

Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет  
им. Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал)



**XXX научная конференция профессорско-  
преподавательского состава и сотрудников  
НИ РХТУ им. Д.И.Менделеева**

**Тезисы докладов**

**Часть 2**

Новомосковск  
2015

УДК 378:082.2(043.2)

ББК 74.58

Т 671

Т 671 **XXX научная конференция профессорско-преподавательского состава и сотрудников НИ РХТУ им.Д.И.Менделеева.** Тезисы докладов. Часть 2 / ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал), Новомосковск, 2015. – 186 с.

ISBN 978-5-7237-1251-5

Работа конференции проводилась в девяти секциях, на которых обсуждались вопросы научно-методической организации обучения, инженерной механики и материаловедения, кибернетики технологических процессов и технических систем, гуманитарных наук, экологии, экономики и управления, энергетики, органической химии и полимерных композиционных материалов, химии и технологии неорганических веществ.

Сборник содержит тезисы докладов и сообщений преподавателей и сотрудников института.

Текст репродуцирован с оригиналов авторов.

УДК 378:082.2(043.2)

ББК 74.58

*Редакционная коллегия:*

начальник научно-исследовательской части, к.т.н., доцент Лопатин А.Г. –  
*отв. секретарь*

- к.х.н., доцент Журавлев В.И.
- к.э.н., доцента Жабер Г.И.
- к.т.н., доцент Маслова Н.В.
- д.т.н., доцент Логачева В.М.
- д.х.н., профессор Кизим Н.Ф.
- д.х.н., профессор Лебедев К.С.
- д.т.н., профессор Сафонов Б.П.
- д.фил.н., доцент Бирюкова Э.А.
- к.т.н., доцент Воспенников В.В.
- к.т.н., доцент Пророков А.Е.

ISBN 978-5-7237-1251-5

© ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева»,  
Новомосковский институт (филиал), 2015

# СЕКЦИЯ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 541.18

*Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф., Крылов М.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ЭКСТРАКЦИЯ РЗЭ ПРИ КОЛЕБАТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ДИНАМИЧЕСКОМ МЕЖФАЗНОМ СЛОЕ**

Экстракция широко применяется в технологии редкоземельных элементов (РЗЭ) для очистки соединений этих металлов от примесей, разделения близких по свойствам элементов, а также для их выделения и концентрирования. Обычно жидкостную экстракцию проводят в эмульсионном режиме, используя перемешивающие устройства и пульсаторы. Недостаток этих методов заключается в повышенных расходах энергии, затрачиваемой на диспергирование фаз, возможность образования устойчивых эмульсий. Перспективным представляется проведение экстракции РЗЭ в доэмульсионном режиме.

Целью работы являлось изучение влияния механических колебаний резонансной частоты на экстракцию РЗЭ растворами ди-(2-этилгексил)фосфорной кислоты.

Локальный подвод энергии осуществляли с помощью вибратора, который представлял собой электродинамическую головку с жестко прикрепленным в центре диффузора стержнем, заканчивающимся вибрирующим элементом.

Эксперименты по изучению кинетики экстракции проводились в статичных системах и в проточных системах в режиме ламинарного противоточного движения фаз. В статичных системах степень извлечения РЗЭ невелика и в отсутствии колебательного воздействия в динамическом межфазном слое (ДМС) не превышает 3 %. Локальный подвод энергии резонансной частоты позволяет повысить степень извлечения в 3-5 раз. В проточной системе степень извлечения РЗЭ выше, чем в статичной и достигает 12 %. Локальный подвод энергии позволяет повысить ее в 2 раза. Полученные данные можно объяснить изменением двумя факторами. Во-первых, в проточной системе степень обновления межфазной поверхности выше, чем в статичной. Во-вторых, движущиеся частицы жидкости могут приводить к уносу межфазных образований с межфазной границы и их дальнейшему растворению в объеме органической фазы. Изучено влияние начального состава системы на степень извлечения РЗЭ.

Таким образом, локальный подвод энергии в межфазный слой экстракционной системы с ди-(2-этилгексил)фосфорной кислотой позволяет интенсифицировать экстракцию редкоземельных элементов как в статичных, так и в проточных системах.

**СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА МЕЖФАЗНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА  
ОСНОВЕ ДИ-(2-ЭТИЛГЕКСИЛ)ФОСФАТОВ ЛАНТАНОИДОВ**

Экстракция редкоземельных элементов (РЗЭ) растворами ди-(2-этилгексил)фосфорной кислоты (Д2ЭГФК) сопровождается формированием структурно-механического барьера, значительно снижающего скорость их извлечения. На практике для подавления процесса структурообразования в систему вводят алифатические спирты. Однако этот подход имеет ряд недостатков, в частности, имеют место потери извлекаемого элемента и экстракционного реагента. Однако это негативное для технологии РЗЭ явление (формирование межфазных образований) может быть использовано на практике – для синтеза материалов с заданными свойствами в межфазном слое, рассматриваемого в качестве «наноректора».

Исследованные нами образцы показали, что материал межфазных образований является неоднородным, прослеживаются участки с кристаллической и аморфной структурой, установленные методом РФА. Материал на основе ди-(2-этилгексил)фосфатов лантаноидов имеет низкую электропроводность, обусловленный наличием воды в его составе. Температура плавления материала межфазных образований зависит от природы элемента, начальных условий его синтеза и может изменяться в достаточно широких пределах – от 70-120°C. Магнитная восприимчивость материала на основе ди-(2-этилгексил)фосфата лантаноида может варьироваться от 0,023 до 0,089 см<sup>3</sup>/моль, при изменении природы лантаноида, начальной концентрации РЗЭ и Д2ЭГФК от 0,01 до 0,1 М. Материал, адгезированный на твердой поверхности, обладает регулируемой способностью к смачиванию, что позволяет получать покрытия с краевым углом смачивания от 27 до 120°. Для полученных покрытий проведены испытания сохранности их гидрофобных свойств во времени. Алюминиевый провод, покрытый тонкой пленкой материала межфазного образования, в атмосферных условиях (диапазон температур -10°C ÷ -20°C и влажность 60 ÷ 98 %) характеризуется постоянством свойств в течение 60 дней. Величина краевого угла смачивания в течение двух месяцев не изменилась, однако толщина к концу испытаний заметно уменьшилась.

Таким образом, формирующиеся при экстракции РЗЭ растворами Д2ЭГФК межфазные образования обладают рядом полезных свойств, которые могут найти применение на практике.

*Филимонов В.Н., Денисова Л.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева,  
Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г.Шухова, г.Белгород)

## **ВОЗМОЖНОСТИ ХРОМАТОГРАФИИ ПРИ АНАЛИТИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СЛОЖНЫХ РЕЦЕПТУРАХ**

В работе изучены хроматографические системы разделения смеси жирорастворимых витаминов (А, Е, D<sub>2</sub>, К<sub>3</sub>) в условиях нормально-фазовой ВЭЖХ. Исследования проводились на жидкостном хроматографе «Цвет» с УФ-детектором ( $\lambda=254$  нм) при элюировании бинарными подвижными фазами (гексан с добавками: изопропиловый спирт, хлороформ, метилхлорид, диэтиловый эфир) через стальные колонки, заполненные полярными адсорбентами: Silasorb-600, Silasorb-NH<sub>2</sub>, Silasorb-CN.

Полученный массив экспериментальных данных, обработанный методами корреляционного анализа показал, что в рассмотренных хроматографических системах достигается эффективное разделение отдельных комбинаций витаминов. Для хроматографирования пробы с полным набором жирорастворимых витаминов, значительно различающихся по полярности, необходимо градиентное элюирование. Однако, градиентное элюирование, сопровождается (особенно в режиме нормально-фазовой ВЭЖХ) нестабильностью базовой линии, низкой воспроизводимостью параметров удерживания, малой экспрессностью анализа, поскольку требуется время для восстановления рабочего режима колонки. Решить подобную проблему можно при изократическом элюировании смеси витаминов подвижной фазой (0,03 М раствор изопропилового спирта в гексане) на соединенных последовательно и подключаемых в процессе работы колонках с изученными сорбентами. Предлагаемая техника хроматографирования, обеспечивающая эффективное разделение инжектируемой пробы с витаминами А, Е, D<sub>2</sub>, К<sub>3</sub>, обсуждается в настоящем сообщении.

Многоколоночное хроматографирование положено в основу разработки методик выполнения измерения жирорастворимых витаминов в микрокапсулированных препаратах и премиксах для сельского хозяйства.

УДК 541.128;66.097

*Абу Амриа О.А., Молодцова М.Ю., Добрыднев С.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ФОРМИРОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОГО СЛОЯ ОКСИДА НИКЕЛЯ НА АЛЮМООКСИДНОМ НОСИТЕЛЕ**

Оксид никеля является катализатором в целом ряде химических синтезов, важнейшие из которых - гидрирование ароматических углеводородов и конверсия метана. Оксидно-никелевые катализаторы (ОНК) должны быть термостабильны, иметь высокую удельную поверхность и механическую прочность, обладать длительным сроком службы.

В качестве материала инертного носителя для ОНК наиболее широко применяется оксид алюминия, который состоит из смеси высокотемпературной ( $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и низкотемпературной форм( $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) оксида алюминия. Соотношение  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ : $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  составляет от 0,05:0,95 до 0,50:0,50 (в пересчете на  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

В существующих технологиях производства промышленных ОНК состав формовочной массы одновременно включает никельсодержащие соединения, которые равномерно распределяются в массе носителя. Так как скорость химической реакции лимитируется доставкой реагентов к поверхности катализатора, то оксид никеля, находящийся в объеме носителя, исключен из процесса. Поэтому с экономической точки зрения целесообразным является формирование каталитически активной зоны из ультрадисперсного оксида никеля только на поверхности носителя.

Цель работы: подбор рецептурного состава и выбор условий пропитки алюмооксидного носителя с получением оксидно-никелевого слоя заданной толщины.

Носители помещали в 2М водный раствор гидрокарбоната аммония и проводили пропитку в течение 20 мин., создав разрежение 100 – 150 мм. рт. ст., промывали дистиллированной водой и выдерживали в водном растворе нитрата никеля при температуре 60 - 70°C в течение трех часов. После операции пропитки носители высушивали при температуре 100-120°C (три часа) и прокаливали при температуре 390-410°C (один час).

Предложенный способ позволяет получать катализаторы с толщиной оксидно-никелевого слоя от 0,4 – 0,5 · 10<sup>-3</sup> м, что приводит к экономии и, соответственно, к повышению эффективности использования каталитически активного оксида никеля.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭНЕРГИЙ ГИББСА  
ОБРАЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ КАРБОНАТОВ ЦИНКА МЕТОДОМ  
СРАВНИТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА**

Для термодинамического анализа отдельных химических реакций и установления направленности их протекания необходимы сведения по стандартным энергиям Гиббса образования реагентов и продуктов реакций.

В настоящее время известны основные карбонаты цинка (ОКЦ) следующих составов:  $Zn_3CO_3(OH)_4$ ,  $Zn_4CO_3(OH)_6$ ,  $Zn_3CO_3(OH)_4 \cdot 2H_2O$ ,  $Zn_4CO_3(OH)_6 \cdot H_2O$ , для которых стандартные энергии Гиббса образования в справочных данных отсутствуют. Поэтому для определения стандартных энергий Гиббса образования ОКЦ в гидротермальных условиях был применен метод сравнительного расчета.

По справочным данным известны сведения по стандартным энергиям Гиббса образования основных карбонатов Mg, Cu, Zn состава:  $4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$ ,  $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ ,  $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ ,  $2ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$ .

Разделяя химическую формулу основного карбоната металла (ОКМ) на структурные составляющие (карбонат металла, гидроксид металла, кристаллизационная вода) запишем  $\Delta_f G^0(298)$  основного карбоната металла вида  $xMeCO_3 \cdot yMe(OH)_2 \cdot zH_2O$  следующим образом:

$$\Delta_f G^0(298)(ОКМ) = x\Delta_f G^0(298)(MeCO_3) + y\Delta_f G^0(298)(Me(OH)_2) + z\Delta_f G^0(298)(H_2O) \quad (1)$$

где  $x$  – число моль карбоната в молекуле ОКМ;

$y$  – число моль гидроксида в молекуле ОКМ;

$z$  – число моль кристаллизационной воды в молекуле ОКМ;

$\Delta_f G^0(298)(MeCO_3)$ ,  $\Delta_f G^0(298)(Me(OH)_2)$ ,  $\Delta_f G^0(298)(H_2O)$  – стандартные энергии Гиббса образования карбоната, гидроксида, кристаллизационной воды соответственно.

Зависимость стандартной энергии Гиббса образования ОКМ  $\Delta_f G^0(298)$  от суммы стандартных энергий Гиббса образования структурных составляющих  $\sum \Delta_f G^0(298)$ , рассчитанной по уравнению (1), показана на рисунке.

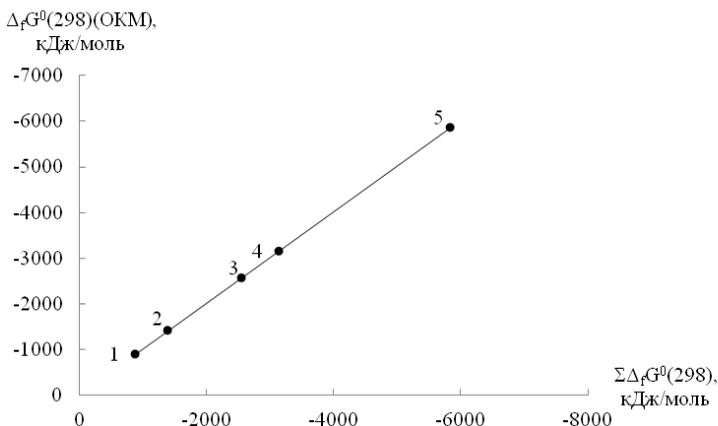


Рисунок Зависимость стандартной энергии Гиббса образования ОКМ  $\Delta_f G^0(298)$  от суммы стандартных энергий Гиббса образования структурных составляющих  $\Sigma \Delta_f G^0(298)$ :

1 -  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ , 2 -  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ , 3 -  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,

4 -  $2\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2$ , 5 -  $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

Как видно из рисунка, полученная зависимость носит линейный характер. Обработка графической зависимости методом наименьших квадратов позволила получить следующее эмпирическое уравнение:

$$\Delta_f G^0(298) = -11,158 + 1,0028 \cdot \Sigma \Delta_f G^0(298) \quad (2)$$

Таким образом, установлено, что существуют линейная зависимость между стандартной энергией Гиббса образования ( $\Delta_f G^0(298)$ ) ОКМ и суммой стандартных энергий Гиббса образования соответствующих карбонатов, гидроксидов металлов и кристаллизационной воды, составляющих эти соединения ( $\Sigma \Delta_f G^0(298)$ ). Следовательно, на основании справочных данных по энергиям Гиббса образования карбоната и гидроксида металла, возможно произвести расчет стандартных энергий Гиббса образования  $\Delta_f G^0(298)$  различных форм основных карбонатов цинка, и расширить сведения по термодинамическим свойствам неорганических соединений.

УДК 541.8, 536.6:532.14

*Новиков А.Н., Рассохина Л.Ю., Рыбкина Т.И., Ретинская Е.Р., Чьонг Т.Х.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **АДДИТИВНОСТЬ ТЕПЛОЕМКОСТНЫХ И ОБЪЕМНЫХ СВОЙСТВ В ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ ИОДИДЫ МЕТАЛЛОВ – N-МЕТИЛПИРРОЛИДОН**

Настоящая работа является продолжением исследований трехкомпонентных растворов электролитов в апротонном диполярном растворителе N-метилпирролидоне (МП). Изучение аддитивности свойств смесей растворов электролитов дает полезную информацию о взаимном влиянии ионов в трехкомпонентной системе. Поэтому в настоящей работе экспериментально исследованы теплоемкость  $C_p$  и плотность  $\rho$  трехкомпонентных систем NaI–KI–МП, NaI–RbI–МП, KI–RbI–МП при 298,15 К. Для исследования теплоемкости и плотности растворов были использованы прецизионные калориметрическая и денсиметрическая установки.

Для объяснения характера изменения теплоемкости и объема трехкомпонентных растворов электролитов в МП при смешении изоэнтальпических бинарных растворов были рассчитаны коэффициенты аддитивности  $\delta_c$  и  $\delta_v$ . Установлено, что величины  $\delta_c < 0$  и  $\delta_v > 0$ , что соответствует уменьшению  $C_p$  и увеличению  $V$  при смешении. Наиболее значительные отклонения свойств от аддитивности наблюдаются только для растворов, содержащих иодид натрия, что, на наш взгляд, может быть обусловлено преобладанием процессов ионного взаимодействия. Их протеканию способствуют как более низкое, по сравнению с водой, значение диэлектрической проницаемости МП, так и меньшая сольватация анионов в МП, приводящие к значительной ассоциации ионов уже при малых концентрациях. Кроме этого, в отличие от водных растворов, при образовании растворов в МП происходит увеличение теплоемкости системы, характеризующееся положительными значениями кажущихся мольных теплоемкостей  $\Phi_{cs}$ . Поэтому процессы ионного взаимодействия, приводящие к разрушению сольватных оболочек ионов, частичной или полной десольватации, вызывают уменьшение теплоемкости системы. Освобождение молекул МП из сольватов, также сопровождается уменьшением эффекта электрострикции и в результате приводит к увеличению объема. Из электростатических представлений следует, что ион натрия проявляет большую склонность к процессам ионной ассоциации, чем ионы калия и рубидия, поэтому в системах содержащих ион  $\text{Na}^+$  наблюдаются значительные отклонения от аддитивности.

УДК 541.8, 536.6:532.14

*Новиков А.Н., Рыбкина Т.И., Ретинская Е.Р., Чыонг Т.Х.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМЫ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИД – ВОДА**

Диметилсульфоксид (ДМСО) – перспективный растворитель, относящийся к группе апротонных диполярных растворителей, обладает рядом ценных свойств – хорошей растворяющей способностью, нетоксичностью, высокой температурой кипения. ДМСО хорошо смешивается с другими растворителями (с водой, например, неограниченно), что расширяет возможности его применения в химии и технологии. Исследование ДМСО и его смесей с другими растворителями интересно и в теоретическом плане.

Настоящая работа посвящена калориметрическому и денсиметрическому исследованию системы ДМСО - вода во всей области составов при 298,15 К. Измерения теплоемкости выполнены с высокой точностью на калориметрической установке ЛКВ 8700 и герметичном калориметре с изотермической оболочкой и платиновым термометром сопротивления в качестве датчика температуры. Погрешность измерения теплоемкости составляла не более  $\pm 1 \cdot 10^{-3}$  Дж(г·К)<sup>-1</sup>. Для исследования плотности растворов была использована прецизионная пикнометрическая установка. Погрешность измерения плотности растворов составляла не более  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$  г·см<sup>-3</sup>. Для приготовления растворов использовали дважды перегнанную воду и ДМСО, осушенный молекулярными ситами 4А, и дважды перегнаный под вакуумом (содержание воды составляло 0,02 % масс.).

На основании данных о теплоемкости и плотности растворов рассчитаны величины отклонения мольных теплоемкостей и объемов от аддитивности. Концентрационные зависимости избыточных функций

смещения  $\Delta C_p^E$  и  $\Delta V^E$  имеют значительный экстремум в области

составов 0,3-0,4 мольной доли ДМСО, что свидетельствует о специфическом взаимодействии компонентов системы, приводящем к образованию ассоциата ДМСО·2Н<sub>2</sub>О.

Расчет кажущихся мольных теплоемкостей  $\Phi_c$  воды в ДМСО и ДМСО в воде, а также изменения теплоемкости при растворении компонентов друг в друге показал, что эти величины лежат в положительной области значений, что характерно для растворов неэлектролитов.

УДК 615.014

*Сухинина О.А., Рыбкина Т.И., Синюгина Е.В., Щукина К.С.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ПОЛИСИЛОКСАНЫ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Многообразие свойств полисилоксанов, и в первую очередь их биологическая инертность, обусловили в последние годы их многоцелевое использование в фармацевтике, как в качестве основы, так и компонентов лекарственных препаратов.

Полимерный диоксид кремния — лёгкий мелкий аморфный порошок белого цвета, без запаха, при взбалтывании с водой образует взвесь. В коллоидной форме применяется в медицине в качестве энтеросорбента и наружно при гнойно-воспалительных заболеваниях мягких тканей. Сорбционная поверхность препарата при внутреннем употреблении составляет до 400 м<sup>2</sup>/г.

Механизм действия: при попадании в воду присоединяет к себе гидроксильные группы и формирует сложную пространственную структуру. Её особенностью является то, что сорбция молекул токсинов, избыточных продуктов обмена веществ, антигенов, микроорганизмов происходит на поверхности частиц, в местах связи оксида кремния с гидроксильными группами. В водной суспензии таких частиц много и их суммарная сорбционная площадь достаточно велика. Сорбция идёт на поверхности, поэтому полимер диоксида кремния может фиксировать и выводить вещества с любой, в том числе и с очень большой молекулярной массой (например, аллергены, микроорганизмы), поэтому препарат можно применять и для лечения аллергии.

Молекулы диоксида кремния коллоидного, имея большие размеры, не проникают через биомембраны и не оказывают вредного воздействия на кожу, ткани, внутренние органы и дыхательные пути.

Синтезировали полимерный диоксид кремния по реакции гидролитической поликонденсации тетраэтоксисилана при стандартных условия в присутствии каталитических количеств аммиака. Об окончании реакции судили по прекращению расслаивания отобранной и смешанной с водой пробы реакционной смеси. Образующийся раствор выпаривали до образования рыхлого геля, который затем высушивали при температуре 100<sup>0</sup>С. Образовавшийся кремния диоксид коллоидный - легкий белый порошок, высокодисперсный, с размером частиц от 4 до 40 мкм, плотностью 2,2 г/см<sup>3</sup> и удельной поверхностью от 50 до 400 м<sup>2</sup>/г.

*Сухинина О.А., Рыбкина Т.И., Нгуен Х. Ж.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **СОЕДИНЕНИЯ АЛЮМИНИЯ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Соединения алюминия используются в качестве основного вещества в фармацевтической химии для изготовления лекарственных препаратов, с целью лечения и предупреждения тяжелых болезней и одобрены Всемирной организацией здравоохранения.

Алюминий играет в организме важную физиологическую роль - он участвует в образовании фосфатных и белковых комплексов, в процессах регенерации костной, соединительной и эпителиальной ткани, оказывает, в зависимости от концентрации, тормозящее или активирующее действие на пищеварительные ферменты, способен влиять на функцию околотитовидных желез.

В медицинской практике используются адсорбирующие, обволакивающие, антацидные, защитные и обезболивающие свойства лекарственных препаратов, содержащих алюминий.

Такие соединения, как гидроксид и фосфат алюминия входят в состав препаратов для внутреннего приема. Среди наиболее популярных «алюминиевых» лекарств — средства от изжоги, гастритов и язвы желудка: «Антацид», «Алюмаг», «Альмагель», «Гастал» «Гастралюгель», «Маалокс» «Фосфалюгель» и другие.

Алюминия гидроксид — лекарственное вещество, представляющее собой аморфный рыхлый белый порошок. Чаще всего он используется в комбинации с соединениями магния в качестве антацидного препарата, который уменьшает кислотность желудочного содержимого за счет химического взаимодействия с соляной кислотой в полости желудка. Препарат получают в виде пасты.

Фосфат алюминия обладает тройным терапевтическим действием, которое достигается за счет сочетания антацидного, обволакивающего и сорбирующего эффектов». Препарат получают в виде геля, который способен связывать бактерии, вирусы, токсические вещества, попавшие извне или образовавшиеся в организме в результате жизнедеятельности.

Препараты эти с каждым годом совершенствуются — за счет новых разработок снижается их побочное воздействие и усиливается эффективность. Однако замену основе таких лекарств — алюминиевым соединениям — исследователи пока не нашли.

*Иваненко О.И., Рыбкина Т.И., Горбунов А.В.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ АЗЕЛАИНОВОЙ КИСЛОТЫ**

кислота (нонандиовая кислота)  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  – двухосновная предельная карбоновая кислота. Обладает всеми химическими свойствами, характерными для карбоновых кислот.

В исследовательской работе азелаиновую кислоту получали окислением рициноловой кислоты щелочным раствором марганцовокислого калия. В свою очередь, рициноловую кислоту получали омылением касторового масла, учитывая тот факт, что окислению кислоту подвергать необходимо немедленно, так как при стоянии она полимеризуется и выход азелаиновой кислоты сильно понижается.

Полученная азелаиновая кислота плавится при температуре 90-95°C, что не соответствует требованиям ГФ XI по чистоте продукта. Поэтому для получения чистого препарата, ее растворяли в кипящей воде и затем охлаждали. Выпавшие кристаллы отфильтровали, промыли ледяной водой, высушили.

Идентификация азелаиновой кислоты основана на значительно небольшой растворимости азелаиновокислого магния.

Кислота кристаллизуется из воды в больших тонких листочках с перламутровым блеском, плавится при 101-103°C. Диэтиловый эфир ее представляет густую, бесцветную, приятно пахнущую жидкость, кипящую без разложения при 291°—292°.

Лекарственные препараты на основе азелаиновой кислоты обладают бактериостатической активностью в отношении *Propionibacterium acnes* и *Staphylococcus epidermidis*, снижают выработку жирных кислот, способствующих возникновению акне. Уменьшают образование комедонов. Влияя на процесс ороговения клеток эпидермиса, подавляют рост и активность аномальных меланоцитов, вызывающих гиперпигментацию типа мелазмы. Оказывают противоугревое, депигментирующее действие.

*Иваненко О.И., Рыбкина Т.И., Логинова А.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ**

Бензойная кислота известна человечеству очень давно. Первые упоминания об этом веществе относятся к шестнадцатому веку. Противомикробное и противогрибковое действие бензойной кислоты послужило причиной того, что в двадцатом веке ее начали добавлять в лекарственные препараты. Это вещество прекрасно справляется с микробами, грибками и простейшими паразитами. Добавляют ее и в сиропы от кашля, поскольку она оказывает выраженное отхаркивающее действие, разжижает мокроту и помогает вывести ее из бронхов. Очень эффективны медицинские растворы для ножных ванночек с добавлением бензойной кислоты. С их помощью можно избавиться от потливости ног и грибковых поражений кожи.

В работе проведен синтез бензойной кислоты, при окислении толуола перманганатом калия в присутствии хлороводородной кислоты. Получены бесцветные игольчатые кристаллы.

Получена соль бензойной кислоты – бензоат натрия в виде белых хлопьев, которая легко растворима в воде и умеренно в этаноле.

Реакция идентификации бензойной кислоты и бензоата натрия основана получении нерастворимого в воде основного бензоата железа (III) розово-желтого цвета, при взаимодействии анализируемых веществ с раствором хлорида железа (III).

Для идентификации бензойной кислоты производили ее превращение в кислоту салициловую. Для данной реакции использовали избыток карбоната натрия, пероксид водорода и раствор железомониевых квасцов. В результате реакции появляется характерное фиолетовое окрашивание. Подлинность бензоата натрия устанавливали по иону натрия и по выделению кислоты после нейтрализации раствора соли азотной кислотой.

Для количественного определения бензойной кислоты использовали алкалометрический метод, бензоата натрия - ацидиметрический метод.

В фармацевтической промышленности бензоат натрия выпускается для применения в качестве секретолитика и стимулятора моторной функции дыхательных путей. Он обладает бактерицидным и бактериостатическим действием.

## **ВЫБОР МЕТОДА КОНТРОЛЯ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГИПСОВОГО КАМНЯ**

С каждым годом растут объемы выработки гипсового камня на предприятии «КНАУФ ГИПС НОВОМОСКОВСК», что приводит к большей запыленности воздуха на прилегающей территории и, как следствие, может привести к превышению ПДК. Поэтому необходим постоянный контроль содержания пыли в атмосферном воздухе.

Поскольку пыль представляет собой сложную систему, которую нельзя описать с достаточной степенью точности одним или двумя параметрами, измерение концентрации пыли является трудной метрологической задачей,

Чаще всего для выделения частиц пыли из воздушной среды используют метод фильтрации, который позволяет выделить частицы размером до 0,1 мкм, хотя применяют и другие методы, основанные на использовании электростатических, центробежных, инерционных сил. Наиболее простым из них является весовой.

Для весового метода измерения концентрации пыли необходима развитая турбулентность воздушного потока ( $Re > 10^4$ ). При этом распределение частиц по сечению, перпендикулярному к направлению движения потока, обусловлено силами гравитации, турбулентностью потока, отскока частиц от стенок канала, термо - и фотофореза, электростатического и молекулярного притяжения.

Скорость во входном отверстии используемого пробоотборного устройства должна быть равна скорости запыленного потока в газоходу (изокинетический отбор газа). Если скорость отбора превышает скорость газового потока, более крупные частицы пыли из внешней части отбираемого объема газа, стремясь по инерции сохранить прежнее направление движения, пройдут мимо входного отверстия пробоотборного устройства. В результате полученная величина запыленности окажется заниженной, а отобранная пыль будет более мелкой.

При отборе с пониженной скоростью произойдет обратное явление. Более крупные частицы пыли из внешней отклоняемой и не входящей в отбираемый объем части газового потока по инерции пройдут во входное отверстие пробоотборного устройства. Полученная при этом величина запыленности окажется завышенной, а отобранная пыль будет более крупной. Для получения достоверных результатов необходимым условием является правильный выбор места размещения пробоотборника в потоке запыленного воздуха.

*Белова Н.П., Юдин П.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева,  
Новомосковский институт повышения квалификации)

**МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ  
КАК СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.  
ПЕРСПЕКТИВЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ**

В настоящее время механизм явлений, происходящих в водных растворах под действием магнитного поля, ещё недостаточно изучен. В соответствии с классическими магнетохимическими представлениями интенсификация технологических процессов достигается воздействием относительно сильных (многие тысячи эрстед) магнитных полей на системы, обладающие достаточно высокой магнитной восприимчивостью, причем реакции протекают в магнитном поле. При магнитной обработке водных систем эти условия не соблюдаются. На водные системы, обладающие ничтожно малой магнитной восприимчивостью, действуют в течение долей секунды магнитными полями невысокой напряженности. Физико-химические реакции и процессы протекают довольно длительное время после магнитной обработки. Большинство исследователей считает, что воздействие магнитного поля на воду носит комплексный многофакторный характер и в конечном результате сказывается на изменениях структуры воды и гидратированных ионов, физико-химических свойствах и поведении растворённых солей. Магнитная обработка водных систем при достаточном развитии может играть важную роль в промышленности, медицине, сельском хозяйстве. Наиболее известно применение омагниченной воды для снижения накипи. Это явление запатентовал в 1945 г. бельгиец Т Вермайер. Проведённые нами исследования ряда водных систем подтвердили обнаруженные большинством исследователей экстремальные, а также полиэкстремальные зависимости эффекта магнитной обработки водных систем от напряжённости магнитного поля. Магнитная обработка водных растворов технологически проста, экономична и экологически безопасна. Обработанная магнитным полем вода не приобретает никаких побочных, вредных для здоровья человека свойств и существенно не меняет солевой состав, сохраняя качества питьевой воды. Биологический тест на дафниях показал уменьшение токсичного действия фенола в омагниченной воде.

*Янков А.В., Леонов В.Т.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ВВЕДЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ДОБАВОК В АММОНИЙНУЮ СЕЛИТРУ**

Еще в глубокой древности человек стал использовать для своих нужд некоторые распространенные природные соли. Затем стали применять соли, получаемые путем переработки естественных минералов и других веществ. Не все неорганические соли имеют одинаковое хозяйственное значение. Некоторые из них применяются в весьма ограниченных количествах, другие – достигают миллионы тонн в год. Из минеральных солей, изготавливаемых искусственным способом, в крупных масштабах производят те, которые используют в качестве сельскохозяйственных удобрений.

Аммонийная селитра – универсальное аммонийно - нитратное азотное удобрение – применяется для всех видов сельскохозяйственных культур во всех почвенно-климатических зонах Российской Федерации, содержащее 35 % азота. В чистом виде аммонийная селитра весьма гигроскопична. Из-за большой растворимости в воде, значительного температурного коэффициента растворимости, гигроскопичности и полиморфных превращений аммонийная селитра сильно слеживается, что затрудняет ее хранение и применение.

В литературных источниках имеются данные по введению в аммонийную селитру нитрата аммония, получаемого растворением магнезита в азотной кислоте; нитратов кальция и магния, получаемых разложением доломита в азотной кислоте; сульфата аммония или эквивалентного количества серной кислоты; смеси фосфорной и серной кислот (или их аммонийных солей); смесей борной кислоты, диаммонийфосфата и сульфата аммония. Исследуют, получаемые разложением в азотной кислоте, растворы фосфоритной муки (РФМ) или апатитового концентрата (РАП) и добавки твердых нерастворимых веществ (глины, талька, диатомита, вермикулита и других), ускоряющие кристаллизацию плава при гранулировании.

В данной работе приводятся данные минералов доломита и фосфорита, которые будут вводиться в растворы аммонийной селитры с последующей переработкой на гранулированную селитру.

**ИССЛЕДОВАНИЕ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ  
МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОЛОМИТОМ И ФОСФОРИТОМ**

Для улучшения физико-механических свойств аммонийной селитры в ее состав вводятся разнообразные неорганические добавки. В последнее время в промышленных масштабах освоен выпуск аммонийной селитры, содержащей 20-30 % -х добавок. Освоен выпуск известково-аммонийной селитры – ИАС с добавкой извести и кальций аммонийной селитры – САН с добавкой доломита.

Цель исследований – изучение растворимости аммонийной селитры с доломитом и фосфоритом и получение удобрений с исследуемыми веществами.

Первым этапом исследований были получены образцы удобрений при взаимодействии плава аммонийной селитры (АС) с добавкой 30 %-в доломита (Д); АС + Д (25 %) + фосфорита (Ф) (5 %); АС + Д (20 %) + Ф (10 %); АС + Д (15 %) + Ф (15 %). Были задействованы фосфориты Кимовского и Кокджонского месторождений, которые предварительно анализировались химическими и физико-химическими методами анализа.

Была получена сорбционная способность влаги образцов удобрений. Установлено, что с увеличением количественной добавкой фосфоритов происходит уменьшение сорбционной влаги.

По результатам исследований рН аммонийной селитры равно 4,4 ÷ 4,5 , а значение исследуемых образцов  $\approx 7$ , что благоприятно сказывается на агрохимических показателях.

Исследование растворимости солевых систем показало, что увеличение концентрации аммонийной селитры от 0 до 90 % приводит к увеличению содержания доломита и фосфорита.

Для идентификации чистых солей и образцов исследуемых удобрений использовались: кристаллооптические и рентгенографические исследования твердых фаз.

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ РАЗЛОЖЕНИЯ АММИАКА**

Одним из возможных решений проблемы защиты воздушной среды от выбросов аммиака является их централизованный сбор и утилизация. Но более перспективным является метод каталитического крекинга аммиака. В этом процессе применяются железные и никелевые катализаторы: КДА-1А, КДА-3, КДА-4, КДА-10А. Одной из основных проблем, существующих на современном этапе, является не только подбор высокоактивных компонентов, обеспечивающих быструю реакцию и достаточное превращение исходных компонентов за время контактирования, но и создание оптимальной внешней и внутренней структуры катализатора.

Как известно, каталитический процесс представляет собой реакцию на поверхности катализатора, подвод реагентов и вывод продуктов из зоны реакции. Таким образом, влияние диффузионных стадий внешнего и внутреннего переноса исходных реагентов и продуктов реакции на общую скорость процесс, имеет огромное значение. Для изучения влияния скорости внешней и внутренней диффузии на общую скорость процесса были проведены опыты с различными объемными скоростями газовой смеси от  $5000 \text{ ч}^{-1}$  до  $25000 \text{ ч}^{-1}$  и на гранулах различного диаметра (1-5 мм).

На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Увеличение объемной скорости приводит к повышению остаточного содержания аммиака.
2. При объемных скоростях от  $5000$  до  $25000 \text{ ч}^{-1}$  общая скорость процесса лимитируется внешней диффузией, т.е. влияние объемной скорости на скорость процесса велика.
3. Температура зажигания КДА-10А составляет  $300^{\circ}\text{C}$ , а максимальная степень разложения наблюдается при  $850^{\circ}\text{C}$ . При температуре ниже  $500^{\circ}\text{C}$  процесс протекает в кинетической области.
4. При температуре свыше  $500^{\circ}\text{C}$ , объемной скорости  $10000 \text{ ч}^{-1}$  и диаметре гранул катализатора более 4 мм лимитирующей стадией процесса является внутренняя диффузия.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ АЗОТА**

Источниками оксидов азота в воздухе являются выхлопные газы автотранспорта, теплоэлектроцентрали, предприятия черной металлургии и химической промышленности (производства серной и азотной кислот, минеральных удобрений, катализаторов и др.). Концентрация оксидов азота может колебаться в зависимости от источников от 0,1 до 0,35 % и максимальна в выбросах производств азотной кислоты. В связи с высокой токсичностью оксидов азота содержание их в воздухе весьма жестко ограничено: среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) оксидов азота в пересчете на  $NO_2$  составляют 5 мг/м<sup>3</sup>, максимальная разовая концентрация - 0,086 мг/м<sup>3</sup>.

Наиболее перспективным из каталитических способов очистки газов от оксидов азота является метод селективного каталитического восстановления (СКВ) аммиаком. Это связано с тем, что аммиак в отличие от других восстановителей (метан, водород, оксид углерода и т.д.) способен селективно восстанавливать оксиды азота в присутствии избытка кислорода, содержащегося в выхлопных газах. Данный процесс идет при значительно более низких температурах, чем с углеводородным восстановителем.

Полученные никель-медные катализаторы, предназначенные для осуществления процесса СКВ оксидов азота аммиаком, удовлетворительно работают в при объемной скорости 7500-15000 ч<sup>-1</sup> в интервале температур 250 - 300<sup>0</sup>С. Степень восстановления при этих условиях составляет 97,6% (остаточное содержание оксидов азота 0,003-0,005 об.%). При температуре выше 300<sup>0</sup>С наблюдается окисление аммиака кислородом воздуха, что повышает остаточное содержание оксидов азота в очищаемом газе. В интервале температур 280 - 300<sup>0</sup>С влажность очищаемого газа незначительно сказывается на степени восстановления.

## **ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ МАСС**

Основной вид изделий проницаемой керамики - керамические фильтры. Для обеспечения высокой производительности фильтрующих аппаратов, форма отдельных фильтров должна обеспечивать максимально высокую рабочую поверхность в единице объема аппарата. Для этого, фильтрационные элементы, как правило, стремятся получить в виде тонкостенной полый трубки внешним диаметром до 10 мм. Основным способом формования трубчатых изделий является экструзия из пластических масс на ленточных шнековых прессах.

Используемые для формования массы должны обладать комплексом определенных свойств. К ним относят различные показатели, например: пластичность, пластическую прочность, эластичность, модули деформаций и др. Указанные свойства определяют характер деформационного поведения масс в процессе формования, а, следовательно, и возможность получения качественной заготовки требуемой конфигурации.

Исследовали реологические и структурно-механические свойства масс на основе цеолита, перспективных для изготовления фильтрационной керамики. В качестве пластификатора использовали бентонит в количестве 20 масс. %. В состав масс также входят структурообразующие добавки сажи и стекловолкна, которые на стадии формования оказывают в основном негативное влияние на свойства масс.

Установлено, что формовочная влажность исследуемых масс находится в пределах 28-34%, что несколько превышает традиционные значения влажности масс для экструзионного формования (18-25%). Повышенная влажность может привести к деформации полученной заготовки. При этом, добавка стекловолкна при любом содержании в массах увеличивает их пластическую прочность, но способствует расширению интервала пластического состояния масс, в то время как добавка сажи способствует его сужению. Таким образом, варьируя соотношение между содержанием добавок можно регулировать свойства масс. Исследование структурно-механических свойств масс показывает, что они относятся к 4 и 5 структурно-механическим типам по С.П. Ничипоренко, т.е. в принципе пригодны для экструзионного формования при повышенных затратах энергии.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ В КАЧЕСТВЕ  
СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ ФОРМОВАНИИ  
КЕРАМИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК**

Основными методами получения керамических заготовок сложных конструкций являются литьё из термопластичных шликеров и пластическое формование. В последнем случае в качестве ВТС используют водные растворы полимеров. Однако их применение в технологии тонкостенных изделий ограничено из-за высокой адгезии масс к материалу мундштука и пресс-формы, что приводит к деформации заготовок после выдавливания. Применение в качестве связующих термопластичных материалов на основе парафина и его аналогов требует постоянного подогрева массы до 45-50 °С с последующим удалением связки при 900°С из заготовок в адсорбенте. Это усложняет технологический процесс и снижает выход годных изделий. Из литературных источников известно, что использование в качестве связок терморезактивных веществ позволяет совместить операцию предварительного выжига органического связующего с окончательным обжигом заготовок. Однако их применение в технологии тонкостенных керамических изделий пока мало изучено. Поэтому в работе изучено влияние вида и состава терморезактивного связующего на свойства керамических заготовок, полученных методом пластического формования.

Исследования проводили на кордиеритовом порошке различной дисперсности. В качестве связок применяли ненасыщенные полиэфирные смолы: олигоэфирмалеинат ПН-19 и олигоэфиракрилат МГФ-9. По сравнению с другими фенол- и фурфуролсодержащими терморезактивными веществами, данный вид смол имеет ряд преимуществ. Они нетоксичны, нелетучи, что исключает загрязнение окружающей среды и уменьшает взрыво- и пожароопасность.

В работе изучены структурно-механические и технологические свойства терморезактивных масс. Установлено, что введение в терморезактивные связки пластификатора улучшает реологические свойства масс и снижает общее содержание связующего с 20 до 17-18% мас. На основе анализа структурно-механических свойств исследуемых керамических масс даны рекомендации по использованию на стадии формования ненасыщенных полиэфирных смол для получения кордиеритовых заготовок с толщиной стенки 250 мкм.

*Журавлев В.И., Волкович А.В., Жиркова Ю.Н.*  
 (Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)  
**ВЛИЯНИЕ АНИОННОГО СОСТАВА РАСПЛАВЛЕННЫХ  
 ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ  
 ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КАТОДОВ**

Избирательность жидкометаллического катода (Мl) к ШЗМ металлу (Ме-Са, Sr, Ва) относительно щелочного (М-На,К) при их выделении в сплав  $Ml-X_{Me}-X_M$  из расплавленных электролитов  $MCl-XMCl_2$  оценивается через показатель избирательности

В свою очередь при постоянном катионном составе расплава зависит от потенциала (состава) получаемого сплава ( $E_{сп.}$ ), как видно из уравнения

$$\ln \theta'_{Ml, Me/M} = F(2E_{Me^{2+}/Me(M)}^{P*} - E_{M^+/M(M)}^{P*} - E_{сп.}) \cdot (RT)^{-1}$$

При этом значения условных равновесных потенциалов включают величину, которая при постоянном значении  $X MCl_2$  зависит только от анионного состава расплава. Рассмотрено влияние  $F^-$  и  $O^{2-}$ -анионов при их внесении в хлоридные расплавы  $(K-Na)Cl_{э.кв.} - 7$  мол. %  $MeCl_2$  при 973 К. Принимали, что при  $X_{MF} \ll X_{MCl}$  и  $X_{MF} / X_{MCl} \leq 3$  введенные в расплав анионы  $F^-$  полностью войдут в первую координационную сферу комплексов от  $[MeCl_3F]^{2-}$  до  $[MeClF_3]^{2-}$ . Катионы  $M^+$ , при этом, всегда находятся во второй координационной сфере с относительно постоянной активностью. Можно считать, что практически не изменяется. Аналогичным образом можно считать, что анион  $O^{2-}$  связан в комплексном анионе типа  $[Me_2OCl_6]^{4-}$  и понижает только. Такой подход позволяет оценить изменение при переходе от хлоридных, к хлоридно-фторидным, оксидно-галогенидным расплавам. Рассмотрен цинковый катод при 973 К в расплавах 7 мол.%  $MCl_2 + (K-Na)Cl_{э.кв.} + (0-21)$  мол. % NaF. При  $X NaF=0$  величина составила 10 и 6,5 для Sr/Na и Ва/Na для насыщенных сплавов цинка. При  $X NaF=21$  мол.% значения смещаются на -0,150; -0,140 и -0,090 В, соответственно для расплавов с  $CaCl_2$ ,  $SrCl_2$ ,  $BaCl_2$ . При растворении в хлоридных расплавах SrO или ВаО потенциалы отклоняются лишь на -0,011 или -0,013 В, что уменьшает до 8,8 и 5,6. Введение же до 21 мол.% NaF приводит к уменьшению. При мол. % цинковый катод сохраняет показатель избирательности к парам Sr/Na а и Ва/Na больше единицы (6 и 4 соответственно), что позволяет применять такую добавку NaF, например, для депассивации жидких катодов.

## **ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСЫПНЫХ ПОРОШКОВЫХ КАТОДОВ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ**

Насыпные перемешиваемые электроды применяются в практике нанесения гальванопокрытий металлов и сплавов на мелкие детали. При этом насыпной объем загружаемых деталей и, соответственно, коэффициент загрузки объема носителя (например, барабана) рассматриваются как постоянная величина в процессе всего электролиза. Это оправдано тем, что изменение габаритных размеров даже достаточно мелких (до 3 мм) деталей при толщинах покрытиях более 100 мкм не превышает 0,03 %. При использовании же электрохимического метода получения композиционных порошков с широким диапазоном регулирования составов, толщина ( $\delta$ ) осаждаемого слоя металла ( $M_2$ ) на сферическое ядро зерно диаметром  $D_1$  из исходного металла  $M_1$  – сопоставимые величины одного порядка. Это обстоятельство обуславливает актуальность рассмотрения закономерностей изменения геометрических характеристик порошкового насыпного электрода от загрузки до формирования заданного состава композиционного порошка (КП). Получаемый по электрохимическому методу КП состоит из сферического ядра диаметром  $D_1$  металла  $M_1$ . После электролитического осаждения  $M_2$  с заданной концентрацией  $C_2$  КП имеет диаметр  $D_2$ . Металлы  $M_1$  и  $M_2$  имеют плотности  $d_1$  и  $d_2$ . Если объем исходного порошка ( $M_1$ ,  $D_1$ ,  $d_1$ ,  $C_1$ ) равен  $v_1$ , то объем КП ( $v_{\text{КП}}$ ) рассчитывается по формуле  $v = v_1 (1 + (C_2 \cdot d_1 / C_1 \cdot d_2))$ . Для КП состава 20 мас. % Al и 80 мас. % Ni -  $v_{\text{КП}} = v_1 \cdot 2,21$ . Размер зерна КП составит  $D_{\text{КП}} = D_1 \cdot \sqrt[3]{2,21} = 1,30 D_1$ . Учитывая цилиндрическую форму электролизера, постоянство числа зерен порошка в загрузке, ее исходная высота  $H_1 = v_1 / S_1 \cdot \Pi$  – где  $S_1$  – площадь дна – токоподвода,  $\Pi$  – объемная пористость порошка ( $\approx 0,5$ ). В конце процесса  $H_{\text{КП}} = v_{\text{КП}} / S_1 \cdot \Pi$ . Конечное отношение  $H_{\text{КП}} / H_1 = 2,21$ . В ходе процесса оно меняется согласно выражению  $H_{\text{КП}} / H_1 = (1 + (C_2 d_1 / C_1 d_2))$ . Очевидно, что для постоянства  $C_2$  на разных частицах с разным  $D_1$  толщина осадка ( $\delta_{M_2}$ ) должна быть больше на крупных зернах. В ходе электролиза с перемешиванием реализуются условия получения равных  $\delta_{M_2}$  на объектах независимого от их размера, что может приводить к фактическому уменьшению  $C_2$  на крупных зернах и увеличению на мелких частицах относительно заданной концентрации  $C_2$ . Это обстоятельство требует загрузки фракций с малым отклонением  $\Delta D_1$  размеров. С другой стороны, при перемешивании проявляется «ситовый

эффект», приводящий к увеличению  $\delta_{M2}$  на более крупных зернах против средней величины  $\delta_{M2}$  за счет увеличения средней плотности тока на таких частицах в ходе электролиза.

УДК 541.13

*Журавлев В.И., Волкович А.В., Мушкарин К.Г., Коновалов И.М.*  
(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)

## **ДИФфуЗИЯ КАТИОНОВ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В РАСПЛАВАХ ХЛОРИДОВ КАЛИЯ И НАТРИЯ**

Диффузия катионов (ЩЗМ,  $Me^{2+}$ - $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ) в расплавах хлоридов щелочных металлов определяет катодную или анодную поляризацию со стороны расплавленного электролита в электродных процессах. Экспериментальные данные о коэффициентах диффузии  $Me^{2+}$  в расплаве  $(K-Na)Cl_{э\text{кв}}$  D получены методом катодной хронопотенциометрии в электролите при содержании 0,0145 мол. дол.  $MeCl_2$  с использованием жидкого цинкового катода. Величины D для  $Me^{2+}$  оказались значительно ниже, чем измеренные для других двухзарядных катионов в  $(K-Na)Cl_{э\text{кв}}$  и почти в 2 раза, ниже рассчитанных по уравнению Стокса-Эйнштейна (С.-Э.), в том числе и с поправкой на электростатическое взаимодействие с диффузионной средой – ионным расплавом. Следует отметить, что такая поправка для D  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  должна бы давать удовлетворительные результаты, т.к. структуры  $[MeCl_n]^{(n-2)-}$  характеризуются электростатической природой связи. Анализ данных о характере катодных процессов при выделении ЩЗМ на жидких цинковых (и другие) катодах из разбавленных расплавов  $(K-Na)Cl_{э\text{кв}}$  –  $MeCl_2$  свидетельствует, что в гальваностатическом режиме электролиза последовательно протекают процессы восстановления  $Zn^{2+}$  до  $Zn^0$ , затем  $Me^{2+}$  до  $Me^+$ . После достижения предельной плотности тока второй реакции катионы  $Me^{2+}$  восстанавливаются до  $Me(Zn)_{\text{спл}}$ . Характерно, что время протекания первых двух процессов практически невозможно зафиксировать на катодных хронопотенциограммах, которые относят полностью к разряду для  $Me^{2+}$ . Таким образом, при расчете D для  $Me^{2+}$  по уравнению Санда используются значения  $C^0$  для  $Me^{2+}$ , произведение  $i^2 \cdot \tau$ , в котором  $\tau$  – переходное время. До 98-99 % от  $\tau$  составляет собственно время ( $\tau_1$ ) разряда по реакции  $Me^{2+} + 2e^- \rightarrow Me(Zn)$  с участием 2-х электронов. С другой стороны убыль  $Me^{2+}$  от  $C^0$  за счет реакции перезаряда  $Me^{2+} \rightarrow Me^+$  по оценочным данным, составляет до 30 % к началу восстановления  $Me^{2+}$  до  $Me(Zn)$ . Очевидно, что при расчете D для  $Me^{2+}$  в расплавах MCl по данным хронопотенциометрии необходимо учитывать перезаряд. Для этого необходима оценка  $C^S$  для  $Me^{2+}$  во время

начала процесса  $Me^{2+} \rightarrow Me^+(Zn)$  и времени его протекания –  $\tau_1$ . Предложен поправочный коэффициент (K) для пересчета D с учётом двухстадийного протекания процесса восстановления катионов  $Me^{2+}$

$$K = (\tau_1 / \tau) (C_{Me^{2+}}^S / C_{Me^{2+}}^0)^{-2}$$

УДК 541.13

*Журавлев В.И., Волкович А.В.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И.Менделеева)

## РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФфуЗИИ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ

Расчетные методы оценки коэффициентов диффузии щелочноземельных металлов (Me – Ca, Sr, Ba) в легкоплавких металлах (Мl) представляют известный интерес, учитывая недостаток экспериментальных данных с одной стороны и ограниченность применения анодной хронопотенциометрии – с другой. Ограничения связаны недостаточностью избирательности некоторых жидких Мl к выделению на нем Me в солевом расплаве хлоридов  $MeCl$ -  $MeCl_2$ , (M – K, Na), например для сурьмы. Традиционно для сравнения с экспериментальными данными или при их отсутствии рассчитывают по уравнению Стокса-Эйнштейна (С.-Э.)

$$D_{Me(Ml)}^0 = RT(6\pi N_A \cdot \eta_{Ml} \cdot r_{Me})^{-1} \quad (1)$$

Для разных металлов-диффузантов отмечается как вполне удовлетворительное согласование, так и значительные расхождения между экспериментальными данными (D) и рассчитанными по (С.-Э.) –  $D^0$ . Можно отметить, что системы  $Me-(Ml)_{ж}$ , с известными оговорками близки к «стоксовской модели» массопереноса Me в вязкой среде  $Ml_{ж}$  по трансляционному механизму. Однако существенным отличием является движение не Me, а упорядоченной структуры, образованной щ.з.м. с металлом диффузной среды - микрогруппировки, МГ, состава  $Me_nMl_m$ , где  $m/n = v$ . Данные МГ имеют значения v от 1 до 13 при n=1, весьма прочны, о чем свидетельствуют значения парциальной молярной энтальпии щ.з.м. в разбавленных сплавах от от – 80 до -190 кДж/моль. Существование МГ в сплавах Me-Ml подтверждено разными методами. Это дает основания для использования в уравнении С.-Э. не кристаллографических радиусов ( $r_{Me}$ ), а «стоксовских радиусов» ( $r_{Me}^*$ ), отвечающих размеру реального диффузанта – микрогруппировки. Следует отметить разнообразие структур МГ – от линейных  $MeMl$ ,  $MeMl_2$  до трехмерных (объемных)  $MeMl_4$ ,  $MeMl_{11}$ ,  $MeMl_{13}$ . Для систем Me-Zn значения v = 11 и 13. Форму МГ можно обоснованно принять

сферической со «стоксовским радиусом» -  $r_{\text{Me}(Zn)}^* = r_{\text{Me}} + 2r_{2n}$ . При  $\nu = 1, 2, 4$  значение  $r_{\text{Me}(M)}^*$  отвечает размеру сферы с площадью равной сумме поверхностей атомов в МГ за вычетом площадей взаимного экранирования – условно «поверхности трения». Отклонения расчетов не превышает 5-20% от экспериментальных данных.

УДК 621.357

*Помогаев В.М.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)  
**О СООТНОШЕНИИ МЕЖДУ РАССЕИВАЮЩЕЙ  
СПОСОБНОСТЬЮ И ПЕРЕРАСХОДОМ МЕТАЛЛА ПРИ  
НАНЕСЕНИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

Проблема экономии металла, являясь важной во всех отраслях промышленности, становится приоритетной и в гальванотехнике. Дефицит цветных металлов и рост их стоимости привел к необходимости бережнее относиться к расходу металла, в том числе и на нанесение покрытий.

Целью настоящей работы является исследование проблемы перерасхода металлов при нанесении гальванических покрытий, изучение влияния рассеивающей способности (РС) электролитов на перерасход металла.

Рассеивающую способность электролитов определяли по ГОСТ 9.309—86, перерасход металла рассчитывали по избыточному количеству металла при нанесении средней или минимально необходимой толщины покрытия.

Установлено, что с ростом РС перерасход металла на получение минимальной толщины на труднодоступных участках катода снижается, однако величина изменения перерасхода сильно зависит от величины рассеивающей способности. Так, для обеспечения минимальной толщины металла при нанесении защитно-декоративных покрытий в электролитах с отрицательной рассеивающей способностью (от -30 до 0%), повышение рассеивающей способности на 10% способствует снижению расхода металла на 30-50% и уменьшение продолжительности осаждения до 10-15%. В электролитах с РС от 0 до 30% снижение расхода металла и продолжительности осаждения составляет 20-30% и 7-10% соответственно, а в электролитах с рассеивающей способностью более 30-40% сокращение расхода металла не превышает 10-15%.

В работе получено уравнение, связывающее перерасход металла с минимальной толщиной покрытия на сложнопрофилированном катоде, а также получено эмпирическое соотношение между критерием электрохимического подобия (критерием Вагнера), рассеивающей способностью и перерасходом металла при нанесении гальванических покрытий.

Предложены меры по снижению перерасхода металла при нанесении покрытий.

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)  
**РАССЕИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СЕРНОКИСЛЫХ  
ЭЛЕКТРОЛИТОВ МЕДНЕНИЯ И НИКЕЛИРОВАНИЯ**

Электролитическое меднение и никелирование нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Основными целями меднения являются: защита от коррозии, повышение поверхностной электропроводности, придание поверхности специальных свойств. Никелирование применяется для защиты от коррозии, повышения поверхностной твердости, придания поверхности декоративного вида. Наиболее широкое применение в промышленности нашли сернокислые электролиты меднения и никелирования. Одним из недостатков этих электролитов является сравнительно низкое значение рассеивающей способности (РС), которая, как правило, не превышает 18-20%. Вместе с тем рассеивающая способность является одним из главных факторов определяющих качество гальванических покрытий и, в первую очередь, равномерность распределения и удельный расход металла. Проблема экономии металла, оставаясь важной во всех отраслях промышленности, становится приоритетной и в гальванотехнике. Дефицит цветных металлов и рост их стоимости привел к необходимости бережнее относиться к расходу металла, в том числе и на нанесение покрытий.

Целью настоящей работы является измерение рассеивающей способности современных электролитов меднения и никелирования, изучение влияния состава электролита и нестационарного электролиза на РС электролитов.

Изучение влияния состава электролита на рассеивающую способность электролитов меднения показало, что с ростом концентрации сульфата меди и снижением концентрации серной кислоты РС растет. В работе проведен анализ влияния компонентов и получен электролит, обладающий наилучшими эксплуатационными свойствами – скоростью осаждения, рассеивающей способностью.

Измерение рассеивающей способности электролитов никелирования показало, что изменение состава раствора существенно не влияет на РС и равномерность распределения тока и металла. Показано, что применение импульсного тока приводит к снижению рассеивающей способности, а реверсирование тока позволяет увеличить РС электролитов никелирования.

# СЕКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 553.973

*Горохова М.Н. \*, Платонов В.В. \*\**

(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;

\*\* Тульский государственный университет)

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА САПРОПЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ РФ

Всемирный Конгресс «Итоги тысячелетия», прошедший в 2000г в Санкт-Петербурге констатировал: «Население всех стран мира наиболее остро волнует сокращение продолжительности жизни, что является следствием неблагоприятной экологической обстановки, увеличения генетических и трудно излечимых заболеваний, несбалансированного питания и ряда других факторов...».

Многие из перечисленных проблем могут быть решены внедрением в практику сапропелей и различных препаратов на их основе, положительный эффект от применения последних убедительно доказан в медицине, ветеринарии, сельском хозяйстве, животноводстве и в других областях.

Широким набором современных физико-химических методов анализа в составе органического вещества сапропелей (ОВС) обнаружены amino-, оксикарбоновые кислоты, полипептиды, пигменты, витамины, стерины, каротиноиды, металлопорфирины, углеводы, различные углеводороды, в т. ч.: терпены, которые отвечают за высокую биологическую активность препаратов на основе сапропелей. Значительный вклад в формирование биологической активности последних вносят разнообразные витамины, производные хлорофиллов, каротина, гормональные соединения, антибиотики, легкодоступные углеводы, незаменимые аминокислоты (лизин, метионин, цистеин, триптофан), высокомолекулярные спирты, непредельные карбоновые кислоты, стерины. В смолистой части липидов концентрируется большая часть биологически активных веществ, обладающих антиоксидантным, мембраностабилизирующим, гепатозащитным, антимикробным, противовоспалительным и репарационным действием при лучевых поражениях кожи.

В составе ОВС обнаружены большие количества бактерий и актиномицетов, обладающих антибактериальными свойствами, как к патогенным, так и к условнопатогенным микроорганизмам. Выявлены

антагонисты среди бактерий и актиномицетов по отношению к золотистому и белому стафилококку, тифозной и паратифозной палочке В, к патогенным грибкам человека, к микрофлоре гинекологических больных.

В данном сообщении приведена сравнительная характеристика химического состава органического вещества сапропелей различных регионов РФ.

1. Сапропель г. Приморско-Ахтарск Азовской поймы Краснодарского края

2. Сапропель п. Сасыкома Ахтутинской поймы Астраханской области

3. Сапропель п. Соль-Илецк Оренбургской области

4. Сапропель р. Тихая Сосна Белгородской области

5. Сапропель оз. Глубокое (Республика Татарстан)

6. Сапропель оз. Лебяжье (Республика Татарстан)

Для характеристики особенностей химического состава ОВС проводился сравнительный анализ результатов химического группового состава, в ходе которого определялся выход водорастворимых веществ (ВРВ), легкогидролизуемых веществ (ЛГВ), трудногидролизуемых (ТГВ), гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК), целлюлозы (Ц), битумов (Б) (бензольно-этанольный экстракт).

Качественный и количественный состав сапропелевых продуктов устанавливался ИК-Фурье, УФ/ВИС, <sup>1</sup>НЯМР-спектроскопии, хромато-масс-спектрометрии, тонкослойной хроматографией со свидетелями, качественными реакциями на стерины, каротиноиды, витамины, гормоны.

Сравнительный анализ ОВС показал, что химический групповой, качественный и количественный состав ОВС весьма значительно зависит от региона образования сапропеля, хорошо коррелируется с видовым составом растительности, зоо- и фитоплактонами, минеральным составом вод и других факторов.

Выход (Б) варьирует от 2.8 до 6.5; ВРВ - от 2.2 до 11.3; ЛГВ - от 8.83 до 21.5; ТГВ – 7.3 до 17.7; ГК – от 5.80 до 16.5; ФК от 1.29 до 25.9. Высоким содержанием битумов характеризуются сапропели оз. «Глубокое» и «Лебяжье» (Республика Татарстан), находящиеся в хвойных лесах. Битумы отличаются значительным содержанием терпенов, длинноцепных предельных и непредельных углеводов, каротиноидов.

Сапропель Краснодарского края Азовской поймы обогащен аминокислотами, оксикарбоновыми кислотами, стеринами, стероидными спиртами, каротиноидами.

Высокий выход ГК характерен для сапропелей оз. «Глубокое» и «Лебязье» (Республика Татарстан). ВРВ и ЛГВ всех сапропелей содержат весь набор аминокислот, углеводов, водорастворимых карбоновых кислот.

Биологическое тестирование ГК с использованием дрожжевого теста показало, что наибольшая биологическая активность характерна для ГК Сапропеля г. Приморско-Ахтарск Краснодарского края.

УДК 662.642.541.18

*Лебедев К.С. \*, Платонов В.В. \*\*, Кудря А.Н. \*\**

(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;

\*\* Тульский государственный университет)

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФОВ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ РФ**

Сложные биохимические превращения остатков животного и растительного материала, сопровождающие торфообразовательный процесс, обусловили накопление в торфе значительного количества органических соединений, в т.ч.: кислот, альдегидов, кетонов, спиртов, углеводов, аминокислот, фенолов, эфиров, стероидов, флавоноидов, ксантонов, полипептидов, липидов, кумаринов, изокумаринов, алколоидов, ферментов, витаминов, каротиноидов, антибиотиков, ответственных за высокую биологическую активность торфа и различных продуктов его химической переработки.

Торфяные биологически активные препараты ускоряют рост растений, сокращают период их развития, повышают урожайность, активизируют процессы синтеза фосфорсодержащих и белковых соединений, дыхания и размножения клеток, накопления биомассы за счет интенсивного потребления компонентов среды; положительно влияют на состояние животных, увеличивая их привесы и плодовитость, оказывают значительный эффект на размножение и рост белковых дрожжей. Многосторонняя биологическая активность (БА) препаратов позволяет использовать их в медицине.

Наибольшее количество биологически активных веществ приходится на долю гуминовых веществ (ГВ).

В России и за рубежом проводятся многоплановые исследования вещественного состава торфов, особенно, их органической массы. Уделяется внимание гуминовым, гиматомелановым и фульвокислотам, их выделению, разделению на узкие фракции и даже индивидуальные соединения, получению на основе торфа препаратов различного

назначения. Постоянно возрастающий интерес к торфу как ценному сырью для производства биостимуляторов объясняется серьезным обострением экологических проблем, появлением новых заболеваний.

Подробное изучение особенностей химического состава торфов позволит получить новые сведения об особенностях торфообразовательного процесса, установить генетическую связь химического состава с исходным биологическим материалом; выбрать «мягкие» условия переработки торфа с получением биостимуляторов широкого спектра действия, познать природу физиологического действия торфяных препаратов.

В настоящем сообщении приводятся данные исследования особенностей химического состава органического вещества торфов Тульской области (Суворовский район), Рязанской области (Мещерское торфопредприятие), Тверской области (Емельяновский район), Ярославской области (Брейтовский район, с. Брейтово).

Для исследования отбирались образцы торфа с близкими физико-химическими, техническими показателями (влажность, зольность, насыпной вес, кислотность, степень разложения), но учитывались особенности биологического материала, участвующего в торфообразовательном процессе. Именно биологический материал (фито- и зоопланктонов, высшая растительность, степень и характер минерализации вод) в значительной степени определяют состав, как минеральной, так и органической части торфа.

Тип торфов – низинный, группа – древесно-травяной, тростниковый, осоковый, гипновый. Биологический материал: древесина березы, кора ольхи, осины, ели, сосны, ивы, тростник, осока, вахта, гипновые мхи. Степень разложения от 10 до 45%. Средний элементный состав (масс. %): С 53.2, Н 5.1, N 3.0, O,S 38.7.

Групповой состав торфов (масс. % от ОВТ): битумы (2.8-8.0), водорастворимые (ВРВ) (10-22), легкогидролизующие (ЛГВ) (5-12), гуминовые кислоты (ГК) – (40.3 – 58.3), фульвокислоты (8.5-16.0), целлюлоза (3.5 – 6.0); лигнин (3.3 – 9.3).

Максимальным содержанием ГК и ФК характеризуется торф Ярославской области (Брейтовский р-н, с. Брейтово), относящийся к тростниковым видам (тростник, осока, ива, береза, гипновые мхи, вахта); для них выше количество легкогидролизующих веществ, содержание углеводов, аминокислот, водорастворимых карбоновых кислот, витаминов, гормональных соединений.

Торф Тульской и Рязанской областей – древесно-травяной, степень разложения до 42%, кислотность рН(H<sub>2</sub>O) – 5.5, рН(KCl) – 5.2. Выход ГК и ФК 43.2 и 12 (масс. %), соответственно, которые имеют более высокие

значения молекулярной массы, меньше содержание аминокислот, сахаров, выше целлюлозы, лигнина, различных фенолов, значительно ниже содержание азотфиксирующих, нитрифицирующих и лигнинразрушающих микроорганизмов. Состав органического вещества торфа Тверской области достаточно близкий к торфу Ярославской области.

Сделаем вывод, что для производства гуминовых препаратов сельскохозяйственного назначения, выделения биологически активных препаратов предпочтительнее использование торфов Тверской и Ярославской областей.

УДК 553.973

*Лебедев К.С. \*, Платонов В.В. \*\*, Фридзон К.Я. \*\**

(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;

\*\* Тульский государственный университет)

### **КОМПОЗИЦИЯ «ТЕРРАГУМ» В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ**

Последние годы во всех странах мира, а также в РФ, особое внимание уделяется производству экологически чистой сельхозпродукции, при значительном сокращении потребления различных минеральных удобрений, и в то же время более широкого внедрения в сельскохозяйственное производство органических удобрений на основе гуминовых препаратов, полученных из сапропелей, торфов, молодых бурых углей.

Интенсивное использование земель в производстве сельскохозяйственной продукции, со значительным внесением различных минеральных удобрений и при практически полном игнорировании органических удобрений, нарушение севооборотов, без оставления пашень под пары, привело к резкому уменьшению самой главной органической составляющей почв, в основном отвечающей за урожайность сельхозкультур, гумуса.

Содержание последнего даже в наиболее типичных черноземах составляет 1.5 – 3.0 масс. % от органического вещества почвы. Многие сельхозгодия закислены, засолены, что также не является положительным показателем органического состояния почв. Выходом из создавшегося положения для большинства регионов РФ является широкое внедрение в сельскохозяйственное производство, особенно экологически чистой продукции, удобрений на основе сапропелей, торфов, молодых

бурых углей, как их самих, так и различных препаратов, полученных на их основе.

Многолетние и многоплановые исследования вещественного состава минеральной и органической составляющих перечисленных природных ископаемых показали на наличие в них самих различных биологически активных соединений, в т.ч.: аминокислот и кетокислот, углеводов, каротиноидов, производных хлорофилла, металлопорфиринов, углеводов, липидов, витаминов, гормональных компонентов, ферментов, гуминовых, гиматомелановых и фульвокислот и других соединений. В минеральной части значительно содержание макро- и микроэлементов (Cr, Mn, U, Mo, Co, Zn, Cu, Fe, Ti и др.), которые, наряду с перечисленными выше органическими соединениями, играют важную роль в формировании биохимических показателей сельхозпродукции, уровне ее урожайности.

Для использования в сельском хозяйстве предлагается композиция, включающая в свой состав мелкоизмельченные: доменный шлак, известняк, молодой бурый уголь, которые в присутствии раствора гуматов калия, натрия, аммония подвергаются грануляции с последующей сушкой полученных гранул.

Доменный шлак содержит Al, V, Ni, Co, Si, Cr, Mo, значительное количество оксидов Co, Mg, Fe, весьма необходимых растениям в качестве макро- и микроэлементов. Известняк, основу которого составляет карбонат кальция, содержит оксиды Si, Ti, Cu, Zn, Mn и другие. Он вполне может быть заменен ракушечником.

Данная композиция прошла промышленные испытания в Тульской, Рязанской, Брянской, Калужской областях, Республике Татарстан на широком наборе сельскохозяйственных культур: яровая и озимая пшеница, рапс, овес, ячмень, кукуруза, кормовая, столовая и сахарная свекла, кормовые травы. Для всех без исключения культур отмечено увеличение урожайности от 25 до 40%, повышение биохимических показателей сельхозпродукции по содержанию крахмала, сахаров, каротиноидов, клейковины, различных витаминов.

Весьма эффективна композиция в тепличном производстве помидоров, огурцов, баклажанов, редиса и др.

Наличие в составе композиции доменного шлака, известняка, ракушки, обогащенных оксидом кальция, позволяет достичь существенного раскисления почв, повышения их газо- и водопроницаемости, что важно для развития корневой системы растения и его в целом.

УДК 662.642.

*Горохова М.Н.\*, Платонов В.В.\*\*, Фридзон К.Я.\*\**

(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;

\*\* Тульский государственный университет)

**ВЫБОР МЕТОДА ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ  
ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ С ПОЛУЧЕНИЕМ  
ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ  
РАДИОНУКЛИДОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Многоплановые комплексные исследования гуминовых кислот различного происхождения сапропелевые, торфяные, буроугольные, показали, что в силу особенностей своего функционального состава, структуры, они являются эффективными сорбентами широкого спектра тяжелых металлов, а также радионуклидов.

По основным физико-химическим показателям, а именно высокой устойчивости в кислых средах, которыми характеризуются, в основном, различные промстоки, отходы от работы атомных электростанций, добычи металлов, урановой руды, получения индивидуальных металлов, гуминовые сорбенты превосходят широко используемые в промышленности катионито- и анионитообменные смолы и сорбенты другой природы.

Выявлено, что сорбционная емкость гуминовых сорбентов определяется, прежде всего, содержанием карбоксильных, фенольных, оксиметильных, кетонных групп, молекулярной массой, степенью развитости поверхности (пористостью), элементным составом гуминовых кислот.

В целях повышения сорбционной емкости гуминовых сорбентов на основе гуминовых кислот сапропелей, торфов и бурых углей, были разработаны методы химической модификации кислот с использованием реакций гидроксילирования, карбоксилирования и оксиметилирования, озонирования.

Гидроксילирование повышало количественное содержание гидроксильных, карбоксилирование – карбоксидных, оксиметилирование – оксиметильных, озонирование – хиноидных и фенольных групп.

Выбор метода химической модификации коррелируется со степенью сорбции определенной группы металлов и радионуклидов.

Селективность сорбции Fe, Zn, Cu, Cr, V, Ni, Co, Mo значительно возрастает при гидроксилировании и озонировании гуминовых кислот, особенно, буроугольных и торфяных. Селективность сорбции америция, полония, урана, тория, цезия, стронция, особенно, по отношению америция и тория, возрастает в процессе оксиметилирования.

Таким образом, используя тот или иной метод химической модификации можно целенаправленно производить гуминовые сорбенты с высокой сорбционной емкостью и селективностью к строго определенному набору тяжелых металлов и радионуклидов.

В производстве гуминовых сорбентов используется широкораспространенное и дешевое сырье, технология выделения гуминовых кислот и их последующей модификации достаточно простая. Кроме того, разработаны приемы получения химически модифицированных гуминовых препаратов, исключая стадию предварительного выделения свободных гуминовых кислот.

УДК 550.47

*Лебедев К.С. \*, Платонов В.В. \*\*, Фридзон К.Я. \*\**  
(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;  
\*\* Тульский государственный университет)

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ И СЕЛЕКТИВНОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Сырьевой базой редкоземельных элементов (РЗЭ) могут явиться отвалы породы угледобывающей промышленности. В Подмосковном угольном бассейне буроголинные отвалы породы (БОП) составляют 250 млн. т, а в целом в РФ более 4 млрд. т.

Многолетние исследования БОП комплексом современных физико-химических и химических методов показали, что в ее составе более 70 элементов. Причем, количественное содержание отдельных из них достаточно высокое, что указывает на необходимость разработки эффективных методов выделения как узких концентратов, так и индивидуальных элементов, например, редких и редкоземельных, платиновой группы, золота, серебра и др.

Группу РЗЭ образуют лантаноиды (Ln) вместе с иттрием (Y). Они представляют собой начинающуюся с лантана (La) группу 15 сходных элементов от La до Lu (лютеция), расположенных в 8-м ряду (между Ba и Hf) и в 3-й группе (между In и Tl) периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Почти все они имеют до 10-и природных изотопов. Среднее содержание Ln (суммарное) в земной коре составляет около 0.01%. Таким образом, они (в сумме) оказываются более распространенными, чем такие хорошо известные элементы, как В, Си и Со.

В последние годы уделяется много внимания изысканию минерального сырья, содержащего Ln, а также областей их полезного

применения (спецсплавы, ракеты, управляемые снаряды, космические корабли, квантово-механические усилители (лазеры), термоионные преобразователи, радиотехника, электроника, материалы для сверхпроводников, ферромагнитов, светотехника, керамика и др.).

В настоящем сообщении приводятся данные качественного и количественного содержания Ln в БОП, экстракции этилендиамином (ЭДМ), последующего концентрирования Ln.

Атомно-эмиссионный и масс-спектральный анализ Ln проведен в лаборатории ядерно-физических и масс-спектральных методов анализа Института проблем микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (г. Черноголовка). Масс-спектральный анализ выполнялся на приборе "Plasma Quad-VG" (Англия); метод ICP-MS: атомно-эмиссионный прибор "ICAP-61", Thermo Jarrell Ash (США).

Экстракция осуществлялась в аппарате Сокслета при температуре кипения водного раствора (ЭДА).

В исходе БОП было определено (г/т БОП): La (27,9), Ce (51,05), Pr (5,00), Nd (22,5), Sm (4,30), Eu (0,53), Gd (3,00), Tb (0,52), Dy (2,90), Ho (0,67), Er (2,20), Tm (0,34), Yb (2,50), Lu (0,42). Всего сочетание ICP-AES и ICP-As, РФА, Эс, атомно-абсорбционного анализов позволило идентифицировать в составе исходной БОП 66 элементов: Pd (0,08), Pt (0,05), Rh (0,08), Mo (1,58), Zr (231,05), Nb (25,79), Ni (8,0), Co (1,28), Cr (46,45), Ag (1,30), Jг (0,02), Re (0,20), Hf (9,50), Ta (3,40), W (3,11), г/т БОП.

Анализ водного экстракта ЭДА показал, что последний позволяет достаточно селективно извлекать элементы платиновой группы. Так, концентрация Pd, Pt, Rh, Au, обнаруженные в исходной БОП лишь в следовых количествах возросла (раз) в 2025 (Pd), 195,2 (Pt), 148,3 (Rh), 86,9 (Au). Существенно повысилось содержание Se, Mo, W, Sb, Ta, что составило (раз): 53,8; 24,9; 32,6; 7,1; 2,5, соответственно.

Это позволяет констатировать, что перечисленные элементы связаны в форме катионов не в минеральной матрице БОП, а с ее органическим материалом.

Такие элементы, как Re и Ln практически не извлекаются из исходной БОП при ее экстракции ЭДА. Следовательно, они находятся в минеральной матрице последней. В дальнейшем твердый остаток БОП обрабатывался раствором азотной кислоты с массовой долей 40%, а также плавиковой кислоты 70%, полученные растворы упаривали, добавляли 0.1 м раствор  $H_3BO_3$  и изучали вышеуказанными методами предмет определения наличия и количественного определения Ln. С целью концентрирования Ln проводилась адсорбционная колоночная хроматография, с использованием в качестве сорбента гранулы

буроугольных гуминовых кислот, модифицированных раствором  $\text{CuSO}_4$ . В качестве подвижной фазы служили растворы трилона-Б, лимонной, салициловой и других кислот. Исследование полученных узких элюатов показало, что возможно получение концентратов Ln, причем возможно также селективное обогащение элюата определенным набором Ln.

УДК 552.578.2

*Горохова М.Н.\**, *Платонов В.В.\*\**, *Фридзон К.Я.\*\**  
(\*Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева;  
\*\* Тульский государственный университет)

### **ЖИДКОФАЗНЫЙ КАТАЛИТИЧЕСКИЙ КРЕКИНГ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Запасы тяжелых углеводородных ресурсов в России составляют 6,3-13,4 млрд. тонн, а их мировой запас – 81 млрд. тонн, что почти в 5 раз превышает объем остаточных извлекаемых нефтей малой и средней вязкости, составляющих лишь 162,3 млрд. т.

Россия по запасам тяжелой и битуминозной нефти занимает третье место в мире. В последние годы в России и за рубежом назревает вопрос относительно переработки данного вида углеводородного сырья. Предлагаются новые технологические подходы к разработке приемов глубокой переработки нефти с получением максимального выхода светлых нефтепродуктов и повышению их качества.

Принимая во внимание особенности фрикционного, структурно-группового, качественного и количественного состава «тяжелых» нефтей, полугудронов, гудронов, мазутов, считается, что наиболее перспективным является «мягкий» жидкофазный каталитический крекинг с использованием селективных катализаторов, обеспечивающих высокий выход фракций, выкипающих до  $360^\circ\text{C}$ , характеризующихся высоким содержанием бензиновой и дизельной фракции, обогащенных изо- и циклоалканами, низкомолекулярными аренами, отвечающими, в основном, за высокое качество моторного топлива, химического сырья для промышленности основного органического и нефтехимического синтеза.

Необходимы каталитические системы, хорошо растворимые в углеводородах, проявляющие высокую селективность в реакциях циклизации, изомеризации, дегидрирования, диспропорционирования водорода, гидродеалкилирования с малой долей реакций конденсации.

В сообщении приводятся результаты изучения процесса жидкофазного каталитического крекинга мазута М-100, продукта прямой ректификации Западно-Сибирской парафиново-нафтенной нефти.

Результаты вакуумной разгонки мазута М-100 (масс. %), выше 350°C – 33,75, выше 390°C – 38,45, выше 450°C – 27,8.

Крекинг осуществляли в присутствии исходной нефти, характеризующейся высоким содержанием н-, изо- и циклоалканов, гидроароматических углеводородов, при незначительном – аренов, представленных, в основном, алкилпроизводными бензола, нафталина, антрацена и фенантрена, что позволяет предположить ее высокую водорододонорную активность.

В качестве катализаторов использовали соли предельных карбоновых кислот C<sub>1</sub>-C<sub>2,0</sub> металлов Co, Mo, Fe, Ni, PЗЭ, как в виде индивидуальных солей, так и их различных смесей.

Данные катализаторы хорошо растворимы в нефти, чем достигается равномерное их распределение в последней, а также термоллиз в пределах температур процесса с образованием наноразмерных частиц активного металла, проявляющего высокую селективность в реакциях изомеризации, циклизации, диспропорционирования водорода, гидродеалкилирования. Кроме того, при термоллизе катализатора выделяется оксид углерода (II), являющийся эффективным переносчиком водорода от водородных компонентов сырья и растворителя к радикальным продуктам их термоллиза. Наноразмерные частицы металлов связывают S, N, O, что позволяет получать жидкие продукты с низким содержанием перечисленных элементов.

Массовое соотношение мазут: нефть равно 1:3, количество катализатора 0.5-1.0 (масс. % от мазута), температура 280-360°C, давление 3-5 МПа, время процесса при рабочей температуре 60 мин. Выход жидких продуктов варьирует от 63,2 до 83,4%; фракций (масс. % от жидких продуктов): до 180°C – от 25,5 до 36,3; 180-360°C – от 36,6 до 50,1; выше 360°C – от 15,5 до 37,9.

В составе фракции до 180°C (масс. %): н-алканы C<sub>4</sub>-C<sub>11</sub> (18,3-22,5); изоалканы C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub> (15,3-21,9), циклопентаны (19,2-22,3), циклогексаны (19,2-22,3), арены (бензол, алкалбензолы), нафталин-метилдиметилнафталины (14,1-24,4). Октановое число: 66-88, содержание серы: 0,02-0,08 (масс. %).

Наиболее глубоко термоллиз протекает в присутствии солей Fe, Ni. Максимальный выход фракции до 180°C характерен для солей Co, Mo, Se и их смесей в различной вариации их количественного содержания. Положительное влияние катализаторов отмечается также на выход фракции 180-360°C, ее обогащении низкомолекулярными алканами, циклоалканами, гидроароматическими углеводородами.

УДК 541.18.052:678.746.222

*Родионова Р.В., Глотова О.С.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И. Менделеева)  
**СИНТЕЗ НАНОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ  
ВИНИЛАЦЕТАТА**

Нанодисперсные системы, стабилизированные НПАВ, обладают высокой устойчивостью при хранении, к действию электролитов. Однако присутствующие в системе после коагуляции низкомолекулярные соединения - эмульгатор и стабилизатор ухудшают эксплуатационные свойства покрытий. Синтез нанодисперсных систем с использованием поверхностно-активных мономеров (ПАМ) — актуальная задача в области эмульсионной полимеризации.

Цель данной работы — синтез нанодисперсных систем на основе винилацетата и ПАМ — этоксиалкилмалеинатов, исследование их свойств.

Синтезированы нанодисперсные системы, различающиеся соотношением мономеров и природой ПАМ. Установлено, что введение ПАМ и количество вводимого ПАМ влияет на скорость процесса получения нанодисперсных систем. Спектрофотометрический анализ дисперсий показал, что во всех случаях происходила эмульсионная полимеризация. Изучены свойства синтезированных нанодисперсных систем.

Изучение самопроизвольной коагуляции, т.е. возникновение агрегатов частиц при хранении и определение дисперсности частиц осуществляли оптическим методом Геллера. Из анализа полученных данных следует, что средний радиус нанодисперсных частиц для всех синтезированных образцов остается практически неизменным в изученном интервале времени. Это свидетельствует об отсутствии самопроизвольной агрегации частиц нанодисперсных систем при хранении.

УДК 541.18.052:678.746.222

*Родионова Р.В., Глотова О.С.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И. Менделеева)  
**СИНТЕЗ НАНОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СТИРОЛА**

Применение поверхностно-активных мономеров (ПАМ) в синтезах нанодисперсных систем позволяет сохранить их высокую устойчивость к коагулирующим воздействиям, а также улучшить свойства продукта, изменить проблему очистки сточных вод.

Использование нанодисперсных систем, модифицированных ПАМ, дает возможность исключить стадию пластификации низкомолекулярными соединениями, которые ухудшают электротехнические свойства продукта. Это приводит к сокращению материальных и энергетических затрат, увеличению срока службы изделия, так как в этом случае не происходит выпотевание пластификатора, ухудшающее качество изделия и вызывающее загрязнение окружающей среды.

Цель данной работы – синтез нанодисперсных систем, модифицированных ПАМ и исследование их свойств.

Для выявления оптимальных условий процесса изучено влияние температуры на скорость сополимеризации стирола и ПАМ. Повышение температуры до 95°C приводит во всех случаях к ускорению реакции, и именно при этой температуре наблюдается наибольшая скорость процесса. Были определены формальные константы скорости процесса.

ИК-спектры показали, что ПАМ сополимеризуются со стиролом. Процесс полимеризации с сополимеризующимся эмульгатором-сомономером всегда протекал со скоростью, значительно превышающей скорость эмульсионной полимеризации стирола в эмульсиях, стабилизированных как ионными, так и неионогенными эмульгаторами.

УДК 547.756

*Маклаков С.А., Гасымов У.М.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ПРОИЗВОДНЫЕ 2-ОКСИНДОЛА - ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ СИНТЕЗА НОВЫХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ**

Производные индола играют большую роль в жизнедеятельности растительных и животных организмов. Так, например, гетероауксин (индолил-3-уксусная кислота) является стимулятором роста растений, серотонин участвует в деятельности центральной нервной системы, индометацин – противовоспалительное средство и т.д. Следовательно, производные индола представляют интерес как потенциальные биологически активные соединения.

Для поиска путей синтеза новых производных индолил-3-уксусной кислоты интерес могут представлять 2-оксиндол и его производные.

Известны несколько способов получения 2-оксиндола: восстановление изатинов и изатин-3-гидразонов; галогенирование индолов в положения 2 и 3 молекулы индольного производного с последующей заменой этого атома галогена на гидроксильную группу;

перегруппировки индоксолов, индолинов и индоленинов; восстановление о-нитрофенилуксусных кислот и их производных.

Самым доступным и самым важным в препаративном отношении способом получения оксиндолов является метод Штолле – циклизация  $\alpha$ -галогенацетанилидов при нагревании с избытком хлорида алюминия. Так получают, например, сам 2-оксиндол, 1-метил-, 1-этил- и 1-фенилоксиндолы, 6-метокси-1-метилоксиндол и другие.

Стадию получения хлорацетанилида проводят в среде осушенного бензола при комнатной температуре путем постепенного прибавления к анилину бензольного раствора хлорацетилхлорида. Продукт промывают водой и высушивают в вакуум-эксикаторе над оксидом фосфора (V).

Циклизацию хлорацетанилида в 2-оксиндол проводят в присутствии хлорида алюминия при 200 °С.

Нитрование 2-оксиндола проводят путем прибавления к раствору оксиндола в  $H_2SO_4$  при 0-2 °С нитрата натрия. Реакционную массу обрабатывают водой. Продукт отфильтровывают и высушивают. Очищают перекристаллизацией из 50% уксусной кислоты с добавлением угля.

Восстановление 5-нитро-2-оксиндола проводят металлическим оловом в среде концентрированной соляной кислоты с получением 5-амино-2-оксиндола в виде гидрохлорида. Свободное основание выделяется при действии водного аммиака.

Синтезированный 5-амино-2-оксиндол предполагается использовать для синтеза 5-гидразино-2-оксиндола, представляющего интерес для получения производных индола по реакции Фишера.

УДК 678.7:678-2/-8

*Алексеев А.А., Алексеев А.А. мл., Алексеев П.А., Коробко Е.А.,  
Лобанов А.В., Осокина Ю.В., Чернышова В.Н., Шабатов С.Н.,  
Шабатов М.С., Романченко О.Н., Эмирова И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д.И. Менделеева)

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НИОКР В РАМКАХ НАУЧНОГО  
НАПРАВЛЕНИЯ «РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ»  
В 2013-2015 ГОДАХ**

Термоэластопласты (ТЭП). Представлены сведения о темпах роста объемов потребления каучуков и ТЭП за период с 2004 по 2014 годы, структуре потребления ТЭП в различных регионах мира и структуре потребления ТЭП по химической природе (2013 г.). Проводимые на кафедре ХТОВиПМ работы в рамках указанного научного направления

соответствуют мировым приоритетам в области создания новых полимерных материалов.

Полипропилен (ПП). Неуклонный рост объемов потребления ПП в России предполагает соответствующее формирование рынка вторичного ПП и выяснение возможной кратности его переработки в изделия. Проведенные исследования показали нецелесообразность многократной переработки ПП методом экструзии и возможность таковой для литья под давлением.

Полистирольные пластики. Уделено внимание повышению их ударной вязкости и созданию сверхударопрочных полистиролов.

Лакокрасочные материалы (ЛКМ). Разработана серия лаков АСД для защиты от коррозии трещинообразующих или деформируемых бетонных и железобетонных строительных конструкций. Лаковые покрытия устойчивы к действию парогазовых сред, содержащих  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$ , а также водных растворов кислот, щелочей и солей. На основе одного из лаков АСД разработана грунтовка АСД-071, устойчивая к воздействию насыщенных растворов  $\text{NaCl}$  и  $\text{KCl}$  и грунтовка АСД-041, устойчивая к воздействию морской и пресной воды, а также серия цветных эмалей. Все ЛКМ устойчивы к изменению температуры от  $-50$  до  $+60$  °С.

Конструирование оснастки. За последние два года разработаны две экструзионные головки, проведена модернизация горячеканальной литейной формы для производства боксов DVD и экструзионной головки, используемой в учебной и научной работе. Представлены эскизы принятых и реализованных технических решений.

УДК 678.01:678.746.222-742.2-742.4-746.222

*Коробко Е.А., Зюзина М.В., Чемарева Е.А., Сусликова Л.О., Алексеев А.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ПЛАСТИФИКАЦИЯ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ ТИПА СТИРОЛ-ЭТИЛЕН-БУТИЛЕН-СТИРОЛ**

Блок-сополимеры (БСПЛ) типа стирол-этилен-бутилен-стирол (СЭБС, SEBS) являются представителями последнего поколения промышленных полимеров с термоэластопластическими свойствами. На основе данных БСПЛ с умеренной молекулярной массой создан широкий спектр эластичных полимерных материалов – термоэластопластов (ТЭП), перерабатываемых экструзией и литьем под давлением.

Целью работы явилось исследование возможности применения в производстве ТЭП БСПЛ СЭБС с высокой молекулярной массой.

В качестве основных объектов исследования использовали БСПЛ СЭБС марки Globalprene 9551 компании Lee Chang Yung Chemical industrial corporation (LCY Chem. Corp., Taiwan) и марки Taipol 6151 компании Taiwan Synthetic Rubber Corp. (TSRC).

Изучено влияние температуры (190-230 °С) и сдвиговых напряжений (от 21,2 до 98 Н) на их перерабатываемость в условиях оценки их показателя текучести расплава. Установлено, что и в самых жестких условиях БСПЛ практически не текут. Повышение температуры нецелесообразно вследствие уже заметной деструкции БСПЛ, сопровождающейся формированием сопряженных двойных связей и сшивкой их макромолекул.

Апробирована возможность повышения текучести БСПЛ путем их модификации индустриальными маслами (И-12А, И-20А, И-40А). Установлено хорошее термодинамическое сродство между исходными компонентами, однако реализуемая при этом молекулярная пластификация БСПЛ не решает вопроса повышения их текучести и явно не затрагивает полистирольные домены, причем, независимо от природы масла.

На примере СЭБС-6151 показана возможность переработки пластифицированных высокомолекулярных БСПЛ данного типа путем дополнительного введения в их состав ПЭВД и стеарата кальция. Полученный материал достаточно технологичен при переработке методом экструзии и далее литьем под давлением при обычных температурах переработки термопластов. Определены основные физико-механические свойства полученного ТЭП.

УДК 678.01:678.746.222-742.2-742.4-746.222

*Коробко Е.А., Зюзина М.В., Чемарева Е.А., Сусликова Л.О., Алексеев А.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **НАПОЛНЕНИЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ ТИПА СТИРОЛ-ЭТИЛЕН-БУТИЛЕН-СТИРОЛ**

Наполнение полимеров является одним из методов регулирования их свойств. Однако, с учетом специфики химического строения блок-сополимеров (БСПЛ) типа стирол-этилен-бутилен-стирол (СЭБС), трудно ожидать повышения их прочности при использовании обычных дисперсных наполнителей. Следовательно, основная цель их введения – снижение стоимости материала. Естественно, что при этом необходимо выявить картину формирования свойств у наполняемых БСПЛ.

Объектом модификации явился термоэластопласт ТЭП-А, включающий, СЭБС марки Taipol 6151 компании Taiwan Synthetic

Rubber Corp. (TSRC), масло И-40А, ПЭВД 10803-020 и стеарат кальция. В качестве наполнителя использовали самый дешевый минеральный наполнитель – мел и несколько более дорогой микротальк. При их холодном смешении и последующей грануляции были получены материалы с условным обозначением ТЭП-Б, ТЭП-В, ТЭП-Г и ТЭП-Д.

Установлено, что все материалы достаточно технологичны как при экструзии, так последующей переработки литьем под давлением.

Введение наполнителей в состав ТЭП-А практически устраняет частичную слипаемость его гранул.

Обычно введение наполнителя в состав полимеров повышает их вязкость расплава, что проявляется в снижении значений их ПТР. Такую картину мы и наблюдали при введении микроталька в состав термоэластопласта ТЭП-А. Однако зависимость ПТР термоэластопласта ТЭП-А от содержания мела носит экстремальный характер с положительным отклонением от аддитивных значений.

Введение мела в состав ТЭП-А снижает его прочность при растяжении, введение микроталька – повышает. Введение всех наполнителей в состав ТЭП-А способствует ожидаемому снижению его литьевой усадки и повышению плотности.

На текущий момент введение минеральных дисперсных наполнителей в состав пластифицированных высокомолекулярных БСПЛ типа СЭБС представляется целесообразным в плане микроталька.

УДК 678.01:678.742.3

*Лобанов А.В., Коробко Е.А., Юлина А.А., Ершова Т.Е., Алексеев А.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ ЭКСТРУЗИИ ПОЛИПРОПИЛЕНА ЭКСТРУЗИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ МАРКИ РР Н030 GP НА ЕГО СВОЙСТВА**

Литературные данные свидетельствуют о возможности четырехкратной переработки полипропилена (ПП) методом экструзии. Однако имеются примеры и только однократной его переработки, после которой материал переходит в категорию «вторичный ПП».

Объектом исследования явился ПП марки РР Н030 GP производства ООО «Полиом» по ТУ 2211-103-70353562-2013 (г. Омск, входит в группу компаний «Титан») – гомополимер пропилена бимодальной структуры со стандартной рецептурой стабилизации.

ПП многократно (8 раз) перерабатывали экструзией-грануляцией на агрегате на базе одношнекового экструдера ЧП-63х20 при 200 °С (зона дозирования и головка) и частоте вращения шнека 40 об/мин. Перед

переработкой первичный ПП не сушили, после переработки все материалы сушили в термошкафу и бункере-сушилке SAL-430 при 90 °С. Первая грануляция моделировала процесс формования бракованного профильно-погонажного изделия и его дробление. По сути, первая грануляция моделировала формирование потока дробленого «условно чистого вторичного полимерного сырья».

После каждой грануляции отбирали пробу для формования стандартных образцов на ТПА марки EM180V при 210 °С и других 20-ти неизменных технологических параметрах литья под давлением.

Показано, что в процессе многократной грануляции PP H030 GP наблюдается снижение его вязкости расплава. Следствием этого является явное ухудшение «экструзионной технологичности» данного полимера и снижении производительности экструдера фактически после каждого цикла переработки. Грануляция PP H030 GP после четырехкратной переработки явно требует, в сравнении с предыдущем циклом переработки, снижения температуры по всем зонам шнека.

В процессе 8-кратной экструзии PP H030 GP его ПТР увеличивается на 30 %. Кратность переработки данного ПП в указанных условиях не отражается на механических свойствах изделий, получаемых литьем под давлением.

Не рекомендуется 100 %-ное использование технологических отходов, образующихся при экструзии вторичного PP H030 GP, для последующего производства профильно-погонажных изделий.

УДК 678.01:678.742.3

*Лобанов А.В., Коробко Е.А., Юлина А.А., Ершова Т.Е., Алексеев А.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНА ЛИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ МАРКИ PPG 1350-21 НА ЕГО СВОЙСТВА**

На российском рынке полимерных материалов одним из наиболее динамично развивающихся является рынок полипропилена (ПП).

Объектом первичной переработки явился исходный гранулированный товарный PPG 1350-21, второй – получаемые дробленые стандартные образцы («вторичка») третьей - получаемые дробленые изделия из вторичного PPG 1350-21 («третичка») и т.д.

Исходные образцы (стандартные лопатки № 2 по ГОСТ 11262-80) получали литьем под давлением на термопластавтомате (ТПА) марки EM180V EASYMASTER (CJ180M3V). Термопластавтомат работал в автоматическом режиме без отвода узла впрыска.

Технологические параметры переработки: температурный режим (ТФ – ТС – Т1 – Т2 – Т3 – Т4 ): 15 – 190 – 180 – 170 – 170 – 170 оС,  $\Delta P_{ВПР} = 20$  МПа,  $t_{ВПР} = 0,5$  с,  $\Delta P_{ВПД} = 20$  МПа,  $t_{ВПД} = 16$  с,  $t_{ЗАДЕРЖКИ} \cdot ПЛ = 0,8$  с,  $t_{ВБД} = 10$  с,  $t_{Ц} = 35,2$  с,  $n_{ШНЕКА} = 90$  об/мин,  $\Delta P_{ПЛ} = 1$  МПа.

Общая схема переработки: РРG 1350-21 → литье под давлением → свойства РРG 1350-21 (1350-1Л) → дробление → литье под давлением → свойства (1350-2Л) → дробление → литье под давлением → свойства (1350-3Л) → дробление → литье под давлением → свойства (1350-4Л) → дробление → литье под давлением → свойства (1350-5Л).

Лопатки испытывали на растяжение с использованием модернизированной машины ZE-400 при скорости нагружения 50 мм/мин с записью кривых растяжения на компьютере. Определяли  $\sigma_{RT}$ ,  $\sigma_{PP}$ ,  $\epsilon_{RT}$  и  $\epsilon_{PP}$ .

На лопатках определяли ударную вязкость по Шарпи без надреза ( $a_{Ш}$ ) при положительной (+20°С) и отрицательной (-20°С) температурах (энергия маятника копра 4 Дж, расстояние между опорами 40 мм).

Показано, что в процессе пятикратной переработки литьем под давлением при 190 °С ПП марки РРG 1350-21 начинает частично деструктурировать. Однако на его литьевых свойствах и свойствах получаемых изделий это заметно не отражается.

УДК 678.01:678.742.3

*Лобанов А.В., Коробко Е.А., Юлина А.А., Еришова Т.Е., Алексеев А.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНА ЭКСТРУЗИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ МАРКИ PP H030 GP НА ЕГО СВОЙСТВА**

Литературные данные свидетельствуют о возможности пятикратной переработки полипропилена (ПП) методом литья под давлением. Однако имеются примеры и более кратной его переработки. Отмеченные моменты предопределили интерес к постановке данной работы.

Объектом исследования явился ПП марки РР H030 GP производства ООО «Полиом» по ТУ 2211-103-70353562-2013 (г. Омск, входит в группу компаний «Титан») – гомополимер пропилену бимодальной структуры со стандартной рецептурой стабилизации.

ПП многократно (5 раз) перерабатывали в стандартные образцы на термопластавтомате марки EM180V при 230 °С и других 20-ти неизменных технологических параметрах литья под давлением. ТПА работал в автоматическом режиме без отвода узла впрыска.

Общая схема переработки: PP H030 GP → литье под давлением → свойства (H030-1Л) → дробление → литье под давлением → свойства (H030-2Л) → дробление → литье под давлением → свойства (H030-3Л) → дробление → литье под давлением → свойства (H030-4Л) → дробление → литье под давлением → свойства (H030-5Л).

Контролировали: показатель текучести расплава; предел текучести при растяжении и соответствующее ему относительное удлинение; напряжение, отвечающее началу холодного течения, и соответствующее ему относительное удлинение; прочность при разрыве и соответствующее ей относительное удлинение; условную прочность при изгибе при достижении величины прогиба 6 и 12 мм; поведение при многократном изгибе; ударную вязкость по Шарпи без надреза при +20 и -20 °С, литьевую и термическую усадку.

Показано, что после четырехкратной переработке литьем под давлением ПП начинает частично деструктурировать (изменение цвета).

Переработка полимера сопровождается повышением текучести в 1,3 раза, повышением относительного удлинения при разрыве почти в 2 раза и снижением ударопрочности при минус 20 °С на 28 %. Другие качественные показатели PP H030 GP стабильны.

Общий вывод: PP H030 GP допускает возможность пятикратной переработки литьем под давлением.

УДК 678.01:678.742.3

*Коробко Е.А., Лобанов А.В., Юлина А.А., Ершова Т.Е., Алексеев А.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СВОЙСТВ СМЕСЕЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВ PPG 1350-21 И PP H030 В ПРОЦЕССЕ МНОГОКРАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИТЬЕМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

Формирование смесей вторичных полипропиленов (ПП) различного назначения вполне реально на предприятиях переработки первичного ПП и, тем более, на предприятиях переработки вторичного полимерного сырья.

Исходными объектами исследования явились смеси PPG 1350-21 PPG 1350-21 производства ООО «Ставролен» (г. Буденновск) и ПП марки PP H030 GP компании ООО «Полиом» (г. Омск, входит в группу компаний «Титан»), взятые в массовом соотношении 75:25 (материал СМ-1).

Общая схема переработки: СМ-1 → литье под давлением → свойства СМ-1 (СМ-1-1Л) → дробление → литье под давлением → свойства (СМ-1-2Л) → дробление → литье под давлением → свойства (СМ-1-3Л) → дробление → литье под давлением → свойства (СМ-1-4Л)

→ дробление → литье под давлением → свойства (СМ-1-5Л). Смеси перерабатывали в стандартные образцы на термопластавтомате марки EM180V при 190°C (смеси СМ-1), 205°C (смеси СМ-2) и 230°C (смеси СМ-3) и других 20-ти неизменных технологических параметрах литья под давлением. ТПА работал в автоматическом режиме без отвода узла впрыска.

Контролировали: показатель текучести расплава; предел текучести при растяжении и соответствующее ему относительное удлинение; напряжение, отвечающее началу холодного течения, и соответствующее ему относительное удлинение; прочность при разрыве и соответствующее ей относительное удлинение; условную прочность при изгибе при достижении величины прогиба 6 и 12 мм; поведение при многократном изгибе; ударную вязкость по Шарпи без надреза при +20 и -20 °С, литьевую и термическую усадку.

Показано, что в условиях однократной переработки при 190°C, введение PP H030 GP в состав PPG 1350-21 приводит к заметному изменению ряда качественных показателей последнего. Однако сформированный комплекс свойств материала СМ-1 мало изменяется в процессе пятикратной переработки, даже, несмотря на частичную деструкцию после четырехкратной переработки.

УДК 678.01:678.742.3

*Алексеев А.А. мл., Чернышова В.Н., Грачева М.Н., Алексеев А.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **СВОЙСТВА СМЕСЕЙ УДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА С ПОЛИСТИРОЛОМ**

Отходы переработки и потребления ударопрочного полистирола (УПС) обычно содержат определенное количество хрупкого полистирола (ПС). Разделить два полимерных продукта в дробленном виде практически невозможно. Нередко такие смеси четко формируются без примеси других полимеров, например, при утилизации одноразовой посуды. Удивительно, но в просмотренной нами литературе отсутствует информация по данному вопросу.

Объектами исследования явились смеси с участием УПС марки 825 литьевого назначения, ПС марки 585 экструзионного назначения и ПС марки 525 литьевого назначения производства ОАО «Нижнекамскнефтехим», а также вторичного УПС-825 (УПС-ГП) и вторичного ПС-525 (ПС-ГП). Массовые соотношения между компонентами: 10:0, 9:1, 8:2, 7:3 и 0:10.

Исходные компоненты смешивали в лабораторном тихоходном холодном смесителе и далее подвергали стренговой грануляции с участием лабораторного экструдера «Schwabentan» (при 200°С). Гранулированные материалы, как исходные, так и полученные смесевые, перерабатывали литьем под давлением в стандартные образцы на ТПА марки ДХ-3224 (при 200°).

Процессы переработки смесей полимеров не сопровождаются какими-либо технологическими особенностями.

Контролировали: показатель текучести расплава (ПТР); предел текучести при растяжении и соответствующее ему относительное удлинение; напряжение, отвечающее началу холодного течения, и соответствующее ему относительное удлинение; прочность при разрыве и соответствующее ей относительное удлинение; наличие шейки при растяжении, условную прочность при изгибе при достижении величины прогиба 6 и 12 мм; поведение при многократном изгибе; ударную вязкость по Шарпи без надреза, литьевую усадку.

Показано, что введение ПС в состав УПС ожидаемо формирует ПТР получаемых смесевых материалов. При этом литьевая усадка получаемых изделий уменьшается. Введение ПС, как первичного, так и вторичного, в состав как первичного, так и вторичного УПС незначительно сказывается на других его свойствах.

УДК 678.01:678.742.3

*Чернышова В.Н., Алексеев А.А. мл., Грачева М.Н., Чернятин А.О.,  
Алексеев А.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **СВОЙСТВА СМЕСЕЙ ПОЛИСТИРОЛА С УДАРОПРОЧНЫМ ПОЛИСТИРОЛОМ**

Отходы переработки и потребления полистирола (ПС) обычно содержат определенное количество ударопрочного полистирола (УПС). Разделить два полимерных продукта в дробленном виде практически невозможно. Нередко такие смеси четко формируются без примеси других полимеров (обычно полипропилена), например, при утилизации одноразовой посуды. Удивительно, но в просмотренной нами литературе отсутствует информация по данному вопросу.

Объектами исследования явились смеси с участием УПС марки 825 литьевого назначения, ПС марки 585 экструзионного назначения и ПС марки 525 литьевого назначения производства ОАО «Нижекамскнефтехим», а также вторичного УПС-825 (УПС-ГП) и вторичного ПС-525

(ПС-ГП). Массовые соотношения между компонентами: 10:0, 9:1, 8:2, 7:3 и 0:10.

Исходные компоненты смешивали в лабораторном тихоходном холодном смесителе и далее подвергали стренговой грануляции с участием лабораторного экструдера «Schwabentan» (при 200°C). Гранулированные материалы, как исходные, так и полученные смесевые, перерабатывали литьем под давлением в стандартные образцы на ТПА марки ДХ-3224 (при 200°).

Процессы переработки смесей полимеров не сопровождаются какими-либо технологическими особенностями.

Контролировали: показатель текучести расплава (ПТР); предел текучести при растяжении и соответствующее ему относительное удлинение; напряжение, отвечающее началу холодного течения, и соответствующее ему относительное удлинение; прочность при разрыве и соответствующее ей относительное удлинение; наличие шейки при растяжении, условную прочность при изгибе при достижении величины прогиба 6 и 12 мм; поведение при много-кратном изгибе; ударную вязкость по Шарпи без надреза, литьевую усадку.

Показано, что введение УПС в состав ПС формирует ПТР получаемых смесевых материалов с положительным отклонением от ожидаемых аддитивных значений. Также неожиданно формируется и усадка (уменьшается). Существенных особенностей в формировании других свойств смесей полистиролов не обнаружено.

УДК 678.5.03

*Коробко Е.А., Чернышова В.Н., Грачева М.Н., Дубкова И.И.,  
Бровкина Н.И., Столярова Е.Г., Алексеев А.А.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д. И. Менделеева)

### **СВОЙСТВА СМЕСЕЙ**

## **УДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА И ПОЛИСТИРОЛА С СВЕРХУДАРОПРОЧНЫМ ПОЛИСТИРОЛОМ**

Характерной особенностью рынка импортируемых полистирольных пластиков является их широкий ассортимент. Представляемую широкую гамму марок материалов трудно воспроизвести на производственных мощностях, имеющихся в России. В этой связи представляет интерес апробация известного способа получения АБС-пластиков компаундированием сополимеров САН с полибутадиеновым каучуком с привитыми цепями САН (с графт-каучуками), когда роль САН играет ударопрочный полистирол (УПС)

или полистирол (ПС), а роль графт-каучука – сверхударопрочный ПС (СУПС).

Объектами исследования явились смеси с участием УПС марки 825 литьевого назначения, ПС марки 585 экструзионного назначения, ПС марки 525 литьевого назначения производства ОАО «Нижнекамскнефтехим», вторичного УПС-825 (УПС-ГП) и вторичного ПС-525 (ПС-ГП, красный) с отечественным СУПС (флейки). Для сравнения использовали импортный аналог отечественного СУПС.

Показано, что все смеси достаточно технологичны при гранулировании стренговым способом на экструдере «Schwabentan» (типа ЧП-32х20) и переработке литьем под давлением в стандартные образцы на термопластавтомате ДХ-3224. Отмечено, введение СУПС в состав указанных марок ПС-пластиков сопровождается большим временем цикла литья получаемых при этом материалов.

Обсуждаются свойства исходных и конечных материалов: показатель текучести расплава; предел текучести при растяжении и соответствующее ему относительное удлинение; напряжение, отвечающее началу холодного течения, и соответствующее ему относительное удлинение; прочность при разрыве и соответствующее ей относительное удлинение; условная прочность при изгибе при достижении величины прогиба 6 и 12 мм; поведение при многократном изгибе; ударная вязкость по Шарпи без надреза, литьевая усадка.

В плане создания УПС компаундированием обычных ПС-пластиков с СУПС более предпочтительно смотрится отечественный СУПС. Полученные результаты указывают на целесообразность опробования смешения исходных компонентов в двухшнековом экструдере.

УДК 678.5.03

*Коробко Е.А., Чернышова В.Н., Грачева М.Н., Горбатенко Т.М.,  
Алексеев А.А.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д. И. Менделеева)

### **СВОЙСТВА СМЕСЕЙ СВЕРХУДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА С УДАРОПРОЧНЫМ ПОЛИСТИРОЛОМ И ПОЛИСТИРОЛОМ**

Обычный способ получения ПС-пластиков – синтетический. Однако в производстве акрилонитрилбутадиенстирольных сополимеров все более широко используется самый первый метод их получения – метод компаундирования (сополимер стирола и акрилонитрила + графт-каучук). Несомненным достоинством метода является возможность

получения на одном и том же оборудовании практически необъятного ассортимента полимерных материалов, включая партии до 1 т).

В настоящей работе предпринята попытка перенесения известного способа получения АБС-пластиков на производство ударопрочного полистирола (УПС).

Объектами исследования явились смеси с участием отечественного сверхударопрочного полистирола (СУПС, флейки) и УПС марки 825 литьевого назначения, а также ПС марки 585 экструзионного назначения, ПС марки 525 литьевого назначения производства ОАО «Нижекамскнефтехим», вторичного УПС-825 (УПС-ГП) и вторичного ПС-525 (ПС-ГП, красный). Для сравнения использовали импортный аналог СУПС.

Показано, что все смеси достаточно технологичны при гранулировании стренговым способом на экструдере «Schwabentan» (типа ЧП-32х20) и переработке литьем под давлением в стандартные образцы на термопластавтомате ДХ-3224. Отмечено, что смеси с большим содержанием СУПС требуют и большего времени цикла литья.

Обсуждаются свойства исходных и конечных материалов: показатель текучести расплава; предел текучести при растяжении и соответствующее ему относительное удлинение; напряжение, отвечающее началу холодного течения, и соответствующее ему относительное удлинение; прочность при разрыве и соответствующее ей относительное удлинение; условная прочность при изгибе при достижении величины прогиба 6 и 12 мм; поведение при многократном изгибе; ударная вязкость по Шарпи без надреза, литьевая усадка.

В плане создания УПС компаундированием СУПС с обычными партиями УПС и ПС более предпочтительно смотрится отечественный СУПС.

УДК 678.5.03

*Алексеев П.А., Лобанов А.В., Осокина Ю.В., Романченко О.Н.,  
Шабатов С.Н., Шабатов М.С., Алексеев А.А.*

(Новомосковский институт РХТУ имени Д. И. Менделеева)

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ БОКСОВ ДЛЯ УПАКОВКИ ДИСКОВ DVD**

В производстве изделий подобного рода используются полипропилены (ПП) литьевого назначения, например ПП-01250 «Каплен» и ПП-21270 «Толен». Однако на рынке более доступен вторичный ПП экструзионного назначения, что предопределяет интерес

к возможности создания полимерных материалов с его участием для производства данных изделий.

В качестве объектов исследования использовали смеси дробленых отходов производства тары методом термоформования листов из ПП-01007 серии «Каплен» белого цвета (ПП-В-01007) и дробленых отходов производства боксов для упаковки дисков DVD из неокрашенного полипропилена марки 01250 серии «Каплен» производства ООО НПП «Нефтехимия» (ПП-В-01250) четырех составов (ПКМ-1, ПКМ-2, ПКМ-3 и ПКМ-4).

Смеси готовили холодным смешением исходных крошкообразных полимерных компонентов без последующей их грануляции

Смеси перерабатывали литьем под давлением на ТПА EM-180-V компании Chen De Plastics Machinery Co. Ltd., China.

Контролировали: «дутость» (бочкообразность) бокса – отклонение от плоскопараллельности крыши и днища бокса в закрытом (сложенном) положении, устойчивость бокса к излому держателя буклета путем его изгиба на  $180^\circ$ , прочность на излом крышки бокса путем ее изгиба на  $180^\circ$ .

Установлено, что смеси полимеров при содержании ПП-В-01007 60% и более не обеспечивают возможность получения полностью оформленного бокса. При увеличении содержания ПП-В-01250 их способность к переработке литьем под давлением явно увеличивается, однако полностью оформленные боксы не отвечают предъявляемым к ним техническим требованиям. Введение в смеси добавки, способствующей ускорению релаксационных процессов в ПП-матрицах, обеспечивает возможность получения качественной продукции.

Используемая литьевая горячеканальная форма оборудована импортным патронным электронагревателем расплава в литниковой втулке. Предложена и реализована конструкции втулки, лишенной этого нагревателя.

УДК 678.5.03

*Савельянов В.П.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ПРОСТРАНСТВО ЭКСПЕРИМЕНТА И ЕГО ОРГАНИЗАЦИЯ**

В ходе планирования исследования часто полезно применять представление о пространстве эксперимента. Последнее образуется получаемыми опытными данными и изменяющимися начальными условиями. Такое представление позволяет определить количество

эмпирических параметров, достаточных для описания всего массива опытных данных. Оно будет равно размерности этого пространства. Существенно, что оно применимо как к данным активного так пассивного (наблюдения) эксперимента. Методология такого подхода хорошо разработана для линейных (линеаризуемых) пространств в т.н. факторном анализе, основанном на простейшем аппарате линейной алгебры. Метод главных компонент и факторный дискриминантный анализ представляют примеры такого подхода. Однако и простейшее применение факторного анализа также оказывается полезным. Удачным оказалось его применение для характеристики скоростей реакций двух веществ с 6 алкильными заместителями. Достаточно ввести всего один параметр, а применение множества т.н. постоянных заместителей статистически неоправданно. Еще более красивый пример представляет полученное нами недавно кинетическое описание процесса полимеризации стирола. В этом процессе константы скоростей всех элементарных стадий реакции оказываются зависимыми от времени, что приводит к 17 эмпирических постоянных. Варьирование двух условий: температуры и концентрации инициатора на 5 уровнях (матрица  $5 \times 5$  – 25 опытов) было показано, что для полного описания всего массива данных достаточно 6 эмпирических параметров Процедура оказалась обоснованной статистически.

## СЕКЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

УДК 669.0

*Сафонов Б.П.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)  
**К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ НОМЕНКЛАТУРЫ  
КОНСТРУКЦИОННЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И  
СПЛАВОВ**

В настоящее время основными конструкционными и специальными сплавами в химическом машино- и аппаратостроении являются стали и другие сплавы на основе железа. В нашей стране разработано порядка 2000 промышленных сплавов на основе железа. Для элементов аппаратов наиболее употребительны конструкционные стали для сварных конструкций, выпускаемые по ГОСТ 1050–88, 5520–79, 19282–73, 20072–74, а также специальные стали и сплавы по ГОСТ 5632–72.

Силовые элементы аппаратов и машин, передающие нагрузку, должны обладать жёсткостью и прочностью, достаточными для ограничения упругой и пластической деформации, при гарантированной надёжности и долговечности, поэтому функциональность этой группы сплавов будет определяться их прочностными свойствами и ударной вязкостью, характеризующей сопротивление стали хрупкому разрушению.

Технологичность сплавов для химического оборудования в основном характеризуется свариваемостью. По ГОСТ 27772–88 свариваемость строительных сталей характеризуется так называемым эквивалентом углерода  $SE$ , величина которого определяется химическим составом стали. Эквивалент углерода следующим образом характеризует свариваемость сталей:  $SE < 0,35$  – сварка не вызывает затруднений;  $SE = 0,35 \div 0,6$  – сварка проводится с соблюдением мер предосторожности;  $SE > 0,6$  – вероятность образования трещин возрастает и необходимы специальные меры предосторожности.

Доступность стали предлагается оценивать индексом стоимости стали  $S_{стали}$ , представляющим собой в первом приближении отношение стоимости сплава к стоимости железа.  $S_{стали}$  определяется её химическим составом. Он зависит от вида легирующих элементов и их количества в сплаве, а также от группы качества, т.е. содержания вредных примесей в сплаве.

По ГОСТ 5632–72 специальные стали и сплавы разбиты на три функциональные группы: I – коррозионностойкие (нержавеющие); II – жаростойкие (окалиностойкие); III – жаропрочные. Поэтому для специальных сталей и сплавов следует использовать соответствующие критерии функциональности (коррозионная стойкость, жаростойкость и жаропрочность).

УДК 622:550.3

*Мишанова В.А., Логачева В.М.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **СПАСАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ОБРУШЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

Обрушения горных выработок являются довольно распространенными причинами травматизма людей. Завалы, а так же горные удары характеризуются быстрым обрушением больших объемов горной массы, в результате чего горная выработка выходит из строя, а под обрушением или за ним могут оказаться люди, причем как их, так и тех, кто придёт к ним на помощь, подстерегают и дополнительные опасности: повторные завалы и обрушения, загазирование выработок в результате нарушения или полного прекращения проветривания, пожары от короткого замыкания при возникновении нарушений в системе электроснабжения, внезапные выбросы угля, газа и воды на выбросоопасных пластах. Обычно аварии от обрушений носят локальный характер, но, не смотря на это, часто связаны с весьма и весьма сложными горноспасательными работами. Наиболее опасны обрушения, происходящие в очистных забоях, что связано с большим количеством пустой породы и минимальными количеством крепей. Обрушения, произошедшие в стволе шахты, околоствольном дворе или в других выработках главного направления (например, главный откаточный штрек) могут, помимо всего прочего, на длительное время парализовать работу шахты и нанести большой материальный ущерб.

Основными причинами обрушений, как правило, бывают нарушения паспортов крепления выработок и их несоответствие горно-геологическим условиям, порой возникающим из-за недостаточной или неточной геологической разведки. Живым примером тому может служить шахта Бельцевская в Тульской области, проработавшая с момента торжественного открытия почти ровно месяц, по истечении которого была затоплена вследствие прорыва воды из недоразведанной подземной линзы. Наиболее же сложные аварии происходят на крутонаклонных пластах. Стоит отметить, что спасательные работы затрудняются тем, что

до сих пор нет достаточно эффективных средств механизации для проведения выработок по обрушенным породам. Основными способами спасения людей при обрушениях являются: 1) разборка завалов; 2) проведение обходных выработок по углю; 3) проведение обходных выработок по углю и поисковых – по завалу.; 4) проведение выработок вприсечку по углю; 5) выпуск обрушенных пород; 6) Бурение спасательных скважин большого диаметра.

УДК 622:550.3

*Логачева В.М., Мишанова В.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ДОСТОВЕРНОСТЬ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

Эффективное применение электрометрического метода сдерживается нерешенными вопросами его физико-математического обоснования, отсутствием математических моделей геоэлектрических условий залегания горных пород и рационального комплекса методов интерпретации электрометрических данных. Надежность прогнозирования в сложных горно-геологических условиях с помощью этих методов не превышает 70%. Это объясняется сложностью и разнообразием гидрогеологического состояния массива и его изменением в процессе ведения горных работ. В связи с мощным развитием вычислительной техники и компьютерных технологий появилась возможность моделирования электрических полей в конкретных горно-геологических условиях для проведения оперативной предварительной оценки структуры и параметров электрического поля с учетом влияния аномальных зон в углевмещающих породах.

Массив горных пород угольных месторождений представляет собой сложную анизотропную, дискретную, слоистую, трещиноватую, обводненную среду, содержащую большое количество нарушений (сбросов, надвигов, разрывов и др.), находящуюся в напряженном состоянии. Непрерывное развитие горных работ изменяет состояние и свойства массива и вносит соответствующие изменения в техногенные процессы, происходящие в нем, что приводит к формированию аномальных зон. Ведение горных работ вблизи или непосредственно в таких зонах приводит к нарушениям режима работы шахты и даже к авариям.

Для разработки геоэлектрической модели были изучены и проанализированы геологические и геофизические показатели надугольных пород, полученные по данным бурения и стандартного

каротажа углеразведочных скважин. Для проведения математического моделирования обоснована и разработана трехслойная горно-геоэлектрическая модель надугольных пород с основными геолого-геофизическими параметрами прорывоопасных зон и вмещающих пород.

Таким образом, заблаговременное прогнозирование состояния массива горных пород при подземной разработке обводненных угольных месторождений является необходимым.

УДК.621.873

*Клочков В.И., Лукьяница А.И.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ**

Металлические конструкции грузоподъемных машин являются несущим остовом, на котором монтируются все механизмы, приводы, системы управления. На изготовление конструкций расходуется основное количество металла. Поэтому от правильного выбора марок сталей при конструировании металлоконструкций зависит долговечность и надежность работы грузоподъемного механизма.

Рассмотрены современные тенденции в выборе материалов при конструировании и изготовлении элементов металлоконструкций грузоподъемных устройств. Перечислены материалы, использование которых позволяет существенно повысить грузоподъемность машин, сохранить высокую механическую прочность при значительном снижении массы металлоконструкций

В последние годы за рубежом при производстве грузоподъемных механизмов все более широко применяют высокопрочные стали с пределом текучести до 1100 МПа. Традиционный способ повышения прочности и ударной вязкости этих конструкционных сталей является легирование их микродобавками ванадия, ниобия и титана. В структуре сталей в результате термической обработки путем нормализации и закалки с высоким отпусканием формируются частицы карбонитридов, благодаря чему образуется мелкозернистая структура.

Для получения более легких металлоконструкций все чаще используют высокопрочные легкие сплавы –алюминиевые, магниевые и другие, основным преимуществом которых являются значительно меньшая плотность ( в 2-3 раза меньше плотности стали), достаточно высокая механическая прочность (близкая к прочности стали Ст.3 ).

Показана целесообразность и эффективность использования высокопрочных алюминиевых сплавов в конструкция, например,

мостовых кранов, в которых масса стальных металлоконструкций составляет от 55 до 80% общей массы крана. Особенно эффективно применение легких сплавов для кранов малой грузоподъемности – 5-10 тонн, а также при больших пролетах моста. Так, уменьшение массы крановых мостов среднего режима работы достигается при переходе от стали Ст.3 на алюминиевые сплав Д16Т и АМг6 до 40% и соответственно уменьшается при этом масса противовесов.

УДК 620.178.16

*Бегова А.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)  
**ВЛИЯНИЕ ИСКАЖЕНИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ  
РЕШЕТКИ АУСТЕНИТА ПРИ МАРТЕНСИТНОМ  
ПРЕВРАЩЕНИИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ СТАЛЕЙ**

Рассмотрена взаимосвязь между износостойкостью сталей и их коэффициентом тетрагональности мартенсита. Для восьми сталей, которые были исследованы, износостойкость растет почти линейно с повышением тетрагональности мартенсита.

Поскольку пластическая деформация при изнашивании сталей сосредоточена в поверхностном слое, сопоставимом с размером зерна структуры металла, представляет интерес оценка влияния параметров структуры закаленной стали на износостойкость. Было проанализировано влияние степени тетрагональности  $c/a$  решетки аустенита во время мартенситного превращения закаленной стали на сопротивление металла изнашиванию. Значения степени тетрагональности решетки мартенсита были вычислены по формуле, взятой из известных источников. Были взяты значения показателей закаленной и отпущенной на 100 и 200°C стали потому, что рентгеновский анализ показал, что в этом районе температур постепенно уменьшается параметр  $c/a$  решетки мартенсита. Соотношение параметров решетки (отношение  $c/a$ ) стремится к единице, т.е. происходит превращение тетрагонального мартенсита в отпущенный, почти кубический. Поэтому рассматривать стали, отпущенные на 300°C и выше не имеет смысла.

Анализ влияния степени тетрагональности мартенсита на износостойкость сталей показал: если твердость сталей связана со степенью тетрагональности мартенсита, то правомерно искать связь между износостойкостью закаленной стали и степенью тетрагональности мартенсита.

Пределы искажения кристаллической решетки мартенсита, обуславливающие механические свойства, не безграничны. Этим

объясняется постоянство твердости в стали и медленный рост прочности вновь создаваемых марок сталей.

Представленные результаты показывают, что целесообразно продолжить исследования структурных характеристик металла. Такое объединение в едином критерии механических и структурных характеристик металла позволит получить новую информацию в природе износостойкости сталей и даст возможность выбирать стали для изнашивания на стадии проектирования оборудования.

УДК 621.891

*Калугин И.А.*

(ООО «Газпром добыча Ямбург»)

### **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПЛУНЖЕРОВ НАСОСОВ, ПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫЕ СТОКИ**

Исследования изнашивания материалов в среде, содержащей как абразив, так и коррозионно-активные реагенты (взвешенные частицы: песок, глина, оксиды железа, карбонаты, конденсат и растворенные в нем смазки, соли, пластовую воду и т.д.), свидетельствуют о рациональности использования керамических покрытий для повышения износостойкости трущихся деталей. В частности, исследования показали, что напыление на рабочие поверхности этих деталей смесей порошков различных металлов (прежде всего – алюминия) методом динамической металлизации обеспечивает образование металлкерамического покрытия, существенно повышающего износостойкость этих деталей.

Нанесение керамического покрытия произведено в открытой атмосфере путем нагрева сжатого газа (воздуха), подачи его в сверхзвуковое сопло и формирования в этом сопле сверхзвукового воздушного потока, подачу в этот поток порошкового материала, ускорения этого материала в сопле сверхзвуковым потоком воздуха и направления его на обрабатываемую поверхность. Высокая скорость напыления обеспечивала совместное пластическое деформирование как материала обрабатываемой поверхности, так и напыляемых частиц, что способствовало прекрасной адгезии напыляемого покрытия к подложке. Порошковый материал представлял собой механическую смесь ряда металлических порошков дисперсностью 0,8 - 1,2 мкм. Анализ результатов предварительных испытаний показал, что наиболее перспективными материалами для этих порошков являются мелкодисперсный алюминий, смесь порошкообразного мелкодисперсного алюминия с медным порошком такой же дисперсности и смесь порошков алюминия и цинка.

Низкий ресурс был получен при эксплуатации заводских плунжеров (закалка ТВЧ). Наибольший ресурс был получен для плунжера с напыленным на его рабочую часть покрытием, образованным смесью порошков алюминия и цинка. За время, более чем в шесть раз превышающее продолжительность работы до отказа плунжера заводского изготовления, плунжер полностью выполнял свои функции.

Следовательно, нанесение металлокерамического покрытия на рабочую поверхность плунжеров позволяет существенно повысить его износостойкость и долговечность.

УДК 620.197

*Калугин И.А.,<sup>1</sup> Сафонов Б.П.<sup>2</sup>*

*(<sup>1</sup>ООО «Газпром Добыча Ямбург»,*

*<sup>2</sup>Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)*

### **МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТУПЕНИ ВОЗДУШНОГО КОМПРЕССОРА НА УСТАНОВКЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА**

При образовании раковины во внутренней рабочей полости второй ступени воздушного компрессора ВК-2 2ВМ2,5-14-9 и её последующего углубления возможно попадание воды в полость цилиндров (материал чугун), вследствие чего может произойти гидроудар и последующее разрушение всего воздушного компрессора, в следствии чего произойдёт полное разрушение с последующей невозможностью какого-либо ремонта: всех деталей, узлов и конструкции всего компрессора, без возможности какого-либо восстановления.

Чтобы не допустить такого развития механического разрушения и не приобретать новую дорогостоящий узел (2-я ступень) воздушного компрессора, предлагается следующий метод восстановления на самом газовом промысле.

Предлагается, произвести механическую зачистку сверлом или торцевой фрезой самой раковины. Потом произвести газовой горелкой предварительный подогрев локального места, где расположена раковина от 300 до 400°C, сразу после этого заварить в 3 прохода электродами ЛВ-52  $\phi=2,6$  мм. сварочным током в режиме от 75 до 80 А, с последующим прогревом и медленным охлаждением, предварительно закрыв это место кошмой или асбестовым полотном. После заварки раковины и полного остывания устанавливаем корпус второй ступени компрессора ВК-2 на токарный станок 16К40 и закрепляем обратными кулачками патрона за внутренний диаметр. Проходным резцом с наплавкой К10 (или К15) проходим по внутреннему диаметру и месту ремонта раковины до

необходимого технологического размера согласно чертежа паспорта завода изготовителя с соответствующим посадочными размерами и допусками.

Это позволит оперативно и качественно устранить выявленный дефект, не заказывая и не приобретая каких либо запасных частей и оставить в рабочем состоянии 2-ую ступень воздушного компрессора ВК-2 еще на долгое время.

УДК.669.056

*Лобанов Н.Ф.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ПРОЦЕСС ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ В АСПЕКТЕ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

При разработке процессов плазменного нанесения защитных износостойких покрытий основное внимание уделяется рассмотрению связи характеристик покрытий с технологическими параметрами процесса.

Несмотря на универсальность приёмов газотермического напыления защитных покрытий, реализуемые в них технологические процессы экономически уязвимы с позиций ресурсо-энергосбережения. Более 80% полной энергии несущего потока и до 40% подаваемого из дозатора порошка не используются на целевой процесс.

Полная энергия двухфазного потока складывается из механических ( $E_{мп}$  и  $E_{мч}$ ) и тепловых энергий ( $E_{тг}$  и  $E_{тч}$ ) несущего потока газа и увлекаемых им частиц напыляемого материала. Именно их соотношение определяет силу удара частиц об обрабатываемую поверхность, их температуру, степень оплавления и формируют структуру напыляемого покрытия.

Учитывая механическую и тепловую инерцию частиц, можно рассчитать изменения текущих значений осевой скорости и среднемассовой температуры монодисперсных частиц.. Расчёт показал, что скорость частиц с момента их вдува в несущий газоплазменный поток возрастает, а модуль ускорения уменьшается, тем быстрее, чем больше диаметр частиц.

За время энергомеханического взаимодействия на дистанции напыления 80-140мм поверхность твёрдых частиц может достигать температуры плавления, а скорость приближаться к 80-100м/с. В результате не только формируется на поверхности детали качественное покрытие, но и реализуются максимально достижимые в данном процессе

коэффициенты использования порошка(КИП) и энергии, аккумулированной материалом(КПД).

Перечень ресурсо-энергосберегающих мероприятий может содержать:

1. выбор оптимальных размеров частиц и соотношения фаз,
2. повышение степени монодисперсности частиц,
3. увеличение времени пребывания частиц в несущем потоке,
4. использование специальных способов фокусирования свободной струи,

УДК 621.762

*Суменков А.Л., Зимин А.И.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Значительный рост исследований в области создания новых наноструктурных материалов объясняется особенностью их свойств. По сравнению с «обычными» материалами, в наносистемах, повышаются: предел прочности до 8 раз, предел текучести до 3 раз, твердость до 7 раз, проявляются эффекты сверхпластичности у металлов, пластичности у керамики и т.д.

Одним из материалов, широко использующихся, как в «обычном», так и в нанодисперсном виде, является диоксид титана. Он применяется в лакокрасочной промышленности, при получении пластмасс и изделий на их основе. Обычно диоксид титана применяется в виде порошков, при получении и переработки которых могут использоваться такие механические процессы, как прессование, измельчение, дозирование, транспортирование, смешение, и др. За качество проведения этих процессов «отвечают» механические характеристики, прежде всего, коэффициенты внутреннего и внешнего трения, аутогезия. На механические характеристики влияют дисперсный и фазовый состав порошков, параметры окружающей атмосферы. Появляется возможность синтезировать наноструктурные материалы с заранее заданными свойствами, что, в свою очередь, открывает перспективы разработки технологии управления свойствами новых материалов, повышающей их эксплуатационные характеристики.

В работе исследовалось влияние температуры на аутогезию нанопорошков. Объектами были плазмохимические порошки  $TiO_2$  со средним размером частиц от 0,25 до 0,95 мкм. Использовали метод отрыва пластины.

Было выяснено, что аутогезия нанодисперсных порошков растет с увеличением их температуры, причём зависимости обладают выраженным минимумом.

Подтверждена возможность получения наноструктурных материалов с заданными заранее механическими характеристиками и перспективы оптимизации процессов синтеза и дальнейшего использования новых материалов (наносистем) в машиностроении, строительстве, химической и других отраслях промышленности.

УДК 622.272

*Сидорчук В.К.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КОРОТКОЗАБОЙНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

В связи со значительным ростом цен на механизированные комплексы, на шахтах РФ наметилась устойчивая тенденция расширения области применения короткозабойных технологий, которые требуют значительно меньших капитальных и эксплуатационных затрат, связанных с приобретением оборудования, подготовкой очистного фронта и развитием инфраструктуры шахты.

Известно, что в благоприятных условиях залегания пластов и при механизации процессов крепления кровли коэффициент извлечения угля может достигать 0,9-0,95 обеспечивая высокую конкурентоспособность короткозабойных технологий при сравнении с традиционными технологиями добычи длинными комплексно-механизированными лавами.

При ранжировании требований к той или иной технологии разработки угольного месторождения в современных условиях доминирующим требованием является обеспечение минимальной ресурсоемкости, что позволяет при ограниченных инвестициях в условиях форсированного сокращения производственных мощностей производить выемку угля с достаточно высокой эффективностью.

Для повышения производительности труда по шахте необходимо создавать и внедрять новую технологию подземной добычи угля, которая должна характеризоваться значительным увеличением нагрузки на очистной забой при обязательном уменьшении количества рабочих или, еще лучше, полным выводом их из забоя, большой интенсификацией и концентрацией горных работ.

Применение короткозабойных технологий приводит к увеличению интенсивности и повышению уровня концентрации горных работ, к

снижению, эксплуатационных расходов, повышению производительности труда и увеличению добычи угля.

Нагрузка на очистной забой является одним из основных определяющих факторов, обеспечивающих улучшение технико-экономических показателей шахты, в связи с этим интенсификация и концентрация горных работ являются главными преимуществами выемки угля короткими очистными забоями по сравнению с длинными лавами.

УДК 66.011

*Каменский М.Н.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БАРАБАННОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА**

Вакуум-фильтр предназначен для разделения жидкостей, содержащих твёрдые частицы во взвешенном состоянии, и представляет собой горизонтальный вращающийся барабан, который изнутри разделён перегородками на отдельные ячейки, соединённые трубками с распределительной головкой. По мере вращения барабана в ячейках создаётся вакуум или избыточное давление. При вращении барабан проходит зону фильтрации, где жидкость засасывается в барабан, а твёрдые частицы оседают на фильтрующей ткани. После промывания осадка водой барабан входит в зону сушки, где через осадок просасывается воздух, затем в зону удаления осадка. Здесь изнутри барабана подаётся сжатый воздух, а осадок с поверхности барабана срезается ножом.

Конструкция фильтра была разработана в системе автоматизированного проектирования. Первой деталью был разработан барабан – вращающийся элемент фильтра. В процессе создания были использованы инструменты: «вытянутая бобышка/основание», «вытянутый вырез», «круговой массив», «линейный массив».

Вместе с барабаном командой «бобышка вытянуть» и «круговой массив» были созданы трубки, по которым перемещается эмульсия. Далее была спроектирована крышка барабана. Затем велась разработка конструкции «корыта» – элемента фильтра, предназначенного для заполнения суспензией, крепления ножа и соединительных элементов.

Также в системе автоматизированного проектирования была создана решетка, предназначенная для равномерного распределения осадка на поверхности барабана. Далее проводилась сборка элементов фильтра и изготовлены их чертежи. Причем, при обнаружении ошибок при

проектировании или сборке система указывала на это, и просчеты сразу устранялись.

В связи с тем, что количество деталей барабанного вакуум-фильтра значительное, работа проводилась на компьютере с высокими характеристиками оперативной памяти.

Таким образом, с использованием системы автоматизированного проектирования была разработана конструкция барабанного вакуум-фильтра, оперативно вносились изменения в проект при обнаружении ошибок, благодаря чему сократилось время на проектирование, и увеличилась производительность труда.

УДК 622.232

*Лукиенко Л.В., Гальченко К.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ШАХТНОГО МОНТАЖНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ**

Рассмотрим конструкцию манипулятора, состоящая из базовой плиты, захвата, трех рычажных звеньев, взаимное расположение которых определяется гидродомкратами, распорных гидростоек, обуславливающих положение манипулятора, по отношению к почве и кровле проводимой выработки. Для повышения точности манипулирования переносимых объектов необходимо учитывать не только конструкционные особенности, но и процессы, протекающие в гидросистеме. Такие как утечки гидросистемы, сжимаемость рабочей жидкости, характеристиками насосов. Сжимаемость гидравлических жидкостей на базе минеральных масел зависит от температуры и давления. Сжимаемость характеризуется модулем адиабатического сжатия. Изменение объема:

$$\Delta V = V \cdot \beta (P_{\max} - P_{\text{нач}})$$

где,  $\Delta V$  — изменение объема;  $P_{\max}$  — максимальное давление;  $P_{\text{нач}}$  — начальное давление.

Для определения процессов гидросистемы влияющих на точность позиционирования шахтного монтажного манипулятора составлена математическая модель гидроцилиндра. Уравнение движения поршня:

$$m \cdot \frac{d^2 z}{dt^2} + k \cdot \frac{dz}{dt} + F = S_n \cdot P_n - S_{\text{ш}} \cdot P_{\text{ш}}$$

где,  $m$ - приведенная масса;  $z$ - перемещение поршня;  $F$ - суммарная внешняя нагрузка на поршень;  $k$ - коэффициент сухого трения поршня.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что даже при небольшой утечке в одном гидроцилиндре резко падает точность позиционирования, так как возрастает усилие на второй гидроцилиндр. Учет данного явления позволит более равномерно распределять нагрузки на гидроцилиндры и тем самым позволить повысить точность позиционирования переносимых объектов. Которые в свою очередь увеличат производительность шахтного монтажного манипулятора для крепления горной выработки.

УДК 62-821.6

*Подколзин А.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **НАСОСНО-АККУМУЛЯТОРНАЯ СТАНЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ГИДРОАППАРАТУРЫ**

Вопросы надёжности работы гидрооборудования становится всё более актуальными. Как известно, гидравлические стойки механизированных крепей в основном работают в гидростатическом режиме восприятия горного давления. Защиту гидростойки от чрезмерного давления осуществляют предохранительные гидроклапаны. В процессе работы гидростойка также может быть подвергнута высоким динамическим нагрузкам при возникновении горных ударов. Поэтому создание запорно-предохранительной гидроаппаратуры обусловлено рядом обстоятельств: высокая скорость срабатывания, большие расходы жидкости, малая инерционность и др. Наиболее перспективным исследованием процессов является способ динамического нагружения испытываемой полости повышенным гидравлическим давлением с регистрацией переходных процессов изменения давления в замкнутой полости.

Испытательный стенд должен обеспечивать создание рабочего давления от 20 до 63 МПа, имитировать режим гидравлического удара при проведении испытаний с расходом жидкости до  $50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$

Эти параметры могут быть обеспечены только насосно-аккумуляторной станцией с применением мультипликаторов давления. Аккумуляторы в этом случае используются как источники давления, насосы и мультипликаторы как вспомогательные устройства.

Для определения параметров насосно-аккумуляторной станции была разработана математическая модель, включающая описание работы

газогидроаккумуляторов, клапана управления, гидростойки, предохранительного гидроклапана, подводящих гидрокommunikаций. Учитывались теплообмен гидроаккумулятора с внешней средой, температура в начале и при окончании процесса, инерционные характеристики подвижных частей и жидкости. Для расчёта основных параметров насосно-аккумуляторной установки использовались уравнения баланса объёмов жидкости в четырёх периодах работы стенда. Были рассмотрены варианты насосно-аккумуляторных станций с газогидроаккумуляторами с разделителями и без разделителей, с газовой и без газовой камер. Определены общий объём и объём газовой камеры аккумулятора в зависимости от полезной ёмкости и соотношения давлений. Определены области применения каждого из вариантов и установлены конструктивные и режимные параметры запорно-регулирующего устройства, обеспечивающего управление процессом нагружения испытываемой полости.

УДК 622.284

*Подколзин А.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ГИДРОСИСТЕМ РАССРЕДОТОЧЕННОГО ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

В гидроприводе механизированной крепи используется система объёмных гидропередат, состоящая из насосной установки, силовых исполнительных гидроцилиндров, устройств управления (секционных), гидромагистралей, центрального пульта управления в случае применения автоматизированных систем управления.

Основной отличительной чертой гидропривода крепи является его распределенность по длине лавы, достигающей 200 - 250 м. Сложность системы гидропривода обусловлена количественными показателями.

Основными направлениями в создании гидропривода рассредоточенного оборудования являются бесперебойное снабжение жидкостью под высоким давлением при параллельном выполнении операций в разных точках, уменьшение потерь и повышение объёмного КПД.

Для исследования этих вопросов была разработана математическая модель гидросистемы, включающая 6 блоков, учитывающая силовые, инерционные и динамические характеристики привода. Математическая модель представляет систему дифференциальных, алгебрологических и алгебраических уравнений, описывающих гидропривод как совокупность разнородных (гидравлических, электрических и механических) элементов,

позволяющая осуществлять моделирование и анализ процессов, происходящих в гидроприводе.

В качестве расчетных были составлены гидрокинематические и гидромеханические цепи эквивалентной системы гидропривода, при этом учтено, что каждый физический элемент может быть представлен как несколько элементов гидравлической цепи и при этом каждый элемент цепи представляет собой только одно физическое явление (гидравлическое сопротивление, сжимаемость, инерционность и др.). Такой подход позволяет описывать каждый элемент цепи только одним членом дифференциального уравнения. Анализ полученных эквивалентных гидромеханических цепей выполнен на основе правила узлов (сумма потоком жидкости и скоростей элементов равны нулю).

Были определены необходимые демпфирующие параметры электропривода насосного агрегата, количество насосных агрегатов и способы их подключения к гидромагистралам крепи, параметры и характеристики гидромагистралей с их разделением на независимые участки и их общей закольцованностью в конце лавы.

УДК 534.8:678.019

*Подольский В.А., Резвов Ю.Г., Сивкова О.Д.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **АКУСТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ ЛЕНТОЧНОГО ДВУХСЕКТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

В таких областях физики, как: физическая акустика (в том числе акустооптика), дефектоскопия и др. важную роль играет структура акустического пучка. Точный расчет структуры акустического пучка представляет собой сложную задачу, которая существенно упрощается при использовании параболического приближения теории дифракции.

На рисунке представлена расчетная структура акустического поля, возбуждаемого в стекле (скорость звука 6000 м/с) при частоте колебаний 8 МГц. Рис. 1 соответствует ленточному плоскому преобразователю шириной 2,5 мм. Рис. 2 иллюстрирует поле 2-секторного ленточного преобразователя, образованного 2 секторами шириной по 0,9 мм, разделенных промежутком 0,7 мм. Фактически второй случай образован вырезанием из сплошного преобразователя центральной части шириной 0,7 мм. Пунктирные линии отмечают условные границы акустического столба в отсутствие дифракционных искажений.

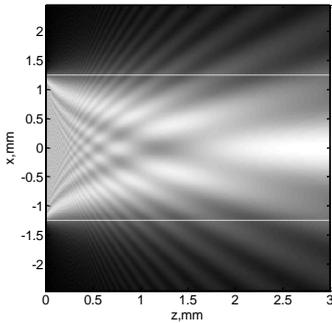


Рис. 1

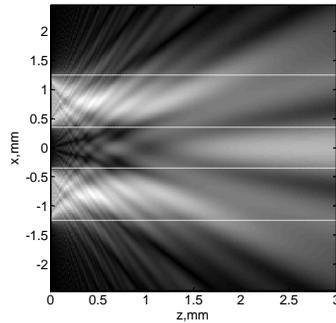


Рис. 2

В обоих случаях используются достаточно типичные для ряда приложений частота колебаний и размеры преобразователя. При этом акустическое поле имеет сложную структуру с областями концентрации и разрежения акустической энергии. Можно отметить, что в случае 2-секторного преобразователя на расстоянии 1,5–3 мм от него поле имеет фактически 3-пучковую структуру.

УДК 66.02

*Козлов А.М.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **К ВОПРОСУ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛУНЖЕРОВ АММИАЧНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

В ходе эксплуатации на НАК «Азот» трёхплунжерного насоса высокого давления фирмы URACA происходит изнашивание ряда элементов его конструкции, в частности: плунжеров, изготовленных из стали 45 ГОСТ 1050-88, клапанов всаса и нагнетания, шевронной сальниковой набивки из фторопласта 4К30. Наиболее дорогостоящей деталью из перечисленных является плунжер, именно по этой причине было принято решение исследовать возможность его восстановления и выбрать наиболее приемлемый для условий ремонтного производства метод.

Партия вышедших из строя плунжеров в количестве 12 штук была проверена на отклонение формы в месте контакта поверхности плунжера с сальниковой набивкой.

Характер поврежденных поверхностного слоя и изменение геометрических размеров свидетельствовало о преобладании механической природы изнашивания, этот факт даёт возможность

рекомендовать при выборе способа восстановления получать тем или иным способом износостойкое покрытие.

Пробная партия образцов на стали 45 диаметром 25 мм и длиной 40мм подвергалась нанесению покрытий всеми перечисленными способами после соответствующей технологической подготовки поверхности (пескоструйная обработка, рваная резьба, травление).

Металлографический анализ поперечных шлифов показал, что наиболее приемлемым и технологичным методом восстановления плунжеров может быть электродуговая металлизация пружинной проволокой из стали 60 или газотермическое напыление самофлюсующимся порошком ПГ – СР4 ( $t_{пл} = 990^{\circ}\text{C}$ , HRC 58-62). Исходя из технико-экономических соображений, было отдано предпочтение электродуговой металлизации с последующим шлифованием в номинальный размер. Толщина предварительно наносимого металлизационного покрытия может достигать 6 мм при незначительной пористости, достаточно высокой адгезии покрытия и сравнительно невысоких расходах электрической энергии и напыляемого материала, а также традиционной последующей технологии подготовки поверхности к эксплуатации, состоящей в предварительном точении и отделочном шлифовании.

УДК 621.762

*Суменков А.Л., Зимин А.И.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА**

Графические методы кинематического исследования механизмов, позволяющие определить положения звеньев, скорости и ускорения точек и звеньев, получили широкое распространение и являются до настоящего времени популярными. Это обусловлено быстротой, наглядностью и удобством решения прикладных вопросов проектирования.

В ряде случаев графическое вычисление основано на геометрических построениях, с некоторым приближением заменяющих аналогичные аналитические и численные операции. До начала эры широкого внедрения в практику расчетов компьютеров графические методы были единственно приемлемыми, т. к. аналитические методы требуют выполнения громоздких вычислений, немислимых без использования вычислительной техники.

С течением времени аналитические методы будут, очевидно, занимать основное место в практике расчетов. Но графические методы

не утратят своего значения в силу наглядности, доступности, простоты.

На примере расчета кулисного механизма проведено сравнение методов расчета графического, аналитического и расчета с помощью компьютера с использованием программы MATHCAD.

При реализации графического метода были построены планы положений механизма, планы скоростей и планы ускорений. Из планов скоростей и ускорений определялись кинематические характеристики звеньев и отдельных точек звеньев механизма.

Аналитическим методом были получены зависимости, описывающие движения звеньев и отдельных точек звеньев механизма. Дифференцированием этих выражений были определены формулы для скоростей и ускорений этих звеньев и точек.

При расчете с помощью компьютера были выполнены те же вычисления и построены графики полученных зависимостей пути, скорости и ускорения от времени для звеньев и отдельных точек звеньев механизма.

УДК 621.01.001.02

*Лукиенко Л.В., Исаев В.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШАХТНЫХ ЛОКОМОТИВОВ**

В современных условиях при значительном усложнении горно-геологических условий и удалении места добычи полезных ископаемых от места подъема на поверхность безаварийная работа транспортной системы подземного предприятия приобретает первостепенное значение. На большинстве шахт и рудников со сложными горно-геологическими условиями транспортировка полезных ископаемых осуществляется шахтными электровозами, которые могут работать в выработках с уклоном от 0,005 до 0,05%. Задача расширения области эффективной и безопасной эксплуатации на уклонах, превышающих указанные выше значения, представляется актуальной. Её решение может быть достигнуто за счёт применения зубчато-реечных движителей, которые обладают целым рядом достоинств: высокая надёжность и простота обслуживания.

В соответствии с целью работы были поставлены следующие задачи исследований:

- Обосновать рациональное сочетание геометрических параметров приводной шестерни, колеса и рейки и провести аналитические

исследования нагруженности зубчато-реечных передач для разработки тягового органа с необходимой и достаточной металлоёмкостью.

- Провести вычислительный эксперимент для определения интенсивности изнашивания зубчато-реечной передачи.

- Разработать ресурсосберегающую технологию изготовления зубчато-реечных двигателей для шахтных электровозов.

Анализ существующих вариантов подъёма шахтного электровоза показал, что при применении лебёдки возможны колебания электровоза с амплитудой до 13 мм, что может негативно сказаться на надёжности каната, лебёдки и электровоза, увеличивая их динамическую нагруженность. Применение конвейерного подъёма добытого полезного ископаемого в наклонных выработках, имеющих радиус поворота, также весьма затруднено. Использование зубчато-реечных передач, обладающих повышенной надёжностью, жёсткостью и неприхотливых в обслуживании, хорошо зарекомендовавших себя при работе в шахтных условиях, позволит значительно расширить область применения шахтных электровозов на углы с уклоном более 0,005.

УДК 621.01.001.02

*Лукиенко Л.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОРНО - ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

Разработка месторождений в сложных условиях с недостаточно развитой социальной инфраструктурой существенно осложняет участие человека в технологических процессах добычи полезных ископаемых. Поэтому важнейшим направлением развития горно-транспортных машин является разработка технологий транспортировки угля с применением современных программно-аппаратных комплексов, интегрированных в общую систему управления горнодобывающим предприятием. Наиболее эффективным путем решения вышеназванных проблем является внедрение систем роботизированного горно- транспортного оборудования. Следует отметить, что в мировой практике создание и применение роботизированных карьерных автосамосвалов с применением инновационных решений осуществляется, как правило, на базе опыта применения оборудования и техники с дистанционным управлением. Произведенный анализ создания и внедрения дистанционно управляемых и роботизированных карьерных автосамосвалов позволяет сделать вывод о том, что при переходе к безлюдным технологиям добычи полезных ископаемых открытым способом должно быть комплексное применение

дистанционно- управляемого и автономного технологического оборудования в существующих или модернизированных АСУ горно-технологического комплекса. Проведенный анализ бортовых систем диагностики и контроля основных производителей карьерных автосамосвалов показал, что бортовые системы развиваются не только в сторону контроля и диагностики узлов и агрегатов автотранспорта, но и контроля и анализа технологических параметров, таких как загрузка, производитель работы, наработка. Данные системы обеспечивают передачу диагностических и технологических параметров работы техники, видеoinформации в диспетчерский центр, где службы горного предприятия могут анализировать параметры работы техники, а также выдавать команды на изменение режимов работы различных бортовых систем. Все больше информация о работе карьерного автотранспорта используется не только механиками при плановых ТО, но и в течении рабочих смен диспетчерами, горными инженерами. В связи с этим, требования к созданию роботизированных систем грузоперевозок должны включать и требования к расширению функций бортовых систем диагностики техники, их надежности.

УДК 621.01.001.02

*Лукиенко Л.В., Волков С.Ю.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
КРЕМАЛЬЕРНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ЭКСКАВАТОРОВ**

Применяемые на универсальных экскаваторах напорные механизмы различают: по способу передачи движения на рукоять — кремальерный и канатный; по схеме передачи усилия (принципу действия) — зависимый, независимый и комбинированный. Как при канатном, так и при кремальерном напорном механизме может быть применена любая из перечисленных трех схем передачи усилия. Особенность кремальерного, напорного механизма заключается в применении шестерен, расположенных на валу седлового подшипника и находящихся в постоянном зацеплении с приваренными к рукояти зубчатыми рейками (кремальерами). Конструкция независимого кремальерного напорного механизма содержит: напорный вал, который закреплен на подшипниках в стреле и является осью, вокруг которой на подшипниках качаются Г-образные кронштейны седлового подшипника. На валу, также закреплены на шлицах приводная звездочка и две кремальерные шестерни, находящиеся в постоянном зацеплении с кремальерными рейками, приваренными к балкам рукояти ковша.

Постоянное зацепление колес и реек создается тем, что балки рукояти скользят сменным вкладышам, укрепленным болтами на кронштейнах и препятствующим выходу рукояти из зацепления. При небольшом износе вкладышей между ними и кронштейнами ставят прокладки, которые уменьшают образовавшийся в зацеплении зазор, а при большом износе вкладыши 8 заменяют новыми. На экскаваторе Э-1251А, Э-1252А вместо подшипников качения устанавливают бронзовые втулки, так как подшипники качения быстро выходят из строя вследствие случайных ударов задними и передними упорами по кремальберным шестерням. Бронзовые втулки лучше противостоят ударам. Комбинированную схему напора можно применять и при кремальберном напорном механизме. Этот напорный механизм отличается от независимого кремальберного наличием дополнительного барабана, жестко закрепленного на напорном валу. На барабане запасован второй конец подъемного каната, который при независимом напоре крепят на стреле. При натяжении подъемного каната усилие передается через барабан, вал и кремальберные шестерни на приваренные к рукояти кремальберные рейки. Так осуществляется напор с использованием зависимой части схемы.

УДК 621.01.001.02

*Лукиенко Л.В., Литвинов И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗУБЧАТО-ЦЕВОЧНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ СТВОЛОПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

В настоящее время Россия занимает второе место в мире по запасам калийных руд, и темпы добычи устойчиво растут. Одним из осложняющих факторов добычи является образование технологических трещин в горном массиве при проходке буровзрывным способом, которые нарушают герметичность ствола. Для повышения безопасности проходки стволов применяют механизированный способ с помощью горно-технологических машин различных конструкций.

Объектом исследования был выбран стволопроходческий комплекс АСП-8,0 со шнеко-фрезерным рабочим органом. АСП-8,0 позволяет вести проходку стволов круглым сечением в необводненных породах V категории по шкале проф. М. М. Протодяконова или с пределом прочности пород на одноосное сжатие  $\sigma_{сж} \leq 60$  МПа и абразивностью до 15 мг, а так же в обводненных породах в условиях проходки с замораживанием.

Агрегат АСП 8,0 работает по циклической схеме:

Во время разработки забоя агрегат распирается в стенки ствола и к тубингам крепи. При качании в горизонтальной плоскости, подъема-опускания исполнительного органа и поворота (переустановки) внутреннего кольца осуществляется отбойка породы на заданную глубину по всей площади сечения ствола. Разрушенная горная масса находится на почве забоя и ее перемещение производится с помощью плужка, установленного на рукояти рабочего органа.

Далее происходит отсоединение агрегата от крепи ствола, опускание его на телескопических домкратах на отработанную высоту, монтаж нового тубингового кольца и фиксация к нему.

После этого цикл повторяется.

На сегодняшний день, данный стволопроходческий агрегат используется для строительства ствола на Ново-Усольском месторождении с общей глубиной более 500 м. Основные породы: каменная соль, мергель, мергель загипсованный, сильвинит полосчатый, сильвинит красный.

УДК 621.01.001.02

*Лукиенко Л.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОРНО - ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

Разработка месторождений в сложных условиях с недостаточно развитой социальной инфраструктурой существенно осложняет участие человека в технологических процессах добычи полезных ископаемых. Поэтому важнейшим направлением развития горно-транспортных машин является разработка технологий транспортировки угля с применением современных программно-аппаратных комплексов, интегрированных в общую систему управления горнодобывающим предприятием. Наиболее эффективным путем решения вышеназванных проблем является внедрение систем роботизированного горно- транспортного оборудования. Следует отметить, что в мировой практике создание и применение роботизированных карьерных автосамосвалов с применением инновационных решений осуществляется, как правило, на базе опыта применения оборудования и техники с дистанционным управлением. Произведенный анализ создания и внедрения дистанционно управляемых и роботизированных карьерных автосамосвалов позволяет сделать вывод о том, что при переходе к безлюдным технологиям добычи полезных ископаемых открытым способом должно быть комплексное применение дистанционно- управляемого и автономного технологического

оборудования в существующих или модернизированных АСУ горно-технологического комплекса. Проведенный анализ бортовых систем диагностики и контроля основных производителей карьерных автосамосвалов показал, что бортовые системы развиваются не только в сторону контроля и диагностики узлов и агрегатов автотранспорта, но и контроля и анализа технологических параметров, таких как загрузка, производитель работы, наработка. Данные системы обеспечивают передачу диагностических и технологических параметров работы техники, видеoinформации в диспетчерский центр, где службы горного предприятия могут анализировать параметры работы техники, а также выдавать команды на изменение режимов работы различных бортовых систем. Все больше информация о работе карьерного автотранспорта используется не только механиками при плановых ТО, но и в течении рабочих смен диспетчерами, горными инженерами. В связи с этим, требования к созданию роботизированных систем грузоперевозок должны включать и требования к расширению функций бортовых систем диагностики техники, их надежности.

УДК 621.01.001.02

*Лукиенко Л.В., Литвинов И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗУБЧАТО-ЦЕВОЧНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ СТВОЛОПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

В настоящее время Россия занимает второе место в мире по запасам калийных руд, и темпы добычи устойчиво растут. Одним из осложняющих факторов добычи является образование технологических трещин в горном массиве при проходке буровзрывным способом, которые нарушают герметичность ствола. Для повышения безопасности проходки стволов применяют механизированный способ с помощью горно-технологических машин различных конструкций.

Объектом исследования был выбран стволопроходческий комплекс АСП-8,0 со шнеко-фрезерным рабочим органом. АСП-8,0 позволяет вести проходку стволов круглым сечением в необводненных породах V категории по шкале проф. М. М. Протодяконова или с пределом прочности пород на одноосное сжатие  $\sigma_{сж} \leq 60$  МПа и абразивностью до 15 мг, а так же в обводненных породах в условиях проходки с замораживанием.

Агрегат АСП 8,0 работает по циклической схеме:

Во время разработки забоя агрегат распирается в стенки ствола и к тубингам крепи. При качании в горизонтальной плоскости, подъема-опускания исполнительного органа и поворота (переустановки) внутреннего кольца осуществляется отбойка породы на заданную глубину по всей площади сечения ствола. Разрушенная горная масса находится на почве забоя и ее перемещение производится с помощью плужка, установленного на рукояти рабочего органа.

Далее происходит отсоединение агрегата от крепи ствола, опускание его на телескопических домкратах на отработанную высоту, монтаж нового тубингового кольца и фиксация к нему.

После этого цикл повторяется.

На сегодняшний день данный стволопроходческий агрегат используется для строительства ствола на Ново-Усольском месторождении с общей глубиной более 500 м. Основные породы: каменная соль, мергель, мергель загипсованный, сильвинит полосчатый, сильвинит красный.

УДК 621.01.001.02

*Лукиенко Л.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОРНО - ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

Разработка месторождений в сложных условиях с недостаточно развитой социальной инфраструктурой существенно осложняет участие человека в технологических процессах добычи полезных ископаемых. Поэтому важнейшим направлением развития горно-транспортных машин является разработка технологий транспортировки угля с применением современных программно-аппаратных комплексов, интегрированных в общую систему управления горнодобывающим предприятием. Наиболее эффективным путем решения вышеназванных проблем является внедрение систем роботизированного горно- транспортного оборудования. Следует отметить, что в мировой практике создание и применение роботизированных карьерных автосамосвалов с применением инновационных решений осуществляется, как правило, на базе опыта применения оборудования и техники с дистанционным управлением. Произведенный анализ создания и внедрения дистанционно управляемых и роботизированных карьерных автосамосвалов позволяет сделать вывод о том, что при переходе к безлюдным технологиям добычи полезных ископаемых открытым способом должно быть комплексное применение дистанционно- управляемого и автономного технологического

оборудования в существующих или модернизированных АСУ горно-технологического комплекса. Проведенный анализ бортовых систем диагностики и контроля основных производителей карьерных автосамосвалов показал, что бортовые системы развиваются не только в сторону контроля и диагностики узлов и агрегатов автотранспорта, но и контроля и анализа технологических параметров, таких как загрузка, производитель работы, наработка. Данные системы обеспечивают передачу диагностических и технологических параметров работы техники, видеoinформации в диспетчерский центр, где службы горного предприятия могут анализировать параметры работы техники, а также выдавать команды на изменение режимов работы различных бортовых систем. Все больше информация о работе карьерного автотранспорта используется не только механиками при плановых ТО, но и в течении рабочих смен диспетчерами, горными инженерами. В связи с этим, требования к созданию роботизированных систем грузоперевозок должны включать и требования к расширению функций бортовых систем диагностики техники, их надежности.

УДК 621.01.001.02

*Лукиенко Л.В., Литвинов И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗУБЧАТО-ЦЕВОЧНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ СТВОЛОПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

В настоящее время Россия занимает второе место в мире по запасам калийных руд, и темпы добычи устойчиво растут. Одним из осложняющих факторов добычи является образование технологических трещин в горном массиве при проходке буровзрывным способом, которые нарушают герметичность ствола. Для повышения безопасности проходки стволов применяют механизированный способ с помощью горно-технологических машин различных конструкций.

Объектом исследования был выбран стволопроходческий комплекс АСП-8,0 со шнеко-фрезерным рабочим органом. АСП-8,0 позволяет вести проходку стволов круглым сечением в необводненных породах V категории по шкале проф. М. М. Протодяконова или с пределом прочности пород на одноосное сжатие  $\sigma_{сж} \leq 60$  МПа и абразивностью до 15 мг, а так же в обводненных породах в условиях проходки с замораживанием.

Агрегат АСП 8,0 работает по циклической схеме:

Во время разработки забоя агрегат распирается в стенки ствола и к тубингам крепи. При качании в горизонтальной плоскости, подъема-опускания исполнительного органа и поворота (переустановки) внутреннего кольца осуществляется отбойка породы на заданную глубину по всей площади сечения ствола. Разрушенная горная масса находится на почве забоя и ее перемещение производится с помощью плужка, установленного на рукояти рабочего органа.

Далее происходит отсоединение агрегата от крепи ствола, опускание его на телескопических домкратах на отработанную высоту, монтаж нового тубингового кольца и фиксация к нему.

После этого цикл повторяется.

На сегодняшний день данный стволопроходческий агрегат используется для строительства ствола на Ново-Усольском месторождении с общей глубиной более 500 м. Основные породы: каменная соль, мергель, мергель загипсованный, сильвинит полосчатый, сильвинит красный.

## СЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

УДК 621.1: 546.33: 546.212

*Воспенников В.В., Макрушин В.В., Ефремов В.Н.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### ЭНТАЛЬПИЙНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ В СИСТЕМЕ ГИДРОКСИД НАТРИЯ – ВОДА В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР

Энтальпийные характеристики компонентов двухфазной системы необходимы не только для расчётов тепловых балансов в циклах ПТУ, эффективности работы энергоблоков, но и для изучения структуры компонентов в двухфазной системе, особенно жидкой фазы.

Целью работы является определение энтальпийных параметров жидкой фазы.

Парциальная мольная энтальпия воды в жидкой фазе при постоянном составе раствора была рассчитана вычитанием парциальной мольной энтальпии воды в паровой фазе из парциальной мольной энтальпии испарения:

$$\bar{H}_1^L = \bar{H}_1^G - \Delta\bar{H}_1$$

Удельная энтальпия чистой воды при заданных параметрах температуры давления была рассчитана по уравнениям из «Таблиц термодинамических свойств воды и пара»

Разность парциальной мольной энтальпии воды в жидкой фазе и мольной энтальпии «чистой» воды даёт величину относительной парциальной мольной энтальпии воды в растворах гидроксида натрия:

$$\Delta\bar{H}_1^L = \bar{H}_1^L - (H_1^L)^0$$

Расчёты показывают, что с увеличением концентрации при постоянной температуре парциальная энтальпия воды уменьшается, причём при низких температурах и концентрациях выше 30% это изменение значительно и парциальные мольные энтальпии достигают больших отрицательных значений. С ростом температуры наклон кривых уменьшается, а изотермы 573К и 623К во всём интервале концентраций – положительны.

Температурная зависимость парциальных мольных энтальпий показывает, что в значительной мере отличаясь с изменением концентрации, для различных концентраций сближаются при высоких температурах.

Парциальная мольная энтальпия испарения уменьшается с ростом температуры, и тем сильнее, чем выше концентрация раствора, а с увеличением концентрации эта величина увеличивается, и тем круче эта зависимость, чем меньше температура.

УДК 621.1: 546.33: 546.212

*Воспенников В.В., Золотарева В.Е., Филатова А.Н.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

**КОЭФФИЦИЕНТЫ АКТИВНОСТИ ВОДЫ В СИСТЕМЕ  
ГИДРОКСИД НАТРИЯ - ВОДА В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ  
ТЕМПЕРАТУР**

Анализ процессов, происходящих в пароводяном тракте ТЭС и АЭС, может быть проведен на основе изучения комплекса теплотехнических и физико-химических свойств многокомпонентных систем.

Определение экспериментальным путем большинства термодинамических свойств индивидуальных компонентов и их смесей (растворов) представляет очень сложную задачу.

Процессы коррозии конструкционных материалов и образования различных отложений по пароводяному тракту определяются рядом факторов и свойств, среди которых большое значение имеет эффективная концентрация, то есть активность, учитывающая реальность протекания этих процессов и их скорость.

Полученные экспериментальные данные по давлению пара над водными растворами и литературные данные по объемным свойствам позволяют рассчитать коэффициенты активности воды



где  $p_s$  - давление пара над раствором,

$p_0$  - давление пара воды,

$v_g$  - мольный объём пара в равновесии с раствором при температуре  $T$  и давлении  $p_s$ ,

- парциальный мольный объем воды в растворе.

Из данных по активности воды были рассчитаны осмотические коэффициенты



где  $v$  - число ионов при диссоциации электролита,

$M_1 = 18$  – масса киломоля воды (водяного пара),

$m$  – моляльная концентрация раствора.

Коэффициенты активности электролита были рассчитаны по уравнению

$$\ln \gamma_{\pm} = - \left[ (1 - \varphi) + \int_0^m \frac{1 - \varphi}{m} dm \right].$$

УДК 621.1: 546.33: 546.212

*Воспенников В.В., Сачко А.Н., Коновалов А.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ДАВЛЕНИЕ ПАРА НАД ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР**

Одной из коррозионно-агрессивных примесей в пароводяном тракте ТЭС и АЭС является гидроксид натрия, который образуется в результате гидролиза натриевых солей с образованием значительно лучше растворимого, по сравнению с солями, в паре и водной фазе гидроксида натрия и более “летучих” кислот и оксидов металлов, а также в результате неполной отмывки щелочи при регенерации анионитов конденсатоочистки.

Ранее были проведены экспериментальные исследования давления насыщенного пара в системе гидроксид натрия- вода в интервале температур 323- 623 К и концентраций до 40 масс. %.

При обработке экспериментальных данных для получения уравнения температурной и концентрационной зависимости давления пара над растворами была предложена следующая методика.

При равных давлениях паров воды над раствором отношение теплоты парообразования воды, как однокомпонентной системы, к абсолютной температуре является линейной функцией отношения теплоты парообразования в двухкомпонентной системе к абсолютной температуре.

Решение уравнений для однокомпонентной и двухкомпонентной систем Клапейрона–Клаузиуса представляется в виде

При выше приведённом допущении, константа интегрирования «В» для чистого растворителя воды и раствора будет равна 0.

В результате температуры воды и раствора описываются уравнением

где М-функция концентрации и абсолютных температур

$$M = 1 + \sum_{i=1}^3 \left[ \sum_{j=0}^2 c_{ij} \cdot T_{X_x}^i \right] \cdot X^i \quad \text{коэффициенты}$$

полинома, X-концентрация, масс. %.

УДК 621.5; 621.311.1

*Лукин В.С., Ламотенкова Е.С., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В состав систем по получению сжатого воздуха промышленных предприятий помимо компрессорных станций, в зависимости от необходимых количества и параметров воздуха оснащаемых центробежными, поршневыми или винтовыми компрессорами, входят трубопроводы (воздуховоды), транспортирующие сжатый воздух к месту потребления. В основном, компрессоры подбираются по производительности и давлению вырабатываемого воздуха. Для компенсации несовершенства конструкции и эксплуатации систем воздухоснабжения (возможные утечки и протечки сжатого воздуха) производители компрессоров рекомендуют выбирать машины с запасом, как по производительности, так и по давлению. Срок службы и состояние воздуховодов играет в необходимости этого действия большую роль. При необходимом давлении потребляемого воздуха на уровне  $0,5 \div 0,6$  МПа на многих промышленных предприятиях, построенных в советские годы, приходится вырабатывать сжатый воздух давлением 1,0 МПа. Если давление воздуха в месте потребления  $0,6 \div 0,8$  МПа, то потери при фильтрации воздуха составляют 0,1 МПа, потери в сетях при транспортировке – 0,1 МПа. В итоге компрессор должен производить воздух давлением около 1,0 МПа. На современном производстве, оснащенном оборудованием и коммуникациями, спроектированными и построенными на основе последних достижений в сфере энергосберегающих технологий, при выборе рабочего давления компрессора закладывают потери на следующем уровне:

- на осушку воздуха 0,025 МПа;
- при фильтрации воздуха 0,025 МПа;
- потери на транспортировку 0,025 МПа.

Таким образом, для поставленной цели – получения сжатого воздуха давлением  $0,6 \div 0,8$  МПа понадобится компрессор с рабочим диапазоном  $0,675 \div 0,875$  МПа. Экономия составляет 0,125 МПа. По данным производителей повышение давления на 0,1 МПа приводит к увеличению энергопотребления на  $6 \div 8\%$ . Следовательно, внедрение в результате модернизации современных энергосберегающих технологий (осушка, фильтрация воздуха, реконструкция воздуховодов) поможет сэкономить  $7,5 \div 10\%$  электроэнергии.

*Крамер Ю.Д., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ АМИНОВ ПРОТИВ ОТЛОЖЕНИЙ И КОРРОЗИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

В последнее десятилетие широкое применение при организации водно-химического режима ТЭС нашёл хеламин, представляющий смесь пленкообразующих насыщенных алкилполиаминов с длинными алкильными цепочками, состоящими из 12-20 атомов углерода. Кроме аминов с различной степенью летучести в состав этого реагента могут входить поликарбоксилаты. Такой состав хеламина позволяет обеспечить его равномерное распределение по всему пароводяному тракту и избежать недостатков, свойственных октадециламину. Внедрение хеламинного ВХР позволяет стабилизировать значения рН питательной и котловой воды, насыщенного и перегретого пара на уровне нормативных значений. Содержание растворенного кислорода в теплоносителе соответствует требованиям ПТЭ, что позволяет достигнуть стабильного нормативного значения концентрации оксидов железа и меди в питательной воде.

Результаты десятилетней эксплуатации хеламинного водно-химического режима более чем на 100 тепловых электростанциях России и других стран СНГ позволили сформулировать положительные его качества: 1) простота дозирования и хранения; 2) повышение коррозионной стойкости металла благодаря образованию устойчивой защитной гидрофобной пленки серого цвета магнетито-аминового типа на поверхностях нагрева котла, пароперегревателей, проточной части турбины, регенеративных подогревателей и всего конденсатно-питательного тракта при любом режиме работы оборудования; 3) снижение образования отложений неорганических примесей на поверхностях нагрева из-за образования в присутствии хеламина тонкодисперсного шлама, легко выводимого их котла с продувкой; 4) обеспечение консервации оборудования (котлов, теплообменников, турбин) на период простоя (до 6 месяцев) без применения других реагентов и схем консервации; 5) упрощение операции по пуску и останову оборудования (выход энергоблока на рабочий режим при использовании хеламинного ВХР составляет менее 12 часов против 24 часов при других ВХР); 6) улучшение экологической обстановки на ТЭС – отпадает необходимость применения токсичного гидразингидрата, аммиака и фосфатов, упрощается содержание складских хозяйств.

УДК 621.182; 628.196

*Лукин В.С., Ламотенкова Е.С., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ**

В тяжелой экономической ситуации, сложившейся в России в последний год, перед предприятиями, обеспечивающими функционирование системы ЖКХ, остро встал вопрос о повышении эффективности работы отопительных котельных. Одним из направлений сокращения затрат в этой отрасли энергоснабжения является модернизация систем водоподготовки (ВПУ). Во многих котельных, построенных до 90-х годов прошлого века, физический износ водоподготовительного оборудования достигает 100%. Котельные, построенные в начале этого века, оснащены системами водоподготовки, укомплектованными по всему циклу очистки воды импортным оборудованием. Это оборудование требует для своего функционирования и гарантийного обслуживания расходные материалы и реагенты зарубежного производства, рекомендованные производителем. Реконструкция устаревших установок водоподготовки по зарубежным технологиям и функционирование современных ВПУ в текущих экономических условиях становятся убыточными. Политика импортозамещения позволит максимально использовать отечественные разработки при модернизации водоподготовительных установок котельных, снижая эксплуатационные и капитальные затраты, сокращая или совсем прекращая зависимость от иностранных поставщиков. Опыт уже проведенных реконструкций (по данным ЗАО «НПП «Объединенные водные технологии») позволяет сопоставить отечественные и зарубежные технологии по капитальным, эксплуатационным затратам и экологическим показателям. Себестоимость выработки умягченной воды, применяемой для подпитки тепловых сетей, составляет: 15-20 руб/м<sup>3</sup> в традиционных отечественных системах катионирования воды; 9-14 руб/м<sup>3</sup> в современных отечественных противоточных схемах; 20-30 руб/м<sup>3</sup> в зарубежных мембранных схемах, содержащих ультрафильтрацию, обратный осмос, EDI. Количество сточных вод ВПУ в % от производительности при производстве умягченной воды составляет: 10-15% для традиционных отечественных систем; 4-6 % для современных отечественных противоточных схем; 30-40 % для зарубежных мембранных схем, содержащих ультрафильтрацию, обратный осмос, EDI. Проводимая реконструкция ВПУ позволит включить в её состав подсистему, обеспечивающую, обязательную очистку обратной сетевой

воды от крупнодисперсных загрязнений перед её подачей в водогрейные котлы. Это позволит избежать быстрого заноса конвективных частей котлов, исключить необходимость постоянных ремонтов конвективных пакетов и проведение частых химических промывок.

УДК 691

*Сачко А.Н., Бочарова Е.А., Воспенников В.В., Тимофеева И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТУ-ИЗОЛЯЦИИ ПРИ УТЕПЛЕНИИ ПАРОПРОВОДА**

На сегодняшний день основная масса теплопроводов в России изолирована с применением минераловатных изделий, и эта тенденция сохраняет приоритетное направление. Однако из практики их эксплуатации следует, что изоляция минераловатными изделиями традиционным способом не выдерживает поверхностных нагрузок, со временем (как правило, после двух лет эксплуатации) осыпается, а также подвергается внешним механическим и климатическим воздействиям, что приводит к резкому увеличению тепловых потерь и эксплуатационных затрат. Актуальной задачей является разработка новых методов изоляции с применением минераловатных изделий.

В 2003 году специалистами ЗАО «СТУ» была разработана и внедрена минераловатная теплоизоляционная конструкция, позволяющая исключить недостатки существующих материалов из минеральной ваты. Такая конструкция получила название СТУ (Системы Теплоизоляционные Универсальные) и уже в течение нескольких лет успешно эксплуатируется.

Преимущество новой СТУ-изоляции по сравнению с традиционной изоляцией:

1. Конструкция СТУ состоит из негорючих материалов, и рабочая температура изделия составляет +400°C.
2. Изоляция поставляется в комплекте с покровным слоем и всеми необходимыми вспомогательными материалами, что позволяет значительно сократить сроки ведения монтажных работ.
3. Волокнистые изоляторы в каждом сегменте устанавливаются волокнами перпендикулярно к изолируемой поверхности. Это позволяет решить три проблемы: а) значительно снизить проминание теплоизоляционной конструкции, придать ей жесткость; б) разрушение синтетического связующего волокнистых изоляторов, связанное с тепловыми режимами и временным фактором, в конструкции СТУ не влияет на геометрические и прочностные характеристики изделия; в)

коэффициент теплопроводности (при  $t_{cp}=25^{\circ}\text{C}$  –  $\lambda=0,0378$  Вт/(м·К); при  $t_{cp}=125^{\circ}\text{C}$  –  $\lambda=0,0675$  Вт/(м·К)) в связи с разрушением синтетического связующего только улучшается. Сегменты конструкции при облегании трубы принимают форму равнобедренной трапеции, плотность в них дифференцированно увеличивается по мере приближения к изолируемой поверхности, за счет чего создан наиболее эффективный вариант работы волокнистых теплоизоляторов.

На предприятии ООО «ПромТехноПарк» осенью 2014 года была произведена замена 296 м старой изоляции паропровода и установлена СТУ-изоляция. Общая протяженность паропровода составляет 2155 м. Экономический эффект на данный момент составляет 3,7%. С момента начала эксплуатации теплопроводов преимущества теплоизоляционных конструкций СТУ перед традиционным вариантом из минераловатных изделий становятся очевидными. Анализ смет по устройству теплоизоляции из минераловатных изделий с покровным слоем из стеклопластика с рубероидом и устройством изоляции из теплоизоляционных конструкций СТУ позволяет говорить о меньших затратах.

УДК 621.187.11

*Сачко А.Н., Тарасова В.С., Золотарева В.Е.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ОБРАТНОГО ОСМОСА ТИПА РВС-П-40 ПРИ РАБОТЕ В ВПУ ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ**

Рассмотрим работу установки системы обратного осмоса РВС-П-40 номинальной производительностью  $40\text{ м}^3/\text{час}$ , входящей в состав водоподготовительной установки паровой котельной мощностью по пару  $32$  т/час предприятия ООО «ПромТехноПарк».

Система позволяет снизить общую минерализацию исходной воды, ее общую жесткость, содержание железа, фтора, бактерий и вирусов до норм, предусмотренных ГОСТ 2874-82. Система может применяться для подготовки воды, используемой в пищевых технологиях (ТУ 3697-001-17958730-97). Необходимые условия для подключения установки РВС-П-40: линия подачи исходной воды, обеспечивающей расход не менее  $100$   $\text{м}^3/\text{час}$  давлением не менее  $2,5$   $\text{кгс}/\text{см}^2$ ; канализация и трехфазная электросеть напряжением  $380$  В  $50$  Гц.

Опреснение и умягчение воды в установке РВС-П-40 основано на принципе обратного осмоса или нанофильтрации - отделения пресной воды от минерализованной через полупроницаемую мембрану под давлением выше осмотического (баромембранный процесс), которое для

данных условий и типа мембран лежит в пределах 8-12 кгс/см<sup>2</sup>. При таком давлении через поры синтетических композитных мембран проходят молекулы чистой воды и задерживаются гидратированные солеобразующие ионы и ряд других микроэлементов, имеющих значительно больший размер. Получаемая опресненная вода не только освобождается от ионов растворенных солей, но и является стерильной, т.к. мембраны задерживают бактерии и вирусы.

Для предотвращения образования на поверхности мембран малорастворимых щелочных отложений в установке предусмотрено дозирование ингибитора отложения минеральных солей (ИОМС), осуществляемое непрерывно в исходную воду насосом - дозатором во всасывающую линию насоса высокого давления. Минимальная доза расхода ингибитора (ИОМС-1) 4 мл, (ВИТЕС-3000) - 2,5 мл на 1 м<sup>3</sup> исходной воды. Ингибитор разводится очищенной водой (фильтратом) в ёмкости в зависимости от параметров дозатора.

Во время работы установки имеет место накопление загрязнений на поверхности мембран. При снижении производительности на 20-30% по сравнению с начальной, производится химическая промывка установки. Промывка мембранных модулей осуществляется насосом высокого давления в ручном режиме. Используемые в установках серии РВС энергосберегающие мембраны ВВ устойчивы в диапазоне рН 2-12, что позволяет производить их отмывку как кислотными, так и щелочными растворами. Цикл промывок состоит из нескольких стадий, совместимость которых подтверждена экспериментально и отражена в технологическом регламенте. Правильно отработанная технология регенерационной промывки позволяет поддерживать паспортную производительность мембранной системы очистки воды не менее 2-х лет. Опыт работы установки РВС-П-40 показал: 1) частая промывка при экстремальных значениях рН снижает срок службы мембран; 2) редкие промывки с применением случайных моющих рецептур приводят к неполной регенерации фильтрэлементов и необратимому снижению производительности мембранной установки.

*Сачко А.Н., Воробьев П.А., Воспенников В.В.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ПЕРЕГРЕТОГО И НАСЫЩЕННОГО ПАРА НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ**

Сравним передачу сухого и насыщенного пара по паропроводу высокого давления (3,0 МПа) на расстояние 2150 м от теплового пункта до конечных потребителей.

В трубопроводе насыщенный пар охлаждается, и при определенных условиях может выпасть конденсат. В этом случае транспортируется двухфазная среда – газообразная (пар) и жидкая (конденсат) фазы.

Насыщенный пар высвобождает скрытую теплоту при постоянной температуре. Постоянная температура на всей площади, разделяющей источник теплоты и нагреваемую среду, сохраняется на всем периоде конденсации (фазового перехода), если конденсат устойчиво отводится, не допуская обводнения парового пространства.

Перегретый пар при передаче теплоты может охлаждаться по «разной траектории» в пространстве «температура-давление» и не позволяет иметь стабильные условия теплопередачи до тех пор, пока не остынет до состояния насыщенного пара. Начиная охлаждаться в одной точке поверхности теплообмена, перегретый пар не может сохранить температуру и давление по всей поверхности. Поэтому коэффициент теплопередачи  $\alpha$ , имеющий размерность Вт/(м<sup>2</sup>·град), где Вт – тепловая мощность, для фиксированной площади не может быть единым при перегретом паре и является некоторой осредненной величиной по площади и температуре. Количество теплоты, передаваемой перегретым паром при охлаждении, существенно ниже количества теплоты (как правило, на порядок), передаваемой паром при том же давлении в состоянии насыщения.

Как всякий газ, перегретый пар формирует воздушную пленку на поверхности теплообмена. При транспортировке пара это явление способствует снижению тепловых потерь. В теплообменных аппаратах этот пограничный слой, наоборот, снизит теплопередачу. У насыщенного пара граница фазового перехода формируется на поверхности теплообмена. В то же время эффективность теплопередачи будет сохраняться постоянной при условии оперативного отвода конденсата.

Хотя температура перегретого пара всегда выше температуры насыщенного пара при одинаковом давлении, эффективность теплопередачи перегретого пара всегда хуже эффективности

теплопередачи насыщенного пара. Это приводит к более низким тепловым потерям при транспортировке перегретого пара. Однако, чем выше температура пара, тем интенсивнее образуются частицы накипи (солевые включения в паре) как в потоке, так и на поверхности элементов паропровода. Гидравлические сопротивления (запорная арматура, ответвления и повороты паропровода) подвергаются более интенсивным процессам эрозии.

Таким образом, транспортировка перегретого пара по протяженным магистральным паропроводам обеспечивает минимум образования конденсата и потерь пара. Оптимальным является режим транспортировки, при котором перегретый пар доходит до потребителя в состоянии, близком к насыщенному (не более 10<sup>0</sup>С от температуры кипения), не требуя установки дополнительных охлаждающих установок.

УДК 621.3

*Сачко А.Н., Филатова А.Н., Золотарева В.Е., Воспенников В.В.*

*(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)*

### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 110 КВ, 10 КВ, 0,4 КВ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОТЕРЬ ПО СЕТЯМ И РАСЧЕТОМ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

В рамках обязательного энергетического обследования проведена оценка работы систем электроснабжения ООО «ПромТехноПарк». Поставщиком электрической энергии ООО «Оргсинтез» является ОАО «Тульская энергосбытовая компания». Питание ООО «ПромТехноПарк» осуществляется с главной понизительной подстанции, ГПП-210 «Фенольная», которая запитана от двух линий 110 кВ ВЛЭП 110 кВ, Новомосковск - Грызлово с отпайки и Новомосковск - Сокольники с отпайки. Основным приоритетом энергосбережения является повышение энергетической эффективности систем электроснабжения и электропотребления ООО «ПромТехноПарк». По результатам энергетического обследования установлено: при распределении электрической энергии в 2014 году 70,83 % приходится на электроснабжение сторонних потребителей, 29,17% - на электроснабжение предприятия; коэффициенты формы графиков нагрузок равны 0,98, что говорит о равномерности работы предприятия. Суммарные условно-постоянные потери в сети электроснабжения предприятия составляют 1157,377 тыс. кВт-ч/год или 9,593 % от общего электропотребления. Суммарные нагрузочные потери в сети электроснабжения предприятия составляют 217,266 тыс. кВт-ч/год или

1,801 % от общего электропотребления. Потери от погрешности приборов учета составляют 28,45 тыс. кВт-ч/год или 0,236 % от общего электропотребления. Установлено, что замена ламп в системе освещения на энергоэффективные лампы КЛЛ, ДРИ и ДНаТ позволит сэкономить электроэнергию на величину до 130,629 тыс. кВт-ч/год (427,87 тыс. руб./год) и снизить установленную мощность в системе освещения на 37,85 кВт, срок окупаемости составит 1,76 года. Результаты испытаний параметров качества электрической энергии показали: а) отсутствие превышения нормально допустимого и предельно допустимого значений установившегося отклонения напряжения на всех питающих вводах; отсутствие превышения нормально допустимого и предельно допустимого значений отклонения частоты, частота соответствует требованиям ГОСТ 13109-97 п.5.6.; отсутствие на вводах провалов напряжения; отсутствие на вводах перенапряжений. Рекомендуется проводить дальнейший мониторинг качества поставляемой электроэнергии.

УДК 621.18

*Сачко А.Н., Лихачева Л.А., Золотарева В.Е.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОТЛА ДЕ-16-14 ГМО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТАНДАРТНОГО И РАСШИРЕННОГО ВОЗДУШНОГО УСТЬЯ ДУТЬЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА**

Паровой котел ДЕ-16-14 ГМО предназначен для выработки насыщенного или перегретого пара, используемого для технологических нужд промышленных предприятий, а также систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Котел оснащен дутьевым вентилятором ВДН-9-1500. Вентилятор дутьевой центробежный котельный ВДН-9-1500 одностороннего всасывания предназначен для подачи воздуха в топку паровых и водогрейных котлов малой и средней мощности. Возможно применение вентилятора ВДН-9-1500 в качестве дымососа ДН-9-1500.

Основная проблема работы двух агрегатов, вентилятора и котла, состояла в том, что паровой котел ДЕ-16-14ГМО не развивал максимальную производительность, при этом потребление газа значительно отличалось от паспортных данных парового котла, фактический расход был больше паспортного. В результате было принято решение увеличить воздушное устье парового котла в продольных и

поперечных параметрах, было разработано проектное решение, произведены монтажные работы, и котел был снова пущен в работу.

Первые часы работы котла не дали желаемых результатов, производительность оставалась на том же уровне, но при этом автоматика котла все же показывала, что соотношение топливо-воздух изменилось. В результате наладочных работ и после обкатки нового устья парового котла было установлено, что данный эксперимент показал экономию газа в 4,2 %, производительность парового котла увеличилась до 89%, при этом существенно снизилась вибрация при пуске и работе котла.

На сегодняшний день рассматривается проектное решение по увеличению линии всаса вентилятора, чтобы довести производительность парового котла до 100% показателя.

УДК 321.1.016.4(075.8)

*Коновалов А.С., Воспенников В.В., Головина З.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ХЛОРИДА НАТРИЯ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР ОТ 30°С ДО 45°С**

Термодинамическое равновесие в системе определяется максимумом энтропии или минимумом одного из термодинамических потенциалов. Равновесие термодинамической системы зависит от её состава. Для большинства систем большого объёма и массы (например, Земной шар с гидросферой и атмосферой) или систем незначительной массы (в том числе живые организмы) основным компонентом является вода (водные растворы). Анализ зависимости термодинамических потенциалов и энтропии от температуры и объёма позволяет сделать вывод об устойчивости термодинамического равновесия.

Наиболее важными коэффициентами устойчивости являются адиабатные и изодинамические. Изодинамическими коэффициентами

являются  $\frac{T}{c_p}$  и  $-\frac{\delta p}{\delta v_x}$ . Чем меньше коэффициенты устойчивости, тем

больше изменяются свойства системы, оцениваемые по изменению её координат, в зависимости от воздействия внешних сил, следовательно, больше изменится энтропия при одном и том же изменении температуры и давления.

Анализ изобарной теплоёмкости в зависимости от температуры показывает минимум теплоёмкости в интервале 30÷40°С. При повышении давления минимум сдвигается в область меньших температур. при

растворении в воде электролитов термодинамические свойства изменяются так же, как при воздействии внешнего давления, в частности, увеличивается плотность растворов, уменьшается изобарная теплоёмкость.

Температурная зависимость теплоёмкости в интервале температур  $30\div 45^\circ\text{C}$  имеет не только минимум, но и «перегиб» функции  $\frac{T}{c_p}$ .

Следовательно, вторая производная так же является важной характеристикой состояния системы, позволяющей судить об её способности «отзываться» на внешние воздействия и оценивать её термодинамическую «прочность».

Зависимость  $-\frac{\delta p}{\delta V_x}$  для воды и для растворов *NaCl* имеет минимум в диапазоне  $35\div 45^\circ\text{C}$ , значит вода и водные растворы характеризуются термодинамической устойчивостью в указанном интервале температур.

Проведенные расчёты позволяют сделать вывод, что средняя температура на Земле ( $\approx 20^\circ\text{C}$ ) – это фактор, определяющий устойчивость её, термодинамической системы. Так же необходимо учитывать влияние таких факторов, как капиллярные явления (в т.ч. осмотическое давление) и твёрдые вещества, у которых теплоёмкость меньше, чем у растворов, а тем более воды.

УДК 62.1.016.4(075.8)

*Тарасова В.С., Воспенников В.В., Ефремов В.Н., Головина З.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ МЕТАНА**

На промышленных предприятиях, использующих в качестве топлива природный газ, возможны аварийные ситуации с выбросом метана. На предприятиях угольной промышленности выбросы метана происходят в результате выделения метана из различных слоев угля и «породы», а также из полостей углей разного качества при добыче и транспортировке. Содержание метана определяется технологией производства. Современные методы контроля позволяют обнаружить наличие углеводородов в объёме газовой смеси. Каталитическое окисление при температурах  $700^\circ\text{C}$  может предотвратить пожаро- и взрывоопасные ситуации. Удаление смеси углеводороды-воздух за счет

системы вентиляции не всегда обеспечивает возможность предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Природный газ с содержанием 98%  $CH_4$  имеет следующие характеристики: низшая теплота сгорания – 35 МДж/м<sup>3</sup> и жаропроизводительность 2000°C (расчетная температура горения 1920°C). При увеличении доли воздуха в составе природного газа и, как следствие, содержания азота в сухих продуктах сгорания от 90% до 96% температуры горения уменьшается до 1660°C.

Зависимость теплового эффекта реакции от температуры определяется уравнением Кирхгофа:

$$\left(\frac{\delta Q_H}{\delta T}\right)_p = \sum \nu_{\text{прод}} C_p - \sum \nu_{\text{исх}} C_p = \Delta C_p,$$

где  $\Delta C_p$  - разность мольных изобарных теплоёмкостей реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов.

Величины теплоёмкостей находим из интерполяционных уравнений для:

$$\text{кислорода} \left( 7,16 + 1 \cdot T \cdot 10^{-3} + \frac{0,4 \cdot 10^5}{T^2} \right) \cdot 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$$

$$\text{метана} \left( 4,422 + 17,845 \cdot T \cdot 10^{-3} - 0,4 \cdot T^2 \cdot 10^{-6} \right) \cdot 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$$

$$\text{двуокси углерода} \left( 10,57 + 2,1 \cdot T \cdot 10^{-3} - \frac{2,06 \cdot 10^5}{T^2} \right) \cdot 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}$$

$$\text{водяного пара} \left( 4,30 + 2,46T \cdot 10^{-3} \right) \cdot 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}}.$$

Расчеты показали, что тепловой эффект реакции в интервале температуры от 600°C до 1000°C уменьшается.

УДК 621.1.016.4(075.8)

*Филатова А.Н., Воспенников В.В., Курило Н.А.*

Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР В ОДНОРОДНОМ СТЕРЖНЕ ПОСТОЯННОГО СЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Для повышения эффективности работы теплоэнергетического оборудования различного применения используются различные методы: повышение коэффициентов теплоотдачи теплоносителей, снижения термического сопротивления теплопроводности плоских и

цилиндрических поверхностей. При значительных различиях коэффициентов теплоотдачи для теплоносителей необходимо уравнивать термические сопротивления или создать условия для того, чтобы термические сопротивления были одного порядка. Техническим решением является оребрение поверхности, то есть увеличение площади поверхности со стороны теплоносителя, имеющий меньший коэффициент теплоотдачи.

Частным случаем является применение методики расчета оребренных поверхностей для измерения температуры жидкостей или газов при использовании «термокарманов», внутри которых находится датчик температуры. Датчик температуры находится внутри объема жидкости (газа) или внутри трубопровода.

Для дальнейших расчетов принимаем, что «термокарман» с расположенным внутри его датчик является однородным и изотропным стержнем.

Рассмотрим вариант стационарного температурного поля при отсутствии внутренних источников теплоты и пренебрегаем теплоотдачей с торца стержня. Обозначим температуру стенки, к которой прикреплен стержень  $t_1$ , средняя температура среды –  $t_{ж}$ , тогда у основания стержня «избыточная» температура  $\varphi = t_1 - t_{ж}$ , по длине стержня, по длине стержня  $\varphi = t - t_{ж}$ ,  $t$  – температура по длине стержня.

При указанных выше допущениях и решении дифференциального уравнения теплопроводности, уравнение Фурье, Ньютона-Рихмана относительная избыточная температура

$$\varphi = \varphi_0 \frac{\text{ch}(\alpha(l-x))}{\text{ch}(\alpha l)}$$

Где  $l$  – длина стержня,  $x$  – текущая координата, то есть в любой точке от 0 до  $l$ ,  $\text{ch} = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$  - гиперболический косинус  $\text{ch}(x)$ ,  $m = \frac{1}{\alpha}$ ,  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи,  $\varphi$  – периметр стержня,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала стержня,  $f$  – площадь поперечного сечения стержня. Для стержня круглого сечения  $\alpha = \frac{h}{r} * 4 = \frac{h}{r} * 4$  – , для квадратного сечения  $\alpha = \frac{h}{a} * 4$  (а – длина стороны квадрата).

Расчеты проведенные для материалов ( $\alpha = 10$ )

- 1) стекло  $\lambda=0,74$  —,
- 2) аустенитная сталь  $\lambda=16$  —,
- 3) углеродистая сталь  $\lambda=50,2$  —,
- 4) латунь  $\lambda=100$  —,

Относительная избыточная температура:

	x=1(торец стержня)	x=30% l	x=70% l
1	$1,285 \cdot 10^3$	0,11	0,0059
2	0,395	0,6627	0,44
3	0,701	0,843	0,727
4	0,829	0,9115	0,844

На основании расчетов можно сделать следующие выводы: точность измерения температуры будет больше если:

- 1) материал «термокармана» будет иметь меньший коэффициент теплопроводности –  $\lambda$ ;
- 2) коэффициент теплоотдачи будет иметь большие значения;
- 3) размер «термокармана» (диаметр) будет меньше
- 4) длина «термокармана» будет больше.

УДК 621.1.016.4(075.8)

*Лихачева Л.А., Воспенников В.В., Ефремов В.Н., Макрушин В.В.*

Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева

### **ТЕПЛОВЫЕ ЭФФЕКТЫ РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ АЗОТ И ВОДОРОД**

На предприятиях по производству аммиака «танковые» газы содержат от 10 до 25% водорода. На действующих предприятиях «танковые» газы сжигаются на «факелах» без утилизации теплоты сгорания.

В целях энергосбережения предлагается использовать вторичные энергоресурсы с использованием установок, которые могут работать автономно с получением электроэнергии и для теплоснабжения промышленных предприятий на газотрубных установках (ГТУ) стационарного типа.

Другим вариантом использования теплоты сгорания «танковых» газов является включение ГТУ с паротурбинными установками (ПТУ), что повышает к.п.д. энергоустановок (ПГУ).

Возможен вариант использования теплоты сгорания в стационарных котельных установках с получением дополнительного получения технологического пара, для производственного потребления или теплоснабжения (отопления).

Для решения этих задач необходимо знать теплоту сгорания «танковых» газов и расчетную температуру горения. Значения тепловых эффектов были получены с использованием уравнения Кирхгофа, а температуры горения рассчитаны по нормативным методам расчета котельных агрегатов и камер сгорания ГТУ.

Для получения заданных тепловых потоков и расчетной температуры рассмотрена возможность «подсветки» природным газом или жидким топливом.

УДК 621.3.016.25

*Исаев А.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ СЭС МОДЕЛИРОВАНИЕМ В MATLAB-SIMULINK**

Практически для всех энергосистем ЕЭС России характерна работа распределительных сетей с низким значением коэффициента мощности, поэтому до сих пор одним из наиболее эффективных способов повышения качества электроэнергии, а также снижения потерь в питающей и распределительной сетях предприятий является компенсация реактивной мощности (КРМ), суть которой заключается в повышении  $\cos \varphi$  электропередачи за счет использования локальных источников реактивной мощности (ИРМ), устанавливаемых в узлах нагрузки (УН).

Наибольшее распространение среди ИРМ промышленных предприятий получили СД и батареи конденсаторов (БК). При генерации реактивной мощности БК в них в среднем затрачивается 4,5-2,5 кВт/квар (для БК напряжением до 1 кВ и 6 кВ соответственно), а для наиболее широко распространенных в промышленности серий СД 6 кВ этот показатель зависит от скорости вращения ротора и составляет от 2,5-32 кВт/квар. Таким образом, БК являются самыми экономичными источниками реактивной мощности.

Устойчивость генераторов электростанций зависит от типа и мощности источников электроэнергии, конфигурации системообразующей и распределительных сетей, используемых уровней напряжения, протяженности линий электропередачи, составом потребителей и др. особенностей питающей энергосистемы и определяется на основании расчетов в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах.

Библиотека Power Systems Blockset (SimPowerSystems в версии MATLAB 6.2 и более поздних версиях) позволяет строить топологию схемы электроснабжения и проводить анализ режимов работы элементов электротехнических устройств во взаимодействии с механическими, тепловыми, управляющими и другими частями модели. С ее помощью можно не только имитировать работу устройств во временной области, но и изучать их частотные свойства, оценивать динамические параметры и осуществлять гармонический анализ токов и напряжений. Power Systems

Blockset в составе Simulink обеспечивает широкие возможности для расчета электротехнических устройств и систем и в настоящее время может считаться одним из лучших пакетов для моделирования режимов СЭС.

УДК 621.31

*Ильин А.И., Исаев А.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MATLAB В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ДЛЯ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Система MATLAB в настоящее время принята в качестве официального средства оформления инженерной документации и научных публикаций. Возможности MATLAB весьма обширны, а по скорости выполнения задач система превосходит своих конкурентов. MATLAB широко используется при математическом моделировании различных динамических систем: электрических, гидравлических, механических, а также их комбинаций. Этому способствует не только расширенный набор матричных и иных операций и функций, но и наличие пакета расширения (toolbox) Simulink.

Пакет визуального программирования Simulink позволяет осуществлять исследование (моделирование во времени) поведения динамических линейных и нелинейных систем, причем составление «программы» и ввод характеристик систем можно производить в диалоговом режиме, путем сборки на экране схемы соединений элементарных (стандартных или пользовательских) звеньев. В результате такой сборки получается S-модель системы, которая сохраняется в файле с расширением .mdl.

В основе блок-схем S-моделей лежат элементарные блоки, позволяющие связать блок-схему со средой MATLAB и обеспечить функционирование в ней S-модели как программы. Эти блоки размещены в главной библиотеке пакета Simulink. С помощью библиотеки SimPowerSystems моделируется поведение электрических силовых систем, представляющих собой комбинации электрических цепей и электромеханических устройств.

Эта библиотека функционирует в составе пакета Simulink и содержит модели типовых устройств силовой электроэнергетики, таких как трансформаторы, преобразователи, линии электропередач, электромашин и элементы силовой электроники.

Модель электропривода включает в себя асинхронный двигатель М с фазным ротором, статорные обмотки которого подключены к трехфазной

сети  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$ , а в его роторную цепь включен неуправляемый выпрямитель  $U_Z$ . Визуализация переходных процессов различных координат исследуемого асинхронного электропривода осуществляется с помощью ряда соответствующих средств системы MATLAB.

УДК 621.3.048.81

*Ильин А.И.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ**

Производство и применение полимерных изоляторов в электроустановках высокого напряжения, в последние годы, постоянно расширяется. В связи с этим возникает необходимость изучения и обобщения опыта эксплуатации, основных характеристик, особенностей конструктивного исполнения, развития производства и рынков сбыта высоковольтных полимерных изоляторов. Изготовители изоляторов неохотно информируют о своих достижениях и недостатках, сохраняют в секрете детали технологии конструкции изоляторов и опыт эксплуатации полимерных изоляторов.

Наиболее широкое распространение в мире и в России нашли композитные изоляторы (линейные, подстанционные). Наиболее часто применяются следующие материалы защитной оболочки полимерных изоляторов: кремнийорганическая резина, силиконовые эластомеры (силиконы) различной модификации (SIR); этилен-пропилен-диен-мономер (EPDM); этиленпропиленовый эластомер (EPR); этилен виниловый ацетат (EVA); циклоалифатические эпоксидные смолы, эпоксидные компаунды; политетрафторэтилен, тефлон (PTFE), изофлон, модифицированные фторопласты; полиуретаны; модифицированный полиолефин, полиолефиновые композиции.

Линейные изоляторы до напряжения 500кВ включительно выполняются в виде одного элемента, на напряжение 750 кВ и 1150 кВ применяется гирлянда, состоящая из двух изоляторов на напряжение 330 кВ и 500кВ соответственно.

Основными достоинствами композитных изоляторов являются резко сниженный вес, улучшенные в сравнении с изоляторами из керамики и стекла механические и электрические характеристики, стойкость к вандализму, удобство транспортировки и монтажа, уменьшение габаритов электроустановок, хорошая работоспособность в условиях загрязнения.

Хорошая работа полимерных изоляторов в условиях загрязнения по сравнению с фарфоровыми и стеклянными изоляторами в значительной мере связана с поверхностной гидрофобностью материала оболочки. Полимерные изоляторы уже дешевле аналогичных стеклянных изоляторов в 1,1-3,5 раза!

УДК 621.311

*Казаков Р.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **ВЫБОР ВЫСОТЫ ВЕТРОГЕНЕРИРУЮЩИХ СТАНЦИЙ, НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ТУЛА**

В настоящее время широкую популярность приобретают устройства преобразования кинетической энергии ветра в электрическую - ветрогенераторы. (ВЭУ). Наиболее часто они используются для обеспечения автономным питанием-электроэнергией - различных бытовых специальных промышленных потребителей при отсутствии центрального электроснабжения, его нерегулярной подачи или в качестве резервного источника.

Существует большой выбор ВЭУ. Для выбора наилучшего, нам необходимо проанализировать показания скорости ветра в данной местности. В качестве объекта исследования был взят г. Тула.

Ветровые генераторы с горизонтальной осью вращения устанавливаются на высоких башнях, потому что вверху скорость ветра всегда больше, а турбулентность меньше. Это происходит из-за снижения трения между движущейся массой воздуха и поверхностью земли. С увеличением высоты поверхностные эффекты уменьшаются, а скорость ветра возрастает. Это увеличение скорости с высотой называют градиент ветра. Наиболее часто используемое уравнение, представляющее данное отношение:

$$V_2/V_1 = (H_2/H_1)^\alpha \quad (1)$$

$V$  - скорость ветра,

$H$  – высота,

$\alpha$  – коэффициент увеличения скорости ветра с увеличением высоты.

Выбранные нами, для рассмотрения, ветрогенераторы имеют высоту мачты не менее 30 м.

Используя уравнение 1 мы получили значения скорости ветра для разных высот интересующих нас ветрогенераторов.

По этой причине был проведен анализ годовых показателей скорости ветра по годам. По данным собранным для города Тулы бы-ли

построены месячные и годовые графики. Использование электроэнергии от ветра экономически выгодно при среднегодовых скоростях ветра более 5 м/с, либо при отсутствии (или нерегулярной подаче) сетевого электричества.

Анализ полученных данных показал, что оптимальной высотой мачты генерирующих станций является от 90 м.

УДК 621.311

*Казаков Р.С., Лаврик Д.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ**

Объектом исследования выбрана сетевая компания ОАО «МРСК Центра и Приволжья» на примере сетей «Тулэнерго» (Новомосковский РЭС).

Для опробования метода, в качестве исходных данных для расчета технических потерь, был выбран участок районной электрической сети г. Новомосковска. Данная схема представляет собой сеть, состоящую из 1 подстанций получающей питание от линии 110 кВ и 8 фидеров, которые отходят от данной подстанции.

Для оценке потерь по фидерам и всей схеме сети подстанции в целом использовалась программа Regim. В качестве исходных данных потребовались перечень оборудования, необходимый для формирования матриц сопротивлений, используемых программой Regim. А также статистические данные электропотребления каждой подстанции за 5 лет, для формирования матрицы нагрузок.

На первом этапе расчета были рассчитаны режимы для каждой подстанции в период максимальных, усреднённых и минимальных нагрузок. Для этого были расчётным методом выведены значения коэффициента загрузки трансформаторов для разных режимов. Что позволило получить необходимые исходные данные. Далее используя полученные значения был произведен расчет нагрузок и режимов.

По результатам полученных данных были выведены функции позволяющие получать значения технических потерь для данной подстанции.

После чего был проведен расчет связанного режима. По результатам которых были выведены функция максимально точно описывающая технические потери всей системы.

Данная функция имеет вид:

$$\Delta W = 5496,3t^2 - 81488t + 337243,$$

где:  $\Delta W$  – величина потерь электроэнергии, кВт  
t – исследуемый месяц.

Погрешность результатов составила 13 %.

УДК 621.311

*Лагуткин О.Е., Чиркова Т.Ю.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ОСОБЕННОСТИ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ**

Сложившаяся практика проектирования электрохозяйства на всех стадиях не обеспечена адекватными методиками расчета параметров энергопотребления, количества и видового состава основного электрооборудования. В частности, классический подход к определению параметров энергопотребления сегодня неприемлем на всех стадиях проектирования, особенно на предпроектных (тендерные предложения, технико-экономические обоснования и др.). Дело в том, что спроектировать электрохозяйство в определенные договорные сроки с учетом свойства каждого приемника невозможно, поскольку из-за неадекватности, неопределенности, неполноты (или отсутствия) информации затраты времени на принятие решения оказываются больше, чем временной интервал неизменности задания. Неопределенность информации увеличивается от шестого к первому уровню системы электроснабжения, поэтому определяющие решения на уровне предприятия в целом часто принимаются интуитивно или с использованием методов, не имеющих отношения к классическим электротехническим расчетам.

Электрическое хозяйство любого предприятия характеризуется большим видовым разнообразием установленного электрооборудования. Например, на ТП крупных и средних заводов могут одновременно находиться в эксплуатации трансформаторы практически всех номинальных мощностей (от 100 до 1600 кВА). Причем некоторые из них, требующие обслуживания и ремонта, давно сняты с производства. Сети электрического хозяйства предприятия также характеризуются разнообразием применяемой кабельной продукции).

На уровне электрического хозяйства как технического ценоза проявляются свойства (ценологические), не вытекающие из суммы свойств отдельных электроприемников. Как известно, существующая

фактическая загрузка трансформаторов ГПП предприятий составляет 25 — 40 % номинальной. Такой разброс объясняется прежде всего несовершенством действующих методик расчета, которые не учитывают системных свойств, проявляющихся уже на объектах типа крупного цеха промышленного предприятия, и которые в пределе основаны на данных об электроприемниках первого уровня 1УР системы электроснабжения.

УДК 621.311

*Жилин Б.В., Ермаков Д.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ**

Проведенные ранее исследования показали, что структура большинства объектов электроэнергетики, систем электроснабжения основывается на представлении таких систем, как техноценозов и описывается *H*-распределением. На ряде примеров было показано, что в общем случае структура ценоза стремится к идеальному *H*-распределению, т.е. к *H-i*-распределению, и отклонения фактических показателей *H*-распределения от показателей *H-i*-распределения содержат информацию об изменениях суммарного ресурса ценоза не только в соответствующий момент времени, но и в предстоящий период. Поэтому прогнозирование осуществляется с использованием уравнения регрессии (простейшей линейной функции), где зависимой переменной является суммарный ресурс ценоза на следующий год, а независимыми переменными - показатели фактического *H*-распределения и показатели *H-i*-распределения за предшествующий год.

Как показали, проведенные исследования, невозможно заранее указать какие именно показатели можно использовать в качестве независимых переменных. А значительное количество таких показателей обусловлено в первую очередь тем, что существует несколько типов *H-i*-распределения, у каждого из которых в свою очередь есть по несколько показателей. Укажем на такие показатели: в первую очередь это константы *H-i*-распределения (степенной функции); это различные параметры, характеризующие распределение (например, критерий разнообразия Шеннона или статистическая энтропия в ряде случаев), суммарное значение ресурса первых рангов и др.; многочисленные отклонения параметров фактического *H*-распределения от *H-i*-распределения.

Автоматизация процесса получения таких показателей за длительное время существования техноценоза позволит получать корреляционную матрицу, выявляющую линейные связи между показателями, а главное связь суммарного ресурса с каждым из показателей. Что значительно упростит получение уравнения регрессии, в данном случае выполняющей функцию прогнозной модели, обеспечивающей приемлемую точность прогноза.

УДК 636.52/58:636.082

*Колесников Е.Б.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАНЦИЙ ЧАСТОТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОГРУЖНЫМИ НАСОСАМИ**

Наиболее перспективным направлением в системах водоснабжения малых населенных пунктов является применение станций частотного управления погружными насосами. Применение частотного привода позволяет избавиться от недостатков органически присущих системе башенного водоснабжения и экономить до 40% электроэнергии.

Для обеспечения долговременной безаварийной работы станции необходимо обеспечить соответствующие условия эксплуатации ее электронному оборудованию и в первую очередь преобразователю частоты (ПЧ). Для поддержания рабочей температуры в разработанной станции были применены двухканальный термостат, вентилятор и нагреватель, которые обеспечивали диапазон температур внутри шкафа от 0<sup>0</sup>С до 30<sup>0</sup>С.

С целью повышения надежности в станции частотного управления в силовых цепях ПЧ применены сетевой и моторный дроссели, которые существенно повышают надежность работы ПЧ.

Мониторинг выходных параметров станций показал, что в ночное время потребление воды существенно снижается. При этом происходит снижение выходной частоты ПЧ до 25 Гц и ниже.

Однако работа ПЧ с частотами ниже 25 Гц губительно для двигателя, так как на низких частотах охлаждение двигателя недостаточно. Кроме того, работа ПЧ на частотах ниже 15 Гц еще и не имеет смысла, так как производительность насоса будет стремиться к нулю. При этом потребляемая энергия расходуется впустую.

В связи с этим, в разработанной станции использован специальный «спящий режим», который при отсутствии потребления воды с целью экономии энергии отключает ПЧ на низких частотах.

Параметры «спящего режима» ПЧ выбирались индивидуально на основании суточного мониторинга работы насосной установки, что позволило дополнительно сэкономить до 10 – 15% электроэнергии.

Таким образом, применение вышеприведенных мер позволяет значительно повысить надежность и эффективность станций частотного управления погружными насосами, что обеспечивает бесперебойность водоснабжения.

УДК 621.311

*Ошурков М.Г., Тюрин И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ЦЕНОВОЙ КАТЕГОРИИ СУБЪЕКТОВ РОЗНИЧНОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Введены новые правила розничных рынков, которые существенно осложнили расчеты платы за электроэнергию для потребителей и сбытовых организаций и обусловили необходимость решения новых задач менеджмента электрохозяйства в части договорных отношений с субъектами электроэнергетики. Решены следующие задачи: 1) обработаны данные по реальному объекту для анализа различных вариантов оплаты электроэнергии (система учета электроэнергии дает техническую возможность выбрать любую из шести ценовых категорий при минимуме дополнительных капитальных вложений); 2) текст правил розничных рынков трансформирован в основные формулы для расчета платы за электроэнергию; 3) проанализированы динамика и разброс тарифных ставок за энергию и мощность для разных ценовых категорий (ЦК); 4) определены размеры платы за электроэнергию и определена оптимальная ЦК.

С изменением ЦК меняются формулы и состав параметров для расчета платы, значения тарифных ставок за мощность и энергию. При переходе в более высокую ЦК увеличиваются затраты в систему учета, трудозатраты потребителя на организацию и обеспечение обязательств по договорам со сбытовыми компаниями и на планирование электропотребления. Проведен анализ платы, вычисленной в предположении, что потребитель может выбрать любую ЦК.

На первом этапе расчеты выполнялись в предположении, что плановое почасовое электропотребление совпадает с фактическим, то есть при нулевой ошибке планирования и прогнозирования.

Далее, задаваясь ошибкой прогнозирования с математическим ожиданием 3, 5, 10, 15, 20 %, рассчитали изменения платы в 5ЦК и 6ЦК с учетом ошибок прогнозирования. Для рассматриваемого объекта, переход

из 4ЦК в 6ЦК целесообразен в том случае, если почасовое электропотребление планируется с точностью не хуже 15-20%.

Изложенная последовательность расчетов применима для любого потребителя и может рассматриваться как методика выбора оптимальной ценовой категории.

УДК 621.311

*Ошурков М.Г., Тюрин И.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ ПЛАНА ПОЧАСОВОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ**

ООО «ЭсСиЭй Хайджин Продактс Раша» по крупности предприятие можно отнести к средним предприятиям, питающимся по напряжению 10 кВ с сооружением РУ 10 кВ. Предприятие оснащено системой учета, позволяющей работать в любой из шести ценовых категорий (ЦК) розничного рынка электроэнергии.

Поставлена задача анализа изменения платы за электроэнергию в 5ЦК и 6ЦК при изменении точности прогнозирования почасового электропотребления, чтобы учесть оплату отклонений от плана. На первом этапе определили плату за электроэнергию при нулевой ошибке прогноза. Затем задалась средней ошибкой прогноза 3, 5, 10, 15, 20%. Это математические ожидания ошибки, распределенной по нормальному закону. Чтобы задать конкретные величины отклонений по 8760 часам (год), применили генератор случайных чисел, реализующий нормальное распределение ошибки с заданным математическим ожиданием и дисперсией.

Ошибка может быть как с плюсом (перебор электроэнергии), так и с минусом (недобор). Считая, что знак ошибки распределен равномерно, то есть, при большом числе наблюдений примерно половина значений с перебором и половина с недобором планового потребления, задали его с помощью генератора случайных чисел, реализующего равномерное распределение случайной величины.

Таким образом, "смесь" двух распределений дает случайную ошибку со случайным знаком при заданном математическом ожидании модуля ошибки.

Рассчитали изменения платы в 5ЦК и 6ЦК с учетом ошибок прогнозирования. Естественно, что при увеличении ошибки увеличивается и плата. Для рассматриваемого предприятия, переход из 4ЦК в 6ЦК целесообразен в том случае, если почасовое электропотребление планируется с точностью не хуже 15-20%.

Предложенную методику расчетов можно применить для любого потребителя для обоснования целесообразности перехода в 5ЦК или 6 ЦК.

УДК 621.311

*Ставцев В.А., Чиркова Т.Ю.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

**ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И  
ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ  
(АИИС КУЭ и ТУЭ)**

Переход экономики России на рыночные методы хозяйствования предъявляет жесткие требования к достоверности и оперативности учета электрической энергии. Эти требования могут быть удовлетворены только путем создания АИИС КУЭ и ТУЭ, оснащенных современной вычислительной техникой.

Практика применения АИИС КУЭ и ТУЭ является базовой целью учета электрической энергии и получения достоверной информации о количестве произведенной, переданной, распределенной и потребленной энергии и мощности на всех уровнях, начиная на оптовом и розничном рынках электрической энергии, на промышленных предприятиях, строительстве, сельском хозяйстве, социальных объектах, вплоть до мелкого бизнеса с установленной мощностью от 2 до 15 кВт.

Использование в составе АИИС персональных ЭВМ со специализированным программным обеспечением придает этим системам дополнительную гибкость. Помимо решения базовой задачи по обеспечению функционирования АИИС, эти ЭВМ могут обеспечить решение ряда прикладных задач по оценке состояния электроэнергетических систем и достоверизации измерений, например, выявление потерь энергии и локализацию мест этих потерь.

С целью ускорения работ по автоматизации коммерческого учета потоков электроэнергии ОАО ЕЭС России разработало концепцию создания АИИС. Эта концепция должна стать методологической и организационно-технической основой для создания АИИС не только в РАО ЕЭС России, но и на промышленных предприятиях, у потребителей электрической энергии.

В статье рассмотрена практика применения системы технических средств для создания АИИС КУЭ в электрических распределительных сетях предприятия ООО «ПромЭнергоСбыт» на базе «Матрица»

разработчик - компания ADDAX. Основное направление программы – установка общедомовых приборов в многоквартирных домах, в частных домах, соц. объектах и у юридических лиц

УДК 621.311

*Стебунова Е.Д.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ВЫБОР СХЕМ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПОДСТАНЦИЙ**

Потребительские подстанции (ПП) предназначены для преобразования электроэнергии напряжением 110-220кВ в напряжение потребления 6-10кВ. Напряжение 6-10кВ не может использоваться для передачи значительной мощности на расстояния более 1.5-2км. Поэтому ПП устанавливаются в центрах электрических нагрузок и, как правило, мощность трансформаторов на них не превышает 16-25МВА и количество их велико. По этим причинам схемы ПП должны обеспечивать надежность электроснабжения потребителей и иметь минимальную стоимость.

При разработке схем подстанций стремятся к максимальному их упрощению и к применению минимума коммутационных аппаратов в них. Такие схемы не только дешевле, но и надежнее. При выборе схем подстанций важно правильно выбрать и установить коммутационные аппараты. При этом нужно исходить из назначения подстанции, ее мощности и ответственности, а также из величин токов короткого замыкания.

Схемы ПП могут быть выполнены с силовыми выключателями на стороне высшего напряжения или по так называемым упрощенным схемам, т.е. без выключателей на стороне высокого напряжения

В большинстве случаев ПП выполняют без выключателей на стороне высокого напряжения с применением простейших аппаратов или при помощи «глухих» присоединений.

При определенных условиях на ПП необходимо применение силовых выключателей. Обоснованиями для применения схем с выключателями со стороны высокого напряжения могут являться следующие особенности потребителей электроэнергии:

- условия самозапуска электродвигателей, подключенных к секциям распределительного устройства напряжением 6-10кВ. Так как время действия АВР при применении схем с отделителями, больше чем в схемах с выключателями на стороне высшего напряжения;

- усложнение защиты и автоматики при применении отделителей;

- если по условиям развития предприятия на данной подстанции потребуется установка сборных шин 110-220кВ;
- при включении трансформаторов подстанции в расщелку транзитных линий или линий с двусторонним питанием.

УДК 621.311.

*Жилин Б.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ РФ**

В настоящей работе анализ регионального электропотребления (ЭП) РФ, основывается на представлении системы потребления ЭЭ субъектами РФ, как ценоза - самоорганизующейся системы, что подтверждается выявлением ценологических закономерностей в структуре регионального потребления РФ, в частности соответствием *H*-распределению. Использовались данные годового ЭП субъектов РФ, полученные из открытых источников с 2006 по 2012 годы. При этом применялись так называемые идеальные распределения (*H-i*-распределения), которые накладывают ограничения на соотношение показателей *H*-распределения фактических данных. Как показали ранее проделанные исследования, отклонения таких фактических показателей от показателей идеального распределения содержат самостоятельную информацию о будущих изменениях в структуре ценоза, и его суммарном ресурсе, в данном случае - суммарном ЭП РФ в целом. Полагаем, что в общем случае структура ценоза стремится к *H-i*-распределению. Однако на ценоз постоянно воздействуют внешние условия, в ряде случаев его структура искажается, "отдаляется" от идеальной. Именно эти искажения фиксируются отклонением фактических показателей от показателей *H-i*-распределения, что позволяет прогнозировать поведение параметров ценоза в будущем.

Заметим, что использовались данные не стабильного периода развития: в 2009 году наблюдалось снижение ЭП, что практически невозможно прогнозировать по временным зависимостям. Прогнозирование осуществляется на один временной интервал (на год), при использовании уравнения регрессии, где зависимой переменной является ЭП на следующий год, независимыми переменными выступали отклонения фактических показателей от показателей идеального распределения за предшествующий год. Такие модели позволяют прогнозировать параметры ценоза в целом независимо от трендов

предшествующих лет. Например, в 2009 г., когда наблюдалось снижение ЭП, ошибка не превышала 0,8 % .

Анализ расчетов показал, что при общем диапазоне изменения ЭП в рассматриваемый период 10,7% , ошибка прогноза на 2012 год составила 1,2%.

УДК 621.311

*Жилин Б.В., Логачев Н.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

Цель данной работы - выявление условий применения индивидуальной компенсации реактивной мощности (РМ) электроприемников (ЭП) с коэффициентом включения менее единицы. В таких условиях действуют два противоположных фактора: с одной стороны установка индивидуальной компенсации РМ позволяет максимально снизить потери электроэнергии в цепи питания ЭП, включая линию между ЭП и групповым щитком питания. С другой стороны, если коэффициент включения меньше единицы то компенсирующее устройство будет включено также не постоянно и, соответственно, в периоды отключения не будет компенсировать РМ и уменьшать потери электроэнергии. При этом может оказаться, что целесообразен перенос компенсирующей установки от ЭП на уровень выше, на котором компенсирующая установка будет включена постоянно.

Таким образом, задача свелась к сравнению экономии ЭЭ при индивидуальной и групповой компенсации РМ, учитывая, что при индивидуальной компенсации продолжительность подключения установки к сети определяется коэффициентом включения. С этой целью определялся пограничный коэффициент включения, при котором указанные экономии ЭЭ были равны. Соответственно, если фактический коэффициент включения будет выше пограничного значения, то целесообразно применение индивидуальной компенсации РМ, и наоборот, если ниже, то целесообразна групповая компенсация РМ.

Расчёты показали, что пограничный коэффициент включения существенно зависит от параметров участка сети, к которому подключается конденсаторная установка: активное сопротивление линии к ЭП, не скомпенсированная РМ на групповом щитке питания, а также от

соотношения мощностей компенсирующей установки и РМ группового щитка питания.

По результатам расчетов можно сделать вывод, что при реальном соотношении параметров рассматриваемого участка сети и мощности РМ нагрузки, при учете эквивалентного активного сопротивления от источника ЭЭ до группового щитка питания, пограничный коэффициент находится в пределах от 0,4 до 1,0.

УДК 621.3:628.12

*Колесников Е.Б., Малков С.Б.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫМ ПРИВОДОМ ПОГРУЖНОГО НАСОСА**

Обычно артезианские скважины систем водоснабжения расположены в отдаленной местности и находятся без постоянного присутствия обслуживающего персонала, поэтому отсутствует возможность своевременного получения информации о режимных параметрах частотного привода насосной установки и оперативного управления ими.

В связи с вышеизложенным была разработана система удаленного мониторинга и управления частотным приводом погружного насоса. Система включает два GSM/SPRS модема типа ПМ01-220.АВ, преобразователь интерфейсов АС-4, персональный компьютер и программное обеспечение.

Модемы обеспечивают двусторонний обмен информацией между объектом и оператором по технологии CSD стандарта GSM. Один из модемов установлен на станции управление и по интерфейсу RS-485 связан с преобразователем частоты (ПЧ), другой – вблизи компьютера и связан с ним через преобразователь интерфейсов RS-485/RS-232.

В качестве программного обеспечения использована программа управления ПЧ HYUNDAI N700E по протоколу Modbus RTU ООО «Элком». Программа предоставляет оператору возможность, наблюдать показатели работы ПЧ в реальном времени осуществлять управление определяющими функциями инвертора в автоматическом режиме.

В режиме автоматического управления оператор может управлять основными функциями ПЧ: пуск, стоп, установка частоты, времени ускорения и времени замедления. В режиме ручного управления оператор может выбрать одну из двух возможных команд – чтение или запись. Команда чтение позволяет считать значение параметра ПЧ, в то время как

команда записи позволяет изменить это значение. При этом некоторые параметры ПЧ не могут быть изменены в режиме ход, некоторые параметры предназначены только для считывания.

Таким образом, разработанная система осуществляет мониторинг и управление частотным приводом погружной насосной установки, обеспечивая своевременное выявление нарушения режима работы и аварийных ситуаций, что существенно повышает надежность водоснабжения потребителей.

УДК 621.313

*Филимонов О.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **КАЧЕСТВА ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТРН-АД**

Наряду с положительными качествами асинхронных электродвигателей (АД) (простота конструкции и эксплуатации, надежность, высокие энергетические показатели) и тиристорных преобразователей напряжения (ТПН) (высокие эксплуатационные и технико-экономические показатели), обладают также и рядом недостатков или особенностей, ухудшающих показатели комплектного электропривода ТПН-АД. В связи с этим, необходимо рассмотреть некоторые свойства двигателя, преобразователя и электропривода в целом в статических и динамических режимах, а также требования к двигателю и преобразователю, при выполнении которых в электроприводе будут максимально использованы положительные и исключены или сведены к минимуму их отрицательные свойства.

Высокие эксплуатационные и энергетические, а, следовательно, и экономические показатели АД достигаются в основном при работе на естественной характеристике с нагрузками, близкими к номинальным. При работе на естественной характеристике присутствуют постоянные потери, не зависящие от нагрузки на валу (магнитные потери  $\Delta P_0$ , состоящие из потерь в меди статора от тока намагничивания и потерь в стали) и переменные потери, зависящие от нагрузки (потери от нагрузки  $\Delta P_{из}$ , состоящие из потерь в меди статора и ротора от тока нагрузки)

КПД двигателей при снижении момента нагрузки уменьшается и, в пределе, при холостом ходе, стремится к нулю.

При работе от сети двигатель потребляет постоянную реактивную мощность, равную номинальной при номинальном напряжении. Поэтому при уменьшении момента и потребляемой активной мощности, начинает

проявляться второй недостаток асинхронных двигателей – уменьшение коэффициента мощности  $\cos\varphi$ .

Еще одним недостатком АД является критичность к изменениям напряжения сети. При уменьшении напряжения снижаются пусковой момент и перегрузочная способность двигателя, а при увеличении – увеличиваются потери на намагничивание. Важнейшими положительными качествами ТПН являются их невысокая по сравнению с другими преобразователями стоимость, высокий КПД и большая надежность в эксплуатации.

УДК 621.311

*Лагуткин О.Е.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЭС ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ**

Для повышения качества проектных решений необходимо заменить профессионально-логический подход к их принятию на предпроектных стадиях (где принимаются основные технические решения) формализованными математическими процедурами, реализующими системный техноценологический подход на уровне цеха, предприятия, отрасли, промышленных регионов, страны в целом.

Разработан пакет программ, предусматривающих новые подходы к принятию решений на предпроектных стадиях. В состав пакета входят база данных о параметрах электропотребления и объемах выпускаемой продукции, а также программы: ранжирования параметров с получением констант рангового по параметру  $N$ -распределения и определения статистических характеристик; прогнозирования электропотребления на основе структурной устойчивости ценозов; определения электропотребления по объемам выпуска основных видов продукции; группировки предприятий (кластер-анализ) по параметрам функционирования электрохозяйств; прогнозирования количества и мощности основного электрооборудования по предприятиям и отраслям.

Предлагается следующая последовательность принятия решения при прогнозировании: 1) ранжирование подсистем по величине электропотребления в соответствующие годы предыстории с вычислением констант рангового распределения и получение зависимости, сглаживающей экспериментальные точки; 2) прогнозная оценка констант рангового распределения известными методами; 3) определение расчетного ранга подсистем на оси абсцисс по ранговому распределению последнего известного временного интервала предыстории; 4)

вычисление электропотребления каждой подсистемы по полученным прогнозным значениям показателей рангового распределения.

Одновременно решаются задачи увязки ассортимента и объемов выпускаемой продукции с объемами требуемых энергоресурсов. Применение для этих целей среднеотраслевых (и даже среднецеховых) удельных показателей или укрупненных показателей стоимости неприемлемо, так как для рассматриваемых систем наблюдается их негауссово распределение с отсутствием математического ожидания и практически бесконечной дисперсией.

УДК 621.867.2-830

*Ребенков Е.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ**

Разработана математическая модель в пространстве состояний электромеханической системы частотно-регулируемого двухдвигательного электропривода конвейерной линии. Синтезирован нечеткий регулятор оптимальной скорости перемещения конвейера с помощью двух асинхронных двигателей на концевых барабанах. Передаточная функция (ПФ) механической части получена в векторно-матричной форме:

$$\bar{W}(s) = \bar{M} \begin{pmatrix} \bar{R}_{ij} \\ X \end{pmatrix}$$

ПФ системы «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (ПЧ-АД) получена в операторной форме:

$$u_y(s) \cdot U(s) = \omega_1(s) \cdot F(s) + M_1(s) \cdot N(s)$$

Совместное решение этих уравнений дает ПФ объекта:

$$\omega_i(s) = u_y(s) \cdot \frac{Q_i(s)}{\Phi(s)}$$

Для демпфирования скорости перемещения синтезирован двухканальный нечеткий регулятор (НР) на основе алгоритма «минимаксного» нечеткого вывода Мамдани с использованием функций принадлежности треугольного вида. НР состоит из фиксатора нулевого порядка с шагом квантования  $h$ , блоков оценки первой  $\dot{e}$  и второй  $\ddot{e}$  производной ошибки рассогласования  $e$ , блоков нормировки входных и выходных сигналов, центрального блока НР и выходного цифроаналогового преобразователя. Функции принадлежности и база

правил задаются в центральном блоке НР. Диапазоны изменения входных параметров  $u_1 \in [1, 1]$  отображены на единое универсальное множество  $M = [1, 1]$ , на котором задаются три нечетких подмножества. Для каждой лингвистической величины получены аналитические выражения вида:

$$\begin{aligned} \mu_1(x) &= 1 - x, & x \in [1, 1]; \\ \mu_2(x) &= x, & x \in [1, 1]; \\ \mu_3(x) &= \begin{cases} 2x, & x \in [0, 0.5]; \\ 2(1-x), & x \in [0.5, 1]. \end{cases} \end{aligned}$$

Расчет четких величин производился по формулам:

$$\begin{aligned} x_1^* &= (e_{min}^* - e_{min}) / (e_{max} - e_{min}); \\ x_2^* &= (e_{min}^* - e_{min}) / (e_{max} - e_{min}); \\ x_3^* &= (e_{min}^* - e_{min}) / (e_{max} - e_{min}). \end{aligned}$$

Лингвистическое правило управления НР имеет вид:

ЕСЛИ  $(e^* = a_1^j)$  И  $(e^* = a_2^j)$  И  $(e^* = a_3^j)$ , ТО  $(u_c^* = a_c^j)$ ,  $j = \overline{1,3}$ ,

где  $a_1^j, a_2^j, a_3^j$  - лингвистические оценки входных параметров;  $a_c^j$  - лингвистические оценки управляющих воздействий на объект. Управляющее воздействие определялось по абсциссе «центра тяжести» результирующей фигуры:

$$u_1^* = u_{min} + (e_{max} - m_{min}) x_c.$$

Математическим моделированием в системе MATLAB с использованием пакета нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox получены оптимальные переходные процессы скоростей концевых барабанов и деформаций упругих звеньев конвейера. Применение НР показало эффективность компенсации динамических колебаний в приводе конвейера.

УДК 621.311

*Чиркова Т.Ю.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)  
**ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО  
 ЭЛЕГАЗОВОГО И ВАКУУМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Совершенствование парка эксплуатируемых коммутационных аппаратов в мире будет двигаться по пути наращивания доли элегазовых и вакуумных выключателей, а также КРУЭ. В первую очередь это будет

связано с высокой степенью надежности и низкими эксплуатационными затратами данного вида оборудования. К 2030 году в мире в связи с ужесточением экологических требований элегаз и смеси на основе элегаза, как изоляционная и дугогасительная среда будут использоваться в новых разработках только при напряжениях выше 330 кВ.

Уровень развития полупроводниковой техники и сверхпроводящих устройств в настоящее время таков, что аппараты с использованием полупроводниковых приборов и сверхпроводимости не могут конкурировать с традиционными аппаратами на основе элегаза и вакуума. Элегазовые аппараты будут вытесняться вакуумными выключателями, либо КРУ с вакуумными выключателями и сжатым воздухом в качестве изоляции (КРУВВ), либо комбинированными аппаратами, когда в качестве изоляционной среды используется элегаз, а дугогасительной – вакуум.

Следовательно, будущее высоковольтной коммутационной аппаратуры полностью связано с элегазовой и вакуумной средой, что показывает актуальность развития элегазового и вакуумного оборудования.

Интенсивное внедрение вакуумной и элегазовой аппаратуры обусловлено тем, что в настоящее время пока не найдено способов эффективного дугогашения, способных конкурировать с дугогашением в элегазе или вакууме. Применение на средние классы напряжения элегазовой или вакуумной аппаратуры определяется как историческими условиями создания технологических баз, так и технико-экономическими показателями при производстве и эксплуатации данного оборудования.

УДК 621.5; 621.311.1

*Золотарева В.Е., Филатова А.Н.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Большая доля в высокой энергозатратности работы пневмосистемы промышленного предприятия приходится на необходимость выработки сжатого воздуха с завышенным относительно необходимого уровня давлением; устаревшие схемы воздухоснабжения предприятий; отсутствие системы рекуперации в структуре компрессорной установки и другие факторы.

Производители компрессоров рекомендуют выбирать машины с запасом не менее 20 % по производительности и давлению, тем самым компенсируя несовершенство конструкции и эксплуатации систем

воздухоснабжения, в том числе возможные утечки и протечки сжатого воздуха. В процессе многолетней службы сетей воздухоснабжения в результате эрозионного и коррозионного износа в стенках газохода возникают отверстия, через которые утекает газ. Анализ работы систем воздухоснабжения предприятий показывает, что после устранения утечек потребление воздуха может снизиться на 30 %. На многих промышленных предприятиях, построенных в советские годы, приходится вырабатывать сжатый воздух давлением на 20÷40%, превышающим необходимые параметры с целью компенсации потерь при фильтрации и транспортировке воздуха до потребителя. На современном производстве, оснащенном оборудованием и коммуникациями, спроектированными и построенными на основе последних достижений в сфере энергосберегающих технологий, при выборе рабочего давления компрессора закладываются потери на следующем уровне: 1) на осушку воздуха 0,025 МПа; 2) при фильтрации воздуха 0,025 МПа; 3) потери на транспортировку 0,025 МПа. Таким образом, для получения сжатого воздуха давлением 0,6...0,8 МПа понадобится компрессор с рабочим диапазоном 0,675...0,875 МПа против 1 МПа, необходимых в случае устаревших систем. Экономия составляет 0,125 МПа. По данным производителей повышение давления вырабатываемого воздуха на 0,1 МПа приводит к увеличению энергопотребления на 6...8 %. Следовательно, внедрение современных энергосберегающих технологий (осушка, фильтрация воздуха, реконструкция воздухопроводов) поможет сэкономить 7,5...10 % электроэнергии.

Таким образом, для повышения энергетической эффективности работы пневмосистем промышленных предприятий необходимо произвести обследование и ремонт воздухопроводов с целью улучшения их герметичности для минимизации утечек сжатого воздуха в процессе транспортировки.

УДК 621.311.22: 551.23

*Золотарева В.Е., Зайцев Н.А., Воспенников В.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТИРОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»**

На кафедре «Промышленная теплоэнергетика» тестирование является неотъемлемой частью учебного процесса. Тесты готовятся преподавателями кафедры по всем дисциплинам, преподаваемым на кафедре. Тесты используются для контроля знаний студентов в качестве:

1) промежуточного контроля усвоения отдельных разделов дисциплин (например, в дисциплине «Техническая термодинамика» применяется тест с затратой по времени 15 – 20 минут);

2) коллоквиума, позволяющего проконтролировать знания по крупным модулям изучаемой дисциплины (проводятся как в письменной форме с устным собеседованием по подготовленному ответу на билет («Техническая термодинамика»), так и с использованием средств вычислительной техники («Физико - химические основы водоподготовки» и другие дисциплины);

3) итогового контроля освоения дисциплин, обучение которым заканчивается зачетом («Энергоснабжение» и другие дисциплины). При проведении любой формы тестирования в процессе подведения итогов преподаватели обсуждают со студентами выявленные ошибки, что значительно повышает усвояемость изучаемой дисциплины.

В мае 2015 года по приглашению руководства Учебного центра Новомосковской Акционерной Компании «Азот» преподаватели кафедры «Промышленная теплоэнергетика» прочитали курс лекций по современным достижениям в процессах водоподготовки на промышленных предприятиях. В качестве проверки усвоения изученного материала было проведено тестирование. Тест содержал 79 вопросов, отражающих все разделы курса. Слушателям было предложено выбрать из 5 ответов на каждый вопрос правильный. После тестирования проводилось обсуждение каждого вопроса с обоснованием выбора правильного ответа. Опрос слушателей показал, что их очень заинтересовала данная методика контроля. Они особо отметили, что последующий разбор итогов тестирования с преподавателем способствовал закреплению полученной в процессе чтения лекций информации.

УДК 621.18:543.06

*Воспенников В.В., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ЖАРОТРУБНЫХ ПАРОВЫХ КОТЛОВ**

Жаротрубнодымогарные паровые котлы низкого давления ведущих европейских энергомашиностроительных компаний нашли широкое применение на новых или реконструированных предприятиях различных отраслей промышленности нашей страны. Эти котлы практически полностью автоматизированы и комплектуются установками химводоочистки. Как показывает практика, это

обеспечивает практически полную защиту внутренних поверхностей нагрева от солей жёсткости. Однако, в этих котлах, работающих с высокими тепловыми нагрузками, образуются железистоокисные отложения. Эти отложения имеют твёрдую, плотную структуру, накапливаются сравнительно быстро и в зависимости от содержания железа в исходной воде могут уже через 3-5 лет работы достигать толщины 1,5-2,5 мм. При этом, конструктивные особенности жаротрубных котлов затрудняют или делают невозможным без дополнительной доработки организацию надёжной циркуляции мощного раствора в межтрубном пространстве. Снижение же скорости циркуляции отмывочного раствора ниже 1 м/с или применение метода травления практически исключает использование наиболее дешёвого реагента – соляной кислоты. В этом случае наиболее безопасным и эффективным является применение композиций на основе трилона Б с органическими кислотами. Это подтверждает большой опыт удаления железистоокисных отложений в паровых котлах СКД. Однако для котлов низкого давления такая эксплуатационная очистка оказывается слишком дорогой. Удешевление очистки достигается заменой органической кислоты минеральной. В результате исследований предложена и апробирована на практике моющая композиция трилона Б с сульфаминовой кислотой. Очистка проводится при температуре около 100°С с огневым обогревом. Выбор соотношения концентрации компонентов и концентрации ингибитора выполняется в зависимости от состава отложений и удельной загрязнённости поверхностей нагрева.

УДК 621.18:543.06

*Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А., Макрушин В.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **КОРРЕКЦИОННАЯ ОБРАБОТКА КОТЛОВОЙ ВОДЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ**

Отложения, образующиеся на внутренних поверхностях котлов и состоящие в основном из оксидов железа и кальцита, ухудшают условия теплопередачи, что вызывает перерасход топлива на (1,5-3,0) % на 1мм накипи, а также могут привести к пережогу труб. Применяемые способы химической очистки паровых котлов от отложений трудоёмки и требуют остановки котла. Коррекционная обработка котловой воды при эксплуатации котла позволяет не снижать его экономичность и надёжность. Наиболее эффективно использование для этого комплексонов, в частности, композиций на основе ОЭДФ (оксиэтилидендифосфоновая кислота) и трилона Б. Их микродозирование в питательную воду котлов позволяет проводить

безнакипный водный режим или отмывку отложений «на ходу», то есть при рабочих параметрах по давлению насыщенного пара и под нагрузкой. ОЭДФ обладает высокой комплексобразующей способностью к катионам железа и кальция, благодаря чему накипеобразователи или отложения в виде растворимых комплексонатов выводятся из котла с продувкой. Расчёт доз реагентов учитывает удельную загрязнённость поверхности теплообмена котлов, их паропроизводительность, жёсткость питательной воды и содержание в ней катионов железа. Продолжительность отмывки «на ходу» составляет от 20 до 55 суток.

УДК 621.18:543.06

*Зайцев Н.А., Хохлов Е.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева,  
ООО ИАЦ «Промэксперт» г. Тула)

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ЭКСПЛУАТАЦИИ НАТРИЙ-ФИЛЬТРОВ ХИМВОДООЧИСТКИ КОТЕЛЬНОЙ**

Контроль и оценка работы катионитных фильтров химводоочистки паровой котельной производится по величине рабочей ёмкости поглощения катионита, удельному расходу соли, расходу воды на собственные нужды и жёсткости катионированной воды. Необходимо провести опытное снятие выходной кривой фильтра (кривой истощения) с определением рабочей обменной ёмкости и хвостовой обменной способности катионита. Работа выполнена на котельной ЗАО ПКП «Новомосковский хлебокомбинат». Проектная производительность химводоочистки 10 м<sup>3</sup>/ч, установка включает два натрий-фильтра первой ступени и два – второй. Катионитные фильтры нестандартные, диаметром 1 м, высота слоя катионита КУ-2-8 Na – 2,5 м, объём слоя катионита – 1,96 м<sup>3</sup>.

Опытную регенерацию проводили с расходом технической поваренной соли 190 – 235 кг на фильтры первой ступени. Фильтры второй ступени регенерировали большим количеством соли 550 – 560 кг. Количество умягчённой воды и общую жёсткость контролировали сначала каждый час, а ближе к концу рабочего периода – каждые 30 минут. Воду с повышенной жёсткостью сбрасывали в дренаж. Умягчение вели до тех пор, пока жёсткость фильтрата не достигнет 100 % жёсткости исходной воды, после чего проводили регенерацию. Установлено, что рабочая ёмкость поглощения катионита КУ-2-8 Na колеблется от 664 до 846 г-экв/м<sup>3</sup>.

Оптимальный расход соли на регенерацию считается такой, при котором обменная ёмкость катионита не ниже  $800 \text{ г-экв/м}^3$  при наименьшем удельном расходе соли.

По результатам испытаний натрий-фильтров построен график изменения рабочей обменной ёмкости катионита и удельного расхода соли от расхода соли на регенерацию и расхода технической соли на  $1 \text{ м}^3$  катионита. В качестве оптимального выбран пробный фильтроцикл, в котором при расходе на одну регенерацию фильтра технической соли –  $220 \text{ кг}$ , расходе технической соли на  $1 \text{ м}^3$  катионита –  $112 \text{ кг}$ , получены максимальное значение рабочей обменной ёмкости  $806 \text{ г-экв/м}^3$  и минимальный удельный расход соли  $130 \text{ г/г-экв}$ , по сравнению с другими рассмотренными фильтроциклами.

Количество умягчённой воды за рабочий период фильтроцикла  $214 \text{ м}^3$ . Продолжительность рабочего периода при производительности  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$  составляет  $21,4$  часа при общей жёсткости исходной воды  $7,5 \text{ ммоль/дм}^3$ .

УДК 621.5; 621.311.1

*Сачко А.Н., Воспенников В.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **О ПРОВЕДЕНИИ ЭНЕРГОАУДИТА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ В КОТЕЛЬНЫХ**

Целью энергетического обследования (энергоаудита) котельных является оценка эффективности использования топливно-энергетических ресурсов при выработке тепловой энергии, а также определение потенциала энергосбережения и способов его реализации.

Энергетическое обследование котельных состоит из нескольких, последовательно реализуемых этапов: сбор документальной информации; инструментальное обследование; обработка результатов обследования и их анализ; разработка энергосберегающих рекомендаций и оформление отчета.

Основными задачами энергетического обследования котельных являются определение фактических показателей работы оборудования котельной, сравнение их с нормированными значениями, выявление и анализ причин их несоответствия и путей устранения.

Этап инструментального обследования необходим для восполнения недостающей информации по количественным и качественным характеристикам потребления энергоресурсов и позволяет оценить эффективность энергоиспользования.

Сбор документальной информации необходим для определения основных характеристик объекта исследования: сведения об

оборудовании котельной; динамики потребления энергоносителей; сведения о потребителях тепловой энергии и т.п. На этом этапе также определяются объем и точки замеров тепло- и электроэнергии.

Вся информация, полученная из документов или путем инструментального обследования, является исходным материалом для анализа эффективности энергоиспользования, которая проводится в следующем порядке: определяются потери энергоносителей в различных элементах систем энергоснабжения, строятся фактические балансы по всем видам энергоносителей котельной, определяется техническая суть предполагаемого усовершенствования и принципы получения экономии.

При разработке мероприятий необходимо: определить состав оборудования, необходимого для реализации рекомендации, его примерную стоимость, стоимость доставки, установки и ввода в эксплуатацию; рассчитать потенциальную годовую экономию в физическом и денежном выражении.

УДК 621.5; 621.311.1

*Сачко А.Н., Воспенников В.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИДКОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ**

Актуальная проблема энергосбережения жилых и производственных помещений привела к разработке инновационных материалов для утепления. Механизм их действия отличается от принципа функционирования предшественников.

Теплосберегающая краска (так еще именуется жидкая теплоизоляция) впервые разработана и применялась в космонавтике. Теперь – повсеместно начинает использоваться в строительных технологиях. Принцип действия наносимого покрытия заключается в создании барьера энергосбережения на границе раздела «окружающая среда» — заизолированная поверхность. Сверхтонкая пленка, образуемая после полимеризации слоя «теплокраски» имеет уникальные теплофизические качества. Связующим полимерным веществом в составе жидкого утеплителя является латекс или акрил. Кроме основных компонентов различные виды «теплокраски» включают в свой состав добавки, функции которых зависят от предполагаемого назначения: использование для утепления металла, пораженного коррозией; обеспечение огнезащитных свойств; получение самоочищающихся поверхностей; обеспечение возможности работы при температуре даже в -30°; обеспечение устойчивости к действию кислот, щелочей и пр.

Выбирая стройматериал, необходимо учитывать свойства компонентов с тем, чтобы эффект применения был максимальным.

На предприятии ООО «ПромТехноПарк» была применена жидкая керамическая теплоизоляция на внутреннем паропроводе паровой котельной и внешних паропроводах.

В результате внутри котельной для обеспечения безопасной температуры наружной поверхности паропровода достаточно было нанесения жидкой керамической теплоизоляции в один слой толщиной 1,5-2 мм., что в свою очередь заменило утеплитель из минеральной ваты толщиной 50 мм. с оцинкованной кожуховкой.

Нанесение жидкой теплоизоляции на внешнем паропроводе надземного исполнения привело к уменьшению тепловых потерь путем нанесения жидкой теплоизоляции в 2 слоя по 1,5-2 мм., но данная технология эффективна только в случае защиты паропровода от воздействия климатических условий окружающей среды.

УДК 621.1:621.311:621.165

*Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА КАПЕЛЬ КОНДЕНСАТА В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ТУРБИН ТЭС**

Большая часть повреждений турбин ТЭС происходит в зоне фазового перехода в процессе конденсации пара и образовании первичного конденсата.

Одна из возможных причин - концентрирование коррозионно-активных примесей пара в первичном конденсате, а следовательно в жидкой плёнке на поверхности металла в проточной части турбин. Гетерогенная конденсация на каплях и твёрдых частицах примесей оказывает большое влияние на процессы образования и движения влажного пара в проточной части турбин, где дополнительными генераторами центров конденсации могут служить вихревые следы, отрывные вихревые зоны разрежения. К числу таких примесей относятся прежде всего гидроксид, хлорид и сульфат натрия, а также продукты деструкции органических веществ, в первую очередь, кислого характера. Более ранняя конденсация примесей из пара в проточной части турбины приводит к росту более чем на порядок среднего размера образующихся капель по сравнению с чисто гомогенной конденсацией. Крупные капли коррозионно-активной влаги, образующиеся в процессе конденсации при расширении пара осаждаются на сопловых лопатках, образуя плёнку,

толщина которой постепенно растёт по мере накопления конденсата. По экспериментально полученным данным поверхностного натяжения водных растворов хлорида и гидроксида натрия в широком интервале температур и давлений, были рассчитаны размеры конденсирующихся капель. Отмечается, что интенсивный рост капель начинается с температуры 150 °С. Максимальное приращение размера капель хлорида и гидроксида натрия по отношению к воде находится в пределах 100 - 120 °С. Определены значения максимального радиуса капель растворов хлорида и гидроксида натрия, которые могут возникать после схода плёнки влаги с лопаток при скорости потока пара 380 м/с, скорость капель, распыляемых паром 280 м/с. Расчёты показали, что размеры вторичных капель, образующихся при сходе плёнки с лопаток в 1,5 - 2,0 раза больше, чем при конденсации. Представлены экспериментальные данные поверхностного натяжения водных растворов хлорида и гидроксида натрия на линии насыщения при концентрациях от 1 до 30 масс % в интервале температур от 373 К до 623 К. Рассчитаны размеры первичных и вторичных капель на сопловых и рабочих лопатках. Результаты исследований могут быть использованы при прогнозировании протекания коррозионных процессов в турбинах.

УДК 621.311

*Макрушин В.В., Воспенников В.В., Чермошнецев Е.А.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК**

Перспективным направлением технического перевооружения отечественных ТЭЦ является внедрение парогазовых установок (ПГУ). Следует отметить, что при реконструкции ТЭЦ большой интерес представляют газотурбинные надстройки паротурбинных энергоблоков, обладающие более низкими капитальными вложениями и позволяющие практически полностью сохранить компоновки главного корпуса и тепловую схему по сравнению с бинарными схемами. Существуют различные варианты реализации газотурбинных надстроек: применение «сбросных ПГУ», в которых уходящие газы газотурбинных установок (ГТУ) направляются в топку парового котла; вытеснение регенерации паровой турбины и подогрев питательной воды и конденсата уходящими газами ГТУ; использование параллельной схемы ПГУ, в которой генерируемый в котле-утилизаторе пар необходимых параметров направляется в паровую турбину, частично вытесняя тем самым пар энергетического котла.

Теплофикационные ПГУ способны развивать большую, чем паротурбинные установки, электрическую мощность в расчете на единицу тепловой мощности. При преобразовании паротурбинной ТЭЦ в парогазовую при той же тепловой мощности в зависимости от типа замещаемой паровой турбины можно получить в 3÷9 раз большую электрическую мощность. КПД парогазовой теплофикационной установки зависит не только от характеристик собственно парогазовой установки, но и во многом от показателей, определяемых системой теплоснабжения, прежде всего видом суточного, недельного и годового графиков тепловой нагрузки. Вместе с тем можно указать диапазон значений КПД ПГУ-ТЭЦ по отпуску электроэнергии для указанных парогазовых установок: 66-68%, что на 10-18 % выше КПД ПГУ-КЭС. При определении энергетической эффективности технического перевооружения паротурбинных ТЭЦ с преобразованием их в парогазовые необходимо знать зависимости основных параметров и показателей исследуемых ПГУ-ТЭЦ от температуры наружного воздуха тн.в в течение года, а также графики электрической и тепловой нагрузки и другие факторы. Также для ПГУ необходимо знать характер параметров газотурбинной и паротурбинной частей.

УДК 621.1: 546.33: 546.212

*Воспенников В.В., Золотарева В.Е., Филатова А.Н.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

**КОЭФИЦИЕНТЫ АКТИВНОСТИ ВОДЫ В СИСТЕМЕ  
ГИДРОКСИД НАТРИЯ - ВОДА В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ  
ТЕМПЕРАТУР**

Анализ процессов, происходящих в пароводяном тракте ТЭС и АЭС, может быть проведен на основе изучения комплекса теплофизических и физико-химических свойств многокомпонентных систем.

Определение экспериментальным путем большинства термодинамических свойств индивидуальных компонентов и их смесей (растворов) представляет очень сложную задачу.

Процессы коррозии конструкционных материалов и образования различных отложений по пароводяному тракту определяются рядом факторов и свойств, среди которых большое значение имеет эффективная концентрация, то есть активность, учитывающая реальность протекания этих процессов и их скорость.

Полученные экспериментальные данные по давлению пара над водными растворами и литературные данные по объемным свойствам позволяют рассчитать коэффициенты активности воды

---

где  $p_s$  - давление пара над раствором,  
 $p_0$  - давление пара воды,  
 $v_g$  - мольный объем пара в равновесии с раствором при температуре  $T$  и давлении  $p_s$ ,  
- парциальный мольный объем воды в растворе.

Из данных по активности воды были рассчитаны осмотические коэффициенты

---

где  $\nu$  - число ионов при диссоциации электролита,  
 $M_1 = 18$  – масса киломоля воды (водяного пара),  
 $m$  – моляльная концентрация раствора.

Коэффициенты активности электролита были рассчитаны по уравнению

$$\ln \gamma_{\pm} = - \left[ (1 - \varphi) + \int_0^m \frac{1 - \varphi}{m} dm \right]$$

УДК 621.1: 546.33: 546.212

*Воспенников В.В., Сачко А.Н., Коновалов А.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ДАВЛЕНИЕ ПАРА НАД ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР**

Одной из коррозионно-агрессивных примесей в пароводяном тракте ТЭС и АЭС является гидроксид натрия, который образуется в результате гидролиза натриевых солей с образованием значительно лучше растворимого, по сравнению с солями, в паре и водной фазе гидроксида натрия и более “летучих” кислот и оксидов металлов, а также в результате неполной отмывки щелочи при регенерации анионитов конденсатоочистки.

Ранее были проведены экспериментальные исследования давления насыщенного пара в системе гидроксид натрия- вода в интервале температур 323- 623 К и концентраций до 40 масс. %.

При обработке экспериментальных данных для получения уравнения температурной и концентрационной зависимости давления пара над растворами была предложена следующая методика.

При равных давлениях паров воды над раствором отношение теплоты парообразования воды, как однокомпонентной системы, к абсолютной температуре является линейной функцией отношения теплоты парообразования в двухкомпонентной системе к абсолютной температуре.

— —

Решение уравнений для однокомпонентной и двухкомпонентной систем Клапейрона–Клаузиуса представляется в виде

—

При выше приведённом допущении, константа интегрирования «В» для чистого растворителя воды и раствора будет равна 0.

В результате температуры воды и раствора описываются уравнением

— ,

где М-функция концентрации и абсолютных температур

$$M = 1 + \sum_{i=1}^3 [\sum_{j=0}^2 c_{ij} \cdot T_{X_x}^i] \cdot X^i$$

- коэффициенты полинома, X-концентрация, масс. %.

# **СЕКЦИЯ КИБЕРНЕТИКИ, АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

УДК 62-503.5

*Соболев А.В., Терезанов Н.В.*

## **(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева) АДАПТИВНЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

В реальных производственных условиях происходит постоянное изменение динамических и статических характеристик объектов управления. Это приводит к тому, что настройки регуляторов САР соответствующих технологических величин (температура, расход, давление и т.п.) не являются оптимальными во всем диапазоне регулирования и качество работы соответствующей системы существенно ухудшаться. В результате требуется изменение структуры и настроек регуляторов с учетом реального режима работы технологического объекта.

Подобные проблемы возникают и в случае энергосберегающих систем автоматического регулирования (ЭСАР). Структура ЭСАР достаточно сложная, т.к. содержит несколько взаимосвязанных между собой контуров регулирования, поэтому уточнению подлежат как настройки регуляторов динамически эффективного и энергоэффективного контуров управления, так и настроечные параметры фильтров, разделяющих динамические свойства каналов. Кроме того, возможно изменение структуры ЭСАР, когда энергетические и динамические свойства каналов управления могут измениться в зависимости от реального режима работы.

Для решения задачи адаптации ЭСАР можно использовать следующий подход. Прежде всего, уточняется структура ЭСАР путем расчета потерь эксергии по каждому каналу управления. Если структура не меняется, а качество работы ЭСАР снижается, то следует поочередно отключить сначала первый контур регулирования с соответствующим фильтром, а затем другой. В результате таких действий ЭСАР превращается в одноконтурную САР, для которой можно произвести подстройку регулятора, в соответствии с выбранным критерием оптимальности. Как только оптимальные настройки регуляторов найдены, определяются настроечные параметры фильтров. Для этого строятся АЧХ

соответствующих замкнутых одноконтурных ЭСАР и находится точка их пересечения. На основе полученного значения частоты рассчитываются настройки фильтров. После расчета настроек регуляторов и фильтров происходит возврат к работе ЭСАР в целом.

УДК 62-503.5

*Соболев А.В., Терезанов Н.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **О НАСТРОЙКЕ ЭСАР В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Основная сложность при создании любой системы регулирования заключается в невозможности построения точной математической модели объекта управления, учета действия случайных возмущающих воздействий, влияющих на динамические и статические характеристики объекта. Подобного рода ситуации порождают вероятностное представление о характере действующего возмущения и поведения всей системы в целом.

Аналогичные выводы можно сделать и в случае ЭСАР. Разработанная в настоящее время методика синтеза ЭСАР охватывает действие на систему детерминированных воздействий при условии постоянства математической модели управляемого процесса. В результате получаемые передаточные функции и настроечные параметры фильтров и регуляторов эффективны только в очень узкой области изменения параметров. В этой связи становится актуальной разработка методов синтеза ЭСАР в условиях "неточности" построения математической модели объекта, возможности ее изменения при действии стохастических возмущений.

Для синтеза ЭСАР в условиях неопределенности заложен подход, позволяющий рассматривать последовательное соединения регулятора и фильтра соответствующего контура регулирования как единое звено. Проведенный анализ показывает, что комбинация ПИ-регулятор и фильтр низких частот приводит к построению другого ПИ-регулятора с коэффициентом усиления, зависящем от настроек фильтра, а комбинация ПИ-регулятор и фильтр высоких частот аналогичен построению ПД-регулятора, настройки которого также зависят от параметров фильтра. На основе получаемой приближенной модели определяются диапазоны изменения управляющих воздействий эквивалентных регуляторов после чего возможен синтез нечеткого ПИ- и ПД-регулятора с учетом предполагаемых особенностей поведения объекта управления. При этом процедуры фазификации, нечеткого логического вывода и дефазификации могут корректироваться с учетом характера законов распределения

возмущающего воздействия и его влияния на динамические свойства объектов.

Проведенный синтез ЭСАР на примере типового объекта показал эффективность предложенной методики.

УДК 62-503.5

*Соболев А.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **УСТОЙЧИВОСТЬ ЭСАР С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ФИЛЬТРОВ**

Одной из главных задач, связанных с синтезом энергосберегающей системы автоматического регулирования (ЭСАР), является определение условий устойчивости, позволяющих правильно выбрать настроечные параметры регуляторов и фильтров для динамически и энергоэффективного каналов управления.

Проверку устойчивости ЭСАР можно выполнить с помощью следующего приближенного подхода. Изначально определяются законы управления регуляторов каждого из каналов регулирования. Обычно это типовые законы управления: П- или ПИ. При этом в энергоэффективном канале обязательна установка ПИ-регулятора с целью исключения статической ошибки. Далее рассчитываются настройки регуляторов в соответствии с выбранным критерием оптимальности для случаев одноконтурных САР каждого из каналов регулирования. На основе полученных настроек строятся АЧХ замкнутых одноконтурных САР и находится их точка пересечения, определяющая частоту переключения с одной системы регулирования на другую. С помощью расчетных формул для выбранного типа фильтра находятся его настроечные параметры.

Для проверки устойчивости синтезированной САР последовательное соединение регулятора и фильтра заменяется эквивалентным регулятором по следующей схеме. Комбинацию ПИ-регулятор и фильтр низких частот можно заменить ПИ-регулятором, время интегрирования которого не изменяется, а коэффициент усиления зависит от настроечного параметра фильтра. Причем чем больше значение настроечного параметра фильтра, тем меньше коэффициент усиления. Комбинацию ПИ-регулятор и фильтр высоких частот можно заменить эквивалентным ПД-регулятором. В настоящее время получены формулы пересчета для фильтров скользящего среднего и экспоненциального фильтров.

Зная приближенные передаточные функции регуляторов, определяется передаточная функция ЭСАР и по виду характеристического уравнения анализируется ее устойчивость.

В докладе рассмотрены примеры исследования устойчивости для заданных передаточных функций объекта по каждому каналу регулирования.

УДК 681.384

*Беляев Ю.И., Предместын В.Р., Киреев П.А., Предместын И.В.,  
Дырымов А.А*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ С НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Традиционно при построении систем управления технологическими объектами предполагалось, что их математическое описание и возмущающие воздействия известны или могут быть определены. Однако, нестабильность реального промышленного объекта нередко приводит к тому, что полное описание такого объекта может оказаться сложной, а иногда и неразрешимой задачей.

Для промышленных объектов характерным является изменение таких параметров, как постоянные времени, коэффициенты передачи, время чистого запаздывания. В реальных технологических объектах эти параметры могут изменяться в несколько раз. Темп изменения этих параметров зависит от природы возмущающих их факторов. Причем параметры реальных технологических объектов, как правило, связаны нелинейными, трудноопределимыми зависимостями. Нестабильность в технологических объектах и системах управления является следствием действия двух факторов: нестационарности и нелинейности.

Отличительными особенностями современных химических производств, представляющих собой сложные кибернетические системы, являются: нестационарность статических и динамических характеристик процессов, протекающих в аппаратах; наличие большого числа внешних и внутренних факторов, влияющих на процесс функционирования, неконтролируемых возмущений; сложность характера зависимости между входными и выходными переменными процесса, наличие нелинейностей, запаздывания. Указанные особенности становятся существенным препятствием при создании высокоэффективных систем управления химико-технологическими процессами и создаёт трудности на всех этапах разработки от построения математической модели объекта управления до опытной эксплуатации системы. Традиционное решение имеет в своей основе изучение объекта управления и получение сложной математической модели, учитывающей все её свойства. Выполнение

таких исследований всегда трудоёмко, а иногда и невозможно из-за сложности изучаемых явлений. Поэтому более предпочтительным нам видится другой подход, заключающийся в создании метода управления, который позволил бы иметь дело с существенно неопределёнными объектами и обеспечивал требуемое качество управления при произвольном изменении параметров объекта в широких диапазонах.

УДК 629.33

*Стекольников А.Ю., Зиборов Г.В., Стекольников И.Ю.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЮНИНГА В РОССИИ**

В СССР с началом производства автомобилей, помимо достоинств, были и недостатки, которые были видны покупателю. Прозвище «копейка» появилась позднее, сначала она была «первой моделью». Ее покупали на десятки лет, вернее с ней заключали союз на всю жизнь. И ухаживали в нашей стране за авто, как за любовью всей жизни. Так постепенно в Советском Союзе стал зарождаться тюнинг в гараже каждого автолюбителя.

Некоторые виды профессионального автотюнинга зародились еще в советские годы.

Одно из самых выгодных направлений работы тюнинг-ателье - услуги по повышению комфортабельности автомобильного салона. Эти услуги пользуются постоянным активным спросом. Они могут быть как недорогими, так и чрезмерно дорогими. Все зависит от предпочтений клиента и его финансовых возможностей.

Отдельного внимания заслуживает автомусыка. Здесь открываются просто невероятные возможности для аудиофилов.

Следующим интересным направлением является переделка обычных машин в спортивно-агрессивные. Имеется в виду именно внешний тюнинг: изменение формы и размеров бамперов, крыльев, молдингов, спойлеров и т.п.

Более сложным является технический тюнинг. Спортивная подвеска, элементы усиливающие кузов (балки жесткости, каркасы безопасности), низкопрофильная резина, спортивная тормозная система, спортивное сцепление, выхлопная система, воздушный фильтр нулевого сопротивления, форсирование двигателя, установка турбины, чип тюнинг и т.д. Этот список можно продолжать практически бесконечно.

Отдельным направлением тюнинга в России является переоборудование внедорожных автомобилей. Необходимо отметить, внедорожник отличается рядом особенностей и свойств, которые

актуально принимать во внимание владельца при выполнении тюнинга как в ателье, так и своими усилиями.

Основной внедорожного тюнинга является увеличение геометрической проходимости и повышение выносливости автомобиля.

УДК 371.31

*Сидельников С.И.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЕРБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ**

Одной из важных проблем теории искусственного интеллекта является проблема представления знаний в интеллектуальных системах. От того, какие принципы представления знаний используются в интеллектуальной системе, зависят все механизмы обработки и использования знаний в этой системе.

На практике встречается ситуации при построении вербальных моделей: во первых средний эксперт в состоянии воспринимать не более 5-9 состояний моделируемой системы, а это недостаточно для адекватного представления базы знаний; не может определить методы фазификации (формы и параметры функций принадлежности) в процессе мыслительной деятельности принятия решений; не может задаться логическими связками при выводе решений, а также методами дефазификации при четком представлении переменных вывода. Эти проблемы решаются инженерами по знаниям. В тоже время качественные модели могут быть построены только для систем небольшой размерности, главным образом для систем с одним или двумя входами. Особенность человеческого восприятия исключает возможность запоминания состояний для большого числа входов [1]. Даже для систем с одним входом и одним выходом, например при различных стратегиях управления объектом возникают выше обозначенные проблемы [2]. В связи с этим в качестве помощи экспертам предлагается предьявлять графические образы моделируемой системы. Например, каждая стратегия управления экстремальным объектом в общем случае представляет собой  $n$ -мерную поверхность. Её форма имеет решающее значение на динамику работы замкнутой системы экстремального регулирования. Так  $S$ -образная кривая с «плато» на уровне минимальных шагов и сменой знака, как шага, так и производной. Особенностью стратегии управления при поиске экстремума здесь является сравнительно большой шаг при близком к нулю значении производной. То есть обеспечивается большая

чувствительность к флуктуациям значения производной в окрестностях экстремума.

В докладе рассматривается пример синтеза нечеткого нелинейного регулятора на основе применения графического образа.

#### Литература

1. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление/ М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
2. Родин С.Н., Сидельников С.И. Нечёткое экстремальное регулирование в производстве ацетилена // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2005, №8

УДК 504.064.3

*Волкова В.В., Волков В.Ю., Кочевин Д.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОПУСТИМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НАГРУЗКИ ХТП**

Химико-технологические процессы (ХТП), в большинстве своем являются непрерывными, организованными в виде производственных линий, участков, цехов, предприятий в целом.

ХТП проводятся в соответствии с регламентом и имеют обычно несколько состояний (режимов): нормальное, пуск, останов, аварийное, предаварийное и т.п. Во всех этих состояниях в атмосферу могут выбрасываться загрязняющие вещества. Особенный интерес представляет нормальное (рабочее) состояние ХТП. В соответствии с регламентом, в этом состоянии предусмотрены выбросы загрязняющих веществ, не превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК). Однако, если рядом расположено несколько ХТП, работающих одновременно, то суммарные их выбросы могут превысить ПДК. Именно к такому случаю относятся комплексы химических производств, ярким представителем которых является НАК «Азот», расположенный на территории МО город Новомосковск Тульской области.

Ранее был предложен подход к управлению концентрацией загрязняющих веществ в атмосфере [1,2]. В его основе лежит «коллективная ответственность» - принцип, в соответствии с которым все предприятия, выбрасывающие в атмосферу загрязняющие вещества, должны принимать совместные усилия, направленные на уменьшение суммарной концентрации загрязняющих веществ. Это достигается незначительным уменьшением производительности (нагрузки) производственных мощностей.

Так как на реально действующих предприятиях невозможно ставить эксперименты по снижению нагрузки, было принято решение провести имитационное моделирование в Matlab Simulink с целью выяснить допустимые пределы изменения нагрузки.

#### Литература

1. Волков В.Ю., Батышкина В.В., Интеллектуальная система экологического менеджмента атмосферного воздуха промышленного кластера. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2012. № 3. С. 272-281.

2. Волков В.Ю., Интеллектуальная система оценки влияния промышленных предприятий на концентрацию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, Датчики и системы. 2009. № 10. С. 10-13.

УДК 681.5

*Брыков Б.А., Лопатин А.Г.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТОРОМ СИНТЕЗА ПОЛИСТИРОЛА**

Особенностью процесса суспензионной полимеризации стирола (СПС) является сложное сочетание химических и сопровождающих их физических явлений, находящихся во взаимной связи и зависимости друг от друга, что приводит к существенному изменению тепловой и гидродинамической обстановки в реакторе. Отличительной особенностью кинетики этого процесса является наличие гелевого эффекта, который приводит к изменению параметров объекта управления.

При синтезе системы управления процессом СПС в системе MatLab была использована математическая модель Куртиану, позволяющая проследить во времени изменение конверсии мономера. Тепловой баланс реактора представлен в виде дифференциального уравнения, связывающего приход и расход тепла процесса.

Адекватность полученной математической модели проверена путем наложения графиков изменения температуры реакционной массы и напряжения, подаваемого на нихромовую нить, полученных в результате моделирования процесса с данными, полученными в результате проведения экспериментов на лабораторном реакторе, погрешность составила не более 5%.

На основании разработанной математической модели ректора полимеризатора была рассмотрена работа классической и нечеткой системы управления.

Нечёткая система, реализующая нечеткий ПИ-регулятор была реализована по система типа Мамдани, т.е. заданы две входные переменные - для пропорциональной и интегральной составляющих, и одна выходная переменная. Для лингвистического описания каждой переменной выбраны семь треугольных термов, а также диапазоны изменения каждой переменной. Термы выходной переменной выбирали непересекающимися, что повышает чёткость регулирования. После этого была сформирована база правил нечеткого регулятора.

В результате сравнения графиков было выявлено, что САУ с нечётким ПИ - регулятором гораздо более точно поддерживает необходимую температуру реакционной смеси, а значит использование подобной системы наиболее оправдано.

УДК 681.515

*Иваишков Д.Н, Лопатин А.Г.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НАСТРОЕК ПИ РЕГУЛЯТОРА НА ПРИМЕРЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ В ЕМКОСТИ**

При создании автоматической системы регулирования (АСР) производственных объектов основное значение имеет правильный выбор параметров настройки регуляторов которые обеспечивают оптимальные переходный процессы. Эти задачи решаются на стадии проектирования АСР. Согласно методике, выработанной на основе теоретических исследований и проверенной в практике наладки и эксплуатации АСР, правильный выбор регуляторов и определение параметров их настройки требует знания динамических свойств объекта регулирования. При синтезе систем управления промышленными объектами достаточно широкое применение нашел ПИ - регулятор.

Сравнительный анализ методов расчета оптимальных настроек ПИ - регулятора проводили на примере объекта управления которым являются две последовательно соединенные емкости с водой. Необходимо было поддерживать уровень, во второй емкости изменяя расход воды на входе в первую емкость.

Для решения поставленной задачи были проведены исследования методик настройки параметров ПИ регулятора: по методу Копеловича, Циглера - Никольса, Коэна - Куна. Моделирование замкнутой системы автоматического управления, было проведено в среде MathLab при помощи пакета Simulink. По результатам имитационного моделирования

были получены графики переходных процессов при возмущении по заданию и по нагрузке.

Анализ методов расчета настроек ПИ регулятора проводили на основе показателей качества переходных процессов: время регулирования, максимальная динамическая ошибка отклонения, перерегулирование.

Согласно показателям самым оптимальным методом настройки ПИ-регулятора по заданию является метод Копеловича аperiodический процесс, т.к. он обеспечивает наименьшее динамическое отклонение и наименьшее перерегулирование. По нагрузке наилучшие результаты даёт метод Копеловича с минимальной квадратичной площадью отклонения: наименьшее динамическое отклонение и отсутствие перерегулирования.

УДК 681.5

*Лопатин А.Г., Вент Д.П., Лопатин К.Г., Лопатина С.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ГИБРИДНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ**

Традиционные линейные ПИ регуляторы, зачастую не обеспечивают удовлетворительного качества управления реальными, как правило, нелинейными промышленными объектами. В этих условиях высокую эффективность показывают fuzzy регуляторы, которые за счет выбора их параметров могут стать нелинейными и наилучшим образом приспособленными для управления нелинейными промышленными объектами.

Система управления с гибридным регулятором представлена на рисунке. Сам регулятор представляет из себя сумму двух регуляторов fuzzy П регулятора и классического И регулятора.

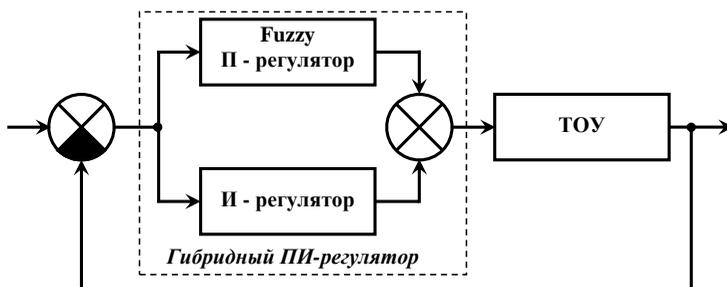


Рис. Одноконтурная САУ с гибридным ПИ регулятором

Fuzzy П регулятор имеет преимущество перед линейным регулятором, так как он обеспечивает переменное усиление на разных этапах переходного процесса.

Fuzzy П регулятор имеет 7 термов для входной и выходной переменной, которые расположены равномерно по базовой шкале, поэтому каждому управляющему правилу соответствует свой коэффициент усиления.

В качестве функций принадлежности использовались треугольная и гаусса форма для входных и выходных переменных, метод дефазификации бисектор.

Результаты расчета интегрального квадратичного критерия качества переходного процесса для классической системы управления и системы с гибридным ПИ регулятором для контура управления температурой реакционной массы в реакторе-полимеризаторе метилметакрилата показали, что гибридный регулятор имеет значения критерия на один порядок меньше.

УДК 681.5

*Лопатин А.Г., Вент Д.П., Лопатин К.Г, Лопатина С.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОЙ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

С целью подавления отрицательного влияния гель-эффекта на температуру процесса полимеризации разработан алгоритм fuzzy коррекции П части ПИ регулятора, база правил которого определяется следующим образом:

Fuzzy коррекция 3 правила

1. Если  $\varepsilon=O$ , то  $k=K3$ ,

2. Если  $\varepsilon=N$ , то  $k=K1$ ,

3. Если  $\varepsilon=P$ , то  $k=K2$ .

Fuzzy коррекция 7 правил

1. Если  $\varepsilon=OB$ , то  $k=K7$ ,

2. Если  $\varepsilon=OS$ , то  $k=K5$ ,

3. Если  $\varepsilon=OM$ , то  $k=K3$ ,

4. Если  $\varepsilon=N$ , то  $k=K1$ ,

5. Если  $\varepsilon=PN$ , то  $k=K2$ ,

6. Если  $\varepsilon=PS$ , то  $k=K4$ ,

7. Если  $\varepsilon=PB$ , то  $k=K6$ .

Функции принадлежности были равномерно распределены по всему диапазону изменения ошибки регулирования ( $\varepsilon$ ) и П части регулятора, максимальное значение которого определяется значением коэффициента усиления ПИ регулятора при котором система находится на границе устойчивости. В качестве функций принадлежности были выбраны треугольные формы.

Структурная схема системы представлена на рисунке.

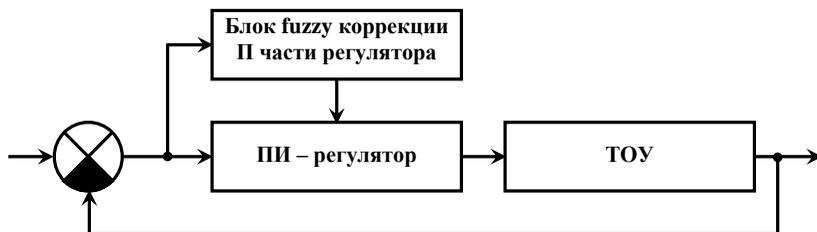


Рис. Одноконтурная САУ с fuzzy коррекцией П части регулятора

Результаты расчета интегрального квадратичного критерия качества переходного процесса для классической системы управления и системы с fuzzy коррекцией П части регулятора для контура управления температурой реакционной массы в реакторе-полимеризаторе метилметакрилата показали, что системы с fuzzy коррекцией имеет значения критерия на один порядок меньше.

УДК 681.5, 004.94

*Ляшенко А.И., Соболев А.В., Вент Д.П.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САУ С ФИЛЬТРАЦИЕЙ МЕТОДОМ СКОльзяЩЕГО СРЕДНЕГО**

Большое значение имеют вопросы практической реализации энергосберегающих САУ (ЭСАУ) для управления реальным технологическим процессом. Наиболее предпочтительным является программный вариант реализации структуры ЭСАУ с соответствующими алгоритмами фильтрации, что дает возможность построения таких систем на базе серийных контроллеров с последующим использованием в современных АСУ ТП. При этом важна разработка математического, программного и алгоритмического обеспечения ЭСАУ.

Однако большинство химико-технологических процессов (ХТП) относятся к классу сложных многосвязных объектов управления, поэтому, прежде чем выходить на реальные объекты, необходимо исследовать поведение синтезируемой ЭСАУ на моделях. Наиболее подходящими для этого являются универсальные системы компьютерного моделирования.

Нами разработана программа для ЭВМ, в которой реализованы компьютерная модель ЭСАУ с фильтрацией методом скользящего среднего и алгоритм автоматизированного расчета параметров системы.

Программирование велось в среде визуально-ориентированного блочного имитационного моделирования VisSim фирмы Visual Solution ([www.vissim.com](http://www.vissim.com)), которая предоставляет широкий спектр возможностей для разработки моделей ХТП, синтеза систем управления различной сложности, их дальнейшего анализа и оптимизации. Возможность интеграции с системой компьютерной математики MathCad фирмы Mathsoft позволяет использовать одновременно достоинства модульного структурированного моделирования и эффективность математических вычислений с помощью численных и аналитических методов.

Предлагаемая разработка позволяет в интерактивном режиме исследовать динамические свойства ЭСАР на примере типовых моделей объектов с двумя каналами управления одной регулируемой величиной, каждый из которых можно описать аperiodическим звеном первого порядка с запаздыванием. В качестве фильтров в ЭСАР используются фильтры типа «скользящее среднее», аппроксимирующие функции которых были реализованы как на дискретных, так и на непрерывных блоках.

Благодаря встроенному блоку автонастройки ЭСАР, в который инкапсулированы MathCad субблоки с соответствующей методикой расчета, пользователь на основании данных об объекте получает рекомендации по выбору оптимальных настроек регуляторов и фильтров.

Используя разработанную программу можно:

- проанализировать возможные виды переходных процессов в ЭСАР (как по регулируемой, так и по управляющим переменным) при отработке детерминированных возмущений;
- оценить устойчивость ЭСАР;
- сравнить качество регулирования в ЭСАР и соответствующих одноконтурных системах;
- непосредственно в процессе симуляции (в режиме реального времени) изучать как влияет на качество регулирования варьирование параметров настройки фильтров и выбор способа их реализации, выбор типа регуляторов и их настроек, а также изменение динамических свойств объекта управления по исследуемым каналам.

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО  
АНАЛИЗА ХТС С ЦЕЛЬЮ СИНТЕЗА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ  
САР**

Важным этапом при синтезе энергосберегающих САР (ЭСАР) является оптимизация статических режимов работы химико-технологической системы (ХТС) по критерию энергосбережения. Наиболее полную оценку процессов преобразования энергии в ХТС можно получить с помощью эксергетического метода термодинамического анализа.

В связи с этим, при разработке структуры и оценке эффективности работы ЭСАР нами применяется эксергетический анализ, позволяющий учесть потенциальную работоспособность энергии, которая не находит отражения в типовом энергетическом балансе. Это позволит выявить скрытые резервы для энергосбережения и повысить уровень энергоэффективности управляемых ХТС.

С использованием принципов объектно-ориентированного программирования на языке C++ разработан программный комплекс, в который входят программы ExergyCalc и ExergySensCTS, позволяющие проводить необходимые расчеты эксергетических характеристик ХТС при синтезе ЭСАР. Разработка проводилась в среде создания приложений Embarcadero RAD Studio XE2.

Для определения основных характеристик ХТС написан базовый класс «UnitCTS» («Химико-технологический узел»). При написании класса «UnitCTS» использован механизм наследования, благодаря которому была выстроена иерархия классов, позволившая перейти от базового класса с более общим описанием ХТС к производным классам (библиотека элементарных технологических операторов), которые наследуют общее описание ХТС и в то же время обладают своими уникальными свойствами и математическими моделями, определяющими связь между параметрами входных и выходных потоков.

Именно указатель на объекты класса «UnitCTS» и передается в качестве аргумента наиболее важным функциям-членам класса «ExergyAnalysisCTS» («Эксергетический анализ ХТС»), в котором реализована сущность подхода для эксергетического исследования некоторой ХТС с целью создания ЭСАР.

Программа ExergyCalc позволяет рассчитать эксергетический баланс ХТС, определить сопутствующие потери эксергии, направлена на

поиск динамических узлов и элементов ХТС, являющихся энергетически неэффективными.

С помощью программы ExergySensCTS пользователь может достаточно удобно и быстро оценить энергетические свойства возможных управляющих воздействий, подводимых к узлам ХТС, и выбрать наиболее энергоэффективное из них при синтезе ЭСАР в статических режимах.

УДК 681.2:536.083

*Азима Ю.И.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНТАКТНЫХ ТЕПЛОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Один из основных источников погрешности измерения теплопроводности высокотеплопроводных материалов при контактном методе измерения температуры являются тепловые сопротивления в зоне контакта термочувствительного элемента с образцом. При измерении данной величины на образцах толщиной от 0,2 до 2 мм, имеющих форму прямоугольной пластины, используется метод квазистационарной точки. Теоретической основой данного метода является интегральной формы уравнения теплопроводности.

В докладе представлено теоретическое обоснование данного метода. Рассмотрена схема конструкции измерительной ячейки. Для оценки влияния контактных тепловых сопротивлений была использована электрическая аналогия в виде упрощенной схемы, отображающей соединение тепловых сопротивлений элементов измерительной ячейки. При вычислении тепловых сопротивлений использовались данные, соответствующие реальным условиям измерения.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы: при анализе погрешности измерения теплопроводности и разработке тепловой модели измерительной ячейки для данной конструкции термопары можно учитывать только ее опору; тепловое сопротивление зоны контакта составляет не более 2% от сопротивления опоры для данного диапазона тепловых сопротивлений зоны контакта.

Для сравнения, если измерять температуру по классической схеме плоского слоя, то для данных размеров, тепловое сопротивление двух зон контакта будет составлять  $(35...1,4 \cdot 10^3)$  % от теплового сопротивления образца, включенного последовательно с ними.

Данные приближенные вычисления погрешности измерения температуры от контактных тепловых сопротивлений были подтверждены

путем имитационного моделирования измерения теплопроводности на дискретной модели измерительной ячейки, включающей все ее элементы.

УДК 681.322

*Кудрявцев А.А., Силин В.В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **К ВОПРОСУ О ВЕРОЯТНОСТНОМ ШИФРОВАНИИ**

Криптография с открытым ключом в значительной степени решает задачу распределения ключей, которая является довольно серьёзной проблемой для криптографии с секретным ключом. С другой стороны злоумышленнику при перехвате шифротекста  $c=E_k(m)$  в любом случае становится известной некоторая информация об открытом тексте  $m$ , поскольку он всегда может без посторонней помощи вычислить значение открытой функции шифрования  $E_k$  для любого нужного ему открытого текста. Задаваясь по своему выбору сообщением  $m_1$ , он может также легко выяснить, верно ли, что  $m=m_1$ , так как это справедливо только, если  $E_k(m_1)=c$ . Даже если нахождение  $m$  из  $c$  и в самом деле трудно осуществить при знании только естественного алгоритма шифрования, что пока ещё не доказано, ничего нельзя сказать о том, сколь велика и в чём состоит возможная частичная утечка информации об  $m$ . Целью вероятностного шифрования является такое криптографическое преобразование над открытым текстом сообщения, при котором никакое легко выполнимое вычисление на основе шифротекста, не может дать какой бы то ни было информации о соответствующем открытом тексте. Основное отличие между вероятностным шифрованием и системами с открытым ключом состоит в том, что естественные алгоритмы шифрования являются при этом вероятностными, а не детерминированными: одно и то же сообщение открытого текста может привести к возникновению большого числа различных шифротекстов. В результате криптоаналитик, имеющий, по его предположению, истинный открытый текст, не сможет долго проверять свою догадку посредством шифрования этого открытого текста с помощью естественного алгоритма и последующего сравнения получившегося результата с перехваченным шифротекстом. Использование системы вероятностного шифрования очень похоже на использование систем с открытым ключом. Но при использовании вероятностного шифрования каждому открытому тексту соответствует довольно большое количество шифротекстов.

УДК 621

*Гринюк О.Н., Маслова Н.В., Федоренко А.И., Ламотенкова Е.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛОПРОКАТА**

Без изделий из металла сегодня не обойдется ни одна отрасль производства, строительства, промышленности. Промышленность развивается, потребности в конструкциях из металла растут. Производство изделий из металлопроката, всегда будет актуальным, пока существует промышленное производство. Продукты металлообработки, используются во всех сферах жизни от промышленности, до дачного хозяйства. Существует множество разных способов обработки металла.

Технологические процессы производства изделий из металлопроката можно разделить на операции, поочередное применение которых позволяет придать исходной плоской заготовке форму и размеры детали, заданной к изготовлению. В основе деления технологических процессов на операции лежат такие признаки, как характер формоизменения, схема напряженного состояния и назначение операции.

Важным условием для построения новых технологических процессов является выбор технологического оборудования. От того насколько правильно будут выполнены расчеты технологических и вспомогательных усилий выполнения операций, определено суммарное усилие и, наконец, осуществлены мероприятия по выбору прессового оборудования зависит рациональность технологического процесса, дающего минимальные трудоемкость и себестоимость изготовления заданных деталей при наилучшем их качестве [1].

При разработке технологического процесса изготовления детали необходимо стремиться к выбору из многочисленных вариантов расчета наиболее экономичного в соответствии с чертежом, программой и техническими условиями.

Но вручную произвести все эти расчеты очень трудоемко, поэтому для автоматизации технологических расчетов применяется различное программное обеспечение: Астра Раскрой 4.2, ИНТЕХ - РАСКРОЙ программа для ЧПУ раскроя металла, семейство программ Cutting, Crude 1.0.0 , АРМ WinMachine 9.0, Программа «KONCUT» , OPTIMIZE 2.2 , «Калькулятор металлиста 4.5D», САПР раскроя листового материала «Винтех RCAM», «Калькулятор металлопроката», «Расчёт нормовремени станочных работ» , Microsoft Excel, Техтран [3]. Однако данные программные продукты зачастую либо узко специализированы, т.е. предназначены для автоматизации расчетов какого-то одного этапа

производства, либо обладают избыточным интерфейсом и слишком высокой стоимостью, доступной только для крупного предприятия по производству изделий из металлопроката, и слишком дороги для применения в небольшом цеху.

Поэтому появилась необходимость в разработке программного обеспечения «MetalNmsk», которое позволило бы автоматизировать технологические расчеты малого предприятия по производству изделий из металлопроката, уменьшить затраты времени на подготовку к выполнению стадий производства, снизить риск повреждения дорогостоящего оборудования ввиду применения неточных настроечных данных.

**MetallNmsk**

**Выбор оптимальной схемы раскроя**  
Введите данные из тех. задания

**Размеры листа**

1200x2000 мм  ввести свои значения

1500x3000 мм L, мм=  H, мм=

**Параметры заготовки**

1. Площадь вырубаемой заготовки, мм<sup>2</sup>

2. Ширина полосы (листа, рулона), мм

прям.схема раскроя  наклон.схема

3. Шаг подачи материала, мм

прям.схема раскроя  наклон.схема

**Результаты расчета**

**Показатель эффективности раскроя**

1. Поперечный раскрой листа

1.1. прям.схема \_\_\_\_\_%, 1.2. наклон.схема \_\_\_\_\_%

2. Продольный раскрой листа

2.1. прям.схема \_\_\_\_\_%, 2.2.наклон.схема \_\_\_\_\_%

**Параметры протокола**

Номер  Дата

Название изделия

**Сохранить результаты в файл**

**Очистить** **Главное меню** **Закрыть**

Рисунок 1. – Расчет эффективности использования металла

Также данная программа позволяет автоматизировать расчеты простых металлоконструкций, заборы, ворота, цистерны и баки, и ряд наиболее популярных расчетов, таких как гаражи и др.

Использование таких основных направлений экономии ресурсов, как внедрение новых технологий, повышение качества сырья и материалов, снижение отходов, использование вторичных ресурсов, позволяет создать надежно действующий противозатратный механизм

функционирования предприятия по производству изделий из металлопроката.

### Список литературы

1. Технологические операции. Расчет силовых параметров: учеб.-метод. пособие / С. И. Арендательева; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2011. – 67с.

УДК 004.89

*Гринюк О.Н., Шульмина Р.В., Безрукова Н.А., Комкова П.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **ТЕХНОЛОГИИ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ**

В настоящее время важным новым и перспективным направлением в интеллектуальном извлечении знаний из данных является многомерный OLAP-анализ (аббревиатура по названию On-Line Analytical Processing переводится как многомерный оперативный анализ данных) [1], который базируется на интеллектуальном процессе обобщения детализированных данных и позволяет получать знания из консолидированных по разным аспектам анализа взаимосвязанных фрагментов информации. Благодаря такой интеллектуальной особенности OLAP-анализ получил в последние годы широкое распространение в практических приложениях, так как он дает возможность аналитикам и менеджерам легко работать с огромными объемами исходных данных, переводя их в очень сжатую, наглядную и синтезированную форму, по существу, в форму извлеченных из данных знаний[1].

Термин OLAP введён в 1993 г. Эдгаром Коддом [Cod93]. Цель OLAP систем – облегчение решения задач анализа данных. Кодд сформулировал 12 признаков OLAP данных, и большинство современных OLAP средств отвечают этим постулатам. К ним относятся: многомерная концепция данных, прозрачность, доступность, постоянная скорость выполнения запросов, клиент-серверная архитектура, различное число измерений, динамическое представление разреженных матриц, многопользовательская поддержка, неограниченные многомерные операции, Интуитивно понятные инструменты манипулирования данными, гибкая настройка конечных отчётов, отсутствие ограничений.

Наиболее часто встречаются следующие применения OLAP технологий: анализ данных (задача, для которой изначально использовались и до сих пор остаются самыми популярными OLAP средства), финансовое планирование\бюджетирование, финансовая

консолидация данных согласно международным стандартам учёта, принимая во внимание доли владения, различные валюты и внутренние обороты.

Следует отметить, что OLAP-функциональность может быть реализована различными способами, начиная с простейших средств анализа данных в офисных приложениях и заканчивая распределенными аналитическими системами, основанными на серверных продуктах. Т.е. OLAP — это не технология, а идеология [2].

Примеры продуктов использующие технологии многомерного анализа данных: Microsoft Excel Pivot Tables, Microsoft Analysis Services, SAP BW, Microsoft PerformancePint, Oracle EPB, Oracle OFA, Oracle Hyperion Planning, , Oracle FCH, Oracle Hyperion FM, Cognos Controller.

Повсеместное распространение компьютеров на производстве, в науке, бизнесе, образовании, быстрое увеличение числа информационных систем масштаба предприятия во всем мире, широкий охват компьютерными средствами автоматизации самых разнообразных технологий, отраслевых комплексов, финансовых структур, международных корпораций, предприятий малого, среднего и крупного бизнеса - все это привело к накоплению, хранению и обработке огромных объемов информации, от оперативности и качества анализа которой во многом стала зависеть выживаемость компаний в условиях острой рыночной конкуренции.

#### Список литературы

1. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/metodika-proektirovaniya-integrirrovannykh-programmnykh-sistem-mnogomernogo-analiza-dannykh#ixzz3pGxcmi4N>
2. Введение в многомерный анализ <http://habrahabr.ru/post/126810/>

УДК 004.41

*Гринюк О.Н., Маслова Н.В., Алексашина О.В., Ламотенкова Е.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СФЕРЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

В нынешних условиях усиления конкуренции, трансформирования её в колоссальный фундамент успеха и возможности компании оставаться на рынке, да и попросту ее выживания – это, несомненно, своевременное предложение продукции, которая соответствует системе мирового уровня..

Системы менеджмента качества (СМК) – это совокупность процессов направленных на достижение целей организации и удовлетворение потребностей клиента. СМК выражена в виде организационной структуры, политик, процедур, процессов и ресурсов.

Часто целью внедрения СМК с последующей сертификацией является желание организации выйти на определенный рынок, попасть на полки конкретных торговых сетей или участие в тендерах. Иногда законы позволяют компаниям имеющим сертифицированную систему качества получать преференции. Подводя итог сказанному, если вы создаете СМК, вы должны понимать какие именно цели преследуете.

В настоящее время на рынке существует достаточное количество предложений программного обеспечения, позволяющего решать стратегические, тактические и оперативные задачи СМК.

Главные задачи, которые нуждаются в информационной поддержке при постановке и регулярном функционировании СМК это задачи «организации деятельности», поддержки «системного и процессного подходов», как методов управления предприятием - управления построенного на принципах менеджмента качества.

Наиболее известны и широко распространены системы, такие как [1]:

- o 1С: Предприятие 7.7. конфигурация "Управление качеством",
- o АВРО-БУС" "СЛУЖБА КАЧЕСТВА, V.2.0" для 1С: Предприятие 7.7",

- o Инталев: Бизнес-процессы,

- o Digital Design "DocsVision "Управление качеством",

- o Хомнет: СМК 8.0

- o IDS Scheer AG комплекс программных продуктов ARIS и др.

Основной особенностью перечисленных программных продуктов является ориентированность на деятельность в сфере производства. При этом особое внимание в них уделяется специфике производственных процессов, процессов, связанных с коммерческой деятельностью предприятий, а также системами организации документооборота.

Существует более 20 технологий проектирования организационно-технических систем и несколько сотен специальных инструментов, предназначенных для автоматизации этого процесса (прежде всего, ARIS Tool Set).

Существуют также средства моделирования, входящие в состав комплексных систем управления предприятиями (SAP/R3, BAAN, Oracle Application и др.).

В мире известно более 400 программных систем, поддерживающих методологию IDEF. Тем не менее, в России из западных систем

распространен BPwin (Allfusion Process Modeler фирмы Computer Associates), распространяемый фирмой ИНТЕРФЕЙС. Из российских систем также заслуживает упоминания бесплатно распространяемый IDEF0Doctor ([http://www.or-rsv.narod.ru/Idef0\\_Doctor/index.htm](http://www.or-rsv.narod.ru/Idef0_Doctor/index.htm)) и Business Studio (<http://www.businessstudio.ru/>) совместный продукт Компания «БАЙТ» и консалтинговой фирмы «Современные технологии управления», а также белорусский продукт IDEF0EMTool фирмы Ориентсофт.

В современных условиях хозяйствования почти все внешние и некоторые российские потребители требуют от российских компаний сертификаты на системы качества по ГОСТ ISO 9001-2011. В России не так уж много сертифицированных предприятий - около 2%. Для сравнения в странах ЕС - порядка 70%, даже в Китае - почти 40%! Тем, не менее, в последнее время наблюдается устойчивая тенденция к росту числа сертифицированных предприятий. На сегодняшний день стандарты ИСО семейства 9000 являются, не только наиболее проработанным предложением по повышению качества, но и общепризнанным стандартом эффективного управления предприятием.

#### **Список литературы**

1. Анализ программного обеспечения в сфере менеджмента качества <http://www.quality.edu.ru/quality/skou/recom/236/>

УДК 621.316

*Куницкий Д.С., Куницкий В.Г.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКОВ УТЕЧКИ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ И НЕСИНУСОИДАЛЬНОЙ ФОРМОЙ НАПРЯЖЕНИЯ**

В работе приведены результаты исследования тока однофазной утечки в комбинированной сети .

Известно, что оценку условий электробезопасности в сетях переменного тока производят по установившимся величинам действующих значений токов утечки [1]. В связи с этим, а так же с учетом общепринятых допущений, в работе приведена модель комбинированной сети с ПЧ, обеспечивающим управление инвертором напряжения в режиме синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ), и УЗО для расчета действующего значения тока однофазной утечки  $I_{ут}$  на участке сети между ПЧ и двигательной нагрузкой. Это соответствует такому варианту электроснабжения, когда протяженность рассматриваемого

участка значительно больше протяженности остальных участков комбинированной сети.

В соответствии с разработанной моделью и на основании принципа наложения, согласно которому расчет  $I_{ут}$  производят в отдельности для каждой из гармоник спектра  $U_{вых.пч}$ , получено аналитическое выражение зависимости  $I_{ут}$  от параметров силового кабеля, частоты и величины  $U_{вых.пч}$  в установившемся режиме утечки.

По результатам расчета на основании полученного выражения построены графики зависимости действующего значения тока однофазной утечки через активное сопротивление 1 кОм от частоты  $U_{вых.пч}$  для различных значений емкости фаз, активных сопротивлений изоляции жил кабеля относительно земли и различном номинальном напряжении на выходе ПЧ.

Анализ графиков, полученных по результатам расчета, позволяет сделать следующие выводы. Ток однофазной утечки не превышает своего максимально допустимого значения в соответствии с требованиями (1)  $I_{ут.доп.} = 100$  мА лишь при определенной протяженности сети, при которой емкость жил кабеля относительно земли составляет менее 0,1 мкФ/фазу.

УДК 519.4 519.4

*Платонова О. Ю.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **О ПРОБЛЕМЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПОДГРУПП В ГРУППАХ АРТИНА С ДРЕВЕСНОЙ СТРУКТУРОЙ**

Пусть  $G$  – конечно порожденная группа Артина с копредставлением

$$G = \langle a_1, a_2, \dots, a_n; \langle a_i a_j \rangle^{m_{ij}} = \langle a_j a_i \rangle^{m_{ji}} \rangle, \quad \text{где}$$

$\langle a_i a_j \rangle^{m_{ij}} = a_i a_j a_i \dots$  – слово длины  $m_{ij}$ , состоящее из  $m_{ij}$  чередующихся букв  $a_i$  и  $a_j, i \neq j$ ,  $m_{ij}$  – число, соответствующее симметрической матрице Кокстера,  $m_{ij} \geq 2$  при  $i \neq j$ .

Будем говорить, что группа Артина  $G_\Gamma$  имеет древесную структуру, если между вершинами конечного дерева – графа  $\Gamma$  и образующими группы можно установить соответствие такое, что если  $a_i$

и  $a_j$  являются вершинами ребра  $e$ , то ребру соответствует соотношение вида  $\langle a_i a_j \rangle^{m_j} = \langle a_j a_i \rangle^{m_i}$ .

Основная задача данной работы – решение проблемы пересечения циклических подгрупп в группах Артина с древесной структурой.

**Теорема 1.**[2]. В группе Артина с древесной структурой разрешима проблема равенства слов.

**Теорема 2.**[2]. В группе Артина с древесной структурой разрешима проблема сопряженности слов.

**Теорема 3.** [3] Группа Артина с древесной структурой свободна от кручения.

**Теорема 4.** [4] В группах Артина с древесной структурой разрешима проблема вхождения в циклические подгруппы данных групп.

**Теорема 5.** В группе Артина с древесной структурой разрешима проблема слабой степенной сопряженности: пусть  $w \notin \langle v \rangle$ , необходимо выяснить, существует ли такое слово  $z$ , что  $z^{-1}wz \in \langle v \rangle$ .

**Теорема 6.** В группе Артина с древесной структурой разрешима проблема степенной сопряженности.

**Теорема 7.** В группах Артина с древесной структурой типа разрешима проблема пересечения двух циклических подгрупп.

#### Список литературы

1. Безверхний, В.Н. Решение проблемы сопряженности слов в группах Артина и Кокстера большого типа [Текст] / В.Н. Безверхний // Алгоритмические проблемы теории групп и полугрупп. - 1983. - С. 26-62.
2. Безверхний, В.Н. Проблема равенства и сопряженности слов в группах Артина с древесной структурой [Текст] / В.Н. Безверхний, О.Ю. Карпова\* // Известия Тульского государственного университета. Серия Математика. Механика. Информатика. - 2006. - Том 12. - Выпуск 1. - С.67-82.
3. Безверхний, В.Н. О кручении в группах Артина с древесной структурой [Текст] / В.Н. Безверхний, О.Ю. Карпова\* // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. - 2008. – Выпуск 2. - С.6-17.

*Матвеев В.А., Ребенков А.С.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## ОТОБРАЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ ЦЕНТРИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Пусть  $f : X \rightarrow Y$  - непрерывное отображение топологических пространств и  $y \in Y$ . Если  $A, B \subseteq X$ , то запись  $A \subseteq_y B$  означает, что существует окрестность  $O \subseteq Y$  точки  $y$  такая, что  $A \cap f^{-1}O \subseteq B$ . Далее,  $A =_y B$  равносильно  $A \subseteq_y B$  и  $B \subseteq_y A$ . Система  $p = \mathcal{U}_\alpha$  открытых в  $X$  множеств называется  $y$ -центрированной, если она содержит прообразы всех окрестностей точки  $y$  и для любых  $U_1, \dots, U_k \in p$  справедливо  $\bigcap U_i \neq_y \emptyset$ . Система  $p$  называется максимальной  $y$ -центрированной системой, если её нельзя включить в ни в какую большую  $y$ -центрированную систему открытых множеств.

Определим  $Q_y = \mathcal{A} : p - y - \text{конец}$ ;  $\Theta(\mathcal{K}) \underset{y}{=} \bigcup \mathcal{U}_y^* : y \in Y$ . Далее строим отображение  $\Theta f : \Theta(\mathcal{K}) \rightarrow Y$ : пусть  $p \in \Theta(\mathcal{K})$ , т.е. для некоторой точки  $y \in Y$  будет  $p \in Q_y$ . Тогда считаем, что  $\Theta f \underset{y}{=} p$ .

Пусть  $U$  открыто в  $X$ . Через  $O_U$  обозначим множество всех  $y$ -концов по всем  $y \in Y$ , содержащих множество  $U$ .

Замечание. Если  $U \subseteq_y V$ , то  $O_U \subseteq_y O_V$ .  $O_{U \cap V} = O_U \cap O_V$ ;  $O_{U \cup V} =_y O_U \cap O_V$ ;  $O_U =_y \Theta(\mathcal{K}) \underset{X \setminus \{U\}}{\}$ .

Теорема. Множества  $\mathcal{U}_U : U$  открыто в  $X$  образуют базу некоторой топологии на множестве  $\Theta(\mathcal{K})$ , причём в этой топологии пространство  $X$  всюду плотно в  $\Theta(\mathcal{K})$ .

Теорема. Если  $f : X \rightarrow Y$  отделимое отображение, то  $\Theta f : \Theta(\mathcal{K}) \rightarrow Y$  является непрерывным отделимым совершенным отображением.

Замечание. Множество всех окрестностей точки  $x \in X$  является  $fx$ -центрированной системой, но не обязательно будет  $fx$ -концом. Кроме того, эта система может дополниться до  $fx$ -конца не единственным образом, т.е. точка  $x \in X$  может расщепиться до

нескольких  $fx$ -концов. С другой стороны,  $y$ -конец может вообще не содержать ни одну систему окрестностей точек из  $X$ . Эти обстоятельства делают отображение  $\Theta f$  естественным инструментом для изучения продолжений отображения  $f$ .

УДК 338.27.015

*Бездомников А. В.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ТРЕНДОВОЙ МОДЕЛИ**

Независимо от вида и способа построения математической модели вопрос о ее возможности ее применения и прогнозирования может быть решен только после установления ее адекватности, т. е. соответствия ее модели исследуемому процессу или объекту. Так как полного соответствия модели реальному процессу быть не может, адекватность - в какой-то мере условное понятие. При моделировании имеется в виду не адекватность вообще, а по тем свойствам модели, которые считаются существенными для исследования. Трендовая модель конкретного временного ряда считается адекватной, если правильно отражает систематические компоненты временного ряда, Это требование эквивалентно требованию, чтобы остаточная компонента  $e_t = Y - Y_p$  удовлетворяла свойствам случайной компоненты:

- 1.случайность колебаний уровней остаточной компонент. Критерием для данной проверки может служить критерий пиков (поворотных точек).
- 2.соответствие распределения остаточной компоненты нормальному закону распределения. Наиболее простой способ основан на так называемом RS-критерии. Этот критерий численно равен отношению размаха вариации случайной величины  $R$  к стандартному отклонению  $S$ ;
- 3.соответствие распределения остаточной компоненты нормальному закону распределения и равенство нулю математического ожидания остаточной компоненты; Проверка равенства нулю математического ожидания остаточной компоненты, если она распределена по нормальному закону, осуществляется по  $t$ -критерию Стьюдента;
- 4.независимость значений уровней остаточной компоненты. Смысл проверки заключается в проверке отсутствия существенной автокорреляции в ряду остаточной компоненты, которая может осуществляться по ряду критериев наиболее распространенным из которых является  $d$ -критерий Дарбина–Ватсона. Расчетное значение критерия сравнивается с верхним  $d_2$  и нижним  $d_1$  критическими значениями статистики Дарбина–Ватсона, зависящими от уровня значимости, объема исследуемой выборки и числа параметров уравнения регрессии.

УДК 59.45

*Беляев Ю.И., Гербер Ю.В., Беляева Е.Ю.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

### **КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ КИТ-ВМ**

Компьютерный измеритель теплопроводности и КИТ-ВМ предназначен для измерения теплопроводности и температуропроводности высокотеплопроводного керамического композиционного материала. Малые габариты прибора, поддержка интерфейса USB, а также точность и быстрота измерения делают прибор удобным для организации измерений, требующих высокую степень мобильности.



Принцип действия прибора основан на интегральном методе измерения теплопроводности, разработанном в КБ “Теплофон”. Он заключается в тепловой стимуляции образца в центре диска с последующим монотонным охлаждением образца через кольцевой тепломер и измерением радиальной разности температур и радиального теплового потока.

## СЕКЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 681.326

*Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Бобров Н.В., Гуркин Е.А.*  
(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)  
**МЕТОДИКИ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ**

Основной особенностью используемых в рамках концепции больших данных подходов является возможность обработки информационного массива целиком для получения более достоверных результатов анализа.

Источников больших данных в современном мире великое множество. В их качестве могут выступать непрерывно поступающие данные с измерительных устройств, события от радиочастотных идентификаторов, потоки сообщений из социальных сетей, метеорологические данные, данные дистанционного зондирования земли, потоки данных о местонахождении абонентов сетей сотовой связи, устройств аудио- и видеорегистрации.

Массовое распространение перечисленных выше технологий и принципиально новых моделей использования различно рода устройств и интернет-сервисов послужило отправной точкой для проникновения больших данных едва ли не во все сферы деятельности человека. В первую очередь, научно-исследовательскую деятельность, коммерческий сектор и государственное управление.

Существует множество разнообразных методик анализа массивов данных: A/B testing, Association rule learning, Classification, Cluster analysis, Crowdsourcing, Data fusion and data integration, Data mining, Ensemble learning, Genetic algorithms, Machine learning, Natural language processing (NLP), Network analysis, Optimization, Pattern recognition, Predictive modeling, Regression, Sentiment analysis, Signal processing, Spatial analysis, Statistics, Supervised learning, Simulation, Time series analysis, Unsupervised learning, Visualization.

Большое разнообразие данных, возникающих в результате огромного числа всевозможных транзакций и взаимодействий, предоставляет собой прекрасную фундаментальную базу для бизнеса по уточнению прогнозов, оценке перспектив развития продуктов и целых направлений, лучшего контроля затрат, оценки эффективности и т.д. С другой стороны, большие данные ставят непростые задачи перед любым ИТ-подразделением. Мало того, что они принципиально нового

характера, при их решении важно учитывать накладываемые бюджетом ограничения на капитальные и текущие затраты.

УДК 681.326

*Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Бобров Н.В., Гугнин А.И.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **НОВЕЙШИЕ ТЕНДЕНЦИИ ВЕБ-ДИЗАЙНА**

В истории веб-дизайна были тенденции, которые оказались действительно полезными, прижились, стали стандартом. Подобные тренды будут жить дальше.

Также были тенденции, которые появились просто потому, что этому способствовало развитие технологий и дизайнерской мысли в целом. Такие тренды быстро отмирают, заменяются другими.

В 2015 году выделяется 7 основных направлений развития веб-дизайна.

1. Гибкая типографика. Акцент на контенте играет роль выраженной попыткой представить слово в соответствии с развивающимися типографскими принципами.

2. Автоматизация верстки. Сегодня дизайнеры могут создавать сайты, не написав ни единой строчки кода. Они теперь имеют удобные решения для разработки и внедрения современных, профессиональных веб-сайтов для своих клиентов.

3. Отзывчивый дизайн. Каждая платформа имеет свои уникальные требования. Огромный выбор различных смарт-устройств заставит веб-дизайнеров адаптировать свои методы.

4. Плоский дизайн заполнит каждый пиксель. Появившись в некоторых отраслях индустрии у таких гигантов как Microsoft, Google и Apple, тренд плоского дизайна находится на пике популярности.

5. Большие изображения. Крупнее становится не только текст - изображения тоже. Основной тенденцией становится использование изображений в качестве фона.

6. Анимация прокрутки, эффект параллакса. Использование прокрутки вместо кликов в качестве метода навигации является блестящим решением. Требуется меньше времени на загрузку страницы, и, что более важно, стало возможным плавно попадать из одного раздела в другой без обновлений страниц. Информация поступает постепенно.

Тренды в веб-дизайне приходят и уходят, но творческая изобретательность дизайнеров приводит к изменениям в стандартах веб-дизайна. Дизайнеры преобразуют идеи в тенденции, а тенденции — в стандарты.

**ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ СЕТИ SDN (SOFTWARE-DEFINED NETWORK)**

Виртуализация распространяется сегодня не только на серверы, но и на сети, и на системы хранения — этого требует бизнес, не готовый платить за неиспользуемые ИТ-ресурсы. Вся стратегия компании будет теперь строиться вокруг SDN, с помощью которых можно автоматизировать стандартные функции вроде создания виртуальных машин и распределения ресурсов хранения.

Средства SDN позволяют эффективнее и проще управлять облачными конфигурациями. Для корпоративного сектора это возможность управления и оптимизации сложной инфраструктурой, а для среднего и малого бизнеса — инструмент эффективной работы с публичными облаками. Происходящий сдвиг парадигмы потребления с аппаратных и программных продуктов на сервисы требует для своей реализации новых решений.

Современные тенденции, такие как рост числа подключенных к Интернету устройств, рост объемов информации, развитие «облачных» технологий, большие данные, постоянно меняют конфигурации корпоративных сетей. Идет наращивание объемов сетевого трафика, и у бизнеса все чаще возникает необходимость конфигурировать крупномасштабные сети.

Решить эту задачу могут технологии программно-конфигурируемых сетей SDN и функциональной виртуализации сетей NFV (Network Function Virtualization), которые позволяют перевести сетевые элементы под контроль настраиваемого программного обеспечения, сделать их более интеллектуальными, облегчить управление ими.

Механизм виртуализации сетей построен на базе свободного программного обеспечения, что позволяет сетевым администраторам быстрее и эффективнее управлять большими потоками данных с одной консоли.

В настоящее время любая организация, интересующаяся построением «облаков», должна обратить внимание на технологию виртуализации сетей и SDN. В ближайшем будущем все производители сетевого оборудования адаптируют к SDN свои решения, и программно-определяемые сети станут обычной практикой.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРАНСПОРТНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ГОРОДА**

Информационно-справочная система общественного транспорта города должна в удобной для пользователя форме выводить информацию о транспортной подсистеме города. Пользователи не должны испытывать трудности при работе с такой системой. Такая система станет очень полезной для всех жителей города, так и для туристов.

Информационная система общественного транспорта города должна включать карту города, маршруты и остановки общественного транспорта, а также расписание маршрутов.

Выбор программных средств, для реализации данного проекта состоит из двух этапов: выбор программы для реализации самой карты города, выбор программных средств для реализации визуального интерфейса. Карта может быть создана в ГИС таких как, ИнГео, GeoDraw, MapInfo, ArcInfo. Для создания визуального интерфейса необходимы программные продукты, поддерживающие карты MapInfo и нацеленные на использование в Интернет. Формат карт MapInfo поддерживают языки C# и Java. Среди сред разработки только Visual Studio (при наличии плагинов) может работать с картами MapInfo. Поэтому, был сделан выбор, использовать язык программирования C# в среде Visual Studio.

Таким образом, в качестве базовых программных средств для работы транспортной подсистемы города могут быть выбраны:

1) Платформа .NET Framework —обеспечивает взаимодействие с существующим программным кодом и поддерживает различные языки программирования, использует среды разработки Visual Studio и языка C, кода ASP.NET или XML.

2) Язык программирования C#- обеспечивает XML – документации и полный доступ к библиотеке базовых классов .NET, а также легкий доступ к Windows API.

3) Visual Studio 2008 – включает в себя инструменты веб-разработки. Предоставляет технологию быстрой разработки приложений LINQ (Language Integrated Query).

4) Геоинформационная система Map Info – позволяет визуализировать и анализировать пространственные данные, позволяет использовать внутренние функции языка MapBasic для геопространственных запросов.

**ОБНАРУЖЕНИЕ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ  
ПОДКЛЮЧЕНИЙ К ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ В РЕЖИМЕ  
РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Рассмотрим технологию построения Системы Обнаружения Несанкционированных Подключений (СОНП), основывающуюся на анализе SNMP сообщений об изменении статуса порта, получаемых от сетевых коммутаторов, и определение неавторизованных подключений на основе отсутствия MAC адреса устройства в базе данных авторизованных хостов сети.

Анализ соединения позволяет определить важную информацию о сетевых свойствах (MAC адрес, IP адрес, VLAN, номер порта сетевого коммутатора, сетевое имя), и месторасположение подключенного компьютера. После этого, с помощью базы данных соединений, хранящей информацию о соединениях и их статусе «Разрешено/Запрещено», производится проверка соединения на легитимность. Если обрабатываемое соединение зарегистрировано в базе, как разрешенное, то на этом его обработка завершается. Т.е. система просто игнорирует произошедшее события, расценивая его, как нормальную активность. Если же соединение опознано как Запрещенное или неопознанное (новое) на консоль Администратора безопасности высылается Тревожное сообщение, а в БД Соединений заносится информация о факте нового или запрещенного соединения.

Используя рассмотренный выше алгоритм, как основу, несложно использовать Систему для выполнения следующих функций:

- От мониторинга к проактивному управлению: при обнаружении запрещенного подключения СОНП автоматически выключает соответствующий порт коммутатора и автоматически помещает соответствующий порт коммутатора в гостевой VLAN.

- Интеграция с другими системами: система заявок - ИТ регистрирует заявку на новый компьютер. При возникновении тревожного события соответствующий инцидент автоматически генерируется в системе регистрации заявок и направляется на исполнение службе информационной безопасности. Поддерживается БД СКС и учета компьютерного оборудования.

- Ведение журналов истории соединений: Ведение истории физического перемещения устройств в сети. Ведение журнала включений и выключений устройств в сети.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ КОНТЕНТНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ**

В настоящее время контентную фильтрацию нельзя выделить в отдельную область компьютерной безопасности, настолько она переплелась с другими направлениями. В обеспечении компьютерной безопасности контентная фильтрация очень важна, поскольку позволяет вычленять потенциально опасные вещи и корректно их обрабатывать. Подходы, появившиеся при разработке продуктов для контентной фильтрации, находят применение в продуктах для предотвращения вторжений (IDS), распространения вредоносного кода и других негативных действий.

Одна из общих тенденций развития продуктов информационной безопасности — стремление реализовать различные функции в одном устройстве или программном решении. Как правило, разработчики стараются выполнить решения, которые кроме функций контентной фильтрации еще выполняют и функции антивируса, межсетевого экрана и/или системы обнаружения и предотвращения вторжений. С одной стороны, это позволяет снизить затраты компаний на покупку и сопровождение систем безопасности, но с другой — функциональность таких систем часто оказывается ограниченной. Например, во многих продуктах функции фильтрации Web-трафика сведены только к проверке адресов сайтов относительно какой-либо базы данных категорий сайтов.

К этому же направлению можно отнести и развитие продуктов в соответствии с концепцией Unified Threat Management (*UTM*), которая обеспечивает унифицированный подход к предотвращению угроз независимо от того, какой из протоколов или какие данные обрабатываются.

Этот подход позволяет избежать дублирования функций защиты, а также обеспечить актуальность данных с описанием угроз для всех контролируемых ресурсов.

Стоит также отметить, что в последние годы начали появляться продукты с открытым исходным кодом для контентной фильтрации. В большинстве случаев они не достигают такого функционала как коммерческие приложения, однако есть конкретные решения и области применения, где они могут составить реальную угрозу.

## **РАЗВИТИЕ РОССИЙСКИХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Все последние десятилетия наш рынок ИТ был рынком американских и азиатских ИТ-гигантов. Доля отечественной ИТ-продукции на нем существенно варьируется в зависимости от сегмента и области применения. Все программное обеспечение, представленное на рынке, можно условно разделить на две категории: системное и прикладное. Системное ПО фактически предоставляет среду и сервисы для работы прикладного ПО. Именно на уровне системного ПО часто решаются базовые вопросы обеспечения надежной и безопасной работы приложений. Поэтому наличие отечественных решений в данном сегменте становится стратегически важной задачей.

Общую сегодняшнюю ситуацию с российскими ОС на рынке можно охарактеризовать словами – «нишевые решения». Это не означает, что функционально продукты ориентированы на работу в определенном сегменте рынка, а скорее констатирует факт использования отечественных ОС только в отдельных областях. В первую очередь это, конечно, военное применение, использование в силовых структурах и ряде государственных органов. Резко повысившийся интерес к импортозамещению дает реальный шанс расширить эти границы. Большинство российских ОС базируется на различных версиях Linux, используя преимущества открытого кода и добавляя к нему собственные разработки. Все они содержат офисные пакеты, средства работы с почтой и Интернетом, а также стандартный набор серверных компонентов.

Можно выделить основные отечественные ОС:

1. ALT Linux (рабочие станции, серверы)
2. «Роса» (рабочие станции, серверы, «тонкие клиенты»)
3. Astra Linux (рабочие станции, серверы, коммутационное оборудование, мэйнфреймы)
4. «Заря» (рабочие станции, серверы)
5. «Эльбрус» (рабочие станции, серверы)

Основной тенденцией в этой области является увеличение внимания работе на массовом рынке и созданию технологий, уникальных в мировом масштабе.

**ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

Внешние события, на которые система реального времени должна реагировать, можно разделить на периодические (возникающие через регулярные промежутки времени) и непериодические (возникающие непредсказуемо). Возможно наличие нескольких потоков событий, которые система должна обрабатывать. В зависимости от времени, затрачиваемого на обработку каждого из событий, может оказаться, что система не в состоянии своевременно обработать все события. Если в систему поступает  $m$  периодических событий, событие с номером  $i$  поступает с периодом  $P_i$  и на его обработку уходит  $C_i$  секунд работы процессора, все потоки могут быть своевременно обработаны только при выполнении условия. Система реального времени, удовлетворяющая этому условию, называется поддающейся планированию или планируемой. Соотношение  $C_i/P_i$  является просто частью процессорного времени, используемого процессом  $i$ , а сама сумма – это коэффициент использования (или коэффициент загрузки) процессора, который, естественно, не может быть больше 1.

Пусть имеется система с тремя периодическими сигналами с периодами 100, 200, 500 мс соответственно. Если на обработку этих сигналов уходит 50, 30, 100 мс, система является поддающейся планированию, поскольку  $0,5+0,15+0,2 < 1$ . Даже при добавлении четвертого сигнала с периодом в 1 с системой все равно можно будет управлять при помощи планирования, пока время обработки сигнала не будет превышать 150 мс. Эти расчеты не являются абсолютно верными, так как не учитывают время переключения контекста и не учитывает возникновение непериодических событий.

Алгоритмы планирования заданий могут быть разделены на статические и динамические. Статические алгоритмы определяют приемлемый план выполнения заданий по их априорным характеристикам, динамический алгоритм модифицирует план во время исполнения заданий. Часто используют статический алгоритм планирования RMS (Rate Monotonic Scheduling – планирование с приоритетом, пропорциональным частоте). Другим популярным алгоритмом планирования является алгоритм EDF (Earliest Deadline First – процесс с ближайшим сроком завершения в первую очередь). Алгоритм EDF представляет собой динамический алгоритм.

**СИСТЕМА КРИПТОВАЛЮТЫ BITCOIN**

Bitcoin (BTC), новая полноценная современная цифровая валюта, имеет свой курс по отношению к другим валютам. BTC – это одноименная денежная единица, которая обращается внутри системы равноправных клиентских программ. В системе может существовать максимум 21 миллион единиц. После генерации последней монеты их количество не изменяется. В системе используются и более мелкие денежные единицы (миллибиткойн – 1mBTC, микробиткойн – 1uBTC, сатоши – 1satoshi). Установленные у пользователей программы-кошельки являются частью сети Bitcoin. Каждый пользователь Bitcoin может иметь любое количество кошельков и платежных адресов (верификация в системе не обязательна). Чтобы пополнить Bitcoin- кошелек, необходимо обратиться к услугам биржи (нужно купить монеты).

Добытчиков новых виртуальных монет (награда за поддержку сети), проводящих все транзакции криптовалюты, называют майнерами. Они записывают в один блок все транзакции, которые произошли в сети с момента выпуска предыдущего, а затем подписывают его криптографической подписью. Каждый следующий блок вычисляется на основе подписи предыдущего (именно это обеспечивает безвозвратность транзакций). Так блоки цепляются между собой и образуют цепочку Blockchain (распределенную базу данных). Чем длиннее цепь, тем труднее взломать сеть. Система Bitcoin выделяется прозрачностью расчетов, хорошей защитой, возможностью анонимных расчетов, а также доступностью и децентрализацией.

Bitcoin не является единственной криптовалютой. Среди альтернатив выделяют Litecoin, Terracoin, Rpscoin, Namecoin (применяются модифицированные Bitcoin - алгоритмы), Novacoin.

Система Bitcoin уязвима к DDoS – атакам. В целях затруднения работы системы злоумышленники прибегают к проведению мелких микротранзакций (неофициальное название метода «пыль»). В качестве одного из объектов атаки злоумышленники использовали кошелек портала Wikileaks.

Атакующие также могут увеличить генерируемую нагрузку на сеть, в том числе назначив вознаграждение за обработку «пыли». Это позволит повысить приоритет транзакций и занять сеть обработкой спама, переместив обычные платежи в длительную очередь.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АСУ  
НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Управление сложными объектами с применением АСУ состоит из последовательности циклически повторяющихся этапов: формирование целей управления объектом и количественных критериев оценки их достижения, уточнение объекта управления и структурный синтез его модели, идентификация параметров модели объекта, планирование и выполнение эксперимента для уточнения параметров модели, синтез и реализация оптимального управления, адаптация АСУ к изменениям объекта и среды.

Степень достижения объекта цели на этапе реализации управления характеризует эффективность АСУ.

Цели, задачи и состояние объекта управления изменяются и зависят от внутренних и внешних факторов по отношению к объекту. В связи с этим для обеспечения оптимального управления объектом АСУ должна изменяться в процессе эксплуатации в зависимости от состояния объекта, окружающей среды и решаемых задач. Для синтеза оптимального управления, реализация которого переводит объект в целевое состояние, требуется адекватная модель объекта, являющаяся составной частью АСУ.

Управляющему воздействию на объект соответствует прогнозируемое значение критерия достижения цели  $E_n$ . Реализация управления объектом эффективно, если выполняется неравенство  $E_n \geq E_\phi$ , где  $E_\phi$  – фактический показатель критерия.

Простейшая коррекция модели связана с подстройкой ее параметров без изменения структуры. Если изменяется структура объекта, его связи с окружающей средой, то одной коррекции параметров модели может оказаться недостаточно, потребуется изменение структуры модели и учет дополнительных факторов.

Для эффективного применения АСУ требуется непрерывная коррекция модели объекта управления.

Одним из способов этой проблемы является применение нейросетевых моделей.

**АНАЛИЗ АЛГОРИТМА ДИФФИ - ХЕЛЛМАНА**

Алгоритм Диффи - Хеллмана (англ. Diffie-Hellman, DH) - алгоритм, позволяющий двум сторонам получить общий секретный ключ, используя незащищенный от прослушивания, но защищенный от подмены, канал связи. Этот ключ может быть использован для шифрования дальнейшего обмена с помощью алгоритма симметричного шифрования. Рассмотрим данный алгоритм. Предположим, что обоим абонентам известны некоторые два числа  $g$  и  $p$  (например, они могут быть «защиты» в программное обеспечение), которые не являются секретными и могут быть известны также другим заинтересованным лицам. Для того, чтобы создать неизвестный более никому секретный ключ, оба абонента генерируют большие случайные числа: первый абонент - число  $a$ , второй абонент — число  $b$ . Затем первый абонент вычисляет значение  $A = g^a \bmod p$  и пересылает его второму, а второй вычисляет  $B = g^b \bmod p$  и передает первому. Предполагается, что злоумышленник может получить оба этих значения, но не модифицировать их (т.е. у него нет возможности вмешаться в процесс передачи). На втором этапе первый абонент на основе имеющегося у него  $a$  и полученного по сети  $B$  вычисляет значение  $B^a \bmod p = g^{ab} \bmod p$ , а второй абонент на основе имеющегося у него  $b$  и полученного по сети  $A$  вычисляет значение  $A^b \bmod p = g^{ab} \bmod p$ . Как нетрудно видеть, у обоих абонентов получилось одно и то же число:  $K = g^{ab} \bmod p$ . Его они и могут использовать в качестве секретного ключа, поскольку здесь злоумышленник встретится с практически неразрешимой (за разумное время) проблемой вычисления  $g^{ab} \bmod p$  по перехваченным  $g^a \bmod p$  и  $g^b \bmod p$ , если числа  $p, a, b$  выбраны достаточно большими.

1. генерирует случайное натуральное число  $a$  - закрытый ключ
2. совместно с удаленной стороной устанавливает открытые параметры  $p$  и  $g$  (обычно значения  $p$  и  $g$  генерируются на одной стороне и передаются другой), где  $p$  является случайным простым числом,  $g$  является первообразным корнем по модулю  $p$
3. вычисляет открытый ключ  $A$ , используя преобразование над закрытым ключом  $A = g^a \bmod p$
4. обменивается открытыми ключами с удаленной стороной
5. вычисляет общий секретный ключ  $K$ , используя открытый ключ удаленной стороны  $B$  и свой закрытый ключ  $a$ .

## **ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ХТП**

Проблема прогнозирования состояния качества атмосферного воздуха актуальна как для оперативного и долгосрочного прогнозирования концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, так и для идентификации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосфере.

МО г.Новомосковск является крупным промышленным центром Тульской области. Одна из острых проблем города - загрязнение атмосферного воздуха жилой зоны промышленными выбросами химических предприятий.

Для решения задач долгосрочного (от 4 сут. до 1 мес.) и оперативного (от нескольких часов до 3 сут.) прогнозирования концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе используются известные подходы к моделированию распространения вредных примесей загрязнения в атмосферном воздухе и прогнозированию загрязнения атмосферного воздуха.

Однако, как показывает практика, реальные значения концентраций загрязняющих веществ сильно зависят от метеоусловий и могут значительно отличаться от результатов моделирования.

Для принятия оперативных управляющих решений, направленных на поддержание уровня загрязнения атмосферы в пределах норм и законов, особенно важен краткосрочный прогноз, так как именно по его результатам в течение 2-3 часов необходимо принимать срочные меры по снижению концентрации загрязняющих веществ в атмосфере.

Для повышения достоверности краткосрочного прогноза был разработан метод, базирующийся на принципах технического анализа.

Технический анализ – совокупность приемов и методов исследования рынка ценных бумаг. Цель технического анализа – определение наиболее вероятного направления движения рыночного курса ценных бумаг.

Технический анализ дает возможность прогнозировать тенденцию изменения величины, основываясь на истории ее предыдущих значений, предполагая существование скрытых закономерностей, влияющих на эту тенденцию. Именно это предположение и было положено в основу разработанного метода краткосрочного прогнозирования загрязняющих веществ.

**ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОЦЕССА  
ПОЛУЧЕНИЯ АЦЕТИЛЕНА ОКИСЛИТЕЛЬНЫМ  
ПИРОЛИЗОМ ПРИРОДНОГО ГАЗА**

Основной задачей системы эффективной диагностики состояния процесса окислительного пиролиза является своевременное обнаружение нарушений, приводящих к внештатным ситуациям, для чего необходимо определить область наиболее безопасного функционирования технологического процесса в штатном режиме – область центра технологической безопасности. Для этого указанный процесс рассматривается как последовательная схема смены состояний на некотором интервале времени ( $t_0$ ,  $t_k$ ). Состояние системы в каждый момент времени  $t$  из этого интервала характеризуется набором параметров процесса. Область номинальных режимов процесса определяется совокупностями технологических, конструктивных параметров и параметров управления. На технологический процесс накладываются ограничения его рабочего функционирования, выход за которые означает переход процесса во внештатную ситуацию, которые «вырезают» на множестве всех состояний процесса  $n$ -мерную область всех его работоспособных состояний. Для определения центра безопасности при линейных ограничениях необходимо максимизировать сумму расстояний от данной точки до границ области безопасности.

Для построения модели реактора окислительного пиролиза природного газа целесообразно использование метода разделения состояний, который позволяет с формальных позиций дифференцировать состояния непосредственно технологического процесса на основе переменных состояния химико-технологической системы (ХТС). При использовании указанного метода для определения области безопасности процесса окислительного пиролиза получена система линейных ограничений, на основе которых осуществляется классификация состояний ХТС. Также полученные соотношения позволяют прогнозировать возникновение постепенных отказов, являющихся результатом изменения свойств веществ, участвующих в данном процессе (например, состава природного газа как одного из исходных компонентов для), свойств аппарата (образование сажи на поверхности реактора) и т.д., которые приводят к нарушению составленных ограничений и тем самым указывают на появление неполадок в технологической системе.

**О МОДЕЛИРОВАНИИ РЕАКТОРА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО  
ПИРОЛИЗА ПРИРОДНОГО ГАЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ГИБРИДНОЙ СЕТИ**

Процесс получения ацетилена окислительным пиролизом природного газа относится к числу процессов с неполнотой исходной информацией, в связи с чем возникает необходимость использования аппарата нечеткого моделирования для построения адекватной модели указанного процесса. Для формирования базы правил системы нечеткого вывода определялись входные и выходные переменные («температура метана», «температура кислорода», «расход метана», «расход кислорода», «содержание ацетилена»), для каждой из которых выявлены диапазоны изменений значений и составлены термы-множества вида {«ниже нормы», «норма», «выше нормы» и т. д.}. Каждому значению каждой из переменных средствами системы Matlab поставлено в соответствие значение термина лингвистической переменной. В результате система нечеткого вывода представлена 55 правилами в символическом виде, например:  $\text{if}(TCH_4 \text{ is } t_3) \text{ and } (TO_2 \text{ is } t_6) \text{ and } (GCH_4 \text{ is } f_1) \text{ and } (GO_2 \text{ is } f_4) \text{ then } (C_2H_2 \text{ is } c_1)$ . Фаззификация (введение нечеткости) – установление соответствия между конкретным значением отдельной входной переменной системы нечеткого вывода и значением функции принадлежности соответствующего ей термина входной лингвистической переменной. При исследовании влияния вида функции принадлежности на значение выходной переменной выявлено, что наилучшую точность обеспечивают П-образные Гауссовские и сигмоидальные функции принадлежности, и установлено, что для рассматриваемых исходных данных ширина кривых функций принадлежности не оказывает существенного влияния на обеспечение точности выходной величины. При дефаззификации проведенным исследованием установлено, что наибольшую точность обеспечил метод центра тяжести (centroid) для дискретного множества значений функции принадлежности, когда обычное (не нечеткое) значение выходной переменной равно абсциссе центра тяжести площади, ограниченной графиком кривой функции принадлежности соответствующей выходной переменной. Адекватность полученной модели подтверждена проведенным тестированием на контрольной выборке, состоящей из 50 вариантов сочетаний значений входных и выходных переменных. Явление переобучения выявлено не было.

**К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ  
РЕАКТОРА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПИРОЛИЗА ПРИРОДНОГО  
ГАЗА**

В настоящее время для объектов, получение адекватного описания функционирования которых осложнено наличием каких-либо трудно учитываемых факторов, при построении математических моделей достаточно широко применяется аппарат искусственных нейронных сетей. К числу указанных объектов относится реактор окислительного пиролиза процесса получения ацетилена из природного газа. На реактор воздействует большое количество как внешних, так и внутренних факторов, предсказать влияние которых на процесс зачастую не представляется возможным, например, нестационарность состава природного газа как одного из исходных компонентов реакции пиролиза и «закоксовывание» (забивка сажей) элементов реактора.

При построении нейронной сети средствами пакета Neural Network Toolbox (NNT) системы MATLAB рассматривались экспериментальные данные: в качестве входных переменных были выбраны температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) и расходы ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) исходных компонентов для реакции пиролиза, которыми являются природный газ и кислород; выходной переменной являлось содержание ацетилена в газе пиролизе на выходе из реактора,  $\%(\text{об.})$ . Для реализации двухслойной нейронной сети средствами NNT была использована М-функция `newff` с количеством нейронов в первом слое, равным 4, а во втором – 1. Далее базовая сеть с указанной конфигурацией обучалась с применением различных алгоритмов обучения с использованием встроенной М-функции `train` с целью выявления алгоритма обучения, обеспечивающего наименьшую ошибку. На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что при моделировании реактора окислительного пиролиза с использованием двухслойной сети прямой передачи сигнала с количеством слоев, равным двум (первый слой – 4 нейрона с гиперболической сигмоидальной функцией активации 'tansig', второй слой – 1 нейрон с линейной функцией активации 'purelin' и диапазонами изменения входов 605..679 $^{\circ}\text{C}$  и 3900..4700  $\text{м}^3/\text{ч}$  для температуры и расхода метана соответственно) целесообразно использование в качестве алгоритма обучения квазиньютоновский алгоритм `trainlm` как обеспечивающий наибольшую точность за наименьшее количество циклов, равное 34.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ  
ЛОГИСТИЧЕСКОГО СЕРВИСА ПРЕДПРИЯТИЙ**

В условиях глобальной экономики отечественные производители обязаны гибко реагировать на ускоряющиеся изменения во внешней среде и непрерывно улучшать качество продукции и услуг, совершенствовать бизнес-процессы и системы управления, ориентируясь на растущие потребности клиентов. В этом процессе логистике как сервисному виду экономической деятельности принадлежит ключевая роль.

Внедрение передовых технологий управления логистическими бизнес-процессами позволяет предприятиям значительно сократить длительность производственного цикла, снизить запасы ресурсов и готовой продукции, операционные издержки, ускорить обращение капитала, обеспечить оптимальное удовлетворение потребностей в качественном обслуживании промежуточных и конечных потребителей.

Инновационная модель развития компаний обусловила переход от рынка производителя, на котором приоритетом деятельности были высокая эффективность и гибкость производственно-экономических систем, к рынку потребителя. Применение логистического подхода в конкурентной борьбе рассматривается как эффективный инструмент совершенствования организации деятельности за счет функции интеграции потоковых процессов и применения комплексного подхода к управлению. Развитие логистической концепции способствует специализации предприятий, выделению ключевых компетенций, сокращению бизнес-процессов, не приносящих прибавочной стоимости, с последующим их аутсорсингом предприятиям-партнерам, росту кооперационных связей и сфер взаимодействия бизнеса.

Логистические информационные технологии формируют базис интегрированного управления промышленными предприятиями. В отличие от существующих инструментов управления, информационная интеграция позволяет внедрять современные методы управления логистическими бизнес-процессами, базирующихся на комплексных программных решениях, что в свою очередь является предпосылкой для совершенствования методологии управления логистическими услугами на промышленных предприятиях.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ VBA ДЛЯ АНАЛИЗА  
ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ**

В производственной и экономической практике часто приходится решать задачи перевозки грузов. Различные модификации и обобщения таких задач относятся к особому классу задач линейного программирования. На практике часто составляются планы перевозок, далекие от оптимального плана. Поэтому ставится задача оценить, насколько они далеки от оптимальности. В классической замкнутой транспортной задаче требуется составить план перевозок, который при минимальных общих транспортных издержках позволяет удовлетворить спрос потребителей за счет реализации всего произведенного продукта. Оценка оптимальности плана – достаточно трудоемкая часть задачи, связанная с решениями систем уравнений высокого порядка. Данная работа посвящена созданию автоматического модуля для проверки оптимальности построенного плана закрытой транспортной задачи. Экономические расчеты часто выполняются с использованием электронных таблиц Excel. Поэтому для решения поставленной задачи была использована система программирования VBA.

В основе программирования на VBA лежит понятие объекта и свойства объекта. Под объектом понимается некоторая совокупность данных и программных средств. Каждый из объектов имеет собственные свойства и методы обработки. Электронные таблицы имеют более 100 различных объектов: приложения, рабочие книги, рабочие листы, диапазоны ячеек. Все объекты идентифицируются либо по адресу, либо по имени. В качестве исходных данных рассматривались два диапазона (Range): диапазон с планом предполагаемых перевозок и диапазон тарифов перевозок по всем возможным маршрутам.

Система программирования VBA предполагает использование модульного принципа программирования при разработке приложений. Весь алгоритм решения задачи разбит на ряд процедур: проверка сбалансированности исходного плана; построение системы уравнений для расчета весовых коэффициентов для каждого потребителя и поставщика; выделение из полученного решения коэффициентов потребителей и поставщиков; расчет разностей весовых коэффициентов для исходного плана перевозок и определения максимальной разности; формирование предложений по улучшению плана перевозок.

Разработанные процедуры апробированы на решении ряда классических замкнутых транспортных задач разной размерности.

УДК 338.9

*Моисеева И.Д., Пророков А.Е., Соколова А.Н.*

(Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева)

## **ЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ЛОГИСТИКЕ**

Достижение целей логистики требует постоянного наблюдения и воздействия на логистические процессы посредством управления. Управление в этом случае направлено на координацию деятельности всех подразделений, занятых работой по производству и реализации продукции. Инструментом подобного объединения служит информационное обеспечение. Информация возникает при выполнении различных логистических операций и сопровождает материальный поток на всех этапах его продвижения. Информация используется при выработке и принятии управленческих решений в логистической системе.

Информационная логистика организует поток данных, сопровождающих материальный поток, и является тем существенным для предприятия звеном, которое связывает снабжение, производство и сбыт. Задачей информационной логистики является обеспечение высокой степени наполнения информацией системы управления, а также предоставление каждому уровню иерархии управления логистической системы необходимой ему информации должного качества и в необходимые сроки.

В современных условиях управление материальными потоками осуществляется с использованием информационных логистических систем, которые представляют собой автоматизированные системы управления материальными потоками. Информационные логистические системы должны обеспечивать всестороннюю интеграцию всех элементов управления материальным потоком, их оперативное и надежное взаимодействие.

Информационная логистика, использование современной компьютерной техники и программного обеспечения – наиболее значимые факторы, напрямую влияющие на скорость принятия управленческих решений. Современное состояние логистики и рынка в целом во многом обязано бурному развитию и активному внедрению информационных технологий практически во всех отраслях народного хозяйства и бизнеса.

**ПРИМЕНЕНИЕ OLAP В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ В МЕНЕДЖМЕНТЕ**

OLAP-технологии являются одной из наиболее эффективных методик анализа больших объемов данных.

OLAP (англ. online analytical processing, аналитическая обработка в реальном времени) — технология организации хранения информации и доступа к ней, отвечающая принципам FASMI (Fast Analysis of Shared Multidimensional Information).

Требования к системе построения отчетности, которую действительно можно называть OLAP-системой, достаточно жесткие — за секунды отчеты должны строиться по миллионам записей, столь же быстро раскрываться по интересующим пользователя аналитикам, фильтроваться и перегруппировываться.

Если рассмотреть продукты, лидирующие на западных рынках учетных систем, то либо в их составе, либо в качестве отдельных продуктов присутствуют OLAP-модули. Достаточно вспомнить такие продукты, как Oracle OLAP, SAP OLAP Processor, OLAP-решения для Ахapta, Hyperion BI.

С архитектурной точки зрения наиболее распространенным подходом является разделение данных между двумя базами: транзакционной (OLTP — online transaction processing) и аналитической (OLAP). При этом OLTP-база оптимизируется под быстрое внесение данных, а OLAP-база — под быстрое построение сложной отчетности. Фактически OLAP-база обычно строится по специальной архитектуре и содержит предварительно просчитанные агрегатные данные, что и обеспечивает высокую скорость выполнения запросов. Платой за эти удобства становится необходимость синхронизировать OLTP и OLAP.

Различные базы OLAP могут использовать для своего анализа одни и те же аналитические программы. Это связано с тем, что любая OLAP-база универсальным образом описывается как набор некоторых аналитик и таблиц фактов, представляемых в виде многомерных кубов, осями которых являются значения аналитик, а агрегируемыми значениями — числовые значения количеств, сумм и т.п. Аналитические программы для анализа называются «OLAP-клиентами». Примером такой программы является Microsoft Excel, который отображает куб OLAP-базы в виде сводной таблицы. Работа с такой таблицей для пользователя происходит обычным образом, однако все вычисления для отображения делает аналитический сервер.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

*Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф., Крылов М.С.*

**ЭКСТРАКЦИЯ РЗЭ ПРИ КОЛЕБАТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ  
В ДИНАМИЧЕСКОМ МЕЖФАЗНОМ СЛОЕ** 3

*Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф., Синюгина Е.В.*

**СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА МЕЖФАЗНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ОСНОВЕ ДИ-(2-  
ЭТИЛГЕКСИЛ)ФОСФАТОВ ЛАНТАНОИДОВ** 4

*Филлимонов В.Н., Денисова Л.В.*

**ВОЗМОЖНОСТИ ХРОМАТОГРАФИИ ПРИ АНАЛИТИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ  
ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СЛОЖНЫХ РЕЦЕПТУРАХ** 5

*Абу Амриа О.А., Молодцова М.Ю., Добрыднев С.В.*

**ФОРМИРОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОГО СЛОЯ ОКСИДА НИКЕЛЯ  
НА АЛЮМООКСИДНОМ НОСИТЕЛЕ** 6

*Молодцова М.Ю., Добрыднев С.В.*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭНЕРГИЙ ГИББСА ОБРАЗОВАНИЯ  
ОСНОВНЫХ КАРБОНАТОВ ЦИНКА МЕТОДОМ СРАВНИТЕЛЬНОГО  
РАСЧЕТА** 7

*Рассохина Л.Ю., Рыбкина Т.И., Ретинская Е.Р., Чыонг Т.Х.*

**АДДИТИВНОСТЬ ТЕПЛОЕМКОСТНЫХ И ОБЪЕМНЫХ СВОЙСТВ В  
ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ ИОДИДЫ МЕТАЛЛОВ – N-  
МЕТИЛПИРРОЛИДОН** 9

*Новиков А.Н., Рыбкина Т.И., Ретинская Е.Р., Чыонг Т.Х.*

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМЫ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИД –  
ВОДА** 10

*Сухинина О.А., Рыбкина Т.И., Синюгина Е.В., Щукина К.С.*

**ПОЛИСИЛОКСАНЫ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

*Сухинина О.А., Рыбкина Т.И., Нгуен Х. Ж.*

**СОЕДИНЕНИЯ АЛЮМИНИЯ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ** 11

*Иваненко О.И., Рыбкина Т.И., Горбунов А.В.*

**ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ АЗЕЛАИНОВОЙ КИСЛОТЫ** 12

*Иваненко О.И., Рыбкина Т.И., Логинова А.А.*

**ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ** 13

*Хазиев И.Х., Быкова А.А., Мишанов А.А.*

**ВЫБОР МЕТОДА КОНТРОЛЯ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ  
ГИПСОВОГО КАМНЯ** 14

*Белова Н.П., Юдин П.А.*

**МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ КАК СПОСОБ  
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.  
ПЕРСПЕКТИВЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ** 15

*Янков А.В., Леонов В.Т.*

**ВВЕДЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ДОБАВОК В АММОНИЙНУЮ СЕЛИТРУ** 16

*Шляхова И.В., Янков А.В.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ МОДИФИЦИРОВАННОЙ  
ДОЛОМИТОМ И ФОСФОРИТОМ** 17

*Моисеев М.М. Перегудова О.Е.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ РАЗЛОЖЕНИЯ АММИАКА** 18

*Моисеев М.М., Кудрявцева Т.Г.*

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ОТ  
ОКСИДОВ АЗОТА** 19

<i>Воробьева В.В.</i>	
<b>ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ МАСС</b>	<b>20</b>
<i>Сергеева О.В., Леонов В.Г.</i>	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИЭФИРНЫХ СМОЛ В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО ПРИ ФОРМОВАНИИ КЕРАМИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК</b>	<b>21</b>
<i>Журавлев В.И., Волкович А.В., Жиркова Ю.Н.</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ АНИОННОГО СОСТАВА РАСПЛАВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ИЗБИРАТЕЛЬНУЮ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КАТОДОВ</b>	<b>22</b>
<i>Жиркова Ю.Н., Журавлев В.И., Волкович А.В.</i>	
<b>ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСЫПНЫХ ПОРОШКОВЫХ КАТОДОВ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ</b>	<b>23</b>
<i>Журавлев В.И., Волкович А.В., Мушкарин К.Г., Коновалов И.М.</i>	
<b>ДИФФУЗИЯ КАТИОНОВ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В РАСПЛАВАХ ХЛОРИДОВ КАЛИЯ И НАТРИЯ</b>	<b>24</b>
<i>Журавлев В.И., Волкович А.В.</i>	
<b>РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФФУЗИИ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ</b>	<b>25</b>
<i>Помогаев В.М.</i>	
<b>О СООТНОШЕНИИ МЕЖДУ РАССЕИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ И ПЕРЕРАСХОДОМ МЕТАЛЛА ПРИ НАНЕСЕНИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ</b>	<b>26</b>
<i>Помогаев В.М.</i>	
<b>РАССЕИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ СЕРНОКИСЛЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ МЕДНЕНИЯ И НИКЕЛИРОВАНИЯ</b>	<b>27</b>
<b><u>СЕКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ</u></b>	<b>28</b>
<i>Горохова М.Н., Платонов В.В.</i>	
<b>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА САПРОПЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ РФ</b>	<b>29</b>
<i>Лебедев К.С., Платонов В.В., Кудря А.Н.</i>	
<b>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФОВ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ РФ</b>	<b>31</b>
<i>Лебедев К.С., Платонов В.В., Фридзон К.Я.</i>	
<b>КОМПОЗИЦИЯ «ТЕРРАГУМ» В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ СЕЛЬХОЗПРОДУКЦИИ</b>	<b>33</b>
<i>Горохова М.Н., Платонов В.В., Фридзон К.Я.</i>	
<b>ВЫБОР МЕТОДА ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ С ПОЛУЧЕНИЕМ ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ РАДИОНУКЛИДОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ</b>	<b>35</b>
<i>Лебедев К.С., Платонов В.В., Фридзон К.Я.</i>	
<b>РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ И СЕЛЕКТИВНОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ</b>	<b>36</b>
<i>Горохова М.Н., Платонов В.В., Фридзон К.Я.</i>	
<b>ЖИДКОФАЗНЫЙ КАТАЛИТИЧЕСКИЙ КРЕКИНГ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ</b>	<b>38</b>
<i>Родионова Р.В., Глотова О.С.</i>	
<b>СИНТЕЗ НАНОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ВИНИЛАЦЕТАТА</b>	<b>40</b>

<i>Родионова Р.В., Глотова О.С.</i>	
<b>СИНТЕЗ НАНОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СТИРОЛА</b>	<b>40</b>
<i>Маклаков С.А., Гасымов У.М.</i>	
<b>ПРОИЗВОДНЫЕ 2-ОКСИНДОЛА - ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ СИНТЕЗА НОВЫХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ</b>	<b>41</b>
<i>Алексеев А.А., Алексеев А.А. мл., Алексеев П.А., Коробко Е.А., Лобанов А.В., Осокина Ю.В., Чернышова В.Н., Шабатов С.Н., Шабатов М.С., Романченко О.Н., Эмирова И.В.</i>	
<b>ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НИОКР В РАМКАХ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ «РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ» В 2013-2015 ГОДАХ</b>	<b>42</b>
<i>Коробко Е.А., Зюзина М.В., Чемарева Е.А., Сусликова Л.О., Алексеев А.А.</i>	
<b>ПЛАСТИФИКАЦИЯ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ ТИПА СТИРОЛ-ЭТИЛЕН-БУТИЛЕН-СТИРОЛ</b>	<b>43</b>
<i>Коробко Е.А., Зюзина М.В., Чемарева Е.А., Сусликова Л.О., Алексеев А.А.</i>	
<b>НАПОЛНЕНИЕ ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫХ БЛОК-СОПОЛИМЕРОВ ТИПА СТИРОЛ-ЭТИЛЕН-БУТИЛЕН-СТИРОЛ</b>	<b>44</b>
<i>Лобанов А.В., Коробко Е.А., Юлина А.А., Ершова Т.Е., Алексеев А.А.</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ ЭКСТРУЗИИ ПОЛИПРОПИЛЕНА ЭКСТРУЗИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ МАРКИ PP H030 GP НА ЕГО СВОЙСТВА</b>	<b>45</b>
<i>Лобанов А.В., Коробко Е.А., Юлина А.А., Ершова Т.Е., Алексеев А.А.</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНА ЛИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ МАРКИ PPG 1350-21 НА ЕГО СВОЙСТВА</b>	<b>46</b>
<i>Лобанов А.В., Коробко Е.А., Юлина А.А., Ершова Т.Е., Алексеев А.А.</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ КРАТНОСТИ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНА ЭКСТРУЗИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ МАРКИ PP H030 GP НА ЕГО СВОЙСТВА</b>	<b>47</b>
<i>Коробко Е.А., Лобанов А.В., Юлина А.А., Ершова Т.Е., Алексеев А.А.</i>	
<b>ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СВОЙСТВ СМЕСЕЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВ PPG 1350-21 И PP H030 В ПРОЦЕССЕ МНОГОКРАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИТЬЕМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ</b>	<b>48</b>
<i>Алексеев А.А. мл., Чернышова В.Н., Грачева М.Н., Алексеев А.А.</i>	
<b>СВОЙСТВА СМЕСЕЙ УДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА С ПОЛИСТИРОЛОМ</b>	<b>49</b>
<i>Чернышова В.Н., Алексеев А.А. мл., Грачева М.Н., Чернятин А.О., Алексеев А.А.</i>	
<b>СВОЙСТВА СМЕСЕЙ ПОЛИСТИРОЛА С УДАРОПРОЧНЫМ ПОЛИСТИРОЛОМ</b>	<b>50</b>
<i>Коробко Е.А., Чернышова В.Н., Грачева М.Н., Дубкова И.И., Бровкина Н.И., Столярова Е.Г., Алексеев А.А.</i>	
<b>СВОЙСТВА СМЕСЕЙ УДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА И ПОЛИСТИРОЛА С СВЕРХУДАРОПРОЧНЫМ ПОЛИСТИРОЛОМ</b>	<b>51</b>
<i>Коробко Е.А., Чернышова В.Н., Грачева М.Н., Горбатенко Т.М., Алексеев А.А.</i>	
<b>СВОЙСТВА СМЕСЕЙ СВЕРХУДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА С УДАРОПРОЧНЫМ ПОЛИСТИРОЛОМ И ПОЛИСТИРОЛОМ</b>	<b>52</b>
<i>Алексеев П.А., Лобанов А.В., Осокина Ю.В., Романченко О.Н., Шабатов С.Н., Шабатов М.С., Алексеев А.А.</i>	
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ БОКСОВ ДЛЯ УПАКОВКИ ДИСКОВ DVD</b>	<b>53</b>

<i>Савельянов В.П.</i>	
<b>ПРОСТРАНСТВО ЭКСПЕРИМЕНТА И ЕГО ОРГАНИЗАЦИЯ</b>	<b>54</b>
<b><u>СЕКЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ</u></b>	
<i>Сафонов Б.П.</i>	
<b>К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ НОМЕНКЛАТУРЫ КОНСТРУКЦИОННЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ</b>	<b>56</b>
<i>Мишанова В.А., Логачева В.М.</i>	
<b>СПАСАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ОБРУШЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК</b>	<b>57</b>
<i>Логачева В.М., Мишанова В.А.</i>	
<b>ДОСТОВЕРНОСТЬ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ</b>	<b>58</b>
<i>Клочков В.И., Лукьяница А.И.</i>	
<b>КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ</b>	<b>59</b>
<i>Бегова А.В.</i>	
<b>ВЛИЯНИЕ ИСКАЖЕНИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ АУСТЕНИТА ПРИ МАРТЕНСИТНОМ ПРЕВРАЩЕНИИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ СТАЛЕЙ</b>	<b>60</b>
<i>Калугин И.А.</i>	
<b>ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПЛУНЖЕРОВ НАСОСОВ, ПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫЕ СТОКИ</b>	<b>61</b>
<i>Калугин И.А., Сафонов Б.П.</i>	
<b>МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТУПЕНИ ВОЗДУШНОГО КОМПРЕССОРА НА УСТАНОВКЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА</b>	<b>62</b>
<i>Лобанов Н.Ф.</i>	
<b>ПРОЦЕСС ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ В АСПЕКТЕ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ</b>	<b>63</b>
<i>Суменков А.Л., Зимин А.И.</i>	
<b>МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	<b>64</b>
<i>Сидорчук В.К.</i>	
<b>АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КОРОТКОЗАБОЙНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ</b>	<b>65</b>
<i>Каменский М.Н.</i>	
<b>РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БАРАБАННОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА</b>	<b>66</b>
<i>Лукиенко Л.В., Гальченко К.В.</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ШАХТНОГО МОНТАЖНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ</b>	<b>67</b>
<i>Подколзин А.А.</i>	
<b>НАСОСНО-АККУМУЛЯТОРНАЯ СТАНЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ГИДРОАППАРАТУРЫ</b>	<b>68</b>
<i>Подколзин А.А.</i>	
<b>ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ГИДРОСИСТЕМ РАССРЕДОТОЧЕННОГО ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b>	<b>69</b>
<i>Подольский В.А., Резвов Ю.Г., Сивкова О.Д.</i>	
<b>АКУСТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ ЛЕНТОЧНОГО ДВУХСЕКТОРНОГО РЕОБРАЗОВАТЕЛЯ</b>	<b>70</b>
<i>Козлов А.М.</i>	
<b>К ВОПРОСУ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛУНЖЕРОВ АММИАЧНЫХ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ</b>	<b>71</b>
<i>Суменков А.Л., Зимин А.И.</i>	
<b>КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА</b>	<b>72</b>

<i>Лукиенко Л.В., Исаев В.В.</i> <b>О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШАХТНЫХ ЛОКОМОТИВОВ</b>	73
<i>Лукиенко Л.В.</i> <b>ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОРНО - ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН</b>	74
<i>Лукиенко Л.В., Волков С.Ю.</i> <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕМАЛЬБЕРНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ЭКСКАВАТОРОВ</b>	75
<i>Лукиенко Л.В., Литвинов И.В.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗУБЧАТО- ЦЕВОЧНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ СТВОЛОПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ</b>	76
<i>Лукиенко Л.В.</i> <b>ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОРНО - ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН</b>	77
<i>Лукиенко Л.В., Литвинов И.В.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗУБЧАТО- ЦЕВОЧНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ СТВОЛОПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ</b>	78
<i>Лукиенко Л.В.</i> <b>ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОРНО - ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН</b>	79
<i>Лукиенко Л.В., Литвинов И.В.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗУБЧАТО- ЦЕВОЧНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ СТВОЛОПРОХОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ <u>СЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ</u></b>	80
<i>Воспенников В.В., Макрушин В.В., Ефремов В.Н.</i> <b>ЭНТАЛЬПИЙНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ В СИСТЕМЕ ГИДРОКСИД НАТРИЯ – ВОДА В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР</b>	82
<i>Воспенников В.В., Золотарева В.Е., Филатова А.Н.</i> <b>КОЭФФИЦИЕНТЫ АКТИВНОСТИ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ГИДРОКСИД НАТРИЯ - ВОДА В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР</b>	83
<i>Воспенников В.В., Сачко А.Н., Коновалов А.С.</i> <b>ДАВЛЕНИЕ ПАРА НАД ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР</b>	84
<i>Лукин В.С., Ламотенкова Е.С., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.</i> <b>МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ</b>	85
<i>Крамер Ю.Д., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.</i> <b>ПРИМЕНЕНИЕ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ АМИНОВ ПРОТИВ ОТЛОЖЕНИЙ И КОРРОЗИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b>	86
<i>Лукин В.С., Ламотенкова Е.С., Золотарева В.Е., Тимофеева И.В.</i> <b>К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ</b>	87
<i>Сачко А.Н., Бочарова Е.А., Воспенников В.В., Тимофеева И.В.</i> <b>ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТУ-ИЗОЛЯЦИИ ПРИ УТЕПЛЕНИИ ПАРОПРОВОДА</b>	88
<i>Сачко А.Н., Тарасова В.С., Золотарева В.Е.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ОБРАТНОГО ОСМОСА ТИПА РВС-П-40 ПРИ РАБОТЕ В ВПУ ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ</b>	89

<i>Сачко А.Н., Воробьев П.А., Воспенников В.В.</i> <b>ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ПЕРГРЕТОГО И НАСЫЩЕННОГО ПАРА НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ</b>	91
<i>Сачко А.Н., Филатова А.Н., Золотарева В.Е., Воспенников В.В.</i> <b>ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 110 КВ, 10 КВ, 0,4 КВ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОТЕРЬ ПО СЕТЯМ И РАСЧЕТОМ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ</b>	92
<i>Сачко А.Н., Лихачева Л.А., Золотарева В.Е.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ КОТЛА ДЕ-16-14 ГМО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТАНДАРТНОГО И РАСШИРЕННОГО ВОЗДУШНОГО УСТЯ ДУТЬЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА</b>	93
<i>Коновалов А.С., Воспенников В.В., Головина З.А.</i> <b>ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ХЛОРИДА НАТРИЯ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР ОТ 30°С ДО 45°С</b>	94
<i>Тарасова В.С., Воспенников В.В., Ефремов В.Н., Головина З.А.</i> <b>ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛООВОГО ЭФФЕКТА РЕАКЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ МЕТАНА</b>	95
<i>Филатова А.Н., Воспенников В.В., Золотарева В.Е., Курило Н.А.</i> <b>РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР В ОДНОРОДНОМ СТЕРЖНЕ ПОСТОЯННОГО СЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	96
<i>Лихачева Л.А., Воспенников В.В., Ефремов В.Н., Макрушин В.В.</i> <b>ТЕПЛОВЫЕ ЭФФЕКТЫ РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ АЗОТ И ВОДОРОД</b>	98
<i>Исаев А.С.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ СЭС МОДЕЛИРОВАНИЕМ В МАТЛАВ-SIMULINK</b>	99
<i>Ильин А.И., Исаев А.С.</i> <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЛАВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ</b>	100
<i>Ильин А.И.</i> <b>ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ</b>	101
<i>Казаков Р.С.</i> <b>ВЫБОР ВЫСОТЫ ВЕТРОГЕНЕРИРУЮЩИХ СТАНЦИЙ, НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ТУЛА</b>	102
<i>Казаков Р.С., Лаврик Д.А.</i> <b>АНАЛИЗ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ</b>	103
<i>Лагуткин О.Е., Чиркова Т.Ю.</i> <b>ОСОБЕННОСТИ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ</b>	104
<i>Жилин Б.В., Ермаков Д.В.</i> <b>ВЫЯВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ</b>	105
<i>Колесников Е.Б.</i> <b>ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАНЦИЙ ЧАСТОТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОГРУЖНЫМИ НАСОСАМИ</b>	106
<i>Ошурков М.Г., Тюрин И.В.</i> <b>МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ЦЕНОВОЙ КАТЕГОРИИ СУБЪЕКТОВ РОЗНИЧНОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ</b>	107

<i>Ошурков М.Г., Тюрин И.В.</i> <b>МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ ПЛАНА ПОЧАСОВОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ</b>	108
<i>Ставцев В.А., Чиркова Т.Ю.</i> <b>ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (АИИС КУЭ И ТУЭ)</b>	109
<i>Стебунова Е.Д.</i> <b>ВЫБОР СХЕМ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПОДСТАНЦИЙ</b>	110
<i>Жилин Б.В.</i> <b>АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ РФ</b>	111
<i>Жилин Б.В., Логачев Н.А.</i> <b>УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ</b>	112
<i>Колесников Е.Б., Малков С.Б.</i> <b>РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫМ ПРИВОДОМ ПОГРУЖНОГО НАСОСА</b>	113
<i>Филимонов О.В.</i> <b>КАЧЕСТВА ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТРН-АД</b>	114
<i>Лагуткин О.Е.</i> <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЭС ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ</b>	115
<i>Ребенков Е.С.</i> <b>ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ</b>	116
<i>Чиркова Т.Ю.</i> <b>ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ЭЛЕГАЗОВОГО И ВАКУУМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b>	117
<i>Золотарева В.Е., Филатова А.Н.</i> <b>ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ</b>	118
<i>Золотарева В.Е., Зайцев Н.А., Воспенников В.В.</i> <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТИРОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА КАФЕДРЕ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»</b>	119
<i>Воспенников В.В., Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А.</i> <b>ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ЖАРОТРУБНЫХ ПАРОВЫХ КОТЛОВ</b>	120
<i>Зайцев Н.А., Чермошенцев Е.А., Макрушин В.В.</i> <b>КОРРЕКЦИОННАЯ ОБРАБОТКА КОТЛОВОЙ ВОДЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ</b>	121
<i>Зайцев Н.А., Хохлов Е.В.</i> <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ЭКСПЛУАТАЦИИ НАТРИЙ-ФИЛЬТРОВ ХИМВОДООЧИСТКИ КОТЕЛЬНОЙ</b>	122
<i>Сачко А.Н., Воспенников В.В.</i> <b>О ПРОВЕДЕНИИ ЭНЕРГОАУДИТА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ В КОТЕЛЬНЫХ</b>	123
<i>Сачко А.Н., Воспенников В.В.</i> <b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖИДКОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ</b>	124
<i>Чермошенцев Е.А., Зайцев Н.А.</i> <b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА КАПЕЛЬ КОНДЕНСАТА В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ</b>	

<b>ТУРБИН ТЭС</b>	125
<i>Макрушин В.В., Воспенников В.В., Чермошенцев Е.А.</i>	
<b>ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК</b>	126
<i>Воспенников В.В., Золотарева В.Е., Филатова А.Н.</i>	
<b>КОЭФФИЦЕНТЫ АКТИВНОСТИ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ГИДРОКСИД НАТРИЯ - ВОДА В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР</b>	127
<i>Воспенников В.В., Сачко А.Н., Коновалов А.С.</i>	
<b>ДАВЛЕНИЕ ПАРА НАД ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР</b>	128
<b><u>СЕКЦИЯ КИБЕРНЕТИКИ, АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</u></b>	
<i>Соболев А.В., Терезанов Н.В.</i>	
<b>АДАПТИВНЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ</b>	130
<i>Соболев А.В., Терезанов Н.В.</i>	
<b>О НАСТРОЙКЕ ЭСАР В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ</b>	131
<i>Соболев А.В.</i>	
<b>УСТОЙЧИВОСТЬ ЭСАР С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ФИЛЬТРОВ</b>	132
<i>Беляев Ю.И., Предместын В.Р., Киреев П.А., Предместын И.В., Дырымов А.А.</i>	
<b>ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ С НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ</b>	133
<i>Стекольников А.Ю., Зиборов Г.В., Стекольников И.Ю.</i>	
<b>ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЮНИНГА В РОССИИ</b>	135
<i>Сидельников С.И.</i>	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЕРБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ</b>	136
<i>Волкова В.В., Волков В.Ю., Кочевин Д.В.</i>	
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОПУСТИМЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НАГРУЗКИ ХТП</b>	137
<i>Брыков Б.А., Лопатин А.Г.</i>	
<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТОРОМ СИНТЕЗА ПОЛИСТИРОЛА</b>	138
<i>Ивашков Д.Н., Лопатин А.Г.</i>	
<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НАСТРОЕК ПИ РЕГУЛЯТОРА НА ПРИМЕРЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ В ЕМКОСТИ</b>	139
<i>Лопатин А.Г., Вент Д.П., Лопатин К.Г., Лопатина С.В.</i>	
<b>РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ГИБРИДНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ</b>	140
<i>Лопатин А.Г., Вент Д.П., Лопатин К.Г., Лопатина С.В.</i>	
<b>РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОЙ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ</b>	141
<i>Ляшенко А.И., Соболев А.В., Вент Д.П.</i>	
<b>ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ САР С ФИЛЬТРАЦИЕЙ МЕТОДОМ СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО</b>	142
<i>Ляшенко А.И., Соболев А.В., Вент Д.П.</i>	
<b>ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ХТС С ЦЕЛЬЮ СИНТЕЗА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ САР</b>	143
<i>Азима Ю.И.</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНТАКТНЫХ ТЕПЛОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	144
<i>Кудрявцев А.А., Силин В.В.</i>	
<b>К ВОПРОСУ О ВЕРОЯТНОСТНОМ ШИФРОВАНИИ</b>	145

<i>Гринюк О.Н., Маслова Н.В., Федоренко А.И., Ламотенкова Е.С.</i> <b>АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛОПРОКАТА</b>	146
<i>Гринюк О.Н., Шульмина Р.В., Безрукова Н.А., Комкова П.А.</i> <b>ТЕХНОЛОГИИ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ</b>	148
<i>Гринюк О.Н., Маслова Н.В., Алексашина О.В., Ламотенкова Е.С.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СФЕРЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА</b>	149
<i>Куницкий Д.С., Куницкий В.Г.</i> <b>ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКОВ УТЕЧКИ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ И НЕСИНУСОИДАЛЬНОЙ ФОРМОЙ НАПРЯЖЕНИЯ</b>	150
<i>Платонова О. Ю.</i> <b>О ПРОБЛЕМЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПОДГРУПП В ГРУППАХ АРТИНА С ДРЕВЕСНОЙ СТРУКТУРОЙ</b>	151
<i>Матвеев В.А., Ребенков А.С.</i> <b>ОТБРАЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ ЦЕНТРИРОВАННЫХ СИСТЕМ</b>	153
<i>Бездомников А. В.</i> <b>ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ТРЕНДОВОЙ МОДЕЛИ</b>	154
<i>Беляев Ю.И., Гербер Ю.В., Беляева Е.Ю.</i> <b>КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ КИТ-ВМ</b>	156
<b><u>СЕКЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</u></b>	
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Бобров Н.В., Гуркин Е.А.</i> <b>МЕТОДИКИ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ</b>	157
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Бобров Н.В., Гугнин А.И.</i> <b>НОВЕЙШИЕ ТЕНДЕНЦИИ ВЕБ-ДИЗАЙНА</b>	159
<i>Шабанова Н.Ю., Ефремова О.А., Бобров Н.В., Суханова Д.И.</i> <b>ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ СЕТИ SDN (SOFTWARE-DEFINED NETWORK)</b>	160
<i>Макеев В.П., Силина И.В., Силин А.В.</i> <b>ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРАНСПОРТНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ГОРОДА</b>	161
<i>Силин А.В., Силина И.В., Гуркин Е.А.</i> <b>ОБНАРУЖЕНИЕ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ПОДКЛЮЧЕНИЙ К ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ</b>	162
<i>Лисин В.М., Макеев В.П.</i> <b>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ КОНТЕНТНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ</b>	163
<i>Лисин В.М., Гуркин Е.П.</i> <b>РАЗВИТИЕ РОССИЙСКИХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ</b>	164
<i>Винокуров В.Н.</i> <b>ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ</b>	165
<i>Федоровская Т.М.</i> <b>СИСТЕМА КРИПТОВАЛЮТЫ BITCOIN</b>	166
<i>Ткаченко А.Д.</i> <b>ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АСУ НА СТАДИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ</b>	167
<i>Барков А.А.</i> <b>АНАЛИЗ АЛГОРИТМА ДИФФИ - ХЕЛЛМАНА</b>	168
<i>Волкова В.В., Волков В.Ю., Зрожевский Р.В.</i> <b>ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ХТП</b>	169

<i>Санаева Г.Н., Пророков А.Е., Богатиков В.Н.</i> <b>ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЦЕТИЛЕНА ОКИСЛИТЕЛЬНЫМ ПИРОЛИЗОМ ПРИРОДНОГО ГАЗА</b>	170
<i>Санаева Г.Н., Пророков А.Е., Богатиков В.Н.</i> <b>О МОДЕЛИРОВАНИИ РЕАКТОРА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПИРОЛИЗА ПРИРОДНОГО ГАЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИБРИДНОЙ СЕТИ</b>	171
<i>Санаева Г.Н., Пророков А.Е., Богатиков В.Н.</i> <b>К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РЕАКТОРА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПИРОЛИЗА ПРИРОДНОГО ГАЗА</b>	172
<i>Моисеева И.Д., Пророков А.Е., Соколова А.Н.</i> <b>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО СЕРВИСА ПРЕДПРИЯТИЙ</b>	173
<i>Артамонова Л.А., Саяпина Е.Д.</i> <b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ VBA ДЛЯ АНАЛИЗА ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ</b>	174
<i>Моисеева И.Д., Пророков А.Е., Соколова А.Н.</i> <b>ЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ЛОГИСТИКЕ</b>	175
<i>Гербер Ю.В., Санаева Г.Н., Санаева Н.А.</i> <b>ПРИМЕНЕНИЕ OLAP В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ В МЕНЕДЖМЕНТЕ</b>	175

*Научное издание*

**XXX НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
профессорско-преподавательского состава  
и сотрудников НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева**

Тезисы докладов

Часть 2

Редактор Туманова Е.М.

Подписано в печать 29.10.2015 г. Формат 60x84 $\frac{1}{6}$

Бумага «Снегурочка». Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. 11,1. Уч.-изд. л. 8,1.

Тираж 100 экз. Заказ №

ФГБОУ ВО «Российский химико–технологический университет  
им. Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал). Издательский центр.

Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл., 9

Адрес института: 301650 Новомосковск, Тульская обл. ул. Дружбы, 8

