции при

относительно слабом влиянии на вид изотерм начального значения рН. При увеличении содержания адсорбента равновесная адсорбция сополимеров снижается, причем с ростом S/L темп ее снижения замедляется. Сополимер РНРА-3 с низкой ионогенностью адсорбируется существенно интенсивнее РНРА-1 и РНРА-2, для которых величины адсорбции различаются мало.

Для мелкодисперсных минеральных адсорбентов снижение величин адсорбции полимеров из водных растворов при увеличении содержания адсорбента можно объяснить тем, что при увеличении в дисперсной системе количества твердых частиц становится вероятной мостичная флокуляция, сопровождающаяся увеличением степени агрегации твердых частиц и сокращением свободной поверхности, доступной для адсорбции макромолекул [5]. Однако процесс мостичной флокуляции не может реализоваться в случае пористых частиц макроскопического размера, коими являются использованные нами гранулы хвалынской глины. В нашей дисперсной системе подобный механизм не может объяснить влияние величины S/L на процесс адсорбции.

По нашему мнению обнаруженные закономерности адсорбции РНРА можно объяснить с точки зрения агрегативного механизма адсорбции полимеров [6]. В концентрированном растворе полимера всегда присутствует некоторое ограниченное количество агрегатов макромолекул, обладающих более высоким сродством к поверхности адсорбента по сравнению с одиночными макромолекулами. Наряду с последними агрегаты переходят на поверхность адсорбента как самостоятельные кинетические или структурные единицы. Причем адсорбируются прежде всего агрегаты, образуя более протяженные от поверхности в раствор адсорбционные слои, чем индивидуальные макромолекулы. С увеличением содержания адсорбента число агрегатов, адсорбирующихся прежде всего, снижается, при этом скорость адсорбции индивидуальных макромолекул за счет кинетических факторов может превысить скорость установления нового равновесия для процесса образования агрегатов. Доля адсорбированных индивидуальных макромолекул возрастает, адсорбционные слои становятся тоньше и величина адсорбции уменьшается.

Изотермы адсорбции из координат  $Q_e - S/L$  были преобразованы в зависимости равновесной адсорбции от равновесной концентрации РНРА и описаны уравнением Фрейндлиха:

$$Q_e = K \cdot C^{1/n}$$

При этом определены параметры  $n$  и  $K$  в зависимости от начального рН системы и содержания ионогенных групп сополимеров. Из совместного анализа уравнений Фрейндлиха и Симхи-Фриша-Эйриха следует, что параметр  $n$  пропорционален среднему числу сегментов, которыми каждая макромолекула связана с поверхностью адсорбента, и тем самым определяет топологию адсорбционных слоев.

Нами установлено, что при снижении ионогенности РНРА наблюдается рост параметров  $n$  и  $K$  при каждом начальном рН. В случае сополимера РНРА-3 количество контактов макромолекул с поверхностью гранул хвалынской глины

и число адсорбционных «петель» увеличивается, а протяженность «петель» сокращается, следовательно, плотность адсорбционных слоев должна быть наибольшей. Заметный рост величин адсорбции при переходе к РНРА-3 может быть объяснен уменьшением сил электростатического отталкивания макромолекул РНРА-3 от отрицательно заряженных базальных поверхностей глинистых частиц в составе гранул. Вероятно, различие в адсорбции сополимеров РНРА-1 и РНРА-2 не столь значительно из-за того, что при их степенях ионогенности величины адсорбции определяются преимущественно гидродинамическими размерами клубков, которые для РНРА-1 и РНРА-2 различаются мало.

По нашему мнению низкая степень ионогенности РНРА (менее 10%) способствует увеличению диффузионного сопротивления адсорбционных слоев полимеров проникновению молекул воды внутрь гранул хвалынской глины из-за интенсификации процесса адсорбции и возрастания плотности упаковки макромолекул в адсорбционных слоях. Данный эффект должен обуславливать возрастание способности сополимеров РНРА с пониженной степенью ионогенности инкапсулировать в процессе бурения частицы выбуренной породы смешанного минералогического состава, что в корне противоречит практике применения РНРА 30%-ной степени гидролиза в составе недиспергирующих буровых растворов. Обнаруженный эффект интенсификации процесса адсорбции РНРА на гранулах глины при снижении содержания анионоактивных звеньев использован авторами для оптимизации инкапсулирующих свойств недиспергирующих буровых растворов. При этом разработана новая система бурового раствора, успешно внедренная на месторождениях Западной Сибири.

### Список литературы

1. Gray G.R., Darley H.C.H. *Composition and Properties of Oil Well Drilling Fluids / 4th Edition.* – Houston: Gulf Publishing Co., USA, 1980. – 683 p.
2. Sheu J.J., Perricone A.C. *Design and Synthesis of Shale Stabilizing Polymers for Water-Based Drilling Fluids // SPE 18033. Presented at the 63rd Annual Technical Conference and Exhibition of the Society of Petroleum Engineers.* – Houston, Texas, USA, Oct. 2-5, 1988. – P. 163-178.
3. Liao W.A., Siems D.R. *Adsorption Characteristics of PHPA on Formation Solids // SPE 19945. Presented at the 1990 IADC/SPE Drilling Conference.* – Houston, Texas, USA, Feb. 27 – March 2, 1990. – P. 297-308.
4. ANSI/API 13I/ISO 10416:2002 // *API Recommended Practice for Laboratory Testing of Drilling Fluids.* – 7th Edition, 2004. – 135 p.
5. Pradip, Attia Y.A., Fuerstenau D.W. *The adsorption of polyacrylamide flocculants on apatites // Colloid Polym. Sci.* – 1980. – V. 258, № 12. – P. 1343-1353.
6. Лунатов Ю.С. *Межфазные явления в полимерах / Отв. ред. Л.М. Сергеева.* – Киев: Наукова думка, 1980. – 260 с.

## АЗИНИЛОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ЦИМАНТРЕНА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТЕРЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА

С.В. Назарова<sup>1</sup>, Р.М. Исламова<sup>1,2</sup>, О.Н. Чупахин<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт органической химии Уфимского научного центра РАН,  
г. Уфа

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования «Башкирский государственный  
аграрный университет»,  
г. Уфа

<sup>3</sup> Институт органического синтеза Уральского отделения РАН,  
г. Екатеринбург

Одной из актуальных задач в области химии высокомолекулярных соединений является поиск и разработка эффективных способов управления процессом синтеза полимеров, а также методов регулирования строения и свойств образующихся макромолекул. В настоящее время интенсивное развитие получили направления контролируемой радикальной полимеризации, позволяющие осуществлять активное управление кинетическими параметрами процесса. В то же время количество исследований, посвященных вопросам стереорегулирования в радикальной полимеризации, крайне мало. В рамках решения задачи эффективного регулирования стереохимического состава полимерных цепей нами была изучена радикальная полимеризация метилметакрилата в присутствии азиниловых производных цимантрена.

Исследование полимеризации метилметакрилата, инициированной пероксидом бензоила или азодиизобутиронитрилом (АИБН), при 60°C показало, что азиниловые производные цимантрена немного ускоряют полимеризацию метилметакрилата, инициированную пероксидом бензоила, и практически не оказывают воздействия на кинетические параметры процесса в присутствии АИБН. Однако применение азинилцимантренов позволяет существенно влиять на стадию роста полимерной цепи, что отражается на микроструктуре синтезируемых полимеров – содержание синдиотактических последовательностей в макроцепи возрастает на 10-15% в зависимости от условий процесса. Наибольшее увеличение стереорегулярности получаемого полиметилметакрилата наблюдалось при использовании азиниловых производных цимантрена в сочетании с АИБН. Следует отметить, что среди всех металлокомплексных соединений, изученных нами прежде – металлоценов и их производных, полу- и клатрохелатных комплексов металлов, порфиринов и их металлокомплексов – азиниловые производные цимантрена оказывают наибольшее влияние на микроструктуру получаемого полимера.

Таким образом, результаты нашего исследования демонстрируют несомненные перспективы использования изученных азиниловых производных цимантрена в качестве активаторов и регуляторов радикальной полимеризации

метилметакрилата для получения полимеров более регулярного строения с улучшенными физико-химическими, и как следствие, эксплуатационными характеристиками.

*(Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 10-03-00027-а)*

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В РОССИИ**

С.Н. Томин  
ООО «НИИгазэкономика»,  
г. Москва

Нефтепереработка как отрасль промышленности имеет стратегически важное значение для России. Ее доля в промышленном производстве и доходах консолидированного бюджета страны составляет более 7 %. При этом она играет важнейшую роль в обеспечении энергетической безопасности страны, обеспечивая поставки на рынок моторного топлива, а также сырья для нефтехимической промышленности и котельно-печного топлива.

В настоящее время основой отечественной нефтеперерабатывающей отрасли являются 26 крупных НПЗ суммарной мощностью по первичной переработке около 255 млн т. сырой нефти в год, на долю которых в 2008 г. пришлось 95,4 % общероссийской переработки нефти.

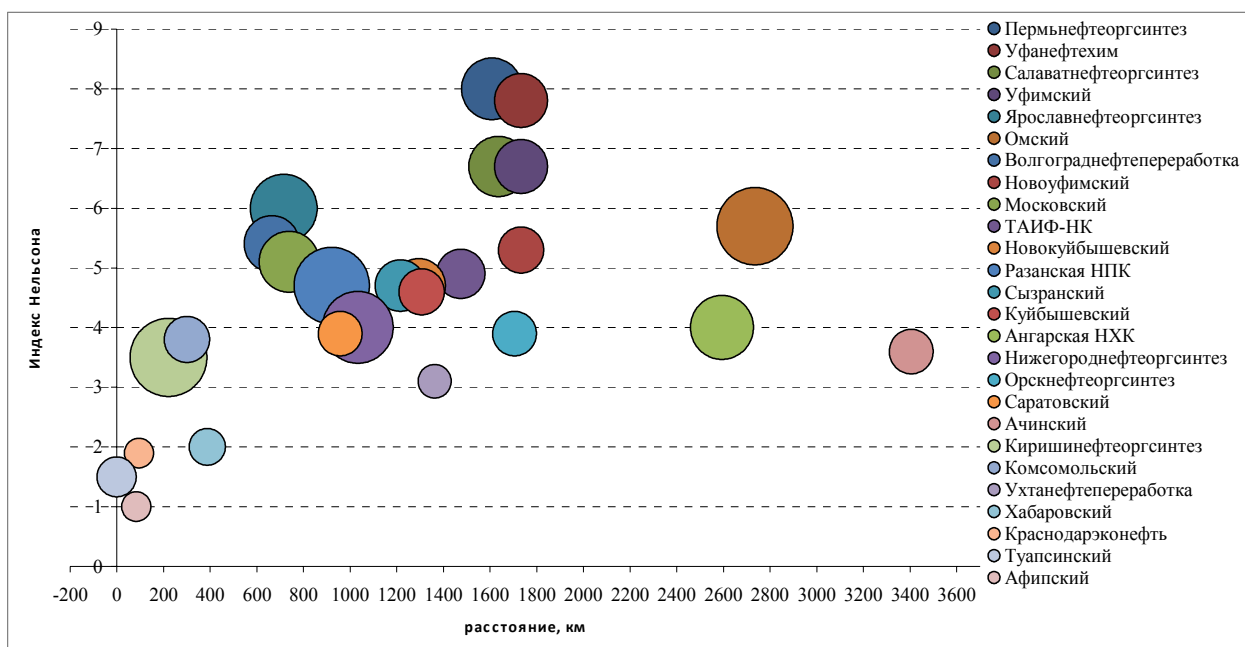
Развитие нефтепереработки в постсоветский период связано, главным образом, с постепенной переориентацией на экспорт в условиях значительного снижения внутреннего спроса на нефтепродукты. При этом в самой отрасли наблюдалось глобальное недоинвестирование, следствием которого стало нарастание технологического отставания и примитивизация структуры производства и экспорта нефтепродуктов.

В настоящее время отечественная нефтепереработка характеризуется низкой рентабельностью производства, обусловленной недооснащенностью НПЗ современными процессами глубокой переработки нефти и высокой изношенностью основных фондов (около 80 %). Из 26 основных НПЗ только 7 были пущены в эксплуатацию менее, чем 50 лет назад: 5 были введены в строй в период до 1941 г, 6 – в 1941-1950 гг., 8 построены в 1951-1960 гг.

В связи с частичной переориентацией на экспорт российской нефтепереработки возникла еще одна серьезная проблема – глубинность положения НПЗ на территории России по отношению к внешним рынкам. В советское время отрасль развивалась исключительно с ориентацией на потребление внутри страны. К концу 1980-х гг. в стране сформировалась территориальная организация нефтепереработки, адекватная внутренним потребностям страны по структуре и объему потребления нефтепродуктов. При

размещении НПЗ учитывался фактор приближения к району потребления. В результате, после распада СССР заводы, экспорт с которых был в новых условиях наиболее рентабельным, остались в бывших союзных республиках – Украине, Белоруссии и Литве. Следует отметить, что большинство из этих НПЗ были одними из самых современных в Советском Союзе и производили высококачественную продукцию. Транспортное «плечо» доставки нефтепродуктов в порты Балтийского и Черного морей для абсолютного большинства российских НПЗ оказалось больше 1000 км: большая часть перерабатывающих мощностей размещена в Поволжье и на Урале. При этом большая часть экспорта нефтепродуктов осуществлялась через порты бывших союзных республик – Эстонии, Латвии, Украины, что тоже приводило к удорожанию транспортировки.

В результате в начале 2000-х гг. сложилась парадоксальная ситуация: эффективность экспорта нефтепродуктов с российских НПЗ стала ниже по сравнению с экспортом сырой нефти. Даже с относительно новых НПЗ со значительными мощностями по вторичным процессам переработки и производством продукции с относительно высокой добавленной стоимостью экспорт стал невыгоден. На первое место вышел транспортный фактор, поэтому в лучшем положении оказались НПЗ, приближенные к портам Балтийского и Черного морей (Киришский, Туапсинский, Афипский и Краснодарский НПЗ), несмотря на то, что уровень развития вторичных процессов здесь достаточно низок даже по сравнению со среднероссийским уровнем.



○ - 2 млн т. мощности

Расстояние от побережий Черного и Балтийского морей, Индекс Нельсона и мощность российских НПЗ, 2009 г.

В настоящее время ситуация практически не изменилась. Крупнейшие российские НПЗ, имеющие относительно высокий индекс Нельсона расположены сравнительно далеко от портов на балтийском и черноморском побережьях.

В результате маржа от переработки на этих НПЗ в значительной мере «съедается» при транспортировке до этих портов, а эффективность от экспорта не превышает аналогичные показатели для заводов, расположенных вблизи от морских портов, но имеющих гораздо более низкий уровень технической и технологической оснащенности. Дело в том, что более 80% поставок нефтепродуктов до порта осуществляется железнодорожным транспортом, в то же время 93% сырой нефти на НПЗ доставляется по нефтепроводам. Тарифы на прокачку сырой нефти по трубопроводам в среднем примерно в 2,5 раза ниже, чем транспортировка нефтепродуктов по железной дороге. При больших расстояниях транспортные издержки «съедают» значительную долю маржи от переработки нефти.

До сих пор в развитии нефтепереработки качественных изменений, по сравнению с ситуацией начала 2000-х гг. не произошло, хотя экспорт нефтепродуктов из России с каждым годом растет. Это обусловлено искусственным стимулированием отрасли со стороны государства. Экспортные пошлины на экспорт нефти с конца 2004 г. стали устанавливаться на уровне, значительно превышающем экспортные пошлины на нефтепродукты.

Такое регулирование привело к значительному росту экспорта нефтепродуктов низкой степени переработки – топочного мазута, дизельного топлива (прежде всего, высокосернистого) и прямогонного бензина.

В 2008-2010 гг. таможенные пошлины на нефть были примерно в 2,5 раза выше, чем на топочный мазут и почти в 1,5 раза выше, чем на газойль, легкие и средние дистилляты. Около 90 % экспорта российских нефтепродуктов направляется в европейские страны, где впоследствии они перерабатываются на местных НПЗ в высококачественные моторные топлива. Из почти 120 млн т. нефтепродуктов, которые были вывезены из РФ в 2009 г. на автобензин пришлось лишь 4,6 млн т., или менее 4 %. Экспорт автобензина из России в значительной мере ориентирован на страны СНГ, причем в поставках доминирует низкооктановый бензин.

Таким образом, в нынешних условиях стратегически важное значения для развития российской нефтепереработки имеют два взаимосвязанных направления:

1. Модернизация действующих с выводом устаревших изношенных мощностей и строительство новых современных НПЗ.
2. Формирование новой территориальной организации отрасли с оптимальным размещением НПЗ, учитывающей рыночные условия и экспортную ориентацию.

Развитие первого направления связано с необходимостью создания определенных условий как внутри страны, так и за ее пределами. Модернизация НПЗ приведет к увеличению глубины переработки нефти и производства высококачественных светлых нефтепродуктов.

Со вторым направлением неразрывно связан процесс строительства новых НПЗ – НПЗ экспортной ориентации. Здесь возникает проблема оптимального их размещения, причем ключевым является транспортный фактор.

Географической особенностью НПЗ экспортной ориентации на современном этапе является независимость в размещении от уровня социально-экономического развития страны в сочетании со значительным влиянием транспортного фактора. В классическом варианте НПЗ тяготеют к приморским районам на пути транзитных поставок сырой нефти, либо к районам добычи у побережья страны. К первому варианту можно отнести второй НПЗ в Джамнагаре в Индии или НПЗ Сингапура, работающие на нефти из стран Ближнего Востока. В качестве примеров для второго варианта можно привести НПЗ стран Персидского залива, прежде всего, Кувейта (Мина-эль-Ахмади, Мина Абдалла) и Саудовской Аравии (Янбу-2, Рас-Таннура), а также американский завод «Уилмингтон» в Калифорнии.

Помимо большого значения транспортного фактора для классических примеров НПЗ экспортной ориентации характерны также большая установленная мощность и высокая глубина переработки нефтяного сырья. Упомянутый индийский завод, построенный в 2008 г. находится на 6-м месте в мире по мощности (27 млн т.) и имеет коэффициент Нельсона (14,5), вдвое превышающий среднемировой показатель (7,1). НПЗ «Уилмингтон», расположенный возле Лос-Анджелеса, перерабатывает тяжелую сернистую нефть в экологически чистые нефтепродукты. Коэффициент технической оснащенности у него один из самых высоких в мире – 16,4. Эти параметры напрямую влияют на конкурентоспособность выпускаемых нефтепродуктов через снижение удельных издержек за счет концентрации производства и продажи продукции с большей добавленной стоимостью. Повышение добавленной стоимости конечной продукции в большинстве случаев достигается за счет создания интегрированного нефтехимического производства, способного потреблять 10-12 % выпускаемых нефтепродуктов.

## **НОВЫЕ ИНГИБИТОРЫ СОЛЯНО-КИСЛОТНОЙ КОРРОЗИИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ**

Т.И. Горбунова, Ю.С. Кудякова, Д.Н. Бажин, Я.В. Бургарт,  
А.Я. Запелов, В.И. Салоутин

Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН,  
г. Екатеринбург

Известно, что четвертичные аммониевые соли (ЧАС) являются эффективными ингибиторами кислотной коррозии сталей различных марок. Цель настоящего исследования – изучение антикоррозионной активности новых ЧАС на основе 2-аминометилиденовых производных 1,3-дикарбонильных соединений (Рис. 1) методом поляризационного



сопротивления с использованием двухэлектродного датчика, материал электродов – сталь-3. По результатам исследований установлено, что синтезированные ЧАС **1-4** являются эффективными ингибиторами солянокислотной коррозии низкоуглеродистой стали в сравнительно низких концентрациях (рис. 2).

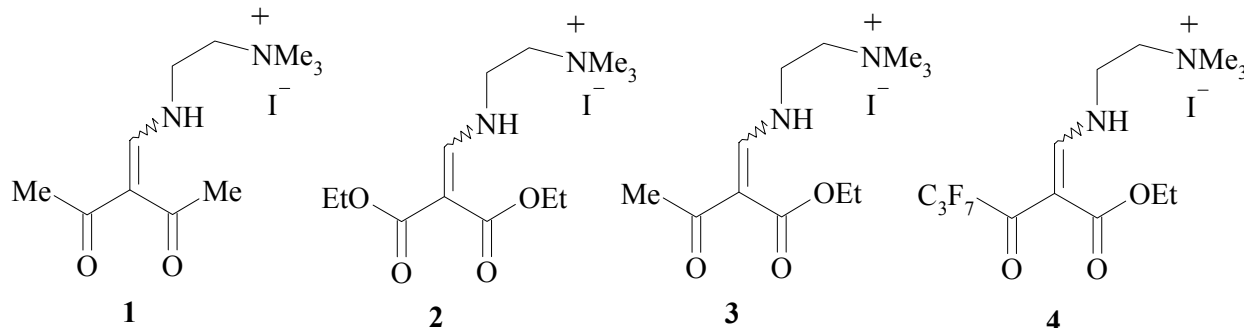


Рис. 1. Структуры синтезированных соединений **1-4**

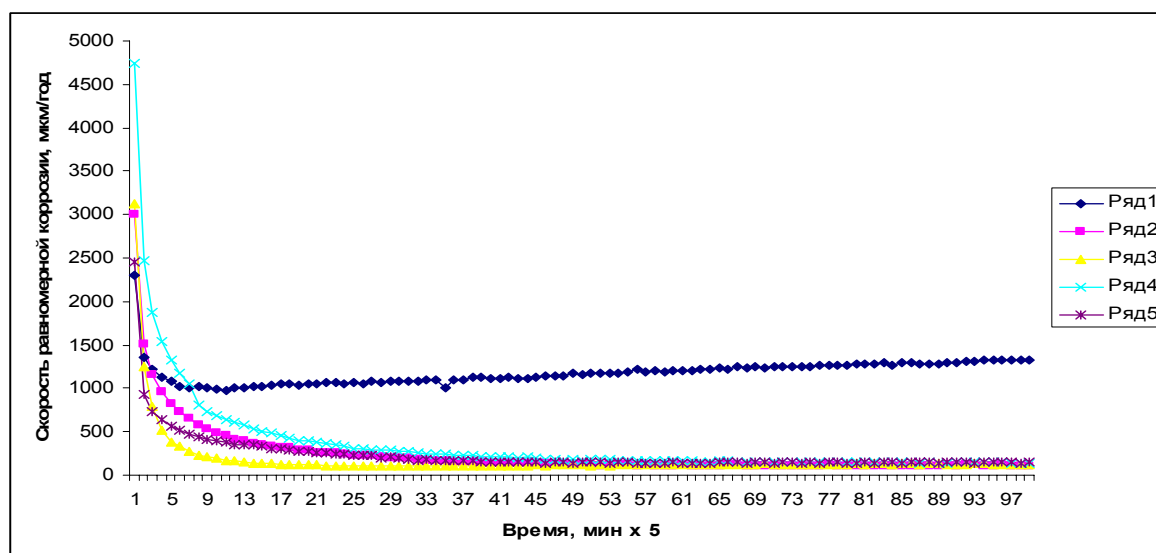


Рис. 2. Скорость равномерной коррозии стали-3 в 1М растворе HCl при концентрации ЧАС **1-4** равной  $1 \cdot 10^{-3}$  М: ряд 1 – холостой опыт (без ЧАС **1-4**); ряд 2 – для ЧАС **1**; ряд 3 – для ЧАС **2**; ряд 4 – для ЧАС **3**; ряд 5 – для ЧАС **4**.

*Работа выполнена при финансовой поддержке УрО РАН (проект № 12-М-123-2045) и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-03-96017).*

## ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СТАТИЧЕСКИЕ СМЕСИТЕЛИ НАСАДОЧНОГО ТИПА

А.Г. Лаптев, Т.М. Фарахов, О.Г. Дударовская  
Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань

Для повышения эффективности технологических процессов в нефтехимии и энергетике возникает необходимость в перемешивании компонентов, с целью получения смесей с высокой степенью однородности. Наиболее перспективными среди используемых для этих целей оборудований являются статические проточные смесители, которые устанавливаются на трубопроводах.

Существующее в настоящее время смесительное оборудование часто не удовлетворяет требованиям производительности и качества продукции. Важным направлением совершенствования существующей технологии является внедрение интенсивного смешения, обеспечивающего существенное увеличение поверхности раздела. С этой целью рассмотрено применение насадочных смесителей проточного типа.

На основе обобщения гидродинамической аналогии разработана математическая модель, из которой получены расчетные выражения для коэффициента импульсоотдачи и эффективности смешения.

Представлены основные характеристики и элементы разработанной неупорядоченной насадки «Инжехим».

Рассмотрен подход определения эффективности насадочных смесителей на основе использования моделей пограничного слоя, теории турбулентной миграции частиц и моделей структуры потоков. По энергетической модели, которая согласуется с моделью идеального вытеснения, получено выражение для расчета эффективного коэффициента перемешивания.

Рассмотрены примеры использования полученных выражений для расчета статических смесителей с нерегулярными насадками «Инжехим» и кольцами Рашига. По полученным выражениям построены основные зависимости коэффициента эффективности смешения от числа  $Re$ , длины смесителя и характеристик смешиваемых сред.

Из полученных результатов, установлено преимущество разработанной насадки «Инжехим» [1], которая обеспечивает эффективность перемешивания больше колец Рашига на 10-15 %. Это объясняется конструктивными особенностями насадки, а также большим значением свободного объема и удельной поверхностью.

### Список литературы

1. Фарахов Т.М. Многофункциональные контактные устройства смешения котельного топлива с присадками и очистка газовых выбросов ТЭС. Дис. канд. техн. наук /Фарахов Т.М.- Казань: КГЭУ, 2011.

## АЛГОРИТМ УСКОРЕНИЯ СХОДИМОСТИ РАСЧЁТОВ СЛОЖНЫХ МНОГОСТАДИЙНЫХ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Т.Н. Гартман, Ф.С. Советин

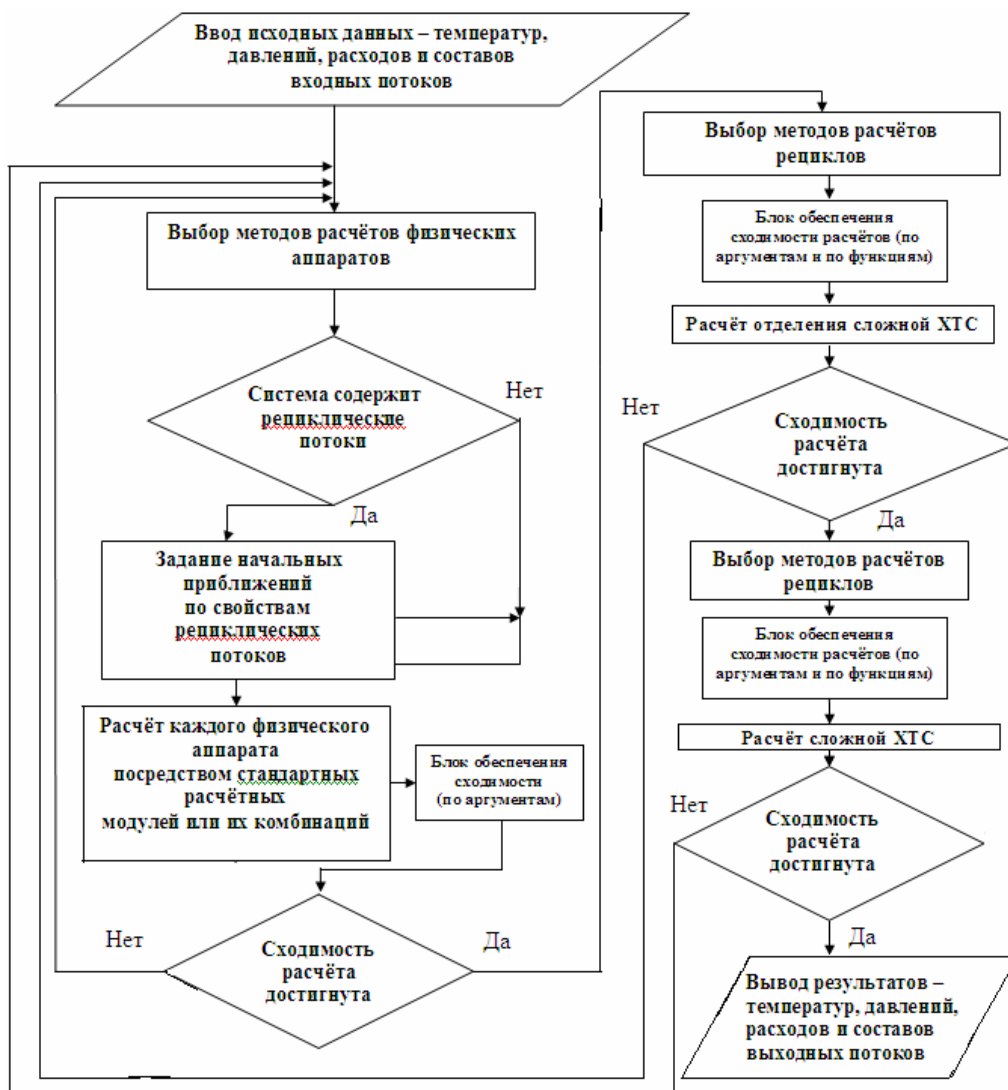
Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева,  
г. Москва

Задачи ресурсосбережения на химических производствах являются важнейшими в химической, нефтехимической и газохимической промышленности [1]. Особо остро они встают на производствах, где в качестве сырья используются нефть и природный газ, что связано с большими объёмами их переработки. Так как указанные производства представляют собой непрерывные крупнотоннажные сложные многостадийные химико-технологические системы (ХТС) с большим числом единиц оборудования и рециклических потоков, то для создания их компьютерных моделей требуется специальный алгоритм ускорения сходимости расчётов таких ХТС. Это связано со сложностью и многомерностью задач построения моделей сложных ХТС (сложные математические описания некоторых аппаратов, большое число связей между единицами оборудования, множество рециклических потоков и т. д.). Поэтому одна из основных задач, стоящих перед исследователями, заключается в уменьшении размерностей решаемых задач. Обычно, это достигается следующим образом – многомерная задача сводится к некоторой совокупности взаимосвязанных задач меньшей размерности [2–3].

Для ускорения сходимости расчётов процессов в отдельных аппаратах сложных многостадийных ХТС, а также сходимости расчётов производств в целом разработан оригинальный алгоритм ускорения сходимости расчётов систем уравнений математических моделей отдельных химико-технологических процессов (ХТП) и ХТС в целом, блок-схема которого представлена на рисунке.

Предлагаемый алгоритм включает три итерационных цикла расчётов: по отдельным аппаратам, по рециклическим потокам отдельных стадий (внутренним рециклическим потокам каждого отделения), по рециклическим потокам, связывающим отделения ХТС. Для достижения сходимости в каждом из перечисленных циклов в разработанном алгоритме предусмотрены возможности:

- коррекции начальных приближений расчётов;
- вариации параметров сходимости, например, демпфирующих факторов и. т. д.;
- выбора различных вычислительных алгоритмов реализующих отличающихся друг от друга используемыми численными методами расчётов.



Блок-схема алгоритма ускорения сходимости вычислений при расчётах сложных многостадийных ХТС

Правомочность применения разработанного алгоритма подтверждена на примерах компьютерных расчётов двух сложных крупнотоннажных многостадийных производств – синтетического жидкого топлива из природного газа (5 отделений, из них 3 основных и 2 вспомогательных, 214 модулей аппаратов, 361 поток, в том числе 6 рециркуляционных потоков, связывающих различные отделения) и метанола из природного газа (4 отделения, из них 3 основных и 1 вспомогательное, 132 модуля аппарата, 234 потока, в том числе 6 рециркуляционных потоков, связывающих различные отделения), а также компьютерного расчёта химико-технологической системы совместного производства синтетического жидкого топлива и метанола из природного газа (7 отделений, из них 5 основных и 2 вспомогательных, 255 модулей аппаратов, 441 поток, в том числе 12 рециркуляционных потоков, связывающих различные отделения). Решению указанных задач посвящены работы [4–6].

### Список литературы

1. Мешалкин В.П. Основы энергоресурсоэффективных экологически безопасных технологий нефтепереработки / Мешалкин В.П., Тобажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Харьков. 2011. – 616 с.
2. Кафаров В.В. Анализ и синтез химико-технологических систем / Кафаров В.В., Мешалкин В.П. – М.: Химия, 1991. – 432 С.
3. Пахомов А.Н. Основы моделирования химико-технологических систем / Пахомов А.Н., Коновалов В.И., Гатапова Н.Ц., Колюх А.Н. – Тамбов 2008. – 80 с.
4. Гартман Т. Н. Разработка компьютерной модели многостадийного производства синтетического жидкого топлива из природного газа / Гартман Т.Н., Советин Ф.С., Лосев В.А., Дробышевский Н. А., Хворостяный В.С. // Химическая промышленность сегодня № 1. 2009. С. 40-50.
5. Гартман Т.Н. Разработка компьютерной модели многостадийного производства метанола из природного газа / Гартман Т.Н., Советин Ф.С., Новикова Д. К. // Химическая промышленность сегодня № 3. 2012. Стр. 45-53.
6. Гартман Т.Н. Синтез интегрированной химико-технологической системы получения синтетического жидкого топлива и метанола из природного газа с применением проблемно-ориентированного комплекса программ CHEMCAD / Гартман Т.Н., Советин Ф.С., Новикова Д.К., Сеннер С.А. // Химическая техника. № 9. 2011. Стр. 41–44.

### МОДИФИЦИРОВАНИЕ ДОРОЖНОГО БИТУМА

Р.Р. Ахунова, М.А. Цадкин, Э.Р. Сюдюкова  
Башкирский государственный университет,  
г. Уфа

Применение модифицирующих добавок представляется перспективным направлением модернизации дорожных покрытий на основе битума[1]. Существенное улучшение свойств дорожных битумов достигается путем введения таких полимерных добавок, как стирол-бутадиен-стирольные термоэластопласты (ДСТ-30), бутилкаучук и тройные сополимеры[2,3]. Тем не менее, при введении некоторых высокомолекулярных добавок возникают технологические проблемы, связанные, во-первых, с неравномерным распределением полимера в массе битума и, во-вторых, с недостаточным сцеплением щебенки с покрытием, в результате чего на участках с интенсивным движением разрушается поверхностный слой. В этой связи с целью повышения прочности и эластичности представляет интерес использование в нем полимерной добавки.

В связи со сказанным выше, настоящая работа посвящена исследованию возможности использования бутадиен- $\alpha$ -метилстирольного сополимера как модифицирующей добавки в составе дорожного битума (и далее в составе

асфальтобетонной смеси) для достижения высокого уровня его эксплуатационных характеристик.

Изучено влияние добавок полимера и пластификатора (на основе индустриальных масел) в различных соотношениях на стандартизованные физико-механические показатели ПБВ. Результаты эксперимента указывают на снижение пластичности ПБВ при увеличении содержания полимера и ее повышение при добавлении высокомолекулярного соединения в сочетании с индустриальным маслом. Присутствие модифицирующей добавки в составе ПБВ положительно сказывается на таком важном показателе, как температура размягчения. Так, введение в битум до 5 % бутадиен- $\alpha$ -метилстирольного сополимера, сопровождается ростом температуры размягчения композиции, а при дальнейшем увеличении концентрации полимера снижается. Присутствие пластификатора несколько снижает температуру размягчения.

Высокая растяжимость полученных образцов ПБВ при 25 °С свидетельствует об их устойчивости к старению. Определение температуры хрупкости, характеризующее устойчивость к растрескиванию, обнаружило закономерно снижающуюся температуру хрупкости при увеличении содержания индустриального масла. В отсутствие пластификатора введение полимера также заметно улучшает указанный показатель по сравнению с исходным битумом.

Для выявления деформационной стойкости дорожного покрытия были приготовлены асфальтобетонные смеси одинакового гранулометрического состава на битуме марки 90/130, ПБВ с 5 % масс. бутадиен- $\alpha$ -метилстирольного каучука.

Результаты исследования полученных образцов асфальтобетона на прочность при сжатии приведена в таблице (таблица).

Как видно из таблицы, предел прочности при сжатии асфальтобетона, содержащего ПБВ, значительно выше, чем у асфальтобетона на битуме БНД 90/130.

На основании экспериментальных результатов, полученных при модифицировании битума бутадиен- $\alpha$ -метилстирольным каучуком, можно сделать вывод об улучшении качества асфальтобетона на основе ПБВ.

Значения показателей предела прочности при сжатии для полимерасфальтобетонов

№ п/п	Содержание компонентов в ПБВ, % масс.			Предел прочности при сжатии, МПа	
	Битум	Полимер	Индустриальное масло марок И-20 и И-40	0 °С	50 °С
1	100	0	0	8,75	1,25
2	95	5	0	9,5	2,75
3	90	5	5	10	3,5

Таким образом, на основании опытных данных, в особенности показателям интервала пластичности, можно констатировать, что оптимально введение бутадиен- $\alpha$ -метилстирольного сополимера в сочетании с пластификатором в концентрациях до 5-10 % мас. каждого компонента. При этом имеет место соответствие полученных продуктов техническим требованиям предъявляемым к современным ПБВ.

### Список литературы

1. Белоконь Н.Ю., Васькин А.В., Сюткин С.Н. *Нефтепереработка и нефтехимия*. - 2000. - №1. - С.72-74.
2. Фролов И.Н., Ганеева Ю.М., Юсупова Т.Н., Романов Г.В. // *XIV Международная выставка «Газ. Нефть. Технологии-2006»*, г. Уфа.
3. Лихтерова Н.М., Мирошников Ю.П., Лобанкова Е.С., Кирилова О.И., Торховский В.Н. – *Нефтепродукты: технологии, инновации, рынок, 2011*. - №8. - С.24-28.

## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ КОНТАКТОРА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СЕРНОКИСЛОТНОГО АЛКИЛИРОВАНИЯ ИЗОБУТАНА ОЛЕФИНАМИ

М.А. Цадкин

Башкирский государственный университет,  
г. Уфа

В модернизации сернокислотного алкилирования изобутана олефинами выделяются следующие направления: повышение эффективности смешения реагентов; уменьшение энергозатрат на перемешивание; регулирование и стабилизация теплового режима; упрощение конструкции аппарата.

Этим направлениям отвечает трубчатый струйный контактор. Смешение реагентов с образованием эмульсии осуществляется за счет кинетической энергии турбулентного течения высокоскоростных потоков реагентов, без механического перемешивания. Устройство аппарата обеспечивает по всей длине аппарата авторегенерацию турбулентных вихрей, поддерживающих состояние однородной эмульсии и хороший контакт реагентов.

Отвод тепла алкилирования (~250ккал/кг алкилата) осуществляется самым совершенным способом - внутренним охлаждением за счет испарения части изобутана. При этом нет необходимости в использовании иного хладагента с циркуляцией через теплообменники, расположенные внутри реактора. Отсутствие трубных пучков и механического перемешивания, упрощает конструкцию контактора.

Опытно-промышленная установка испытана в составе промышленной установки сернокислотного алкилирования АО «Ново-Уфимский НПЗ».

Задаваемые технологические параметры в испытаниях варьировались в достаточно широких пределах. Так, объемное соотношение изобутан:олефины составляло (3-47):1, объемное соотношение серная кислота:углеводороды - (0.28-2.00):1, давление в контакторе – 0.5-2.5 кгс/см<sup>2</sup>, температура – в интервале +3-30 °С. Расход изобутана составил 0.38-1.11 м<sup>3</sup>/ч, ББФ – 0.16-0.48 м<sup>3</sup>/ч, серной кислоты – 0.38-1.13 м<sup>3</sup>/ч.

Опытные образцы алкилатов отбирали из пробоотборника, расположенного непосредственно за контактором, и после удаления легких углеводородов (С<sub>3</sub>-С<sub>4</sub>) и отделения от кислотной фазы анализировали на соответствие основным показателям алкилбензина. Выход легкого алкилата (температура конца кипения ≤234 °С) во всех испытаниях составил не менее 80% от суммарного выхода алкилата.

Октановые числа опытных алкилатов близки к показателям серийных алкилатов с октановым числом – 90-94 пункта по моторному методу и температурой выкипания – 29-195°С. Содержание 2,2,4-триметилпентана в опытных образцах (по данным хромато-масс-спекторскопии), превышает 14 % масс.

В целом, испытания подтвердили необходимость развития процесса алкилирования с применением простых по конструкции струйных трубчатых аппаратов и перспективу их промышленного использования.

## **ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ**

А.О. Антонов, Е.В. Пудовкина, Д.С. Кацуба, А.А. Каратеев,  
Д.И. Петров, В.Д. Попов  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
г. Тамбов

Целью работы является создание измерительной системы (ИС) неразрушающего контроля (НК) качества (толщины, различных нарушений сплошности и однородности материала, определение очагов коррозии, трещин, внутренних расслоений и других дефектов) металлических и пластиковых труб, котлов, сосудов, обшивок, многослойных конструкций. Научная новизна разработки заключается в применении новых методов, основанных на математических моделях распространения тепла в многослойных объектах контроля при локальной регуляризации тепловых потоков от действия источника тепла постоянной мощности. Применение новых методов, определение оптимальных режимных и конструктивных условий измерений позволят обеспечить быстроедействие и повышение точности при применении ИС для технической диагностики и НК качества оборудования.



Структурная схема ИС, разработанной в Тамбовском государственном техническом университете и предназначенной для неразрушающего контроля качества покрытий, представлена на рис. 1.

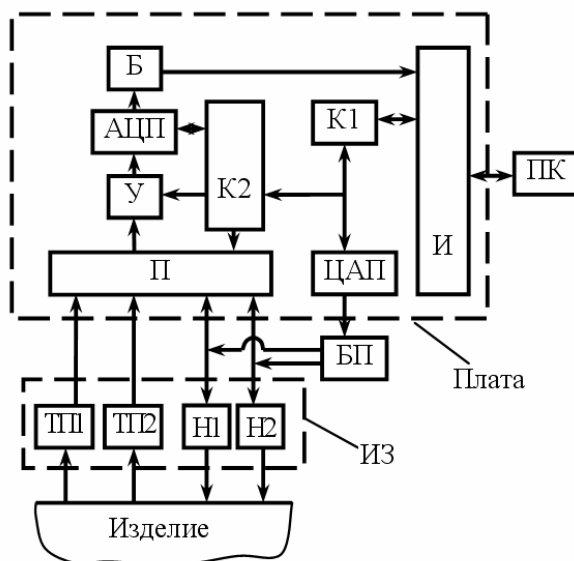


Рис.1. Структурная схема измерительной системы

ИС состоит из персонального компьютера (ПК), измерительно-управляющей платы, измерительного зонда (ИЗ), регулируемого блока питания (БП).

ИЗ обеспечивает создание теплового воздействия на исследуемый образец с помощью нагревателей (Н1 и Н2). В качестве термоэлектрических преобразователей (ТП1, ТП2) используются дифференциальные термопары, горячий спай которых устанавливается в плоскости контакта ИЗ с исследуемым объектом, холодный спай устанавливают на подложку измерительного зонда.

При измерениях ИЗ устанавливают контактной стороной на поверхность исследуемого объекта. Мощность и длительность теплового воздействия БП задаются программно через интерфейс (И), контроллер К1, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Сигналы с ТП1 и ТП2 поступают через мультиплексор (П), усилитель (У), аналого-цифровой преобразователь (АЦП), буфер обмена (Б) и интерфейс (И) в ПК. Контроллер К2 обеспечивает необходимый порядок опроса каналов и различные диапазоны измерения на каждом из них. Сбор информации производится при нагреве исследуемого тела.

Измерительная схема метода представлена на рис. 2.

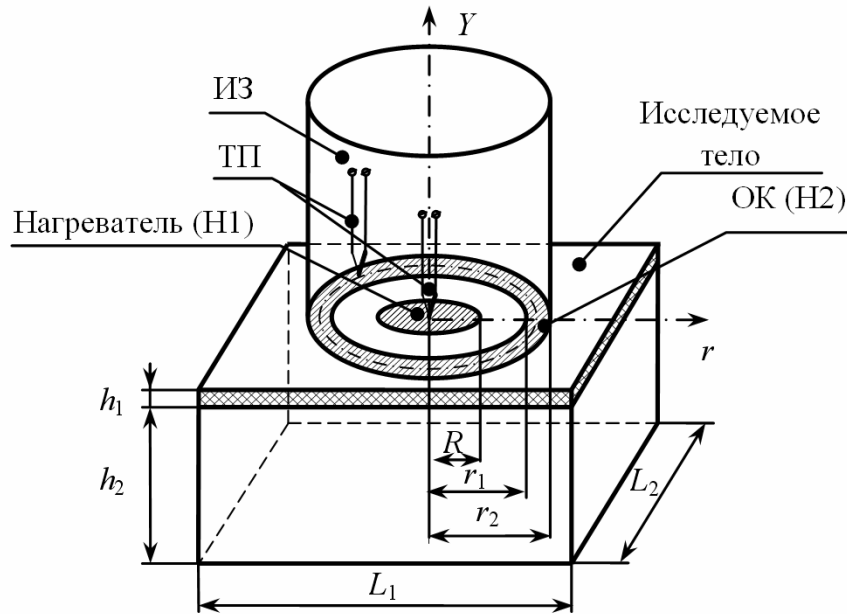


Рис.2. Измерительная схема

Первое тело представляет собой исследуемый образец, состоящий из двух слоев: первый слой с теплофизическими свойствами (ТФС)  $\lambda_1, c_1, \rho_1$ ; второй с ТФС  $\lambda_2, c_2, \rho_2$  (рис. 3). Толщина первого слоя –  $h_1$ , второго –  $h_2$ . Температура соприкасающихся поверхностей первого и второго слоя одинакова. Длина и ширина тела –  $L_1$  и  $L_2$ , соответственно. Второе тело – подложка ИЗ, выполненная из теплоизолятора, что обеспечивает направленное движение тепловых потоков на наружную поверхность конструкции и препятствует теплообмену в других направлениях. ТФС подложки ИЗ –  $\lambda_3, c_3, \rho_3$ . Начальная температура первого и второго тел одинакова. В месте соприкосновения поверхностей тел с нагревателем осуществляется идеальный тепловой контакт.

Воздействие на исследуемое тело осуществляется с помощью нагревателя Н1 постоянной мощности  $q$ , выполненного в виде тонкого диска радиусом  $R$ , встроенного в подложку ИЗ.

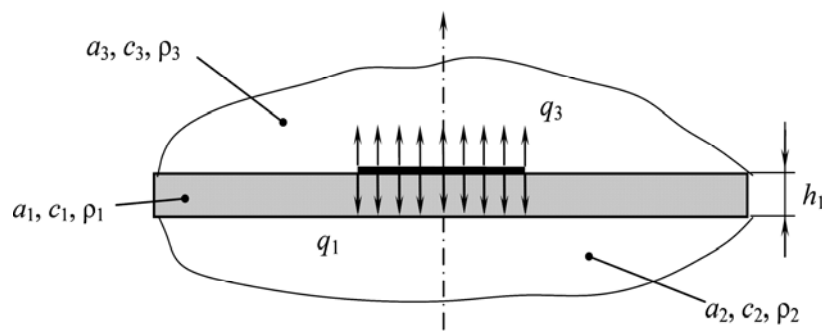


Рис.3. Тепловая схема

Охранное кольцо (ОК) представляет собой нагреватель Н2, предназначенный для реализации одномерного температурного поля в исследуемом объекте.

ИС для НК многослойных материалов и готовых изделий из них может быть использована для определения комплекса ТФС и толщины металлических, полимерных, керамических и других покрытий на объектах различного назначения в условиях массового производства с применением современных информационных технологий, а также для оказания услуг НК качества технологической диагностики оборудования.

### Список литературы

1. Жуков Н.П. Многомодельные методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств твердых материалов и изделий / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова // Монография. – М.: Машиностроение – 1, 2004. – 288с.

## ОВОЩНЫЕ ПОРОШКИ В ТЕХНОЛОГИИ КОНФЕТ С КОМБИНИРОВАННЫМИ КОРПУСАМИ

П.М. Смолихина, Е.И. Муратова

Тамбовский государственный технический университет,  
г. Тамбов

Все большую актуальность приобретает использование в технологии производства кондитерских изделий натуральных ингредиентов – добавок растительного происхождения, в том числе местных видов растительного сырья и продуктов их переработки. Так, в работе [1] представлены результаты разработки технологий производства фруктовых и овощных порошков и функциональных мучных кондитерских изделий на их основе с пониженной калорийностью и высоким содержанием витаминов и микроэлементов. Однако, исходя из химического состава фруктовых и овощных порошков, можно предположить, что они способны не только повышать биологическую ценность, но и влиять на другие потребительские свойства продуктов питания.

Объектом исследования являлись конфеты с комбинированными желейно-сбивными корпусами с добавлением овощных порошков различной дисперсности и концентрации. Изучалось влияние тыквенного и морковного порошков на физико-химические свойства и сроки хранения конфет.

При оценке качества и сроков годности изделий одним из определяющих физико-химических показателей является влажность. Установлено, что при добавлении от 2 до 5% тыквенного порошка, обладающего высокой водосвязывающей способностью (1:8) в сбивную массу, снижение массовой доли влаги корпусом происходит менее интенсивно (рис. 1). В течение 30 суток хранения потеря влаги сбивным слоем, содержащим тыквенный порошок, по сравнению с контролем в 3 раза меньше, что подтверждает целесообразность использования порошка как влагоудерживающей добавки.

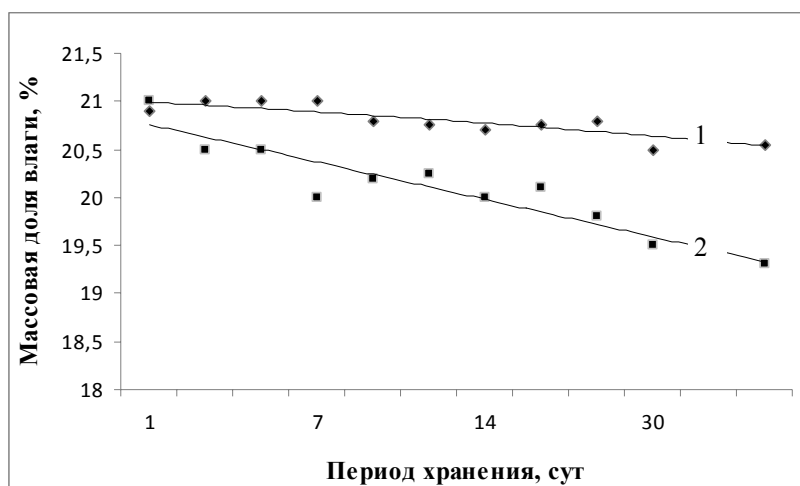


Рис. 1. Изменение массовой доли влаги сбивного слоя комбинированного корпуса 1 – при добавлении 5% тыквенного порошка, 2 – контрольный образец

Качество конфет в процессе хранения зависит не только от количественного содержания влаги, но и от ее состояния, степень которого оценивается показателем активности воды. Благодаря высокой гигроскопичности овощные порошки связывают имеющуюся в свежеприготовленном продукте воду, предотвращая ее миграцию и замедляя испарение влаги. Вследствие этого снижается активность воды (рис. 2), что положительно влияет на потребительские характеристики продукта.

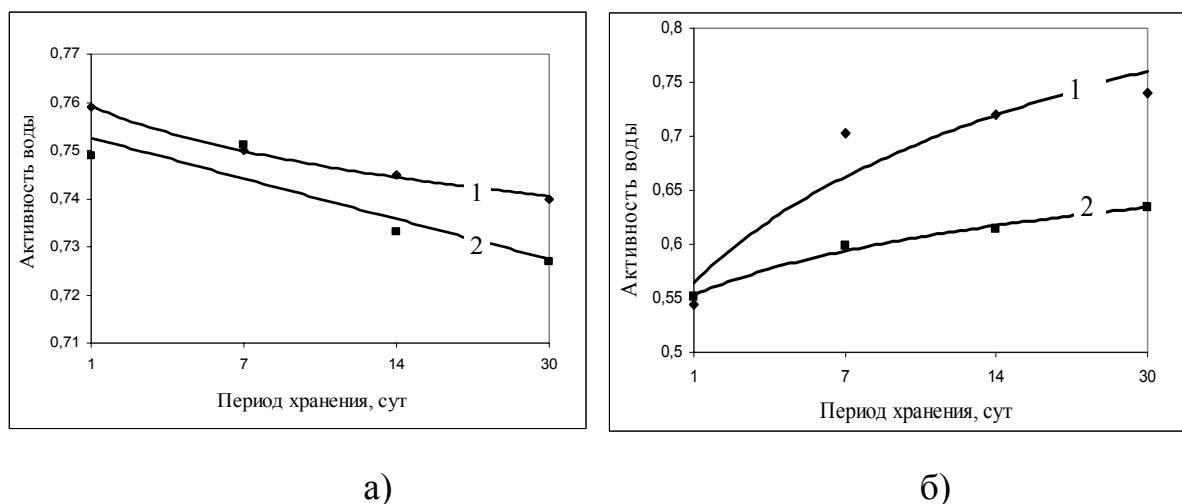


Рис. 2. Изменение активности воды сбивного (а) и желейного (б) слоев комбинированных корпусов в процессе хранения: 1 – без порошка, 2 – с введением 5% в сбивную и 2,5% в желейную массы тыквенного порошка

Характер зависимостей различен для сбивного и желейного слоев, что объясняется различной структурой студней. Снижение активности воды позволяет замедлить процесс синерезиса, уменьшить возможность миграции влаги между студнями, что исключает отслоение одного слоя от другого.

Разработанные рецептуры желейно-сбивных конфет с добавлением тыквенного и морковного порошков отличаются высоким содержанием

каротиноидов, пектиновых веществ, витаминов А, С и Е, биофлаваноидов, макро- и микроэлементов, что позволяет позиционировать новый продукт как функциональный. При этом за счет органолептических характеристик порошков возможно отказаться от синтетических красителей и ароматизаторов.

Таким образом, овощные порошки обладают комплексом потребительских и технологических свойств, позволяющих рекомендовать их к использованию в качестве рецептурных ингредиентов при производстве желеино-сбивных конфет функционального назначения со стабильными потребительскими характеристиками и увеличенным сроком хранения.

### Список литературы

1. Перфилова О.В. *Разработка технологии производства фруктовых и овощных порошков для применения их в изготовлении функциональных мучных кондитерских изделий: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Перфилова Ольга Викторовна. – Москва, 2009. – 224 с.*

## ТЕМПЕРАТУРА НАГРЕВА ШАРОШЕЧНОГО ДОЛОТА ПРИ БУРЕНИИ

Т.Ю. Будюкова, Ю.Е. Будюков

Открытое акционерное общество

«Тульское научно-исследовательское геологическое предприятие»,

Тульский государственный университет,

г. Тула

Температуру нагрева при работе породоразрушающего инструмента изучали многие исследователи /1/. Однако по исследованию температур нагрева конкретно шарошечных долот имеются только единичные работы.

Изучение температурного режима работы шарошечных долот с твердосплавным вооружением при бурении скважин проводится в связи с имеющимися случаями их перегрева и повышенного износа /2/. Высокая твердость и износостойкость твердого сплава делают его ценным инструментальным материалом.

Однако эти замечательные свойства твердого сплава сохраняются лишь до определенной температуры. Нормальным считается тепловой режим, при котором температура нагрева твердого сплава будет ниже 470 °С /4/. Для определения рациональных условий разрушения горных пород при бурении взрывных скважин необходимо знать значение температур, возникающих в шарошечных долотах в их рабочих элементах (зубках).

При бурении в условиях стационарного теплообмена с промывочной средой известны [1], аналитические зависимости для температуры нагрева торца породоразрушающего инструмента. Эти формулы справедливы для бурения скважин в стационарных условиях. При бурении скважин на

карьерях процесс теплового взаимодействия циркулирующего агента с породой и породоразрушающим инструментом уже не может считаться стационарным.

В ОАО «Тульское НИГП» были проведены [1] с участием авторов. теоретические исследования температур нагрева шарошечного долота при бурении с использованием метода источников теплоты, разработанного академиком Н.Н. Рыкалиным и проф. А.Н. Резниковым, и получена формула для определения температуры нагрева торца зубка шарошки, которая авторами модернизирована применительно к бурению в условиях нестационарного теплообмена и представлена в виде

$$t = (1 - B) \frac{0,01 \cdot N_y \frac{\epsilon}{\lambda_\alpha} \cdot A_s}{1 + 0,2 A_s \frac{\lambda_{\Pi}}{\lambda_\alpha} \sqrt{\frac{\epsilon \cdot V_c}{L_{\Pi}}}} + t_3 \quad (1)$$

где:  $t$  - контактная температура нагрева торца зубка шарошки, град. $^{\circ}\text{C}$ ;

$B$  - коэффициент, учитывающий снижение контактной температуры породоразрушающего инструмента от влияния охлаждающей среды, определяется по методике [1];

$N_y$  - удельная забойная мощность, ват/ $\text{м}^2$ ;

$\epsilon$  - ширина площадки контакта зубка с породой, м;

$\lambda_\alpha, \lambda_{\Pi}$  - коэффициент теплопроводности твёрдого сплав и породы соответственно, Вт/( $\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}$ );

$A_s$  - функция, определяемая по методике [1];

$V_c$  - линейная скорость движения зубка, м/с;

$L_{\Pi}$  - коэффициент теплопроводности горной породы, Вт/( $\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}$ );

$t_3$  - забойная температура в условиях нестационарного теплообмена, определяется по методике [1],  $^{\circ}\text{C}$ .

По данной формуле рассчитана температура нагрева шарошечного долота для условий бурения взрывной скважины с применением рациональных режимов бурения с продувкой по граниту штыревым шарошечным долотом диаметром 76мм

Расчётное значение контактной температуры нагрева торца зубка составило 460 С.

При бурении на стенде в ОАО «Тульское НИГП» штыревым шарошечным долотом диаметром 76мм на рациональных режимах с продувкой скважины в граните был произведён замер температуры нагрева зубка долота с применением набора термокрасок [3]. При этом температура нагрева торца зубка составила 420  $^{\circ}\text{C}$ . Результаты расчётов и замеров позволяют заключить, что максимальная температура на торце зубка работающего штыревого долота с очисткой забоя скважины сжатым воздухом приближается к ее критическим значениям/ 470 С/ и при бурении взрывных скважин с продувкой в твердых и очнь твердых горных породах

могут возникнуть температурные условия, угрожающие нормальному проведению технологических операций.

### **Список литературы**

1. Будюков Ю.Е., Власюк В.И., Спиринов В.И. Алмазный породоразрушающий инструмент. - Тула: ИПП «Гриф и К2, 2005. – 288 с.

2. Будюкова Т.Ю. Моделирование механизма разрушения зубьев шарошек буровых долот. *Инновационные наукоемкие технологии: теория, эксперимент и практические результаты: тезисы докладов Всероссийск. науч.-практич. конф.* - Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. - 202с.

3. Абрамович Б.Г. Термоиндикаторы и их применение. - М.: «Энергия», 1972. - 181с.

4. Михайлов В.Г., Крапивин М.Г. Горные инструменты. - Изд-во «Недра», 1980. - 216с.

## Содержание

### ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Годунов Е.Б., Горичев И.Г., Артамонова И.В., Русакова С.М., Забенькина Е.О. Решение вопроса утилизации отработанных ХИТ.....	3
Харин Е.И., Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Зеленин Е.А., Евдокимова О.В. Ионнообменное извлечения рения из растворов, полученных по новой экологически чистой технологии переработки молибденовых концентратов.....	4
Ватолин Н.А., Халезов Б.Д., Крашенинин А.Г., Борноволоков А.С. Комплексная экологически чистая технология переработки марганцовистых ванадиевых металлургических шлаков с получением пентоксида ванадия повышенной чистоты.....	8
Генеральченко П.С., Лобацкая Р.М. Вторичное использование отходов от огранки ювелирных корундов для снижения их вредного воздействия на огранщиков и окружающую среду при утилизации.....	12
Земскова Л.А., Егорин А.М., Диденко Н.А. Органоминеральные сорбенты на основе хитозана для концентрирования цезия.....	14
Бейгельдруд Г.М. Комплекс экологических работ, предлагаемый для осуществления на территории Тульской области.....	19
Бейгельдруд Г.М. Применение комплексов оборотного водоснабжения гальванического производства.....	21
Бейгельдруд Г.М. Питьевое водоснабжение локального объекта.....	24

### ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Иванов К.С., Сурикова Т.Б. Воздействие автомобильных шин на окружающую среду.....	26
Иванов К.С., Сурикова Т.Б. Конкуренция биологических и антропогенного видов.....	28
Сурикова Т.Б., Иванов К.С. Мониторинг и контроль техногенного воздействия на биосферу.....	31
Еделев А.В. Сопоставление величин кислотопродуцирующего и нейтрализующего потенциалов с результатами модельных экспериментов.....	34
Лебедев В.В. Оценка влияния техногенной деятельности на золотосеребряном месторождении «Клен» (Чукотский АО) на химическое загрязнение поверхностных вод.....	36



Хохлачев Н.С., Калёнов С.В., Кузнецов А.Е. Получение и поддержание стабильности аэробных гранул активного ила в процессе очистки хозяйственно-бытовых стоков.....	40
Миняева Д.А., Фу Йиганг, Калёнов С.В., Вакар Л.Л., Кузнецов А.Е. Разработка способов контроля численности микроводорослей и цианобактерий для повышения качества очищенных сточных и природных вод.....	42
Горбунова Т.И., Первова М.Г., Запевалов А.Я., Салоутин В.И. Взаимодействие полихлорированных бензолов и бифенилов с солями перфторкарбоновых кислот в присутствии персульфата калия.....	46
Вигдорович В.И., Зарапина И.В., Богданова Е.П., Крушатина Н.П., Морщанина И.В., Субочева Е.С. Сорбция катионов железа глауконитом из модельных хлоридных растворов с различным рН.....	47
Досумов К., Ергазиева Г.Е., Шайзадаулы Е. Каталитическая конверсия биоэтанола до этилена.....	48
Клишина А.А. Современное природопользование и экологическая обстановка на территории Коломенского района Московской области.....	49
Лемзикова И.П., Курлович Е.Н., Маркевич Р.М. Потребление фосфора бактериями при различных условиях культивирования.....	51
Кудрин А.Г., Медведь В.П., Крутикова Л.А., Бондаренко Н.А., Патутина А.А. Выращивание растений в домашних условиях.....	54
Удодова И.Н., Русановский В.В., Красавин А.И. Вода – основной источник обеспечения жизнедеятельности организма.....	58

## **МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Владимиров С.Н. Факторы, приводящие к развитию избыточного веса человека.....	60
Блох М.Е., Русановский В.В., Удодова И.Н., Красавин А.И., Русановский Г.В. Психосоциальные особенности женщин с нарушением репродуктивного здоровья, ассоциированных с гинекологической патологией.....	68
Блох М.Е., Русановский В.В., Удодова И.Н., Русановский Г.В. Использование показателей частоты сердечных сокращений (ЧСС) для диагностики функционального состояния беременных женщин.....	70
Лавров В.Я., Русановский В.В., Железнов И.А. Диагностика физиологических процессов головного мозга человека внешними техническими средствами.....	72

## **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Железнов И.А., Русановский В.В., Удодова И.Н., Блох, М.Е. Русановский Г.В., Болтик Г.В. Проблема агрессивности в лидерстве в зоосоциальном и социальном поведении.....	75
--	----

Гладышевская М.В., Русановский В.В., Красавин А.И. Особенности получения образования в учреждениях уголовно - исполнительной системы РФ.....	80
Клоков М.С., Русановский В.В., Садулаев Г.У., Коренков А.В., Гладышевская М.В. Правовые основы получения образования в учреждениях пенитенциарной системы России.....	84

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Шпак О.С., Фаизов А.Р., Чуракова С.К., Кантор Е.А. Оптимизация режима фракционирования - важный фактор ресурсосбережения в процессах первичной переработки нефти.....	88
Москалев Л.Н., Поникаров С.И., Поникаров И.И. Энергоресурсосбережение при применении контактных конденсаторов вихревого типа.....	92
Ковалев О.П., Иванова А.А. Возможности использования возобновляемых источников энергии в Москве и Московской области.....	95
Сорокина В.Е., Лобацкая Р.М. Исследование источников искусственного освещения в ювелирной мастерской.....	100
Фарахов М.И., Лаптев А.Г., Башаров М.М. Энергосбережение при разделении и очистке веществ в нефтегазопереработке.....	102
Полунин Е.П., Кацуба Д.С., Полунина Н.Ю. Разработка информационно-измерительной системы для определения теплофизических свойств материалов.....	107
Исхаков А.Р., Башаров М.М. Энерго- и ресурсосбережение при очистке газов.....	108
Меньшиков В.В., Богомолов Б.Б., Быков Е.Д., Шумова В.С. Моделирование реинжиниринга бизнес-процессов как инструмент ресурсосбережения в промышленном предприятии.....	109

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Гришаков К.В., Панарин В.М. Информационное обеспечение эколога по классификации тяжелых металлов.....	114
Сидоров К.В., Филатова Н.Н., Калюжный М.В. Модельный русскоязычный корпус эмоциональной речи.....	115
Кривовичев Г.В. Неявный метод расчета течений вязкой жидкости.....	118
Ушаков М.А., Новиков Д.А. Имитационное моделирование развития топливно-энергетического комплекса с учетом неопределенности.....	120
Хрипунова А.С. Возможности применения технологий нечетких систем при управлении деятельностью научно-исследовательских организаций.....	124
Юрченко А.В. Автоматизация сборки программного обеспечения и процесса управления релизами.....	125

Юрченко А.В. Контроль изменений в конфигурационном управлении программного обеспечения.....	127
Юрченко А.В. Создание плана конфигурационного управления программного обеспечения для поддержки итеративной разработки программного обеспечения.....	130

## **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Виноградов В.Ю., Виноградов А.Ю., Сайфуллин А.А., Виноградова Н.В., Курашкин А.А., Хазиев Р.М. Аэроакустические методы контроля состояния авиационной техники.....	133
Мурзакова А.Р., Шаяхметов У.Ш., Шаяхметов Р.У. Технология керамических композиционных материалов на основе пиррофиллитового сырья месторождения Куль-Юрт-Тау.....	134
Байбара С.Н. Факторы повышения производительности транспортирования сыпучих материалов вертикальным шнековым конвейером.....	136
Петренко С.С. Шнековый смеситель-транспортер сыпучих материалов.....	141
Шатило В.И., Новик Д.М. Технология получения нитрата и фосфата калия конверсионным методом.....	143
Живаев А.А., Васильченко С.В. Адсорбция акриловых полимеров на гранулах хвалынской глины.....	144
Назарова С.В., Исламова Р.М., Чупахин О.Н. Азиниловые производные цимантрена для регулирования стереохимического состава полиметилметакрилата.....	148
Томин С.Н. Современное состояние и перспективы развития территориальной организации нефтепереработки в России.....	149
Горбунова Т.И., Кудякова Ю.С., Бажин Д.Н., Бургарт Я.В., Запевалов А.Я., Салоутин В.И. Новые ингибиторы соляно-кислотной коррозии низкоуглеродистых сталей.....	153
Лаптев А.Г., Фарахов Т.М., Дударовская О.Г. Высокоэффективные статические смесители насадочного типа.....	154
Гартман Т.Н., Советин Ф.С. Алгоритм ускорения сходимости расчётов сложных многостадийных химико-технологических систем.....	155
Ахунова Р.Р., Цадкин М.А., Сяндюкова Э.Р. Модифицирование дорожного битума.....	157
Цадкин М.А. Промышленные испытания контактора нового поколения в процессе сернокислотного алкилирования изобутана олефинами.....	159
Антонов А.О., Пудовкина Е.В., Кацуба Д.С., Каратеев А.А., Петров Д.И., Попов В.Д. Измерительная система неразрушающего контроля качества и технической диагностики оборудования.....	160
Смолихина П.М., Муратова Е.И. Овощные порошки в технологии конфет с комбинированными корпусами.....	163
Будюкова Т.Ю., Будюков Ю.Е. Температура нагрева шарошечного долота при бурении.....	165

***ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ***

**Доклады XI Всероссийской научно-технической конференции**

Авторское редактирование

Подписано в печать 24.05.2012.

Формат бумаги 60 84×1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 4,8. Уч.-изд. л. 3,85

Тираж 200 экз. Заказ **127**

Тульский государственный университет  
300012, г. Тула, проспект Ленина, 92

Отпечатано в издательстве «Инновационные технологии»  
300041, г. Тула, ул. Оборонная, 63