

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

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ XII ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Издательство «Инновационные технологии»
Тула 2012

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ: тезисы докладов XII всероссийской научн.-техн. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. - Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2012. – 128 с.

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

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

Редакционная коллегия

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

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

ISBN 978-5-905762-05-5 © Авторы докладов, 2012

© Издательство «Инновационные технологии»,
2012

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НПАВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ МЕТОДОМ ЭКСТРАКЦИИ

Н.К. Лаптедульче, О.Г. Дударовская
Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань

Промышленные сточные воды с примесями нефтепродуктов представляют собой сложные по химическому составу системы. Поэтому основной задачей работы является разработка более эффективного способа очистки, предусматривающего разрушение образовавшихся коллоидных структур с последующим разделением фаз.

Преимуществом жидкостной экстракции перед другими процессами разделения является возможность разделения термически нестойких смесей, извлечения нелетучих компонентов из смеси, находящихся в ничтожно малой концентрации и т.д.[1]

Экстракция используется для извлечения нефтяного компонента, основана на селективной растворимости нефтепродуктов в органических растворителях. Существующие недостатки органических растворителей, можно устранить в результате применения в качестве экстрагента низкомолекулярных оксиэтилированных высших жирных спиртов, относящихся к классу неионогенных поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые характеризуются рядом полезных свойств практического характера: высокими температурами вспышки (> 200 °С), воспламенения (> 240 °С) и самовоспламенения (> 300 °С), низкой летучестью (> 60 °С), относятся к классу малотоксичных или практически нетоксичных веществ (3 класс опасности по ГОСТ 12.1.007). В отношении экологической чистоты важен тот факт, что по степени биохимического разложения (до 92 ± 2 %) они относятся к группе биологически «мягких» продуктов [2].

Изучена тройная система (НПАВ-масло-вода) с учетом их коллоидно-химических особенностей, в частности, их устойчивости при изменении внешних условий.

Для извлечения нефтяного компонента из сточных вод методом экстракции рассмотрены наиболее приемлемые в качестве экстрагента

представители неионогенных поверхностно-активных веществ марок АЛМ-2, АЛМ-7, АЛМ-10; ДТ-308; ЭС-3, ЭС-8.

Исследования проводились на водных растворах нефтепродуктов с концентрацией от 5 объемн.% до 10 объемн.%. Процесс экстракции проводился периодическим способом в аппарате с мешалкой. После смешивания смесь направляли в разделительную колонну, где происходило расслаивание. После отстаивания, когда образовывалась четкая граница двух жидких фаз, производилось разделение жидкостей.

В качестве нефтепродуктов использовалось масло моторное (дизельное) марки МГ-15.

При использовании НПАВ для гетерогенных систем необходимо знать процессы распределения НПАВ в системе, а именно: растворимость ПАВ, распределение между жидкой и органической фазой и т.д.

Варьируя условия процесса можно сместить равновесие вплоть до полной дегидратации поверхности частиц и нарушения агрегативной устойчивости дисперсных систем [2].

Рассмотрено влияние внешних условий эксперимента (температура, активная реакция среды) и технологических добавок (соли NaCl) на время разделения системы вода-масло, используя в качестве экстрагента синтанолы марок АЛМ-2, АЛМ-7, АЛМ-10; ДТ-308; ЭС-3, ЭС-8.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Существует зависимость температуры помутнения от концентрации НПАВ. Согласно этому, НПАВ марки ДТ-308 при малых количествах растворяется в воде, а при больших обладают гидрофобными свойствами. АЛМ-10, в отличие от ДТ-308, обладает гидрофильными свойствами в определенном интервале концентраций, за пределами этого интервала обладает гидрофобными свойствами;

2. Изменение температуры способствует изменению растворимости НПАВ;

3. Температура помутнения синтанола ДТ-308 ниже, чем АЛМ-10, и для выделения его в отдельную фазу требуется меньше энергии в виде теплоты;

4. Проведение процесса разделения системы ДТ-308-масло-вода возможно без дополнительных энергетических затрат, т.к. разделение происходит уже при комнатной температуре и занимает порядка 15 минут;

5. При температуре 60°C наблюдается наименьшее время разделения системы АЛМ-10-масло-вода, тогда как при комнатной температуре разделение длится около 1 часа. Ускорение процесса разделения обусловлено уменьшением ККМ в воде и увеличением ККМ в масле. Синтанол АЛМ-10 обладает более высокой температурой помутнения, это связано с особенностью строения оксиэтилированной цепи, обусловленное длинной цепочкой, поэтому именно при данной температуре происходит рост мицелл, что свидетельствует о фазовом переходе системы;

6. Наименьшее время разделения (от 20 до 35 минут) системы ДТ-308-масло-вода наблюдалось в кислой и нейтральной среде;

7. Введение технологических добавок (соли NaCl) способствуют ускорению разделения тройной системы НПАВ-масло-вода;

8. Оптимальные значения синтанола АЛМ-10 для системы масло-вода от 0,5 до 1 мл на 100 мл водного раствора при объеме масла 10 мл для нейтральной среды, а для синтанола ДТ-308 при тех же условиях от 0,5 до 2 мл.

Список литературы

1. Коренман И.М. *Экстракция в анализе органических веществ*. - М.: Химия, 1977. - 200 с.

2. Шенфельд Н. *Поверхностно - активные вещества на основе оксида этилена* / Под ред. И.Н. Лебедева. – 2-е изд. М.: Химия, 1982. - 749 с.

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

А.В. Колесников, Г.И. Канделаки, А.В. Нистратов
ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет
им. Д.И.Менделеева»,
г. Москва

Введение

Вопросам экологии в современной промышленности уделяется большое внимание. Нормы сброса загрязняющих компонентов очень жёсткие и предприятия вынуждены вводить в эксплуатацию очистные сооружения. Как правило, на действующих заводах уже имеются очистные сооружения, однако большинство из них морально и физически устарело, и требует реконструкции или что наиболее целесообразно полное обновления. Главной задачей очистных сооружений является обезвреживание отходов в виде водных стоков и снижение негативного давления промышленности на окружающую среду.

В РХТУ им. Д.И.Менделеева имеется многолетний опыт, большой научный и практический задел по решению экологических задач различного характера. Вопросами водоочистки и водоподготовки занимается подразделение РХТУ им. Д.И.Менделеева – «Технопарк ЭКОХИМБИЗНЕС 2000+» совместно с другими подразделениями и кафедрами. Основными промышленными объектами, стоками которых занимается подразделение, являются гальванические цеха, участки и линии различных заводов, связанных с металлообработкой, микроэлектроникой, нанесением защитных и декоративных покрытий

Важным этапом в решении поставленной заказчиком задачи является предварительный анализ сбрасываемой на очистные сооружения воды. В РХТУ создан центр коллективного пользования им. Д.И.Менделеева (ЦКП), оснащённый самым современным аналитическим оборудованием,

позволяющий быстро и эффективно определять состав воды, с которой предстоит работать.

Важно отметить, что в анализ включена возможность поэлементного установления содержания примесей, что значительно облегчает последующую проработку технологической схемы очистки и позволяет наиболее эффективно использовать тот или иной метод извлечения вредных компонентов из водных стоков. Необходимо сказать, что оборудование ЦКП позволяет определить физико-химические и электрохимические параметры загрязнителя, что так же способствует выбору наиболее оптимального сочетания технологий очистки.

Современное аналитическое оборудование позволяет проводить обширные научно-исследовательские и квалификационные работы. За последний год защищено две кандидатских диссертации, в которых исследовано влияние различных факторов на физико-химические параметры извлекаемой частицы загрязнителя. Исследуя параметры частицы, её свойства, используя опыт лабораторных исследований можно наиболее эффективно производить подборку оборудования для решения конкретных задач экологических предприятия.

Многолетний опыт работы показал, что наиболее эффективным способом удаления вредных примесей из жидких техногенных отходов является электрофлотация, а в сочетании с мембранными методами нормы ПДК достигаются значительно быстрее и экономически целесообразнее, чем при использовании классических методов очистки, таких как отстаивание и выпаривание.

Преимущество электрофлотации, перед другими методами очистки состоит в том что:

- используя нерастворимые электроды, исключаются вторичные загрязнения

- загрязнитель извлекается в пенный продукт с высокой скоростью и эффективностью

- низкая влажность обезвоженного пенного продукта, содержащего опасные примеси, позволяет значительно снизить объём выпариваемых растворов при утилизации и как следствие энергозатраты.

Разработанное, в РХТУ им. Д.И.Менделеева оборудование сертифицировано, выпускается из химически стойких, но лёгких в эксплуатации материалов.

Выводы

На практике для очистки сложных многокомпонентных стоков промышленных объектов наиболее эффективно применять сочетание электрофлотации и мембранной технологии.

Установлено, что дисперсная фаза, включающая в себя соединения тяжёлых и цветных металлов, ПАВ, эмульгированные нефтепродукты и прочие примеси быстро и эффективно удаляется при электрофлотации. (до 10 минут обработки, в зависимости от состава стока). Значительно (в 10 раз) снижается нагрузка по основным загрязняющим компонентам на дорогостоящие в

обслуживании мембранные или ионообменные фильтры, которые служат для тонкослойной очистки и удаления следовых концентраций (до 0.05 мг/л) загрязнителей и всегда являются финальной ступенью доочистки.

При использовании реагентных методов и отстаивания, такая низкая концентрация по загрязнителям достигается очень медленно, на практике, используют различные реагенты – осадители (до 200 г реагента / м³ очищаемой воды), что с одной стороны ускоряет время осаждения и разделения примесей, а с другой способствует коагуляции загрязнителей (масло – ПАВ - дисперсная фаза) и увеличению количества стоков. При электрофлотации расход реагентов значительно ниже – 1 мг/л (до 10г на 1м³ очищаемой воды).

Важно сказать, что в лаборатории РХТУ им. Д.И. Менделеева накоплен обширный научно-исследовательский опыт, в том числе и по установлению взаимного влияния примесей друг на друга и на эффективность их извлечения и разделения различными методами.

Тяжёлые и цветные металлы (Cu, Cr, Cd, Ni, Zn, Fe, Sn, Pb), представляющие основную угрозу экологии и человеку, и наиболее часто встречающиеся как загрязнители водных стоков промышленных объектов различных отраслей удаляются электрофлотацией с эффективностью 95-99.9 %

Установлено, что наличие в системе неионогенных ПАВ, которые часто применяются в гальванике и других отраслях промышленности негативно сказывается на процессах очистки. В ходе лабораторных исследований был найден технологический приём и данный негативный эффект подавлен.

Органические компоненты в ходе электрофлотации извлекаются так же высокоэффективно 85-95 %, в зависимости от природы примеси и концентрации.

Рекомендовано проводить финальную стадию доочистки на активных углях различных марок. В РХТУ им Д.И.Менделеева на кафедре технологии защиты биосферы проводится ряд исследовательских работ по установлению эффективности очистки водных стоков промышленных объектов активными углями Российского и зарубежного производства.

Список литературы

1. Воробьева О.И., Колесников А.В., Капустин Ю.И., Киселёва И.В. / «Влияние некоторых поверхностно-активных веществ на эффективность извлечения гидроксида меди из водных стоков методом электрофлотации», - «Вода. Химия и экология» №4, 2011. -18-24 с.

2. Воробьева О.И., Колесников А.В., Бондарева Г.М. / Электрофлотационный процесс извлечения ПАВ из жидких техногенных отходов - РАН 2011.Всероссийская конференция «Актуальные научно-технические проблемы химической безопасности» Тезисы докладов. 18-19 мая 2011. – 88 с.

АДСОРБЦИЯ МОЛИБДАТ-ИОНОВ НА КРАСНОМ ШЛАМЕ

М.В. Терехова, И.Г. Горичев, С.М. Русакова, И.В. Артамонова
 Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
 г. Москва

При получении глинозема из бокситов способом Байера образуется отход производства — красный шлам, который складывается на шламовых полях вблизи глиноземных заводов. Работы по утилизации красных шламов являются актуальными как сегодня, так и в перспективе.

Изучена возможность использовать красный шлам в качестве альтернативного сорбента для удаления молибдат-ионов из водных растворов. В исследовании применялся красный шлам дважды промытый бидистиллированной водой и нейтрализованный раствором соляной кислоты с концентрацией 1 моль/л.

Экспериментально исследована зависимость величины адсорбции от значения рН и начальной концентрации молибдат-ионов в растворе. Испытания показали, что адсорбция молибдат-ионов наиболее эффективна в кислой среде. Концентрацию молибдат-ионов определяли роданидным методом [1-3].

Адсорбционная способность красного шлама очень тесно связана с рН.

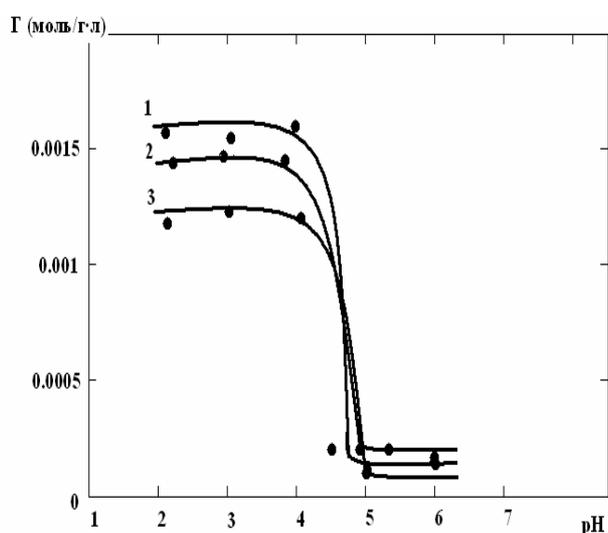


Рис. 1. Зависимость адсорбции молибдат-ионов на красном шламе от рН при разных начальных концентрациях раствора: 1-0,004; 2-0,002; 3-0,0015 моль/л.

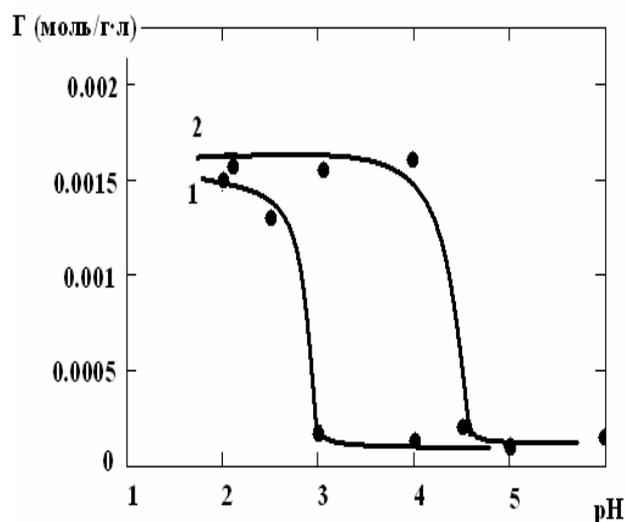


Рис. 2. Зависимость адсорбции молибдат-ионов на неактивированном (1) и активированном кислотой HCl (2) красном шламе от рН, $C_{нач.} = 0,004$ моль/л

На рис. 1 показано, что с увеличением значения рН адсорбция молибдат-ионов уменьшается. Из рис. 2 видно, что зависимость величины адсорбции от рН как для неактивированного красного шлама, так и для активированного кислотой имеет аналогичную тенденцию: чем выше рН, тем ниже величина

адсорбции. Неактивированные образцы красного шлама при очень низких рН обладают такой же способностью адсорбировать молибдат-ионы, как и обработанный кислотой шлам и могут использоваться как сорбенты. [2-4]

- Оптимальное значение рН для максимальной адсорбции – 3-4.
- Предельное значение адсорбции не зависит от рН.
- Для описания адсорбционных закономерностей применима кислотно-основная модель.

Список литературы

1. Марченко З. Фотометрическое определение элементов. Пер. с польск. Под ред. Ю.А. Золотова. - М.: Мир, 1971. - 502 с.
2. Sabine Goldberg, Cliff T. Johnston, Donald L. Suarez, Scott M. Lesch. / *Mechanism of Molybdenum Adsorption on Soils and Soil Minerals Evaluated Using Vibrational Spectroscopy and Surface Complexation Modeling. // Developments in Earth & Environmental Sciences, 7. – 2008.*
3. Sara J. Palmer, Mitchell Nothling, Kathleen H. Bakon, Ray L. Frost / *Thermally activated seawater neutralised red mud used for the removal of arsenate, vanadate and molybdate from aqueous solutions // Journal of Colloid and Interface Science 342 (2010) P. 147–154.*
4. А.Ю.Курмышева, И.В.Артамонова, И.Г.Горичев, Е.Б. Годунов, Е.О.Забенькина. / *Изучение кинетики растворения оксида молибдена (VI) в растворах, содержащих оксид магния и аммиак. // Цветные металлы – 2011: Сб. научн. статей. – Красноярск: ООО «Версо», 2011. – С. 68-70.*

Работа выполнена при финансовой поддержке государственной программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» (контракты №14.740.11.1095, 16.740.11.0679) и аналитической ведомственной целевой программы (шифр заявки № 3.5258.2011).

УДАЛЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ ТОРФЯНЫХ СОРБЕНТОВ

С.Ю. Алексеева

Тверской государственной технической университет,
г. Тверь

Проблема удаления нефтяных загрязнений, возникающих в результате техногенной деятельности человека, приобретает все возрастающую актуальность. Для сохранения экологического равновесия объектов гидро- и биосферы используют различные технологии ликвидации нефтяных загрязнений, среди которых сорбционные методы занимают важное место [1].

Сейчас в мире производится или используется для ликвидации разливов нефти около двухсот различных сорбентов, которые подразделяют на неорганические, природные органические и органоминеральные, а также синтетические.

Качество сорбентов определяется, главным образом, их емкостью сорбции по отношению к нефти, степенью гидрофобности, плавучестью после сорбции нефти, возможностью десорбции нефти, регенерации и утилизации сорбента.

Торф, в ряду органических материалов природного происхождения является одним из наиболее перспективных для изготовления сорбентов. Торфяные материалы имеют сравнительно высокую нефтеёмкость. Торф не токсичен, экологически безопасен, дешев, легко поддается механической обработке и утилизации после насыщения жидкими углеводородами.

Целью проводимых работ было исследование поглощения нефти различными видами торфа. Определение сорбционной емкости проводилось типовым методом [2]. Изучалось также влияние на поглощательную способность торфа его фракционного состава и условий термообработки.

Результаты исследований показывают, что наибольшей поглощательной способностью по отношению к нефти обладает верховой торф моховой группы (магелланикум, ангустифолиум) со степенью разложения 15-20 %. При уменьшении размеров торфяных частиц от 5 до 1 мм, емкость сорбции по нефти возрастает от 2,71 до 4,27 г/г.с.в. Это связано с изменением структурных и физико-химических характеристик торфа для различных его фракций.

Термообработка торфа позволяет за счет гидрофобизации повысить прочность торфяных частиц и снизить их водопоглощательную способность, что позволяет повысить сорбционные свойства торфа по отношению к нефти.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать рекомендации по выбору сырья и разработать технологию получения сорбента для очистки поверхности от нефтепродуктов.

Список литературы

1. Каменщиков Ф.А. *Нефтяные сорбенты* / Ф.А. Каменщиков, Е.И. Богомольный.- М.: Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2003. - 268с.
2. Базин Е.Т. *Технический анализ торфа* /Е.Т. Базин, В.Д. Копенкин, В.И. Косов.- М.: Недра, 1992. - 431 с.

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЙ УСТАНОВКИ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ОКРАСОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Е.Д. Быков, К.Г. Богословский, П.Н. Аргунова
РХТУ им. Д.И. Менделеева,
г. Москва,
ОАО НПО «Лакокраспокрытие»,
г. Хотьково, Московская обл.

Истощение запасов качественной воды уже не вызывают сомнения у мирового сообщества. Причина этого кроется не столько в большем ее расходе на хозяйственные нужды человека, сколько в огромном количестве стоков, образующихся в результате промышленной деятельности. Загрязненные стоки, сбрасываемые в водоёмы, делают воду не пригодной для ее дальнейшего использования.

Российский рынок промышленной водоочистки составляет более 200 млн. \$ и имеет ежегодную тенденцию к увеличению.

Очистка сточных вод является наукоемким производством, что обусловлено существованием множество технологий и, соответственно, наличием альтернативных вариантов решения задачи той или иной степени сложности. Наиболее целесообразным для управления наукоемким процессом представляется применение проектного менеджмента.

На предприятиях, связанных с процессом окраски изделий для их антикоррозионной защиты и придания декоративных свойств, сточные воды в основном образуются в результате химической подготовки поверхности.

Целесообразность выбора того или иного метода и схемы очистки сточных вод зависит от состава и объемов стоков, концентрации загрязнений, медико-биологических и технологических требований к очищенной воде, необходимость регенерации, утилизации и повторного использования воды и ценных компонентов, требуемых материальных и энергетических ресурсов, экономических показателей и соответствия определенному уровню экологических требований.

ОАО «НПК «Уралвагонзавод» является основным производителем грузовых вагонов в РФ.

Основным источником образования сточных вод в данном производстве является операция подготовки поверхности изделия пред окраской, для обезвреживания которых проектом предусмотрено автоматическое канализационное очистное сооружение со вспомогательным оборудованием (рис. 1), характеристика которого приведена в табл. 1.

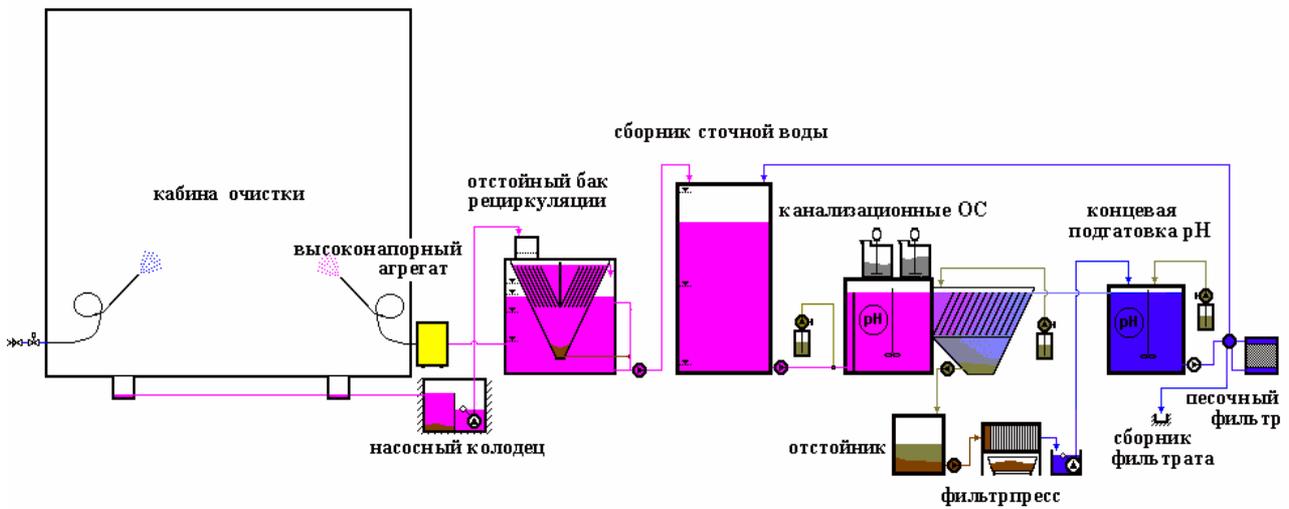


Рис. 1. Аппаратурно-технологическая схема очистки сточных вод

Таблица 1
Характеристика очистных сооружений

Расход сточных вод на очистные сооружения, м ³ /сут.	Загрязняющие вещества в сточных водах	Концентрация загрязняющих веществ, мг/л		Эффективность очистных сооружений, %
		до очистки	после очистки	
90,0	Сульфат Са	1500	1700	0
	Взвешенные вещества	150	30	80
	Сульфаты	350	350	0
	Нефтепродукты	80	1	98
	ПАВ	120	1	более 99
	ХПК	800	350	56
	БПК	300	120	60
	Фосфор сумм.	250	3	99
	рН	4...5	6,5...8,5	

Расчет показателей эффективности проекта основан на уменьшении экономического ущерба от загрязнения водных объектов (табл. 2) и экономии промывной воды за счет повторного ее использования.

При двухсменной работе экономия затрат на воду за счет повторного ее использования составляет 800 тыс. руб./год.

Таблица 2

Сокращение ущерба от сброса загрязняющих веществ в водные объекты в результате использования очистных сооружений

Вещество	Концентрация загрязняющих веществ, мг/л		Приведенная масса, усл.т/год		Сокращение ущерба в результате использования ОС, руб./год
	до очистки	после очистки	без ОС	после ОС	
Сульфат Са	1500	1700	0,36	0,07	14 275
Взвешенные вещества	150	30	0,36	0,01	17 013
Сульфаты	350	350	0,08	0,01	3 422
Нефтепродукты	80	1	38,40	0,08	1 873 388
ПАВ	120	1	28,80	0,04	1 406 019
ХПК	800	350	1,28	0,09	58 014
БПК	300	120	24,00	1,60	1 095 091
Фосфор сумм.	250	3	1,71	0,00	83 640
ИТОГО					4 550 863

Ниже представлены данные для расчета эффективности инвестиций и сводные показатели экономической эффективности проекта.

Производственная программа –	16000 вагон/год
Время работы оборудования ОС –	4000 ч/год
Повторное использование очищенных сточных вод -	5 м ³ /ч
Сброс сточных вод в канализацию -	1 м ³ /ч
Стоимость оборудования ОС и затрат на монтаж и пуско-наладочные работы –	4824,5 тыс. руб.
Доход за счет экономии воды и сокращения ущерба от сброса загрязняющих веществ -	5350,9 тыс. руб./год
Период окупаемости проекта -	11 мес.
Средняя норма рентабельности проекта -	110 %
Чистый приведенный доход -	526,5 тыс. руб.
Индекс прибыльности -	1,1
Рентабельность инвестиций -	110 %

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ УТИЛИЗАЦИИ ЛИТИЙ-СЕРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Е.В. Кузьмина, Л.В. Шеина, В.С. Колосницын, Е.В. Карасева, И.В. Аюпова*,
Л.Р. Мусавирова*, О.С. Надежкина*, Ю.С. Зимин*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии Уфимского научного центра Российской академии наук,
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет»,
г. Уфа

В настоящее время разрабатывается новый тип аккумулятора, на основе электрохимической системы Li-S. К достоинствам литий-серного аккумулятора (ЛСА) относят высокую удельную энергию, низкую себестоимость, широкий температурный диапазон работоспособности и общую экологическую безопасность [1]. Массовое производство химических источников тока (ХИТ) невозможно без технологии их утилизации, поэтому уже на стадии разработки новых типов ХИТ ведутся работы по созданию принципиальных схем их утилизации.

Реакторный блок литий-серного аккумулятора состоит из положительного электрода (S, C, полимерное связующее, Al фольга), электролита (раствор литиевой соли в апротонном растворителе), сепаратора и отрицательного электрода (Li фольга) [2-3]. Наиболее ценным компонентом ЛСА является литий, находящийся в различных формах (Li^0 , Li^+). К тому же соединения лития обладают некоторой токсичностью [4]. Таким образом, утилизация литий-серных аккумуляторов должна быть направлена на наиболее полное извлечение ценного компонента - лития, а так же на превращение всех остальных его составляющих в безопасные формы.

Утилизация литиевых источников тока включает несколько стадий: разгерметизацию, выщелачивание растворимых компонентов, разделение твердой и жидкой фаз, выделение целевых компонентов [5-6].

Целью работы было исследовать возможность выделения лития в виде Li_2CO_3 из продуктивных растворов выщелачивания и оценка чистоты получаемых продуктов.

На основании химического состава реакторного блока литий-серных батарей мы предположили следующий состав продуктивного раствора выщелачивания их растворимых компонентов: соединения лития (соли, входящие в состав электролита, образующийся гидроксид лития, полисульфиды лития (Li_2S_n , $n \geq 1$), литиевые соли серосодержащих кислот ($\text{Li}_2\text{S}_x\text{O}_y$), алюминаты лития), органический растворитель и продукты его разложения, полимерное связующее.

Изучение осаждения карбоната лития из продуктивных растворов выщелачивания осуществляли на модельных растворах. Модельные растворы готовили, исходя из предположения, что при полном растворении лития будет

образовываться 8 % раствор LiOH. Концентрации других компонентов соответствовали их мольному соотношению с литием, содержащимся в реакторной части литий-серных ячейках.

Нами было показано, что в 8 % растворе LiOH даже при комнатной температуре происходит растворение молекулярной серы с образованием полисульфидов лития. Алюминиевая фольга, используемая в качестве токового коллектора положительного электрода, так же полностью растворяется в концентрированной щелочи с образованием насыщенного раствора алюмината лития и гидроксида алюминия в осадке. Осаждение карбоната лития из модельных растворов углекислым газом осуществляли при 80 °С. Состав полученных осадков приведен в таблице.

Состав осадка, полученного осаждением карбоната лития углекислым газом из модельных растворов водных экстрактов реакторного блока литий-серных аккумуляторов

Водный экстракт	Массовая доля, %			Примеси
	Li ₂ CO ₃	LiHCO ₃	Примесь	
8 % раствор LiOH	88,1±0,5	9,7±0,5	2,0±0,1	H ₂ O
0,7 % Li ₂ S _n в 8 % LiOH	86,8±0,5	9,5±0,4	4,0±0,1	S
Насыщ. Li[Al(OH) ₄] в 8 % LiOH	82,8±0,1	15,2±0,2	2,7±0,5	Al(OH) ₃

На основании полученных данных можно заключить, что при обработке углекислым газом продуктивных растворов выщелачивания растворимых соединений из реакторной части ЛСА совместно с карбонатом лития будут соосаждаться гидрокарбонат лития, гидроксид алюминия и молекулярная сера. С целью получения чистого карбоната лития необходимо либо очищать полученный осадок, либо предварительно из растворов выщелачивания выделять соединения серы и алюминия.

Список литературы

1. В.С. Колосницын, Е.В. Карасева, Е.В. Кузьмина, Н. Hampson-Jones, G. Ivanov. Литий-серные аккумуляторы- аккумуляторы нового поколения // сборник материалов XII международной конференции «Фундаментальные проблемы преобразования энергии в литиевых электрохимических системах». Краснодар: Кубанский государственный университет. - 2012. - С. 82-84.
2. Lithium-sulfur batteries. Inventors: Soo Seok Choi, Yunsuk Choi, Seok Kim, Sung Han. Assignee: Samsung SDI Co.,Ltd., Suwon-si. № US 7250233 B2. Date: 31.01.2007.
3. Lithium-sulfur batteries. Inventors: Ju-Yup Kim, Young-Gyoon Ryu. № US 0042503 A1. Date: 24.02.2005.
4. Г.П. Беспятов. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе. Ленинград.: Химия, 1975. – 456 с.
5. В.В. Миклушевский, И.И. Ватулин. Технология переработки литиевых отходов// Экология и промышленность России. - 2003. - №1. - С.23-25.

6. Л.Н.Ольшанская, Е.Н.Лазарева, А.П.Клепиков. Технология утилизации Li_xC_6 -электродов литиевых химических источников тока// Экология и промышленность России. - 2005. - № 5. - С.15-17.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СУКЦЕССИОННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

О.Б. Бутусов, Н.И. Редикульцева, Д.В. Попов
Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),
г. Москва

Предложена новая модель сукцессионной динамики лесов. Цель моделирования расчет матриц сукцессии. Матрицы сукцессии описывают изменение породного состава одновозрастных древостоев вследствие постепенной замены лиственных пород хвойными. Вытеснение лиственных пород происходит по двум причинам: продолжительность жизни лиственных пород меньше чем хвойных и вторая причина - некоторые хвойные породы, такие как ель, являются теневыносливыми и хорошо развиваются под пологом лиственных пород, с течением времени вытесняя последние. Планирование лесопользования невозможно без учета процессов сукцессии, что и определяет практическую и хозяйственную важность прогнозирования сукцессионной динамики лесов [1].

В данной работе предложена модель интервальной сукцессии, в которой используются два интервала, на каждом из которых матрица сукцессии постоянна. На первом интервале моделируется трехкомпонентная сукцессия с двумя хвойными (сосна, ель) и одной лиственной (береза) площадями. На втором интервале после исчезновения лиственных площадей моделируются переходы между хвойными площадями.

Система уравнений трехкомпонентной модели имеет следующий вид:

$$\frac{dS}{dt} = -b_{12}S + b_{31}L, \quad \frac{dE}{dt} = b_{12}S + b_{32}L, \quad \frac{dL}{dt} = -(b_{31} + b_{32})L, \quad S + E + L = 1 \quad (1)$$

где S , E и L – удельные площади с преобладанием соответственно сосны, ели и лиственных, b_{ij} – скорость перехода i -х площадей в j -е, индексы обозначают: 1 - удельные площади с преобладанием сосны, 2 - удельные площади с преобладанием ели, 3 - удельные площади с преобладанием лиственных.

Решение (1) имеет следующий вид

$$\begin{aligned} L(t) &= C_1 \exp(-b_{31} - b_{32})t \\ S(t) &= \frac{b_{31}C_1}{b_{12} - b_{31} - b_{32}} \exp(-b_{31} - b_{32})t + C_2 \exp(-b_{12}t) \\ E(t) &= 1 - S(t) - L(t) \end{aligned} \quad (2)$$

где C_1, C_2 - постоянные интегрирования.

Скорости перехода и постоянные интегрирования являются параметрами модели, которые были рассчитаны из опытных данных с помощью метода наименьших квадратов (МНК). При этом матрица сукцессии имеет следующий вид:

$$S = \begin{pmatrix} 1-b_{12} & b_{12} & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ b_{31} & b_{32} & 1-b_{31}-b_{32} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.8629 & 0.1371 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0.0742 & 0.0720 & 0.8539 \end{pmatrix}$$

На рис.1 представлены опытные данные для черничных типов леса (сплошные или разрывные линии) и результаты моделирования (пунктир).

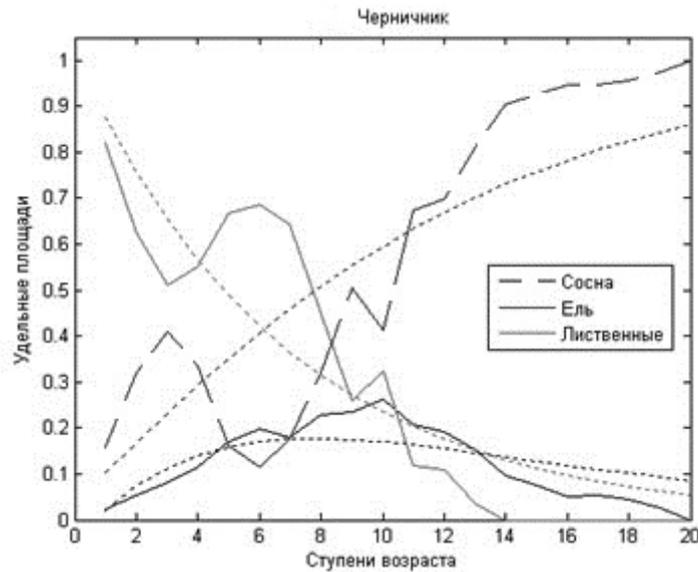


Рис.1. Результаты трехкомпонентной модели (сосна, ель и лиственные): опытные данные – сплошные или разрывные линии; результаты моделирования – пунктир

Выводы. Матрица сукцессии описывает переходы площадей с преобладанием лиственных пород в площади с преобладанием хвойных пород. Для случая, когда имеется H хвойных и L лиственных пород матрица сукцессии включает $H \cdot L$ неизвестных элементов. Для определения этих матричных элементов имеется L линейных алгебраических уравнений. Таким образом, задача вычисления матрицы сукцессии не может быть решена точно. Приближенное решение может быть получено с помощью МНК. Точность приближенного решения зависит от количества использованных в МНК данных. При наличии большого количества опытных данных можно использовать модель с переменной матрицей сукцессии.

При недостатке данных следует использовать интервальную модель. Интервальная модель является промежуточной между моделями с постоянной и переменной матрицами сукцессии. Точность интервальной модели выше точности модели с постоянной матрицей сукцессии, но ниже точности модели с переменной матрицей сукцессии.

Интервальная модель обладает также следующим важным преимуществом. Модель позволяет учитывать переходы между хвойными породами и после окончания процесса сукцессии лиственных пород.

Список литературы

1. Коровин Г.Н., Корзухин М.Д., Бутусов О.Б., Голованов А.С. Долгосрочное прогнозирование динамики породно-возрастной структуры // Лесоведение – 2011. - №6. – С.94-110.

НИЗКОШУМНАЯ ЭКОЛОГИЧНАЯ ТРАНСФОРМАТОРНАЯ СТАНЦИЯ

М.И. Фесина, А.А. Самокрутов
Тольяттинский государственный университет,
г. Тольятти

Силовые трансформаторы являются одними из многочисленных источников шума на селитебных территориях населенных пунктов, производственных зонах предприятий, помещениях жилых и общественных зданий торговых центров и т.п., производящих акустическое загрязнение окружающей среды и подвергающих негативному воздействию значительные части населения в отношении ухудшения их здоровья и самочувствия.

Доминирующим источником шумового излучения трансформаторов являются динамические магнитные и магнитострикционные процессы, сопровождающиеся виброакустическими колебаниями пластин сердечника трансформатора. В данный динамический процесс вовлекаются присоединенные к сердечнику элементы трансформатора как жесткими путями передачи – через многочисленные вибрационные мостики, так и воздушными и жидкостными путями передачи (через масло к стенкам бака).

Определенный вклад в формирование общего виброакустического поля трансформатора вносит вентиляторная установка, предназначенная для его охлаждения путем принудительной циркуляции воздуха. Спектр шумового излучения типичной конструкции силового трансформатора характеризуется выделяющимися гармоническими составляющими 100, 200, 300, 400 Гц, кратными частоте напряжения сети и широкополосной высокочастотной областью 1000...3000 Гц.

Проведенные нами аналитические исследования указывают, что одним из наиболее радикальных по эффективности техническим приемом подавления шумового излучения источников является их акустическое капсулирование. Типичная конструкция акустической капсулы представляет собой замкнутую коробчатую оболочку, полностью охватывающую источник шумового излучения и оборудованную различными системами для безопасной эксплуатации (рис. 1).

Предложенная концептуальная схема акустической капсулы силового трансформатора представляет собой сборный модуль, включающий силовой несущий пространственный каркас, составленный из пустотелых трубчатых элементов, полости которых заполнены сыпучим выброшумодемпфирующим веществом типа кварцевого песка, а к указанным несущим элементам закреплены замкнутые коробчато-полостные элементы, заполнены пористым

звукопоглощающим веществом в виде дробленых фрагментированных элементов заданных габаритных размеров, произведенных из рециклируемых материалов.

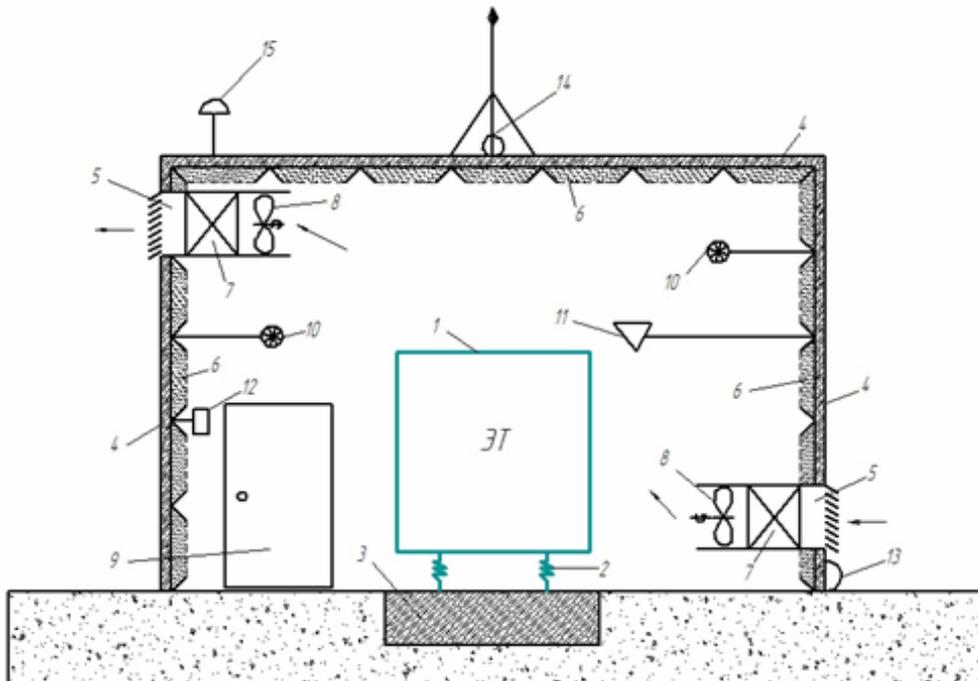


Рис. 1 - Принципиальная схема вентилируемой акустической капсулы силового электротрансформатора

1 – электротрансформатор (ЭТ); 2 – упругое виброизолирующее крепление ЭТ к фундаментному основанию; 3 – фундаментное основание ЭТ; 4 – силовой каркас трубчатого типа акустической капсулы, заполненный сыпучим виброшумопоглощающим веществом типа кварцевого (сухого речного) песка; 5 – вентиляционные проемы акустической капсулы; 6 – звукопоглощающие модули, полости перфорированных оболочек которых заполнены дробленными фрагментированными пористыми структурами звукопоглощающих материалов; 7 – глушители аэродинамических шумовых излучений; 8 – вентиляторные установки; 9 – входная дверь; 10 – система автоматического пожаротушения; 11 – система автоматического термостатирования воздуха в помещении акустической капсулы; 12 – система контроля и предотвращения несанкционированного доступа посторонних лиц в помещение акустической капсулы; 13 – система отпугивания грызунов, диких (бездомных) животных; 14 – молниезащита; 15 – система отпугивания птиц.

Такого типа акустическая капсула оборудована двумя глушителями аэродинамического шума, монтируемыми в зонах выходного и со стороны противоположного входного вентиляционных каналов.

Рассматриваются разнообразные конструктивные элементы и материалы в составе акустической капсулы, улучшающие её эксплуатационные, долговечностные, экологические характеристики (адгезивы, антипирены, защитные звукопрозрачные пленочные, брикетированные пористые дробленые фрагментированные звукопоглощающие элементы в составе заданных формообразованных структур).

Список литературы

1. ГОСТ 12.2.024-87. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Трансформаторы силовые масляные. Нормы и методы контроля.
2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997

КОНЦЕПЦИЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОКОВ НА ГИДРОБОТАНИЧЕСКОЙ ПЛОЩАДКЕ

С.В. Кривицкий

ООО «Инновационная компания «Экология и природа»,
г. Москва

В природной окружающей среде, не подверженной антропогенной нагрузке, экосистема настроена на самоочищение, т.е. сама справляется с переработкой лишней органики тяжёлых металлов. Переработка осуществляется в природных экосистемах с помощью биоты: живых организмов и растений.

К комплексу процессов самоочищения относят физические, физико-химические, химические и биологические (биохимические) процессы [1]. Притом биологические процессы в комплексе процессов самоочищения являются основными, остальные действуют как подготовительные, сопутствующие стадии, способствующие воздействию микроорганизмов на загрязняющие вещества.

Гидроэкосистема водоёма

Природный водоем представляет собой биологически сбалансированную экосистему, в которой естественным образом происходит самоочищение и самовосстановление. Когда в такой водоем попадают в большом количестве загрязняющие вещества, нарушается способность экосистемы к самоочищению. Органика опускается на дно, образуя органическую биомассу донных отложений, подвергающуюся разложению гнилостными бактериями и грибами. При разложении интенсивно поглощается растворенный кислород, взамен выделяются в воду продукты распада – питательные элементы азота и фосфора. Избыток органических веществ приводит к нарушению биологического равновесия и подавлению способности экосистемы к самоочищению. В нарушенной экосистеме такого водоёма (по сравнению с природным) нормальная (полезная) микрофлора подавляется, в то же время развиваются вредные и патогенные микроорганизмы. Так, в водоёмах, загрязнённых питательными элементами азота и фосфора, стремительно развиваются опасные сине-зеленые и бурые микроводоросли, вызывающие отравление воды и заморы биоты. В дальнейшем происходит изменение

сценария трофности водоёма: он меняет тип экосистемы на эвтрофный, т.е. происходит его заболачивание.

Биоремедиация водоёма

Использование специальным образом подобранных живых и растительных организмов для восстановления экосистемы носит название «биоремедиации», что означает *bio* – жизнь, *remedio* – лечение. Применительно к водному объекту биоремедиация – это восстановление экосистемы водоема с помощью живых микроорганизмов и бактерий, фито- и зоопланктона, моллюсков, ихтиофауны и высших водных растений [2].

Задача технологии «биоремедиации» заключается в использовании способности живых организмов-фильтраторов, составляющих основу гидроэкосистемы, путём «фильтрации» загрязнений (поллютантов) подвергать их биодеструкции.

В очищаемую водную среду вносят специально подобранных микроорганизмов, выделенных биотехнологами, заселяют водоём ихтиофауной и засаживают растениями-макрофитами. Внедрённые в водоём организмы-фильтраторы начинают быстро перерабатывать загрязняющие вещества в продукты собственного метаболизма: углекислый газ и воду. В результате полностью нейтрализуется негативное воздействие поллютантов на естественные процессы биологического самоочищения донных отложений и воды, нормализуется метаболизм, восстанавливается и активизируется аборигенный для мезосапробных водоемов (т.е. слабозагрязнённых, близких по качеству воды к природным) видовой состав биоты.

По сравнению с традиционными техническими мероприятиями очистки водоемов (опорожнение прудов, выемка и воз иловых отложений на полигоны, формирование природной морфометрической формы ложа), биологические методы улучшения качества воды (организация водно-болотных участков (*constructed wetlands*), заселение живыми организмами, зарыбление и др. биоремедиация *in situ* гораздо менее затратны [3]. Если в водоеме, загрязненном ксенобиотиками (веществами, чуждыми биоте), отсутствуют микроорганизмы, способные к деструкции этих веществ, то необходима интродукция (заселение) такого рода организмов-деструкторов.

Биоремедиация, как правило, осуществляется *in situ*, т.е. в открытой экосистеме окружающей водной среды. Поэтому успех процесса биоремедиации зависит от критической массы знаний, опыта, методов и разнообразия заселяемых организмов, участвующих в биодеструкции. Таким образом, разработка биоинженерной технологии биоремедиации для экологической реабилитации водоема требует комплексного подхода с привлечением разных специалистов: биологов (гидробиологов), географов (гидрологов), экологов (специалистов по окружающей среде), инженеров (гидротехников).

Следует отметить, что хотя в самоочищении участвует вся биота (гидробионты) водного объекта, но основную роль играют микроорганизмы.

Это, прежде всего, бактерии и вирусы, которые, обеспечивая себе нормальное функционирование, потребляют такие вещества, которые для остальных гидробионтов могут являться загрязнениями; при этом в процессе деструкции органических веществ (питание) выделяются в качестве конечных продуктов метаболизма неорганические вещества. Это происходит потому, что микроорганизмы во много раз превосходят растения и животные по своей биохимической активности, поскольку имеют значительно более высокие соотношения своей поверхности к объёму [1].

Заключение

1. Преимущества биоремедиации перед традиционными методами очистки:

- недеструктивный характер по отношению к окружающей природной среде;
- возможность локального применения в нужное время;
- высокая скорость усвоения и переработки загрязнителей и разложения на безвредные для окружающей среды продукты жизнедеятельности живых организмов;
- экологическая и гигиеническая безопасность.

2. Одно из основных требований биоремедиации применительно к вновь создаваемым или эвтрофированным водоёмам – это создание благоприятных условий для жизнедеятельности биоты и, в первую очередь, для интродукции микроорганизмов-деструкторов.

Список литературы

1. Никитин Н.Е., Никитина О.Г. О сущности самоочищения воды// В сб. статей «Экология: инновации в науке и образовании» - М.: МАКС Пресс, 2009. - С.86-87.
2. Кривицкий С.В. Гидроэкология: улучшение качества воды в водоеме // Экология и промышленность России, 2007, июль. С.18-21.
3. Кривицкий С.В. Очистка поверхностных стоков с использованием гидробиотических площадок//Экология и промышленность России, 2007, март. С.20-23.

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

В.М. Панарин, В.Ю. Анцев, А.А. Горюнкова, Н.А. Копылова
Тульский государственный университет,
г. Тула

Важную практическую задачу математической экологии представляет расчет распространения загрязнений от уже существующих предприятий и планирование возможного размещения промышленных предприятий с соблюдением санитарных норм.

Процесс распространения промышленных выбросов происходит за счет их переноса воздушными массами и диффузии, обусловленной турбулентными пульсациями воздуха. Если наблюдать за дымовым факелом из заводской трубы, то можно заметить увлечение этого факела потоком воздуха и постепенное его разбухание по мере удаления от источника вследствие мелкомасштабной турбулентности. Факел имеет форму конуса, вытянутого в сторону движения воздушных масс. Затем факел распадается на изолированные вихревые образования, увлекаемые на большие расстояния от источника.

Почти все примеси, в конечном счете, рано или поздно осаждаются на поверхность Земли, тяжелые - под действием гравитационного поля, легкие - в результате диффузионного процесса. Примеси, состоящие из крупных частиц, под действием силы тяжести вскоре начинают опускаться в соответствии с законом Стокса. Примеси газообразного вида типа окислов представляют легкую фракцию и особенно опасны для окружающей среды.

Для прогноза качества воздуха используется большое разнообразие методик – от простейших до комплексных [1]. На данный момент большинство из них направлены на проведение краткосрочного – от 1 до 3 дней – прогнозирования концентрации загрязняющих веществ.

Климатологические. Использование климатологии для прогнозирования качества воздуха базируется на предположении, что прошлое хорошо предсказывает будущее. Этот подход основан на взаимосвязи повышенных уровней загрязнения с определенными метеорологическими условиями. Приложение для прогнозирования качества воздуха может быть настолько же простым, насколько просто предположение о постоянстве (то есть, если уровни загрязнения будут высоки сегодня, то они также будут высоки завтра), или может включать разработку сложных типовых синоптических условий (то есть, идентифицируя повторяющиеся метеорологические модели, связанные с высокими уровнями загрязнения). Эти подходы обычно используются для прогнозирования превышения предельных концентраций веществ в окружающей среде. Преимущество данных подходов в том, что они достаточно простые и недорогие в применении.

Статистические методы. Взаимосвязь между определенными метеорологическими параметрами и состоянием воздуха может быть определена количественно, используя множество статистических методик. Для

прогнозирования они фактически являются наиболее общими. Всего идентифицируют три используемых статистических подхода.

Классификации и дерево регресса (CART). Эта методика основана на использовании специализированного программного обеспечения для идентификации тех переменных (метеорологических или отражающих состояние воздуха), которые наиболее тесно связаны с уровнями загрязнения окружающей среды. Далее эти переменные используются для предсказания будущих уровней загрязнения, используя данные о текущем состоянии воздуха и прогноза погоды.

Регрессионный анализ. Взаимосвязь между уровнем загрязнения и метеорологическими и аэрометрическими переменными может быть определена количественно с помощью анализа наборов ретроспективных данных, используя стандартные статистические пакеты анализа. Результирующее множественное линейное уравнение регресса может использоваться для прогнозирования уровней загрязнения.

Искусственные нейронные сети. Еще один метод анализа ретроспективных данных, состоящий в том, чтобы идентифицировать атмосферные параметры, которые влияют на качество воздуха и количественно оценить это влияние с помощью приложений, использующих такой метод адаптивного обучения и распознавания образов, как нейронные сети. Нейронные сети основаны на имитации процесса распознавания повторяющихся образов, который присущ человеческому мозгу. Были разработаны нейросети, которые идентифицируют синоптические условия, связанные с повышением уровня концентрации озона. Вероятно, такая же методика может быть применима и к другим загрязняющим веществам. Данные подходы являются более сложными, чем климатические, но при этом они достаточно просты в реализации и использовании, требуют небольших вычислительных ресурсов и незначительных специальных знаний.

Трехмерные (3-D) модели. Хотя методики, описанные выше, имеют много преимуществ, у них есть один общий недостаток. Они предполагают некоторую стабильность процессов, определяющих состояние воздуха. Любые климатические изменения (краткосрочное или долгосрочное) либо изменение количества выбросов снижают эффективность этих методик. Один из путей решения данной проблемы состоит в том, чтобы использовать более детерминированный подход в прогнозировании качества воздуха. Детерминированные 3-D модели состояния воздуха стремятся математически представить все важнейшие процессы, влияющие на уровень загрязнения окружающей среды. Эти модели фактически состоят из нескольких подмоделей, которые взаимодействуют при моделировании выброса, переноса и преобразования загрязнения воздуха. Примеры таких подмоделей следующие.

Модели выбросов. Моделируют во времени пространственное распределение выбросов примеси загрязняющего вещества, и/или (в случае вторичных загрязнителей, таких) предшествующих выбросов, вызванные антропогенными или естественными источниками.

Метеорологические модели. Прогнозируют метеорологические условия,

влияние химических факторов (солнечной активности, температуры, влажности, и т.д.), излучений (например, температура), и осадков, которые определяют перенос и смешивание загрязняющих веществ. Модели траекторий используют 3-D метеорологию данных моделей в сочетании с данными о выбросах для предсказания уровней таких неактивных загрязнителей окружающей среды, как пыль и дым.

Химические модели. Эти модели используют уровни основных параметров химической кинетики, спектроскопические свойства и термодинамические соотношения для моделирования преобразования первичного (испускаемого) загрязнения во вторичное загрязнение, учитывая свойства композиции и морфологию (измеряемые дистрибутивные и оптические свойства) аэрозолей.

В зависимости от метода, используемого для моделирования распределения концентрации загрязнения с течением времени трехмерные модели качества воздуха делятся на ряд моделей, использующих математические алгоритмы.

Алгоритм Гауссовой модели. Алгоритм Гауссовой модели является наиболее распространенным в моделировании анализа воздушной дисперсии. Он основан на предположении, что загрязнитель будет расходиться в соответствии с нормальным распределением статистики.

При реализации модели могут быть сделаны некоторые упрощения:

- концентрации загрязняющих веществ не влияют на разреженный поток (пассивная дисперсия);
- молекулярная диффузия и продольная диффузия (вдоль направления ветра) незначительны;
- турбулентные потоки являются линейными;
- боковая средняя скорость, V и вертикальная скорость ветра W равны нулю, идеальный случай плоской поверхности.

Использование данного уравнения требует учета некоторых предположений:

- выброс должен быть постоянным и равномерным;
- направление ветра и дисперсии являются постоянными;
- диффузия по направлению ветра является незначительной по сравнению с вертикальной диффузией и нормальным направлением по направлению ветра;
- земля относительно плоская, не имеющая нормальных ограничений на направление ветра;
- нет осадка или поглощения загрязняющего вещества;
- диффузия по вертикали или по нормали в направлении ветра следует гауссовскому распределению;
- форма облака рассматривается расширенной;
- использование среднеквадратичного отклонения и полагает, что турбулентность облака должна быть однородной по всему объему.

Гауссовская модель чаще всего используется для прогнозирования дисперсии непрерывных, плавучих выбросов загрязнения воздуха начинающихся от уровня земли или надземных источников. Гауссовская

модель может также быть использована для прогнозирования дисперсии прерывистых выбросов загрязнения воздуха (так называемые слоеные модели).

Алгоритм модели Эйлера. Модель Эйлера решает уравнение сохранения массы для данного загрязнителя.

Модели Эйлера используют фиксированную решетку (вертикальную и горизонтальную) и решают соответствующие химические уравнения одновременно во всех ячейках решетки, при этом учитывая обмен загрязняющими веществами между ячейками.

Обычно количество вычислений снижают с помощью использования вложенных архитектур: в сельских районах, где концентрации веществ достаточно гомогенны, применяются архитектуры более низкого качества – «грубые», на территории городов, где наблюдаются явные градиенты концентраций веществ, используют более высококачественные архитектуры.

Алгоритм модели Лагранжа. Алгоритм модели Лагранжа предсказывает дисперсию загрязняющего вещества, зная изменение базовой решетки. Это изменение базовой решетки в целом зависит от того, что направление ветра или вектор поля ветра попадает на направление загрязняющего облака.

Вероятностная функция должна быть определена как функция полных метеорологических данных, близких к источникам газа. Если источник выбросов включает в себя механическую пыль, частицы, то это должно быть добавлено в качестве распределения меры и плотности частиц. Модель Лагранжа описывает перенос отдельных воздушных потоков с течением времени под действием атмосферных полей и распространение примесей загрязняющего вещества. Этот подход дает эффективную в вычислительном плане систему. Однако трудно должным образом характеризовать взаимодействие большого количества отдельных источников загрязнения, требующее использование нелинейной химии.

Алгоритм модели Ханна. Данная модель основана на формуле для оценки самой высокой концентрации загрязняющего вещества испускаемого от точечного источника по направлению ветра.

Алгоритм Вох – модели. Алгоритм Вох – модели является наиболее простым из. Он рассматривает осадок воздуха имеющего форму коробки. Считается, что воздух внутри коробки имеет однородную концентрацию.

Алгоритм стохастической модели, базируется на полуэмпирических или статистических методах и ориентирован на проведение анализа соотношения между качеством атмосферного воздуха и измерениями атмосферных параметров или на прогнозировании случаев повышенного загрязнения воздуха.

Алгоритм рецепторной модели рассматривает измеренные концентрации загрязнителей в рецепторной точке и оценивает процентный вклад различных источников в эту концентрацию.

Модели рассеивания атмосферных примесей могут быть использованы в самых различных целях [2]:

- определение соотношений источник – рецептор;
- определение вклада различных источников в суммарные концентрации;

- оценка пространственного распределения концентрации и экспозиции населения;
- оптимизация стратегий снижения объема выбросов и анализ сценариев, связанных с выбросами;
- прогнозирование изменения концентраций загрязнителей во времени;
- анализ репрезентативности станций мониторинга;
- использование моделей как инструментов научных исследований.

Выполнение многих из вышеперечисленных задач не ограничивается одним лишь измерением параметров качества атмосферного воздуха.

Для применения моделей следует располагать метеорологической и географической информацией, а также данными об источниках загрязнения и выбросах. Неточности прогнозов, полученных путем моделирования, обусловлены такими факторами, как:

- неточности при оценке входных параметров моделей;
- несовершенство моделирования физических и химических явлений;
- вычислительные ошибки моделей;
- случайная изменчивость состояния атмосферы.

Для осуществления контроля за неточностями, связанными с методами моделирования, модели должны подвергаться постоянно действующим процедурам обеспечения и контроля качества. Следует уделять первостепенное внимание деятельности по оценке моделей и проверке их достоверности, сопоставляя их с высококачественными базами данных.

Список литературы

1. Бабков В.С., Ткаченко Т.Ю. *Анализ математических моделей распространения примесей от точечных источников.*

2. *Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия, № 85.*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

В.М. Панарин, В.Ю. Анцев, А.А. Горюнкова, Н.А. Копылова
Тульский государственный университет,
г. Тула

Для анализа и точного расчета уровня загрязнения атмосферы необходимо привлечение математического аппарата. Хорошо известны два подхода в математическом моделировании процесса распространения загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. Один из них основан на решении уравнения турбулентной диффузии и получил развитие в основном в СССР. Этот подход является более универсальным, так как позволяет исследовать задачи с источниками разного типа, разными граничными условиями и разными характеристиками среды. Численные решения уравнения

атмосферной диффузии с различными граничными условиями в дальнейшем легли в основу инженерной модели, выполненной в ГГО им. А.И. Воейкова и принятой в качестве Российского общественного нормативного документа ОНД-86.

Второй подход, использующий эмпирико-статистический метод, в основном получил развитие за рубежом. Соответствующие ему математические модели называются «гауссовскими», потому что описываются с точностью до постоянного сомножителя плотностью распределения Гаусса. Подобная методика рекомендована Агентством по охране окружающей среды США для проведения расчетов, носящих нормативный характер.

Достоинством гауссовой методики является ее сравнительно высокая точность при достаточно простой параметризации влияющих на рассеяние примесей факторов. Однако эта модель имеет ряд серьезных недостатков и в некоторых случаях неприменима. Оказалось, что "гауссовское" уравнение следует из общего уравнения атмосферной диффузии при выполнении некоторых условий-ограничений.

Одним из частных решений уравнения является хорошо известная в практике инженерных расчетов за рубежом формула Сеттона для концентрации на подстилающей поверхности, изначально полученная эмпирическим путем. Для расчета среднегодовых полей концентраций загрязняющих веществ используется следующий принцип: концентрация в точке наблюдения определяется при направлении ветра, совпадающем с направлением от источника загрязнения на точку наблюдения, при среднем значении скорости ветра в этом направлении. Затем полученная величина, умножается на коэффициент повторяемости ветра в указанном направлении. Для нахождения поля загрязнения, создаваемого несколькими источниками производится суммирование полей, создаваемых каждым источником. По таблице значений функции концентрации строятся изолинии на карте изучаемой местности, которые соединяют на карте точки, имеющие одинаковые значения. Таким образом, могут быть построены поля загрязнения, имеющие своей границей предельно допустимые значения концентрации [2].

В [3] приводится классификация моделей загрязнения атмосферного воздуха, предложенная Zannetti. Такие модели включают в себя:

1) Эйлеровы модели, позволяющие численно решать уравнения атмосферной диффузии;

2) Гауссовы модели, в соответствии с которыми распределение концентраций характеризуется как гауссовское в горизонтальном и вертикальном направлениях;

3) Лагранжевы модели, в которых либо отслеживаются процессы в движущихся массах воздуха, либо используются условные частицы для имитации процессов рассеивания;

4) полуэмпирические модели, базирующиеся, главным образом, на эмпирической параметризации;

5) стохастические модели, базирующиеся на полуэмпирических или статистических методах и ориентированные на проведение анализа

соотношения между качеством атмосферного воздуха и измерениями атмосферных параметров или на прогнозирование случаев повышенного загрязнения воздуха;

б) рецепторные модели, которые рассматривают измеренные концентрации загрязнителей в рецепторной точке и оценивают процентный вклад различных источников в этой концентрации.

Совершенно очевидно, что все вышеперечисленные модели можно считать наиболее распространенными и типичными. К примеру, в состав моделей Эйлера и Лагранжа, как правило, входят субмодели сухого и мокрого осаждения, химического превращения и других процессов. Составной частью моделей Гаусса могут быть субмодели, в частности характеризующие подъем дымового факела и оседание потока, процессы осаждения и химическое превращение.

Модели Эйлера и Лагранжа традиционно определяются как описывающие процессы в фиксированной системе координат или в потоке жидкости соответственно. В этом смысле, например, модели Гаусса и большинство полуэмпирических моделей можно отнести к подгруппам моделей Эйлера. Однако, применение этих терминов в проблеме загрязнения атмосферного воздуха традиционно следует вышеприведенным определениям.

В целом можно выделить четыре основных направления, в которых развивалось моделирование распространения газообразных примесей и твердых частиц в атмосфере городов [5].

1. Использование статистических моделей распространения, основанных на функции распределения Гаусса. Данное направление заключается в использовании моделей распространения, предназначенных для ровной подстилающей поверхности, модифицированных путём введения эмпирических коэффициентов, учитывающих возможное перераспределение концентрации в застойных зонах вблизи зданий и сооружений.

2. Моделирование течений в уличных каньонах на основе решения транспортно-диффузионных уравнений.

3. Физическое моделирование в аэродинамических трубах. Подобные эксперименты дают возможность оценить некоторые особенности распределения примеси в условиях застройки для таких метеорологических условий, которые можно с той или иной точностью воспроизвести в аэродинамической трубе. При этом в трубах невозможно соблюсти подобие течения по достаточному набору критериев, например, числа Рейнольдса одновременно с числом Росби. В то же время такой метод позволяет определить некоторые необходимые для моделирования параметры и дает возможность сравнения расчетов по модели с измерениями, например, – оценить распределение воздушных потоков вдоль улиц при различных направлениях ветра.

4. Построение моделей на основе комплексного подхода: сравнительного анализа результатов натуральных экспериментов, результатов численного моделирования и физического моделирования. При этом проводится анализ результатов натуральных экспериментов с результатами численного и физического

моделирования с последующим построением параметрических моделей распределения примеси в уличных каньонах в зависимости от метеоусловий: скорости и направления ветра, температурной стратификации атмосферы, влажности и т.п.

Большое значение в теории распространения загрязнения имеют флуктуации в направлении ветра за большой период времени - около года. За такой период воздушные массы, увлекающие примеси от источника, многократно меняют направление и скорость. Статистически такие многолетние изменения описываются специальной диаграммой, называемой розой ветров, в которой величина вектора пропорциональна числу повторяющихся событий, связанных с движениями воздушных масс в данном направлении. Максимумы диаграммы розы ветров соответствуют господствующим в данном районе ветрам. Эта информация является исходной при планировании новых промышленных объектов. При оценке допустимых загрязнений предприятий, расположенных среди большого числа экологически значимых зон (населенных пунктов, зон отдыха, сельскохозяйственных, лесных угодий и т.д.) следует учитывать также загрязнения от уже существующих предприятий региона.

Оценка загрязнения атмосферы и подстилающей поверхности пассивными и активными примесями осуществляется с помощью математических моделей, построенных на основе уравнений аэродинамики в частных производных, и также их конечно-разностных аппроксимаций.

В России большой вклад в это направление внесли работы школы академика Г.И.Марчука. Модели такого типа широко используются в Европе и США при разрешении судебных исков, предъявляемых населением или местными властями промышленным предприятиям в связи с нанесением определенного ущерба. Для оценки принесенного ущерба с использованием математического моделирования производится экспертиза, в результате которой количественно оценивается сумма штрафа, которую загрязняющее предприятие обязано выплатить государственным или местным органам. Такие меры оказались весьма действенными и привели в развитых странах практически к повсеместному внедрению очистительных технологий.

Схемы переноса загрязняющих веществ в такого типа моделях сопрягаются с процедурой вычисления основного функционала задачи, который может представлять собой полное число выпавших примесей, санитарную опасность примесей, включать в себя ущерб, наносимый здоровью населения, сельскохозяйственным угодьям, лесным массивам, почве, затраты на восстановление окружающей среды и другие показатели [4].

В многочисленных работах описываются различные модели распространения примесей в атмосфере с различными параметрами атмосферы, оказывающими влияние на перенос примесей в воздухе.

Выбор вводимых параметров и корректировка моделей в применении к конкретной ситуации зависит от характеристик исследуемой области (по терминологии руководства МАГАТЭ площадки), района ее расположения и условий выброса. Таким образом, выбор подходящей модели или необходимого

сочетания моделей для конкретной площадки и конкретных условий выброса нужно основывать на тщательном изучении площадки и характеристик источников загрязняющих веществ, значимых с точки зрения дисперсии [1].

Особенно важно учитывать ограничения этих моделей. Модели, используемые в разных странах в качестве государственных, в основном применимы к ситуациям, в которых метеорологические параметры, такие как характеристики ветров и вертикальный градиент температуры, приблизительно равномерны во времени и пространстве.

В реальности могут возникнуть ситуации, в которых метеорологические параметры быстро изменяются во времени или пространстве. Общих моделей, которые бы охватывали все ситуации, не существует.

Список литературы

1. Замай С.С., Якубайлик О.Э. *Модели оценки и прогноза загрязнения атмосферы промышленными выбросами в информационно-аналитической системе природоохранных служб крупного города: Учеб. пособие / Краснояр. гос. ун-т. Красноярск, 1998. 109 с.*

2. Ким Ж. В., Мироненко В. Ф., Михайлов А. В. *Моделирование процессов распространения загрязняющих веществ в атмосфере промышленного центра (на примере города Бийска): [Электронный ресурс]. URL: http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2007_03/pdf/051%20kim.pdf.*

3. *Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия, № 85.*

4. Ризниченко Г.Ю. *Экология математическая. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.library.biophys.msu.ru/MathMod/EM.HTML>.*

5. ОНД-86. *”Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий”.* Л., Гидрометеоиздат, 1987г.

ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРА ЖИВЫХ СУЩЕСТВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЕНИ

А.Г. Кудрин
ООО «РЕЭО»,
г. Благовещенск на Амуре

Описаны исторические литературные и экспериментальные исследования воздействия атмосферного давления на величину биологических объектов, изложена информация, основанная на опыте запуска космических кораблей, обращено внимание на скорость вращения земли, центробежные и центростремительные силы. Высказано предположение, что активация вулканической деятельности может быть связана с изменением скорости вращения земли, изменением гравитационного взаимодействия земли и луны.

В связи с уменьшением рождаемости людей из-за злоупотребления вредными веществами, для сохранения детородной функции россиян предложены научно проработанные направления: стрессы при закаливании холодной водой и другие полезные меры, обоснованные в свое время физиологом И.П. Павловым, Гансом Селье. Обращено внимание на методiku определения плохих, или хороших людей.

Почему живые организмы со временем уменьшаются в размерах? При этом некоторые процессы в биологическом мире протекают в реально обозримых сроках. Так, еще живы пни деревьев с многометровым диаметром. В поселке Архипосиповка на черноморском побережье используют спил гигантского дерева для танцплощадки. Сегодня растут гиганты живого мира - Дугласы в США. Когда-то существовали разные гигантские породы деревьев, превратившиеся в траву, мелкие кустарники. При раскопках находят останки гигантских животных-динозавров. Если верить современной палеонтологической науке, а не лгунам, красящимся под «богов», то человек когда-то был тоже гигантом. Да, были люди в прошлое время, богатыри не мы (Рис.1-8). Многие о подобной информации воспринимается сказочным рассказом. К сожалению, ряд правдивой информации некоторыми влиятельными людьми меряется трафаретной меркой, типа «бред с ума сошедших», «пьяный угар» и т.д. Достаточно вспомнить фильм «бриллиантовая рука», где уже ныне покойный Ю. Никулин с печальным лицом поет кажущуюся шуточной песню «про зайцев» и других. Если правильно задуматься, то песня о борцах с наркотиками и наркоторговцах. Россия последователями Даллеса сделана лидером в мире не по тринь-травке, а по тяжелым наркотикам. В последнее время участились случаи женского алкоголизма со смертельным исходом. По-видимому, они, так же как и мужчины, стали недооценивать первые симптомы беспамятства и попали в необратимую власть морфия. Многие генетические пороки можно исправлять, просто не повторяя наследственные склонности до выработки автоматизма. Автоматизмы надо выработать на хорошие привычки, например, доводить до логического конца хорошие дела, типа музыкальных, художественных навыков и пр. К вопросу определения плохих или хороших людей во время власти Н.С. Хрущева использовались методики деления на плохих (черное) или хороших (белое), что приводило к ряду ошибочных решений (14). Такое деление не правомерно. Важно взвешенно относиться к человеку и на этом основании определять чего в нем больше, плохого или хорошего. Лучше, чтобы об этом своевременно подсказывали старшие люди, не скрывая пороки плохих привычек. Плохие привычки могут перейти в автоматические и вот тогда может зародиться алкоголизм. Во многом закономерно участвует психика человека. Движимым фактором является оптимистический подход к жизненным проблемам. Зачастую некоторые путают природный дар со своей собственностью и продают подобное за неправильные цены. В свое время, похожее на наше, правил царь Иван Грозный. Первоначально он был добрейшим царем, но когда купцы и им подобные люди

того времени стали распродавать за бесценок земли страны, то он стал им рубить головы. Хорошим примером в многонациональном российском обществе служит династия царей Романовых, положивших начало объединения российского общества для освоения больших, малонаселенных районов важна своевременная помощь в понимании огромного круговорота проблем. Показ крупниц хорошего, о которых первоначально говорят, что такого быть не может, а в последующем утверждают, что это давно известно и это закономерно! Поэтому поставить крупницы правильной и хорошей истины во главе настоящего и будущего человека важны. Подобное могут сделать истинные ученые, понимающие, что познать все не возможно. В таком случае оптимист сможет победить в себе вредоносное влияние порочной информации. В настоящее время примером могут быть некоторые лидеры российского государства в случае их правильного подхода к решению государственных задач. Показательны примеры в решения проблем двух стихийных бедствий Краснодарского края. Существовали два подхода к возникшей проблеме. В одном случае погибли сотни невинных людей, в другом подобном случае, но при правильном подходе - единицы. Настоящее происходит в современном обществе. Не надо забывать об опасностях, подстерегающих человека на своем пути.

Способы, применяемые противниками Российского государства для подавления детородной функции молодых Россиян (мужчин и женщин) вредны и опасны. На это указывают ученые оптимисты, заботящиеся о здоровье людей, охраняющих землю русскую. Нужно бояться пить паленую водку, злоупотреблять алкоголем, наркотиками и при всем прочем еще и не трусить. Есть справедливая народная поговорка: «я боюсь, но я не трус!». Если это правильно понимать, то тогда помогут солнце, воздух и вода (закалка). Об этом, о так называемых стрессах говорили и описывали в своих трудах И.П. Павлов, Ганс Селье и др. Дары моря, природы и им подобные вещества, типа католита питьевой воды, шунгита, шунгитной воды, прополиса позволят человеку преумножить поколение российских граждан, поддерживать здоровый образ жизни. В поиске у настоящих ученых вера умирает последней. Некоторые исследователи пытаются приравнивать поведенческие реакции животных к человеку, животных с особенно меньшим, чем у человека (мужчин, женщин), размером головного мозга. Это не совсем так.

Одновременно изменяются размеры биологических объектов, но не относительный размер мозга человека, что требует изучения. Некоторые явления ученые объясняют продолжающимся снижением атмосферного давления, которое происходит в связи с потерей части атмосферы за пределы окружения земли. Этому способствует изменяющаяся центростремительная сила земного шара и из-за изменения скорости земного вращения и соответственно - уменьшения притяжения (11,18). Немалое воздействие на земное притяжение может оказывать единственный спутник Земли - Луна, которая периодически приближается к земле. Уменьшенные гравитационные силы ближе к экватору так же воздействуют на живые существа. Достоверно подтверждаются наиболее экономные запуски космических кораблей у

экватора. Большинство людей и ряд животных, живущих ближе к экватору меньше ростом и с меньшими другими антропологическими показателями. Возможно с гравитацией связан резко континентальный климат, активизирующаяся вулканическая деятельность.

Всем, в том числе людям, власти имущим, нужно усвоить, что люди, живущие в разных условиях и разных местах то же люди. Их, а не избранных, нужно правильно понимать. Наступит время, когда некоторые национальности людей окажутся в большинстве. Подобное происходит во Франции с арабами. Еще не все потеряно, но проблемы нужно разрешать своевременно и тогда здоровое мышление победит.



Рис.1. Современные гиганты живого мира- Дугласы в США



Рис.2. Предполагаемые стадии формирования шунгита в морской воде. Глина, камни, ракушки, найденные на побережье и на небольшой глубине в морской воде бухты Шамора



Рис.3 Бухта Шамора перед Самметом 2012



Рис.4. Космические съемки Владивостока накануне Саммита 2012

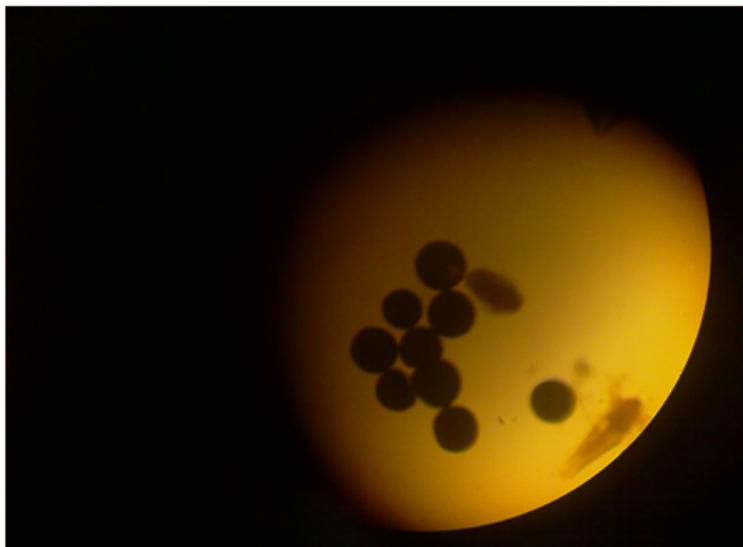


Рис.5. Рост рачков Артемия в пресной соленой воде при пониженном атмосферном давлении



Рис. 6. Рост рачков Артемия при повышенном давлении атмосферного воздуха

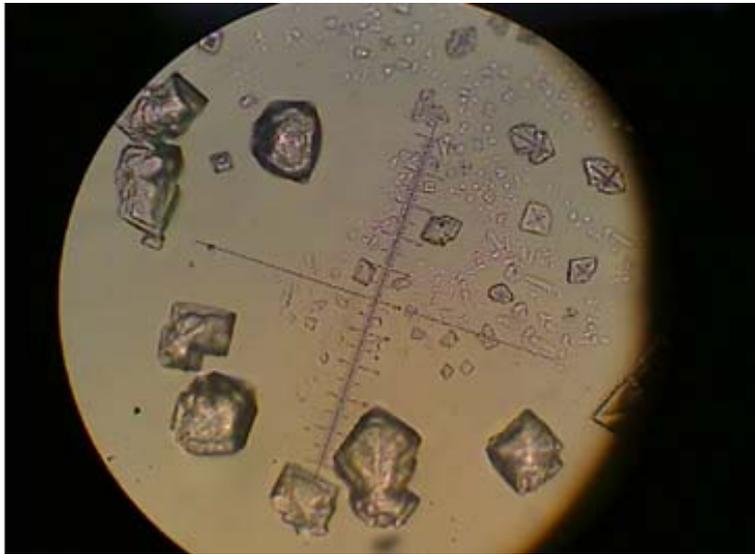


Рис.7. Кристаллы хлористого натрия при пониженном давлении атмосферного воздуха



Рис.8. кристаллы хлористого натрия при повышенном давлении атмосферного воздуха

Материал.

Воздух атмосферы-40, кристаллы поваренной соли после высыхания пресной воды- 20, рачки Артемия -20, глина из морской воды в районе Шаморы -10, морские камни 20, речные камни-20, молодой шунгит-16, шунгит скальный-20, камни из региона рек и озер с пресной водой в Амурской области Дальнего востока России-80.

Методика.

Сравнивался рост и размеры рачков Артемия, кристаллов поваренной соли при нормальном, пониженном и повышенном давлениях атмосферного воздуха. Пониженное и повышенное давление задавалось компрессором методом накачки или откачки воздуха из герметизированной полости с изучаемыми объектами. Проверяли на прочность высохшую глину, шунгит молодой, шунгит скальный, камни с моря, рек, озер Дальнего Востока и из Амурской области.

Результаты.

Обсуждение результатов и выводы.

Большинство рачков Артемия достоверно крупнее при повышенном давлении атмосферного воздуха. Кристаллы поваренной соли достоверно мельче при повышенном давлении атмосферного воздуха Речные и морские камни возможно имеют одни и те же стадии образования, но отличаются по прочности. Их формирование происходит при разных спектральных условиях, при разной концентрации микроэлементов (морская, пресная вода), разного количества света (солнечных дней) при расширяющейся замерзающей воды. Замерзание и расширение воды при замерзании повышает прочность окаменевающей глины - промежуточного продукта образования камней, типа шунгита. Речная и морская глины, находясь на суше изменяют свой цвет от голубого до коричневого, что требует дальнейшего изучения.

Выводы

1 Повышенная солнечная радиация и замерзание пресной воды в этих условиях повышает прочность веществ.

2 Повышенное атмосферное давление способствует более крупному размеру живых существ, возможно из-за лучшего проникновения минералов с более мелкими, но симметричными размерами кристаллов в клеточные структуры.

3. Люди с хорошими привычками те, кто не пьет или пьет не до беспамятства, имеет привычку помнить и выполнять правильные хорошие обещания.

Список литературы

1. Кудрин А.Г. *Вечный огонь и пожалуйста / Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады на XII всерос. науч.-технич. конф. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2012.*

2. Кудрин А.Г., Кудрина Н.А. Свойства Амурского молодого шунгита / Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады на XI всерос. науч.-технич. конф. Рациональное природопользование. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2011. - С.54-6

3. Кудрин А.Г., Кудрина Е.С. Что больше повлияет на климат земли человеческая или вулканическая деятельность / Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады X всерос. науч.-технич. конф.. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2011. - С.42-51

4. Кудрин А.Г. Взгляд на прошлое, настоящее и предполагаемое будущее сосуществования живого и мертвого глазами 2011 года / Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады на X всерос. науч.-технич. конф. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2011. - С.51-55.

5. Кудрин А.Г. Взаимодействия замерзающей воды с предметами материального мира / Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады на X всерос. науч.-технич. конф. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2011. - С.55.

6. Кудрин А.Г., Кудрина Н.А. Воздействие зрительного анализатора человека на структурообразование физиологического раствора при самодегидратации / Информационные технологии. Экологически устойчивое развитие. Рациональное использование природных ресурсов // Международный научно-практический семинар. - Тула, 2010. - С.124-128.

7. А.Г. Кудрин Энергия рук человека / Приоритетные направления развития науки и технологий // Восьмая всерос. науч.-технич. конф. - Тула, 2010. - С.84-87.

8. Кудрин А.Г., Кудрина Н.А. Жидкие кристаллы, как одна из форм энергоинформационного образа биологических объектов / Современные проблемы экологии // Доклады всерос. науч.-технич. конф. - Тула, 2009. - С.137-143.

9. А.Г. Кудрин, В.П. Медведь, Л.А. Крутикова, Н.А. Бондаренко, А.А. Патутина Выращивание растений в домашних условиях / Приоритетные направления развития науки и технологий // Доклады на XI всерос. науч.-технич. конф. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2012. - С.54-57.

10. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. - М.: Медгиз, 1960. — 255 с.

17 Кудрин А.Г, Гордеева Н.В., Патутина А.А., Куклашов А.Л. Зачем живые существа потягиваются и зевают? / Доклады на XII всерос. науч.-технич. конф. – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2012.

АДСОРБЦИОННЫЙ СПОСОБ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

А.А. Прибылов, И.А. Калинникова, А.А. Фомкин
Федеральное государственное бюджетное учреждение наук
Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина РАН,
г. Москва

Адсорбционные методы могут быть использованы не только для цели выделения CO_2 из газового потока, но и для его длительного хранения и транспортировки. С целью подбора адсорбента, наиболее подходящего для хранения CO_2 , нами были проведены экспериментальные исследования адсорбции диоксида углерода на активных углях: ПАУ, АУ-71, СКТ, СМС, ВАУ, D-4609, ФАС-2-05 и ФАС-3-05 в интервале давлений $0.01 \div 6$ МПа и в области температур $293 \div 423$ К. На рис.1 представлена зависимость избыточных величин адсорбции CO_2 при температуре 323К от давления. Как следует из рисунка, наибольшей емкостью по CO_2 при давлении 6 МПа и 323К обладает микропористый углеродный адсорбент, полученный из фурфурола, ФАС-2-05.

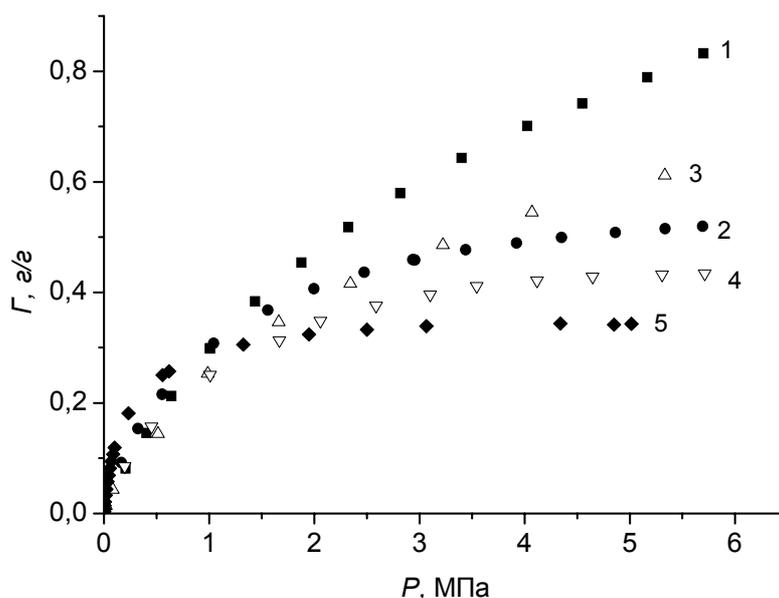


Рис 1. Зависимость изотерм избыточной адсорбции CO_2 при температуре 323К на микропористых углеродных адсорбентах:
1 – ФАС-2-05, 2 – ФАС-3-05, 3 – АУ 71, 4 – D4609, 5 – ПАУ(313К)

На рис.2 представлена зависимость удельных масс газа диоксида углерода, находящегося в пустом баллоне (кривая 1), и в баллоне с адсорбентом при 303 К (кривые 2-5). При максимальном давлении 6 МПа количество запасенного CO_2 увеличивается в 2.3 раза, если баллон наполнен углем типа ФАС-2-05, по сравнению с баллоном без адсорбента. При меньшем давлении, например 2 МПа, эффективнее использовать в качестве наполнителя баллона

полимерный уголь D 4609, который позволяет увеличить массу запасаемого газа (CO₂) в 3.2 раза.

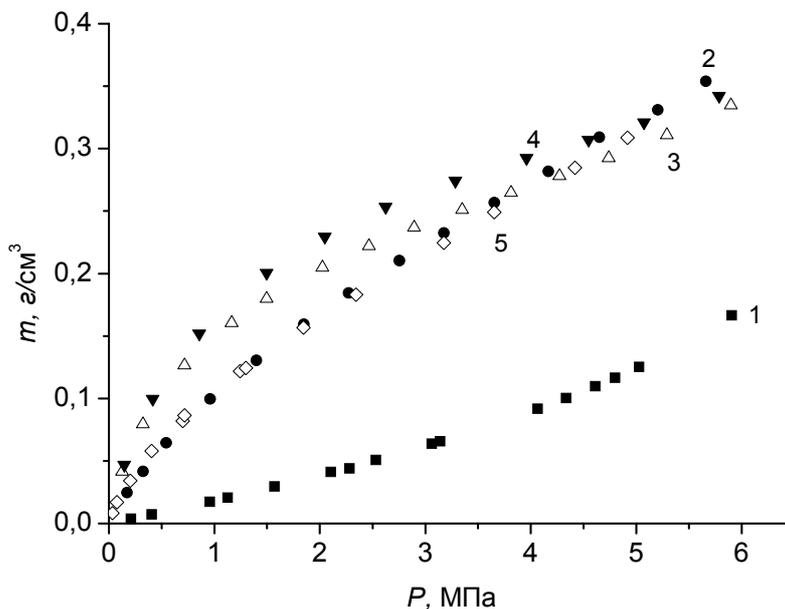


Рис.2. Зависимость удельных масс CO₂, находящегося в пустом баллоне (1) и в баллоне с адсорбентом при 303К от давления:
2 – ФАС-2-05, 3 – ФАС-3-05, 4 – D 4609, 5 – АУ 71(298К)

Таким образом, из полученных данных следует, что эффективность адсорбционного концентрирования зависит от структурно-энергетических характеристик адсорбента и от условий реализации адсорбционного процесса.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА РАЗЛИЧНЫХ АДсорбЕНТАХ

А.А. Прибылов, И.А. Калининкова, А.А. Фомкин
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина РАН,
г. Москва

подавляющее большинство газов, применяющихся в тех или иных промышленных процессах, содержат примеси, среди которых находится CO₂. Например, в производстве аммиака требуется тонкая очистка газа от диоксида углерода. Для применения в качестве защитной контролируемой атмосферы при термической обработке металлов газ также должен быть очищен от примесей, в том числе и CO₂, способных к взаимодействию с компонентами расплавленного металла. При получении защитной, инертной атмосферы с использованием воздуха последний должен быть очищен от примесей – диоксида углерода и паров воды. Для разработки новых схем и реконструкции

старых схем очистки газов от CO_2 необходимо сделать правильный выбор адсорбента для поглощения диоксида углерода из потока газов в определенных условиях. С целью оценки эффективности адсорбента по поглощению CO_2 и разработки его утилизации были проведены экспериментальные исследования равновесной адсорбции диоксида углерода на различных адсорбентах в интервале температур $293 \div 573$ К и в области давлений $0.01 \div 6$ МПа. Исследования проводились на экспериментальных установках высокого давления [1]. В качестве объекта исследований были выбраны – синтетический цеолит NaX, микропористый активный уголь ПАУ, природные силикалиты (монтмориллониты) и полимерный адсорбент МП-300. На рис.1 представлены изотермы избыточной адсорбции CO_2 на вышеперечисленных адсорбентах при 303К. Из рисунка видно, что наибольшей емкостью по CO_2 при давлении 6 МПа обладает полимерный адсорбент МП-300, который представляет собой сверхсшитый полистирол, синтезированный в ИНЭОСе им. А.Н.Несмеянова РАН. Однако, в области малых давлений (до 1МПа) наилучшие характеристики имеют активный уголь ПАУ и синтетический цеолит NaX. Микропористый уголь ПАУ синтезирован термическим разложением полимерного сырья и имеет объем микропор ($0.4 \text{ см}^3/\text{г}$ [2]), который превосходит объем цеолита NaX ($0,3 \text{ см}^3/\text{г}$). Однако применение цеолита NaX позволяет достигать более глубокой степени очистки газового потока от CO_2 и одновременно осушать поток газа в лобовых слоях адсорбера.

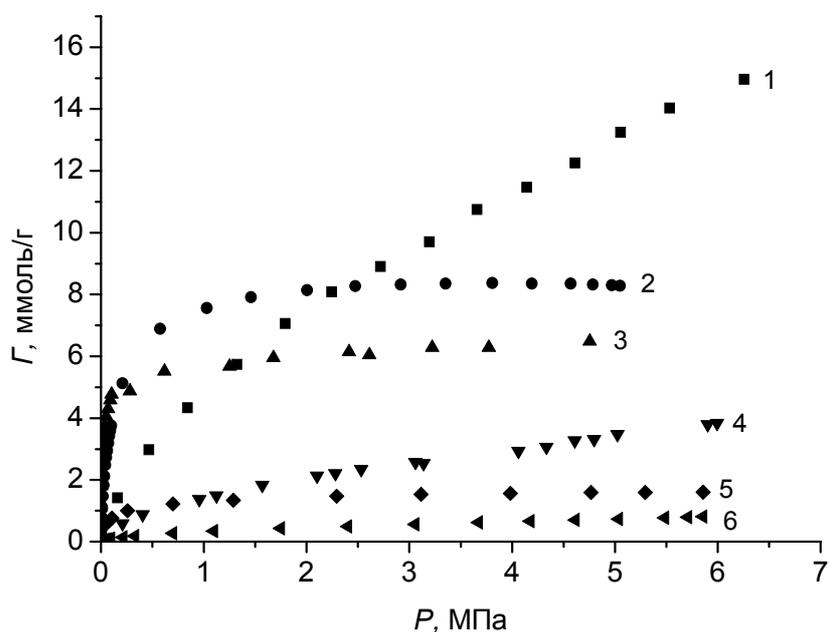


Рис.2. Изотермы избыточной адсорбции CO_2 при 303 К на адсорбентах: 1-МП-300, 2-ПАУ (293), 3 -NaX(305 К), 4- НМт, 5- PyMt, 6-NaMt

Как видно из графика (рис.1), хотя все три ионообменные формы монтмориллонита обладают значительно меньшей адсорбционной емкостью по CO_2 во всей изученной области давлений, однако, они позволяют удалять из газового потока другие примеси, такие, как сульфид водорода и сероорганические

соединения (например, монтмориллонит НМт в настоящее время применяется для очистки жидкого топлива от серы и ее соединений). К тому же они являются более дешевыми адсорбентами, чем вышеупомянутые МП-300, NaX, ПАУ. Конечно, окончательный выбор типа адсорбента для конкретной промышленной задачи зависит и от начальных условий (типа и количества примесей помимо CO₂, начальной концентрации CO₂, давления и температуры газового потока и др.), и конечной степени очистки газового потока, и от предполагаемой стоимости системы очистки. Могут быть различные варианты одновременного использования разных адсорбентов, например, можно в первой ступени использовать полимерный адсорбент МП-300, поскольку он является гидрофобным и имеет наибольшую емкость по CO₂, а во второй ступени для достижения более глубокой степени очистки и, если необходимо проведение одновременной осушки газового потока – использовать цеолит NaX.

Список литературы

1. А.А.Прибылов, С.М.Калашников, В.В.Серпинский, *Изв. АН СССР Сер. хим., 1990,1233[Bull. Acad. Sci. USSR, Div. Chem. Sci., 1990,30, 1105(Engl. Transl.)]*.
2. А.А.Прибылов, Л.Г.Шеховцова, И.А.Калинникова, *Изв. АН. Сер. хим., 2005. - № 10. - С.2219.*

РАСТВОРИМОСТЬ МЕТАНА В ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДАХ ПРИ ДАВЛЕНИЯХ ДО 40 МПа И ТЕМПЕРАТУРАХ 303, 323, 343К

Н.А. Скибицкая^{*}, А.А. Прибылов^{**}, Л.А. Зекель^{***}

^{*}Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем газа и нефти РАН,

^{**}Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физической химии и электрохимии им. Фрумкина РАН,

^{***}Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт нефтехимического синтеза РАН,

г. Москва

Изучение растворимости метана в жидких органических соединениях при высоких давлениях представляет не только научный интерес, но и имеет практическое значение. Хорошо известно, что в отложениях газоконденсатных месторождений помимо газопаровой фазы присутствуют жидкий флюид, содержащий углеводороды, а также асфальтены, смолы и другие компоненты. Поэтому при оценке запасов газа в недрах газоконденсатного месторождения необходимо учитывать часть газа, поглощенную жидким флюидом. Цель данной работы состояла в определении растворимости метана в органических жидкостях, которые моделируют жидкие компоненты, находящиеся в этих отложениях при температурах и давлениях близких к реальным пластовым условиям.

Жидкий флюид газоконденсатного месторождения можно условно представить как смесь двух групп углеводородов. «Летучие» углеводороды C5-C10 при 30 °С находятся в пласте в жидкой фазе и частично в газопаровой фазе. К другой группе углеводородов условно относятся «нелетучие» компоненты – с числом углеродных атомов более 10. Для моделирования процессов, протекающих в отложениях газоконденсатных месторождений, использовали смеси предельных углеводородов с различным соотношением «летучих» компонентов (в дальнейшем «летучие углеводороды») и нелетучей части, в качестве которой использовали н-додекан. Составы смесей представлены в табл.1.

Таблица 1

Состав смесей, использованных в экспериментах

Номер смеси	Содержание конденсата в смеси, % (объёмн.)	Содержание компонентов в 1 г смеси, мг						
		C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₂
1	0	-	-	-	-	-	-	1000
2	20	1,08	6,77	17,8	47,2	60,3	59,83	807
3	50	2,7	16,9	44,6	117,9	150,7	149,6	517,5
4	100	5,6	35,1	92,4	244,4	312,4	310	0

В качестве растворяемого вещества использовали метан чистотой 99.9 %. Измерения растворимости метана в четырех органических жидкостях проводили на объемно-весовой установке при следующих условиях: для н-додекана при температурах 303, 323 и 343К, для смеси 2 при $T=323$ К, для смеси 3 при $T=303$ и 323К и для смеси 4 при 303, 323, 343К в области давлений 0÷40 МПа. Растворимости метана в четырех органических жидкостях (q) в г/г рассчитывали по уравнению:

$$q = (m - \rho_g (V_{амп} - m_l / \rho_l)) / m_l \quad (1)$$

Здесь m – масса метана в (г), поступившая в ампулу с жидкостью при данных P и T , ρ_g – удельная плотность равновесной газовой фазы CH_4 (г/см³), соответствующая этим P и T , $V_{амп}$ – известный объем пустой ампулы (см³), в которую помещается исследуемая жидкость, m_l – масса жидкости в (г), ρ_l – удельная плотность соответствующей жидкости, которая определялась для каждой температуры. Для смеси плотность жидкости рассчитывалась с учетом мольной доли каждого компонента. Расчет величины растворимости по (1) проводился при постоянном объеме соответствующей жидкости $V_l = m_l / \rho_l$

На рисунке 1 - 4 представлены изотермы растворимости метана в н-додекане и в вышеуказанных смесях, измеренные при трех температурах и рассчитанные по (1),

Изучение растворимости газов в жидкостях сталкивается с двумя проблемами, которые заключаются в том, что при растворении газов в жидкости ее объем меняется за счет объема молекул газа, попавших в жидкость

из газовой фазы, а с другой стороны происходит сжимаемость раствора под действием давления газовой фазы. При растворимости газа в жидкости при низких давлениях газовой фазы можно экспериментально определить изменение объема раствора с учетом его изменения и рассчитать величину растворенного газа в жидкости. При высоких давлениях газовой фазы трудно оформить экспериментальную технику так, чтобы измерять изменение объема раствора. При расчете растворимости газа можно учесть изменение объема раствора вызванное только за счет объема растворенных молекул газа в жидкости, выбрав каким-либо способом объем, приходящейся на одну молекулу газа, но при этом нельзя рассчитать влияние на раствор давления газовой фазы. Так как изменение давления газовой фазы с одной стороны изменяет саму растворимость, но с другой стороны влияет на сжимаемость жидкости. Использовать литературные данные по сжимаемости жидкостей от давления невозможно, поскольку эти данные получают при механическом давлении поршня на жидкость, когда жидкость не контактирует с газом, а находится только в равновесии со своим насыщенным паром.

Как видно из изотерм растворимости метана в различных органических жидкостях (рис.1-4) в начальной области давлений имеется линейный участок, когда растворимость q пропорциональна изменению давления. В качестве примера на рис.5 приведены начальные участки изотерм растворимости метана в н-додекане для температур 303, 323, 343К. Растворимость метана на этих участках изотерм количественно соответствует истинным значениям, т.е., на этих участках изотерм влияние обоих факторов (о чем говорилось выше) взаимно компенсируются. Из температурной зависимости K_T , полученных из изотерм растворимости метана в н-додекане ($\ln K_T \div 1/T$), была определена теплота растворения, значение которой равно 4 кДж/моль. Что касается представленных изотерм растворимости метана для всех указанных выше жидкостей, то можно отметить, что они качественно передают реальную картину растворимости.

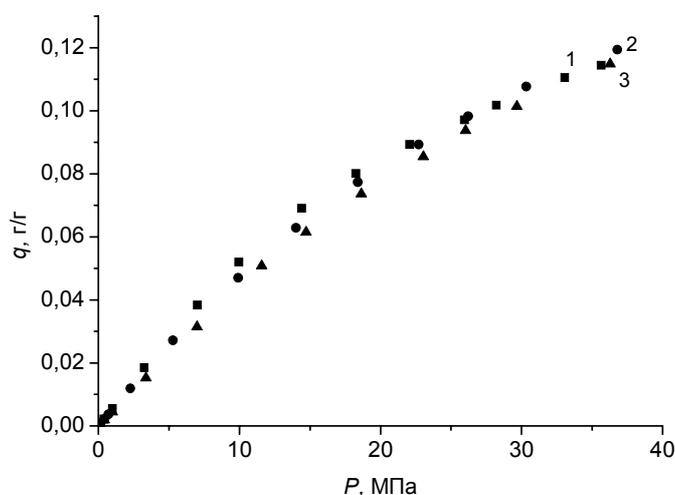


Рис.1. Изотермы растворимости метана в н-додекане, измеренные и рассчитанные при температурах: 1 – 303, 2 – 323, 3 – 343К

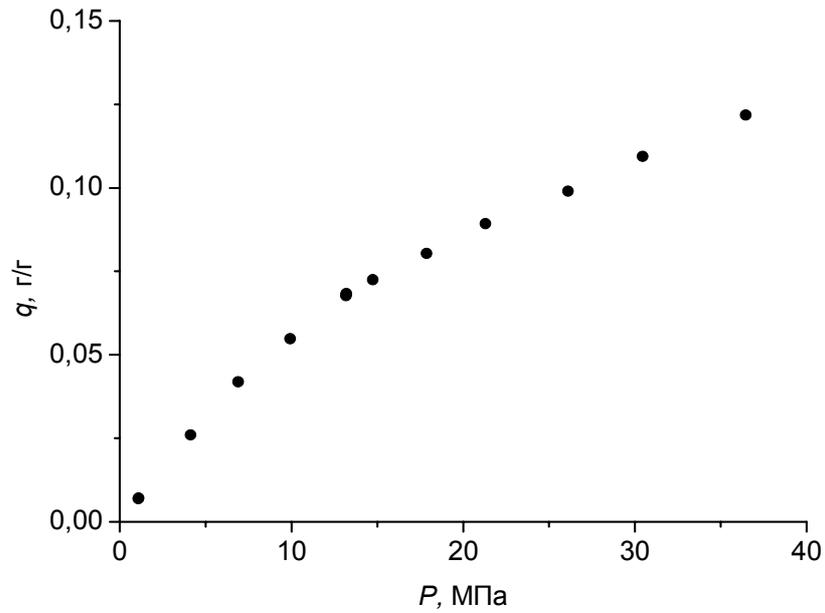


Рис.2. Изотерма растворимости метана в смеси 80 % н-додекана и 20 % «летучие углеводороды», измеренные и рассчитанные при температуре 303К

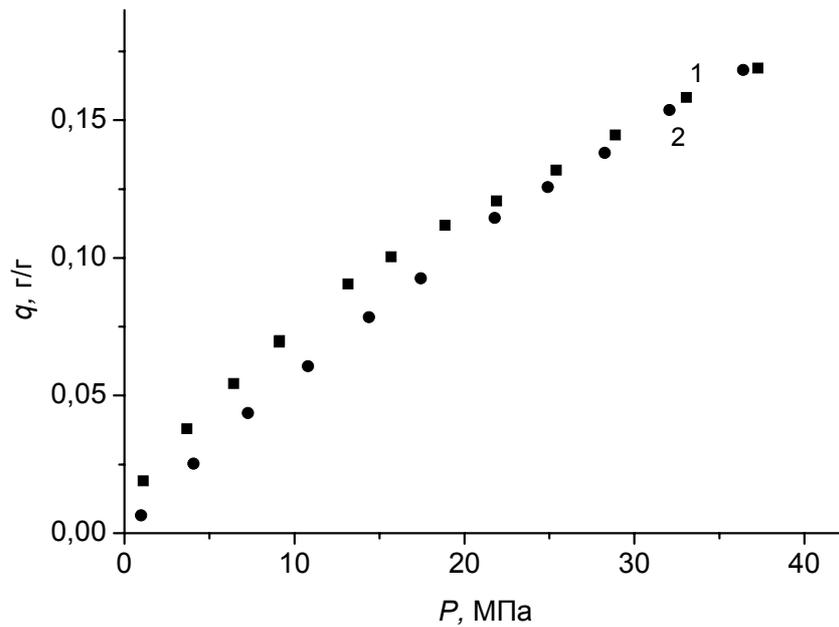


Рис.3. Изотермы растворимости метана в смеси 50 % н-додекана и 50 % «летучие углеводороды», измеренные и рассчитанные для температур: 1 - 303К, 2 – 323К

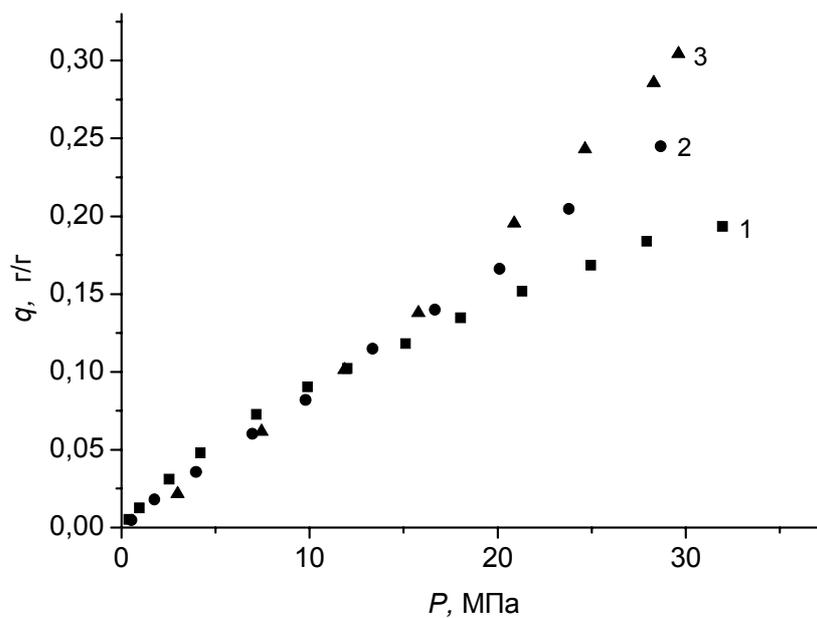


Рис.4. Изотермы растворимости метана в 100 % «летучие углеводороды» измеренные и рассчитанные для температур: 1 - 303К, 2 – 323К, 3 – 343К

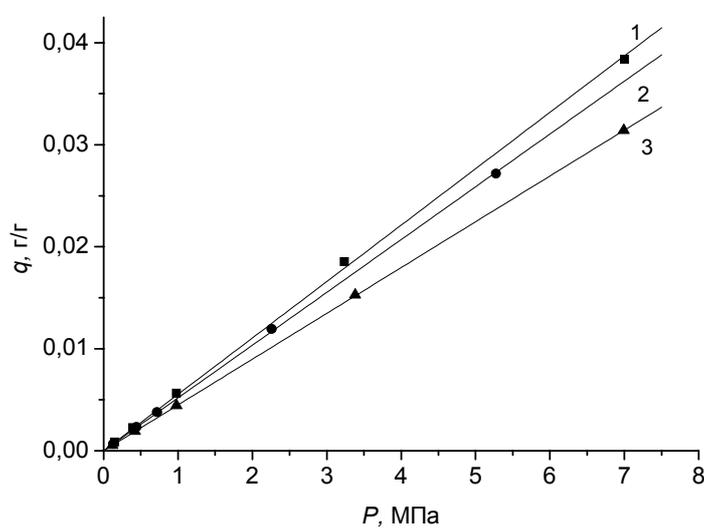


Рис.5. Начальные участки изотерм растворимости метана в н-додекане при температурах: 1 – 303К, 2 – 323К, 3 – 343К

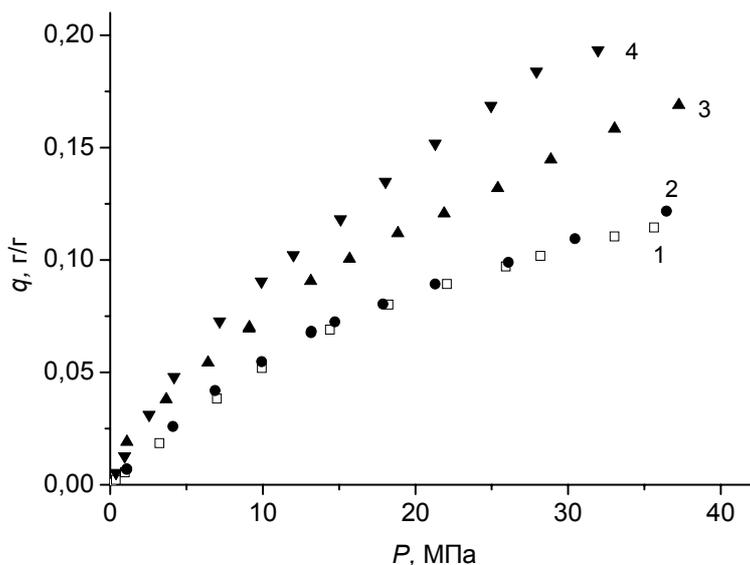


Рис.6. Изотермы растворимости метана при температуре 303К в: 1 – н-додекан, 2 – в смеси 80 % н-додекан и 20 % «летучие углеводороды», 3 – 50 % н-додекана и 50 % «летучие углеводороды», 4 – 100% «летучие углеводороды»

Как видно из Рис. 6, растворимость метана в смесях сильно зависит от объемной доли «летучих углеводородов». Так, например, для температуры 303К, в смеси с содержанием «летучих углеводородов» 20 % изотерма растворимости метана совпала с изотермой растворимости метана в н-додекане т.е. молекулы метана которые находятся в растворе практически не чувствуют в своем окружении молекул «летучих углеводородов». При увеличении содержания в смеси «летучих углеводородов» до 50 % растворимость метана возрастает и по величинам растворимости эта изотерма находится между кривыми 100 % «летучих углеводородов» и додекана (кривые 4 и 1).

УДАЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ РАСТВОРОВ

В.И. Маниева

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
г. Улан-Удэ

Современные технологии защиты окружающей среды в области предотвращения загрязнения водных объектов сточными водами городов и населенных пунктов базируются на процессах биохимической деструкции органических компонентов. Сооружения полной биологической очистки, выполняя важную барьерную роль в предотвращении загрязнения водоемов, во многих случаях не могут обеспечить необходимую степень задержания загрязнений, по своим свойствам, относящимся к биологически

труднорасщепляемым, которыми являются поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Целью данной работы является исследование физико-химических закономерностей очистки сточных вод, содержащих неионогенные поверхностно-активные вещества (НПАВ) методом коагуляции.

Объектами исследования служили модельные растворы НПАВ (ОП-10 и неонол) с исходной концентрацией 50 мг/дм³. В качестве коагулянтов использовались хлорид железа (III), сульфат железа (II), сульфат алюминия, алюминат кальция, Fe-монтмориллонит.

Из традиционно применяемых коагулянтов наиболее эффективным является сульфат железа (III), при этом максимальный эффект очистки достигает 50-53 % при дозе реагента (в пересчете на железо) 75 и 100 мг/дм³ для ОП-10 и неонола.

Все большее применение в процессах очистки сточных вод находят новые материалы на основе природных слоистых силикатов, в данной работе использовали сорбент-коагулянт, полученный по оригинальной методике, так называемый Fe-монтмориллонит (Fe-ММ).

Экспериментальные данные свидетельствуют о высокой эффективности применения модифицированного Fe-ММ для очистки сточных вод от НПАВ. Установлено, что степень извлечения составляет 100 % при дозе коагулянта-сорбента (в пересчете на железо) 50 мг/дм³. При этом расход железа на извлечение НПАВ в 3 раза меньше, чем при использовании сульфата железа (III) (таблица).

Сравнение методов очистки сточных вод

НПАВ	Эффект очистки, %		Расход железа, г/г _{вд. ПАВ}	
	Fe-ММ	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Fe-ММ	Fe ₂ (SO ₄) ₃
ОП-10	100	50	0,83	2,9
Неонол	100	53	1,2	3,9

Таким образом, показана перспективность применения модифицированного Fe-ММ, активированного ультразвуком, для удаления из сточных вод НПАВ.

ФИЗИКО–СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕПЛОВЛАГООБОРОТОВ И ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИПОЛЯРНОГО ЕНИСЕЯ

В.М. Старков, П.В. Лапицкий

НОУ ВПО «Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов»,
Красноярский филиал,
г. Красноярск

Согласно агроклиматическому районированию Д.И. Шашко, по теплообеспеченности северная часть Туруханского района относится к холодному северо-сибирскому полярно-тундровому поясу, где сумма температур за период вегетации растений (фитоценозов) варьирует в пределах 400-1000 °С [6]. Однако, несмотря на предельную жесткость климата, геоботанический состав и продуктивность фитоценозов заливных лугов северного Енисея незначительно отличается от аналогичных показателей речных пойм умеренных широт или, иначе говоря, проявляется свойство интразональности. Вполне очевидно, что здесь сказывается отоплительное воздействие периодически поступающих на пойму русловых вод в период половодий. Поэтому не без основания можно предполагать, что первые русские первопроходцы при освоении Енисейского Севера ставили свои зимовья в местах, близких к заливным пойменным лугам с богатым травостоем, дававшим возможность развивать мясомолочное животноводство. Так, в 1607 году на реке Турухан было заложено зимовье, получившее в 1672г. статус города Новая Мангазея (ныне с.Туруханск), вокруг которого простирались прирусловые и островные пойменные земли (о. Большой Шар) [4], служившие для местного населения на протяжении последующих многих десятилетий одним из видов традиционного природопользования. Но наибольший подъем этой отрасли относится к 1970-80 годам, обусловленный интенсивной подготовкой к освоению месторождений полезных ископаемых, строительством Усть-Хантайской и Курейской ГЭС, вводом новых мощностей в Норильском промышленном районе. Именно в этот период кардинальным образом повысился спрос на малотранспортабельную свежую мясомолочную продукцию. Однако по известным причинам эти земли выпали из хозяйственного оборота. В настоящее время в рамках программы социально-экономического развития Туруханского района до 2020 года вновь ставится задача об использовании их в качестве объекта кормопроизводства. Разумеется, ее успешное решение зависит в первую очередь от уровня научного обоснования технологических приемов управления водно-тепловым режимом почв и луговых фитоценозов. В данной публикации по материалам предыдущих исследований [5] рассмотрим некоторые подходы к конструированию модели тепловлагооборотов в системе почва - луговые фитоценозы - приземный слой воздуха применительно к островной экосистеме Большой Шар, поскольку она открывает возможность в ретроспективном разрезе количественно оценить функционирование природной экосистемы, ее

продуктивность в зависимости от водных и тепловых ресурсов климата. В этой связи принципиальное значение приобретает выбор методологического подхода. Следует напомнить, для решения такого рода задач применяются два метода - эвристический и физико-статистический [1,3]. Первый основан на исключении из рассмотрения физической сущности изучаемых явлений и базируется на эмпирических связях. Второй предусматривает анализ процесса энерго- и массообмена в среде обитания фитоценозов и выявление ведущих факторов, описывающих протекание этого процесса. При этом важным обстоятельством является наличие надежного банка данных. В конкретной ситуации таким требованиям отвечает метеостанция Туруханск, осуществляющая гидрометеорологические и теплбалансовые наблюдения по полной программе.

О.Большой Шар расположен на левом берегу Енисея, в 7км от Туруханска. Площадь лугов порядка 600га. Типы почв - аллювиальные дерновые и луговые с содержанием гумуса 5,4-10,7 %. Насыщен озерами и протоками. Большая часть луговой площади покрыта крупнозлаковыми фитоценозами – овсяницей и тимофеевкой луговой, встречаются также канареечники, вейничники и осоковые.

Применительно к данной экосистеме процесс влагообмена за декады теплого сезона описывается следующим воднобалансовым уравнением (УВБ):

$$KX+W_n - W_k + Y_{пр}^p \pm Q_{гпп} = Z_{фит} + Y_{от}^c, \text{ мм} \quad (1)$$

или

$$H_{рув} = Z_{фит} + Y_{от}^c, \quad (2)$$

где KX - атмосферные осадки; W_n и W_k – почвенные влагозапасы в расчетном (корнеобитаемом) слое на начальный и конечный интервалы времени; $Y_{пр}^p$ - приток русловых вод на пойму в период весенних половодий (затопление); $\pm Q_{гпп}$ - подпитывание почвенного слоя грунтовыми водами (+) или инфильтрация за его пределы поверхностных вод при глубоком залегании зеркала грунтовых вод (-); $Z_{фит}$ - суммарное испарение (эвапотранспирация) луговых фитоценозов; $Y_{от}^c$ - суммарный отток всех видов вод в реку, включая опорожнение поймы в фазу спада половодий; $H_{рув}$ - ресурсы суммарного увлажнения пойменных почв и подстилающих их грунтов.

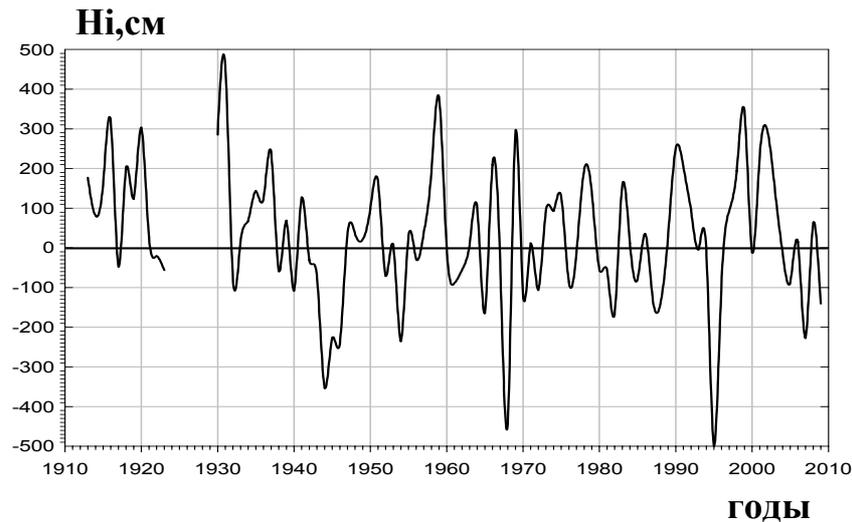


Рис.1. Цикличность затопления поймы р.Енисей о.Большой Шар при отметке “прорвы” 1900см над “О” графика

Режим затопления носит периодический характер, т.е. наблюдается чередование циклов многоводных и маловодных лет (рис.1).

Выход воды на пойму осуществляется через так называемые “прорвы” – низкие отметки проточных рукавов. Продолжительность стояния воды на острове колеблется от 3-х до 17суток, что сказывается на интенсивности роста и развитии фитоценозов. За почти 100-летний период наблюдений за уровнем режимом (водпост Селиваниха) выход русловой воды на пойму зафиксирован в течение 53-х лет.

Механизм взаимодействия внутрисуточных радиационно-тепловых потоков в системе почва – фитоценозы – приземный слой атмосферы, предложенный В.С. Мезенцевым [2], выражается за декады теплого сезона (июнь-сентябрь) следующей структурой уравнения теплового баланса (УТБ):

$$R^+ + P_{ка}^+ + \sum B_{ак} - (B_{дн} + B_{гл} + B_{м}) = LZ + P_{то}^- + J_{н}, \text{ мДж/м}^2, \quad (3)$$

или

$$LZ_{м} = LZ + T \quad (4)$$

где R^+ - радиационный баланс за световую часть суток; $P_{ка}^+$ - адвективные теплотокеты, поступающие на пойму за счет местных (феновых) и континентальных циркуляционных процессов; $\sum B_{ак}$ - аккумуляция тепла в почвенном слое с неустановившимся температурным режимом $h_{дс}$; $B_{дн}$ - дневной приток тепла в слой $h_{дс}$; $B_{гл}$ - поток тепла в слой с квазистационарным температурным режимом, то-есть ниже $h_{дс}$; $B_{м}$ - расход тепла на фазовое превращение льдистой почвенно-грунтовой влаги - оттаивание; $B_{ст} = (B_{дн} + B_{гл} + B_{м})$ - суммарный теплообмен почво-грунтов; LZ - затраты тепла на суммарное испарение; $P_{то}^-$ - турбулентный отток тепла в

атмосферу; J_n - ночное эффективное излучение; LZ_m – теплоэнергетические ресурсы процесса суммарного испарения фитоценозов, эквивалентом которых является Z ; T_{tc} - тепловой сток.

При достаточно строгих, приведенных в УТБ (3), физико-логических представлениях о взаимодействии вертикальных и горизонтальных теплооборотов в природных экосистемах вообще и пойменных в частности, проблема определения их численных значений остается далеко не всегда разрешимой. С одной стороны, это обуславливается ограниченностью банка данных опорных метеостанций, а с другой – неизученностью в этом отношении мезо- и микроландшафтов. Именно поэтому в рассматриваемом случае количественная оценка элементов (3) и (4) базируется на частных моделях, сконструированных по данным м.ст. Туруханск и приведенных с помощью переходных уравнений регрессии, полученных по материалам эпизодических параллельных наблюдений (1988-1989годы), к условиям поймы. При этом аргументы-предикторы представлены в виде сочетания метеоэлементов, вносящих основной вклад в формирование численных значений результативных предиктантов. Для R^+ применен аргумент $\psi = h_0 \cdot \exp[(n_0 - 1) \cdot T_{2,0} / f\%]$, в котором h_0 - средняя за день высота солнца; n_0 - приведенная облачность, в долях ед.; $T_{2,0}$ - температура воздуха на высоте 2,0м; f – относительная влажность воздуха, %. Для P^- аргумент $\alpha = R^+(T_0 / T_{2,0} - 1)$, где T_0 – температура поверхности почвы при всходах травостоя и в дальнейшем его поверхности во всех фенофазах его развития. Для расчета $V_{ст}$ применен аргумент $\gamma = T_{0-20}^{16} - T_{0-20}^7$ в виде амплитудного колебания температуры в почвенном слое 0-20см - от начала поступления тепла утром T_7 и достижения максимума в дневные часы T_{16} . Расчет J_n выполняется по разности средней температуры в слое 0-20 см в вечерние и утренние часы $\lambda = T_{0-20}^{19} - T_{0-20}^7$. Таким образом представлена возможность определения численных значений Z и Z_m . Оценка погрешности элементов УТБ на независимом материале (таблица), свидетельствует о допустимости использования данной модели для принятия оптимальных решений в области регулирования водно-теплового режима данной пойменной экосистемы с целью обеспечения стабильно высокой урожайности луговых фитоценозов.

Статистическая оценка погрешности декадных сумм элементов УТБ; м.ст. Туруханск, июнь-сентябрь 1979 – 1983, 1988гг.

Эмпирические модели элементов ТБ	Эмпирические коэффициенты				Погрешность по градациям по независимой информации, %					Корреляц. отношение $R_{ко}$	F-критерий $F_{эп}$
	A_0	A_1	A_2	N, ряд	0-5	5-10	10-15	15-20	>20		
$R^+ = A_{0R} + A_{1R}\psi + A_{2R}\psi^2$	-0.47	0.24	0.082	36	33.1	30.3	11.2	80.3	17.1	0.973	191.9
$P^- = A_{0P} + A_{1P}\alpha + A_{2P}\alpha^2$	5.88	1.77	-0.02	36	22.9	16.7	19.4	11.0	20.7	0.898	92.5
$V_{ст} = A_{0B} + A_{1B}\gamma + A_{2B}\gamma^2$	-1,60	5,68	-0,29	36	19,4	16,7	16,7	24,5	22,7	0,942	171,6
$J_n = A_{0J} + A_{2J}\lambda + A_{2J}\lambda^2$	4.47	1.34	-0.059	24	14.2	18.5	13.8	14.5	39	0.793	57.4

Совместное решение УВБ и УТБ позволяет найти взаимосвязь между относительными показателями ресурсов тепла и влаги $\beta_h = H_{рув} / Z_m$ и расхода воды на суммарное испарение $\beta_z = Z / Z_m$ с учетом параметра n , отражающего

гидролого-гидрогеологические условия суммарного стока. Аналитически эта связь имеет следующий вид [2] $\beta_h = (\beta_z^{-n} - 1)^{-1/n}$. Этот методический инструмент имеет ключевое значение для оценки влияния в многолетнем разрезе водно-тепловых ресурсов на формирование продуктивности экосистем, поскольку определение численных значений элементов УВБ весьма проблематично, а нахождение элементов УТБ расчетным, как показано выше, вполне доступно.

Такого рода оценка проведена авторами для рассматриваемого объекта. С этой целью по имеющимся в наличии метеоданным за 1962-1990 годы и архивным материалам администрации Туруханского района по продолжительности вегетации луговых трав и производственной урожайности сенокосов острова Большой Шар составлены параллельные ряды β_h и $U_{ц/га}$. Причем при формировании ряда β_h была исключена неоднородность, вызванная изменением суточных сроков наблюдений от 4 до 8 в 1966 году и учтена цикличность затопления данного пойменного массива.

Представленная на Рис.2 зависимость в виде полинома седьмой степени свидетельствует о том, что при соразмерности ресурсов тепла и влаги потенциал продуктивности экосистемы варьируется в пределах 19-20 ц/га. В остальных случаях луговые фитоценозы вегетируют в условиях дефицитов тепловлагообеспеченности. Следовательно, данная модель может служить ориентиром для оптимизации водно-теплового режима экосистемы.

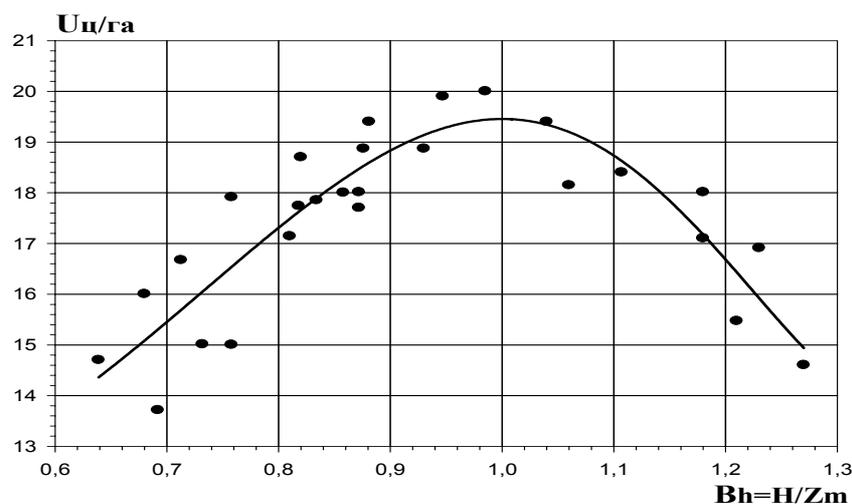


Рис.2. Зависимость продуктивности естественных луговых фитоценозов ($U_{ц/га}$) за период вегетации от параметра β_h - о. Большой Шар, 1962-1990 годы

Список литературы

1. Бондаренко Н.Ф. Моделирование продуктивности агроэкосистем / Н.Ф. Бондаренко / Е.Е. Жуковский, И.Г. Мушкин, С.В. Нерпин, Р.А. Полуэктов И.Б. Усков. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 264с.
2. Мезенцев В.С. Гидролого-климатические основы проектирования гидромелиораций / В. С. Мезенцев. - Омск: Изд-во Омский СХИ, 1993. - 118с.
3. Нерпин С.В. Энерго- и массообмен в системе растение-почва-воздух / С.В. Нерпин, А.Ф. Чудновский. - Л.: Гидрометеиздат, 1975. - 358с.

4. Смирнов А. Исторический очерк Приенисейского края, часть 1 / В.А.Смирнов. - Красноярск: Издание Бюро Краеведения при отделе Русского Географического общества, 1926. - 25с.

5. Старков В.М. Разработка и внедрение технологического комплекса мелиорации северной поймы Енисея, обеспечивающего высокопродуктивное производство кормов в условиях низкой теплообеспеченности климата почв/СибНИИГиМ, руководитель Старков В.М.//Сборник рефератов НИР и НИОКР№5, серия 25.-М.:ВНТИЦентр, 1991. - С.19.

6. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР/Д.И. Шашко. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 248 с.

МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЗРЕЛЫХ И СТАРЕЮЩИХ КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ ОБОГАЩЕННОЙ СРЕДЫ*

Ю.К. Комлева, А.В. Моргун, Н.В. Кувачева, Е.А. Пожиленкова, О.Л. Лопатина,
Н.А. Малиновская, А.Б. Салмина
Красноярский государственный медицинский университет
им. профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого,
г. Красноярск

* Работа выполнена при финансовой поддержке грантов ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (№ 8061, 2012–2013), Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности», дополнительное соглашение № 1/12 от «04» июля 2012 г. к соглашению № 11 от 12 августа 2009.

Существенные различия в функционировании клеток в развивающемся, зрелом и стареющем мозге диктуют необходимость рассмотрения патогенеза возраст-зависимых заболеваний ЦНС. Эффективность нейрогенеза и глиальной пластичности особенно очевидны в мозге животных, находящихся в условиях т. н. обогащенной среды (ОС), которая обеспечивает больше возможностей для физической и социальной стимуляции и / или взаимодействия по сравнению со стандартными условиями содержания. Такая среда вызывает значительные нейрохимические, нейроанатомические и поведенческие изменения у животных [1].

Целью исследования явилась оценка тревожности экспериментальных животных разных возрастных групп под влиянием обогащенной среды.

Материалами и методами исследования выступали крысы-самцы линии Wistar (n = 34) с исходной массой тела 250–280 г. Возраст животных

в 1-й группе составил 7 мес. (зрелые особи, $n = 24$); во 2-й группе – 19 мес. (стареющие особи, $n = 10$). Животных содержали в стандартных условиях температуры и светового режима. ОС представляла собой клетку размером $78 \times 48 \times 39$ см, разделенную на два этажа, сообщающихся при помощи лестницы. Клетка была заполнена пластиковыми туннелями, домиками, гамаками, лестницами, коробками, упражняющими «беличьими» колесами.

Исследование поведения животных проводили в тесте «Открытое поле» и «Приподнятый крестообразный лабиринт»

В тесте «открытое поле», при сравнении поведения зрелых животных до и после нахождения их в течение 60 дней в условиях ОС обнаружили достоверное снижение горизонтальной активности: при исходном тестировании число пересеченных секторов составило $76,42 \pm 8,63$, после воздействия физической и социальной стимуляции горизонтальная активность животных сократилась до $44,33 \pm 8,60$ секторов ($p < 0,05$). Аналогичным образом отмечено достоверное снижение норкового рефлекса: до стимуляции количество заглядываний в отверстия составило $7,67 \pm 1,25$, после нее – $3,75 \pm 0,85$ раз ($p < 0,05$). По остальным регистрируемым параметрам (количество подъемов на задние лапы, короткий и длительный груминг, время в центральной части арены) значимых отличий не установлено. При сравнении поведения стареющих животных в тесте ОП до и после пребывания их в ОС мы также установили достоверно значимое ($p < 0,05$) снижение горизонтальной активности, что проявилось в сокращении пересеченных секторов с $66,12 \pm 9,38$ до $30,38 \pm 5,56$.

При тестировании зрелых животных в приподнятом крестообразном лабиринте наблюдалось достоверное сокращение времени нахождения в открытых рукавах (ОР) после экспозиции ОС по сравнению с исходным тестированием, одновременно достоверно уменьшалось количество входов в ОР с $5,00 \pm 0,33$ до $3,46 \pm 0,39$ раз ($p < 0,05$). Пребывание в закрытых рукавах (ЗР) лабиринта соответственно увеличивалось. Однако количество входов в закрытые рукава после ОС не изменилось.

У стареющих крыс влияние ОС на параметры тревожности в приподнятом крестообразном лабиринте оказалось прямо противоположным: время пребывания в ОР значительно увеличивалось при воздействии ОС, также увеличивалось число входов в ОР с $1,44 \pm 0,29$ до $3,22 \pm 0,49$ ($p < 0,05$). Время пребывания в ЗР в этой группе животных после шестидесятидневной экспозиции ОС уменьшилось.

Исследовательская поведенческая стратегия претерпевает значительные изменения у экспериментальных животных (крыс) после длительного, в течение 60 дней, пребывания в обогащенной многостимульной среде, что сопровождается усилением тревожного поведения и снижением исследовательской активности в группе зрелых животных и подавлением тревожности в группе стареющих животных.

Список литературы

1. Salm A. K. *Lateral amygdaloid nucleus expansion in adult rats is associated with exposure to prenatal stress* / A. K. Salm, M. Pavelko, E.M. Krouse, W. Webster, M. Kraszpulski, D.L. Birkle // *Brain Res. Dev. Brain Res*, 2004. Vol. 148. № 2. P. 159–167.

НИЗКОЧАСТОТНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ЕГО ДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

А.В. Полякова, И.А. Кузнецов

Тамбовский государственные технический университет,
г. Тамбов

Современные представления о механизмах лечебного действия слабых магнитных полей позволяют выдвинуть гипотезу о том, что в основе биоэнергоинформационной саморегуляции организма, как динамической системы, лежит принцип биорезонанса. Вследствие этого, используя биорезонансный эффект, можно целенаправленно влиять на функциональное состояние организма в плане его ускоренного восстановления путем воздействия определенными факторами и, в частности, слабыми магнитными полями.

Электромагнитные колебания используются в биологических системах как способ вне- и внутриклеточных взаимодействий. Любой организм является структурой разнопороговых серий взаимодействия систем и подсистем, которые гармонично настроены по отношению друг к другу с помощью когерентных электромагнитных частот.

Органы и системы организма по-разному реагируют на действие магнитного поля [1]. Избирательность ответной реакции организма зависит от электрических и магнитных свойств тканей, их различия в микроциркуляции, интенсивности метаболизма и состояния нейрогуморальной циркуляции.

Пространственная неоднородность магнитных полей вызывает в электропроводящих движущихся средах (кровь, лимфа) формирование магнито-гидродинамических сил. Эти силы вызывают дополнительное перемещение ионов в потоке, что существенно увеличивает вероятность их участия в химических реакциях. За счет воздействия на свободные радикалы низкочастотное магнитное поле может существенно изменять скорость перекисного окисления липидов. Это способствует улучшению обмена веществ в органах и тканях, устраняет инфильтрацию и ускоряет заживление ран. За счет увеличения колебательных движений форменных элементов и белков плазмы крови происходят активация локального кровотока и усиление кровоснабжения различных органов и тканей. За счет расслабления гладких мышц периферических сосудов такие поля обладают слабым понижающим артериальное давление действием. Таким образом,

низкочастотное магнитное поле обладает сосудорасширяющим, катаболическим, лимфодренирующим, стимулирующим обмен веществ, гипокоагулирующим, понижающим артериальное давление лечебными эффектами.

Список литературы

1. Аверьянова, Н.И. Основы физиотерапии: Учеб.пособие для вузов. – М.:Феникс, 2010. – 213 с.

СРАВНЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ХЛОРИДА И ГЛЮКОНАТА МЕДИ (II) ПО ОТНОШЕНИЮ К ОБЪЕКТАМ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

* И.Г. Конкина, ** О.А. Князева, ***М.Н. Семенова,
****Д.В. Зейферт,* Ю.И. Муринов

*ФГБУН Институт органической химии Уфимского научного центра РАН,
г. Уфа

**Башкирский государственный медицинский университет,
г. Уфа

***Институт биологии развития РАН им. М.К.Кольцова,
г. Москва

**** Филиал Уфимского государственного нефтяного технического
университета,
г. Стерлитамак

Проведено сравнительное изучение токсичности неорганического соединения меди (II) - $\text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (1) и соединения меди(II) с физиологически активным лигандом – D-глюконовой кислотой - $\text{CuGl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (2). В таблице приведены данные для их острой токсичности для мышей (по Литчфилду и Уилкоксону), величины порога токсичности для зародышей морских ежей *Paracentrotus lividus*, цитотоксичность для клеток эритролейкемии человека K562, определенная по включению в ДНК ^3H -тимидина, и фитотоксичность для семян *Lepidium sativum*, Как видно из полученных данных, уменьшение токсичности при переходе к 2 для рассматриваемых объектов происходит различным образом и связано не только с уменьшением содержания металла в молекуле соединения. Отмечен важный с точки зрения фармакологии факт, что при значительном снижении острой токсичности, цитотоксичность для K562 изменяется значительно меньше, а при пересчете на ион металла даже возрастает.

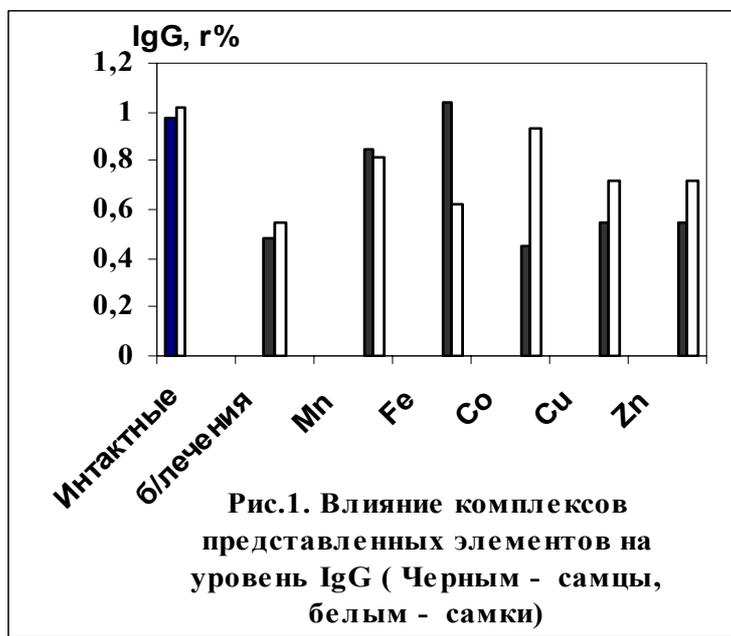
ПАРАМЕТР	СОЕДИНЕНИЕ		СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ	
	1	2	Параметр 2 /_Параметр 1	С учетом содержания металла
LD 50,мг/кг	140	600	4,3	1,5
Порог токсичности для эмбрионов <i>Paracentrotus lividus</i> , μM	≤ 2	$5 \pm 0,5$	2,5	0,9
Цитотоксичность для К 562, % живых клеток, конц.реагента $1 \cdot 10^{-2}$ %	6,5 – 8,5	11,6 – 11,8	1,6	0,5
Порог токсичности для семян <i>Lepidium sativum</i> , конц. р-ра., %	0,25	1,00	4,0	1,4

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОВ 3d-ЭЛЕМЕНТОВ НА УРОВЕНЬ ИММУНОГЛОБУЛИНА IgG НА МОДЕЛИ СТРЕССА У МЫШЕЙ

* И.Г. Конкина, ** О.А. Князева, ** А.И. Уразаева, * Ю.И. Муринов
 *ФГБУН Институт органической химии Уфимского научного центра РАН,
 **Башкирский государственный медицинский университет,
 г. Уфа

В настоящее время наблюдается тенденция к расширению использования металлосодержащих препаратов в медицинских технологиях. В качестве источников микроэлементов используются, в частности, глюконаты ряда металлов. Однако их физико-химические свойства и диапазон терапевтического действия изучены недостаточно. Нами синтезированы комплексы Mn (II), Fe(II), Co(II), Cu(II), Zn(II) с D-глюконовой кислотой, определен их состав, оценено молекулярное строение. Ранее на экспериментальных моделях опухолевых заболеваний было выявлено корректирующее влияние синтезированных соединений на ряд показателей иммунной системы, приводящее к задержке развития опухолевой ткани. На рис. 1 представлено их влияние на уровень IgG на модели стресса у мышей. В эксперименте использовались белые беспородные мыши массой 25-30 г, состояние стресса вызывалось методом «принудительного плавания». Наблюдалось восстановление показателя IgG, которое происходило в различной степени как в зависимости от используемого комплекса, так и от гендерной принадлежности особей. Если для самцов наибольший эффект наблюдался при

введении комплексов Fe(II), то для самок - Co(II).. Соединение Mn(II) эффективно для обеих групп. Комплексы Cu(II) и Zn(II) в данных условиях проявили умеренную активность, в основном по отношению к самкам. Соединение Co(II) практически не оказало воздействия на IgG самцов.



ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА С ТЕПЛОМЫМ НАСОСОМ

Е.В. Романова

Тамбовский государственный технический университет,
г. Тамбов

Энергосбережение – одна из основных проблем, решаемых мировым сообществом в настоящее время. Преследуются две цели – сохранение невозобновляемых энергоресурсов и сокращение выбросов в атмосферу продуктов сгорания, являющихся основным фактором глобального потепления.

Широкая распространенность процессов сушки и высокая энергоемкость используемых сушильных установок обуславливают значительный потенциал энергосбережения в сушильной отрасли. Одним из направлений энергосбережения в процессах сушки является применение тепловых насосов.

В тепловом насосе теплота наружного воздуха или отработанного сушильного агента в результате затраты механической энергии в компрессоре переходит с низкого температурного уровня на более высокий.

При принятии решений по аппаратурно-технологическому оформлению процесса сушки с тепловым насосом возникла проблема выбора наиболее приемлемого варианта из множества известных способов сушки и конструкций сушильных аппаратов и с необходимостью выработки определенных требований к ним. Для того чтобы оценить возможные преимущества и недостатки других способов, конструкций или их комбинаций, учесть ошибки и достижения других исследователей был проведен анализ существующих способов сушки, термообработки и других процессов с тепловым насосом и соответствующего аппаратурного оформления [1].

В результате анализа литературных источников была создана экспериментальная установка, состоящая из следующих элементов: теплового насоса, сушильной камеры, калорифера для дополнительного нагрева, а также рекуперативного теплообменника. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования, которые позволили обосновать технологические параметры процесса сушки с тепловым насосом.

Полученные результаты планируется использовать для разработки инженерного метода расчета сушильно-термических процессов с тепловым насосом и выработки практических рекомендаций для применения в промышленности.

Список литературы

1. Коновалов, В.И. Сушка с тепловыми насосами в химической промышленности: возможности и экспериментальная техника/ В.И. Коновалов, Е.В. Романова, Н.Ц. Гатапова// Вестник ТГТУ. - 2011. – Т. 17.- №1. - С. 153-178.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ АППАРАТЫ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ В НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов, М.М. Башаров
КГЭУ, ИВЦ «Инжехим»,
г. Казань

Решением задач энерготехнологического аудита и модернизации оборудования в нефтегазохимическом комплексе активно занимается Инженерно-внедренческий центр «Инжехим» (инженерная химия) совместно с Казанским государственным энергетическим университетом. В состав научной группы входят профессора, доценты, аспиранты и научно-технические работники ряда ведущих вузов г. Казани. Имеется собственное производство по изготовлению инновационных научно-технических разработок (контактных устройств теплообменных аппаратов, сепарирующих элементов аппаратов очистки газов и жидкостей и другого оборудования).

Основные направления научных и практических исследований:

1. Модернизация действующего тепло- и массообменного оборудования в различных отраслях промышленности с целью получения новой продукции, снижения энергозатрат на единицу продукции, повышения качества получаемых продуктов и адаптации установок к изменению нагрузок и состава сырья, температурных режимов. Увеличение производительности и разделяющей способности действующих ректификационных и абсорбционных колонн, а также аппаратов с совмещенными процессами.

2. Разработка и внедрение высокоэффективного сепарационного оборудования для разделения дисперсных систем, содержащих нефтяные и газовые продукты. Обезвоживание нефти и нефтепродуктов и выделение следов нефти из водных стоков, отделение воды от нефти и нефти от воды, а также сгущения шламов.

3. Очистка сточных вод от вредных примесей.

4. Очистка газов от пыли и аэрозолей. Проектирование и изготовление промышленных аппаратов (циклонов, скрубберов, фильтров и др.) на любую производительность.

5. Разработка и внедрение высокоэффективного экстракционного оборудования.

6. Выполнение технологических расчетов тепло-массообменного оборудования. Разработка рабочих проектов и изготовление стандартного и нестандартного оборудования. Участие в пуске и опытно – промышленной эксплуатации.

Энерготехнологический аудит производства на предприятиях ТЭК - это комплекс мероприятий по детальному обследованию действующего производства, проводимого для следующих целей:

1. Нарращение мощности производства;

2. Адаптация производства к изменению состава сырья или требований к выпускаемой продукции;

3. Анализ возможности использования имеющегося технологического оборудования к изменению ассортимента или выпуску новой продукции;

4. Анализ возможности использования имеющегося технологического оборудования при изменении технологии производства;

5. Анализ существующего производства с целью выявления резервов ресурсо- и энергосбережения.

На заключительном этапе технологического аудита производится экономическая оценка капитальных затрат на проведение предполагаемой модернизации с целью повышения производительности до заданного уровня, необходимое время для ее реализации и сроки окупаемости предполагаемой реконструкции.

Полученные при проведении технологического аудита результаты технологических расчетов составят основу исходных данных для проекта реконструкции производства с целью его расширения.

Одним из приоритетных направлений деятельности ИВЦ «Инжехим» является разработка и внедрение высокоэффективных регулярных и нерегулярных насадок для колонных аппаратов, а также барботажных тарелок.

Разработан и запатентован ряд регулярных и нерегулярных насадок, которые изготавливаются из металлической ленты с шероховатой поверхностью. Насадки не уступают по разделительной способности зарубежным аналогам, но имеют меньшую стоимость и сроки изготовления.

Расчеты промышленных аппаратов выполняются по математическим моделям тепломассообменных процессов, разработанных авторами [1-4].

Внедрение научно-технических разработок

Сотрудниками ИВЦ «Инжехим» разработано и исследовано более десяти различных конструкций контактных устройств для модернизации колонного оборудования при проведении процессов ректификации и абсорбции (хемосорбции) различных смесей.

Насадки «Инжехим» внедрены в нескольких десятках массообменных аппаратах и газосепараторах. Например, за последние несколько лет:

- ректификационная колонна выделения фенола (2007 г.);
- две ректификационные колонны выделения гексена (2008 г.);
- пять ректификационных и две абсорбционные колонны получения формальдегида и изопрена-мономера (2006-2009 гг.);
- две абсорбционные колонны в производстве бутилкаучука (2008 г.);
- две колонны водной отмывки и охлаждения пирогаза (2008 г.);
- колонны получения товарного диоксида углерода (2007-2008 гг.);
- четыре ректификационные колонны разделения этаноламинов (2006 г.);
- газосепараторы очистки природного газа (2010 -2011 г.);
- колонна сероочистки природного газа (2011 г.);
- очистка товарного этилена от масляных аэрозолей (2011 г.);
- термический деаэратор ТЭС (2011 г.) и др.

Результатами выполненных модернизаций является повышение качества продукции, увеличение производительности и снижение удельных энергозатрат.

Так, например, в производстве фенола снижены энергозатраты на ректификацию (по греющему пару) на 40 %, а в производстве этаноламинов более чем в два раза. При этом повышено качество продукции до мирового уровня.

Результаты исследований и внедрений научно-технических разработок даны в следующих монографиях [4-6].

Коллективы ИВЦ «Инжехим» и КГЭУ выполняют большой объем НИОКР связан с математическим моделированием процессов очистки газов и жидкостей от дисперсной фазы, разработкой и внедрением аппаратов газо- и водоочистки. Разработаны конструкции аппаратов очистки газов от дисперсной фазы, а также тонкослойных отстойников. Результаты исследований и внедрений научно-технических разработок представлены в монографиях [7-14].

Более чем двадцатилетний опыт работы авторов с промышленными предприятиями показывает, что повышение эффективности процессов и энергосберегающие модернизации действующих технологических установок путем оптимизации режимов и замены устаревших контактных устройств на новые высокоэффективные могут быть выполнены во время плановых капитальных ремонтов оборудования в течение 10-15 дней. При этом как правило сохраняется существующая технологическая схема установки с основным и вспомогательным оборудованием.

Кроме отмеченных преимуществ отечественных научно-технических разработок также важными являются меньшая стоимость, чем зарубежных, сроки изготовления и поставки, участие коллектива авторов во внедрении и опытно-промышленной эксплуатации.

В заключении можно отметить, что технический аудит и модернизацию технологических установок в большинстве случаев можно выполнить опираясь на научно-технический потенциал ВУЗов, научно-производственных фирм РФ и работников предприятий без привлечения зарубежных поставщиков оборудования [15].

Список литературы

1. Дьяконов С.Г. Теоретические основы и моделирование процессов разделения веществ / С.Г. Дьяконов, В.И. Елизаров, А.Г. Лаптев. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1993. – 437 с.
2. Лаптев А.Г. Модели пограничного слоя и расчет тепломассообменных процессов / А.Г. Лаптев. – Казань: Изд-во Казан ун-та, 2007. – 500 с.
3. Лаптев А.Г. Модели переноса и эффективность жидкостной экстракции / А.Г. Лаптев. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2005. – 229 с.
4. Лаптев А.Г. Основы расчета и модернизация тепломассообменных установок в нефтехимии / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов, Н.Г. Минеев. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2010. – 574 с.
5. Лаптев А.Г. Проектирование и модернизация аппаратов разделения в нефте- и газопереработке / А.Г. Лаптев, Н.Г. Минеев, П.А. Мальковский. – Казань: Печатный двор, 2002. – 250 с.
6. Ясавеев Х.Н. Модернизация установок переработки углеводородных смесей / Х.Н. Ясавеев, А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2004. – 307 с.
7. Лаптев А.Г. Гидромеханические процессы в нефтехимии и энергетике / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2008. – 729 с.
8. Лаптев А.Г. Разделение гетерогенных систем в насадочных аппаратах / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2006. – 342 с.
9. Фарахов М.И. Сепарация дисперсной фазы из жидких углеводородных смесей в нефтепереработке и энергосбережение / М.И. Фарахов, А.Г. Лаптев, И.П. Афанасьев. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2005. – 134 с.
10. Лаптев А.Г. Очистка газов от аэрозольных частиц сепараторами с насадками / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов, Р.Ф. Миндубаев. – Казань: Издательство «Печатный двор», 2003. – 120 с.

11. Алексеев Д.В. Комплексная очистка стоков промышленных предприятий методом струйной флотации / Д.В. Алексеев, Н.А. Николаев, А.Г. Лаптев. – Казань: Казан. гос. технолог. ун-т, 2005. – 156 с.

12. Лаптев А.Г. Устройство и расчет промышленных градирен / А.Г. Лаптев, И.А. Ведьгаева. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2004. – 180 с.

13. Лаптев А.Г., Фарахов М.И., Башаров М.М. Энерго- и ресурсосберегающие технологии и аппараты очистки жидкостей в нефтехимии и энергетике / А.Г. Лаптев, М.И. Фарахов, М.М. Башаров. – Казань: Отечество, 2012. – 410 с.

14. Лаптев А.Г., Николаев Н.А., Башаров М.М. Методы интенсификации и моделирования тепломассообменных процессов / А.Г. Лаптев, Н.А. Николаев, М.М. Башаров. – М.: Теплотехник, 2011. – 288 с.

15. Лаптев А.Г., Фарахов М.И. Энергоэффективное оборудование разделения и очистки веществ в химической технологии // Вестник Казанского государственного технологического университета, 2011. – №9. - С.152-158.

ПОВЫШЕНИЕ И РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ В ТЕПЛО – И МАССООТДАЧИ В ГРАДИРНЯХ

Е.А. Лаптева, М.В. Сайтбаталлов

Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань

Градирни используются в различных отраслях промышленности для охлаждения оборотной воды предприятий.

В градирнях происходит противоточное движение воды и воздуха. В верхней части вода диспергируется при помощи специальных сопел и далее в виде капель взаимодействует с восходящим воздушным потоком. В нижней части градирни размещаются специальные контактные устройства (насадка) для создания большей поверхности контакта фаз. При испарительном охлаждении воды основное сопротивление тепло- и массоотдаче сосредоточено в газовой фазе. Тогда скорость процессов переноса будет зависеть от характеристик пограничного слоя, который образуется на межфазной поверхности (пленок жидкости) со стороны воздушного потока.

Коэффициенты тепло- и массоотдачи можно вычислить по уравнениям, полученным для пленок жидкости в противотоке с газом на основе гидродинамической аналогии[1,2].

$$\frac{\lambda_{op}}{8} (W + 1,15u) = \frac{\alpha}{\rho C_p} Pr^{2/3} = \beta Sc^{2/3}, \quad (1)$$

где λ_{op} - коэффициент гидравлического сопротивления; W - средняя скорость воздуха м/с; u - средняя скорость жидкости, м/с; α коэффициент теплоотдачи, Вт/ м² К; ρ - плотность жидкости, кг/м³; C_p - теплоемкость

жидкости, Дж/ кг К; Pr -число Прандтля; β -коэффициент массоотдачи, м/с; Sc-число Шмидта.

Коэффициент сопротивления орошаемой насадки зависит от скорости воздуха, конструкции насадки и удерживающей способности по жидкой фазе.

Удерживающая способность насадки ε может быть найдена из двух допущений: о слабом влиянии скорости воздуха на толщину пленки, что для этих нагрузок вполне допустимо [3], и о полной равномерной смачиваемости всей поверхности насадки стекающей жидкостью. В этом случае $\varepsilon = a_v \delta$, где толщину пленки можно найти по эмпирической зависимости [4] от числа Рейнольдса для пленки – $Re_{жс}$, где a_v -удельная поверхность насадки, м²/м³.

Для расчета коэффициента сопротивления в литературе [1-4] известны размерные эмпирические и полуэмпирические зависимости $\lambda_{op} = f(Re_r)$.

Повышение коэффициентов тепло - и массоотдачи возможно за счет организации винтового (закрученного) противоточного движения воды и воздуха в контактных элементах. Это можно организовать за счет различных конструктивных решений. Например, за счет установки закручивающих устройств в каждом контактном устройстве. Но, наиболее целесообразным представляется изготовление пластиковых гофрированных трубок с расположением гофров по винтовой линии.

Для расчета коэффициентов тепло – и массоотдачи с использованием соотношения (1) коэффициент сопротивления λ_{op} должен вычисляться с учетом закрутки потоков. Можно использовать эмпирические зависимости или приближенную зависимость $\lambda_{зак} = \lambda_{op} / \cos \theta$, где θ - угол закрутки потока. Например, при угле закрутки $\theta=45^\circ$ коэффициенты тепло – и массоотдачи будут увеличиваться на 40%, по сравнению с осевым движением. Конечно, закрученное движение вызывает повышенное гидравлическое сопротивление, что необходимо учитывать при расчете градирни.

Эффективность охлаждения воды можно оценить с применением модели идеального вытеснения по формуле

$$\eta = 1 - \exp(-N), \quad (2)$$

где $N = \beta F / V_r$ - число единиц переноса; F - поверхность контакта фаз, м²; V_r - объемный расход воздуха в градирне, м³/с.

Из выражения (2) следует, что при повышении коэффициента массоотдачи на 40 % эффективность охлаждения воды повышается на 14 % при скорости воздуха 1 м/с в градирне.

Список литературы

1. Лаптев А.Г., Ведьгаева И.А. Устройство и расчет промышленных градирен. - Казань: КГЭУ, 2004.
2. Лаптев А.Г., Саитбаталов М.В. Аналогия переноса импульса, массы и теплоты в насадочных элементах градирен. Известия вузов «Проблемы энергетики», 2009. - №1-2. – С.140-144.

3. Рамм В.М. Абсорбция газов. Изд. 2-е, переработ, и доп. М.: «Химия», 1976.

4. Reinhard Billet. Packed towers in processing and enviropmental technology. VCH. New York, 1995.

МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОЙ ВЯЗКОСТИ В НЕУПОРЯДОЧЕННОМ НАСАДОЧНОМ СЛОЕ

А.Г. Лаптев, Т.М. Фарахов, О.Г. Дударовская
Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань

В настоящее время широкое применение получили статические смесители, с целью получения смесей с высокой степенью однородности.

Существует большое количество конструкций статических смесителей: с винтовыми элементами, с промежуточными камерами, пластинчатыми и гофрированными элементами и т.п. Для увеличения поверхности раздела между компонентами смеси, достигаемое за счет сдвигового течения и за счет хаотичной переориентации потоков жидкости, используются проточные насадочные смесители с нерегулярными насадками. Современные насадки, которые по форме значительно отличаются от шарообразных, способствуют развитию интенсивной турбулентности в ядре потока [1,2].

Для совершенствования технологического процесса важным является достоверный расчет турбулентных течений. Одним из показателей, характеризующего гидродинамические свойства рассматриваемого течения, является коэффициент турбулентной вязкости.

С использованием модели изотропной турбулентности, получено выражение для турбулентной вязкости при $y \geq \delta$:

$$v_T = 7.5 \delta \frac{u_*^2}{u_{cp}}, \quad (1)$$

где u_{cp} – средняя скорость потока, м/с; u_* – средняя динамическая скорость, м/с; δ – толщина турбулентного пограничного слоя, м.

В работе [2] дано выражение для расчета средней динамической скорости на поверхности неупорядоченных насадок в виде

$$u_* = 1.8 \left(\frac{\bar{\varepsilon} v}{\rho} \right)^{1/4} = 1.8 \left(\frac{\Delta P u_{cp} v}{H \rho} \right)^{1/4} = 1.8 \left(\frac{\xi u_{cp}^3 v}{2 d_s} \right)^{1/4}, \quad (2)$$

где $\bar{\varepsilon}$ – средняя диссипация энергии в слое насадки, Вт/м³; H – высота слоя насадки, м; ξ – коэффициент сопротивления насадки; d_s – эквивалентный диаметр насадки, м; v – кинематический коэффициент вязкости, м²/с; ρ – плотность среды, кг/м³; ΔP – перепад давления, Па.

Из выражений (1) и (2) получено

$$v_T = 24.3\delta \left(\frac{\Delta P v}{u_{cp} H \rho} \right)^{1/2} = 24.3\delta \left(\frac{\xi u_{cp} v}{2d_3} \right)^{1/2}. \quad (3)$$

Можно принять, что $\delta \approx 0,2 R_3 = 0,1d_3$, тогда имеем

$$v_T = 2.43d_3 \left(\frac{\Delta P v}{u_{cp} H \rho} \right)^{1/2}, \quad (4)$$

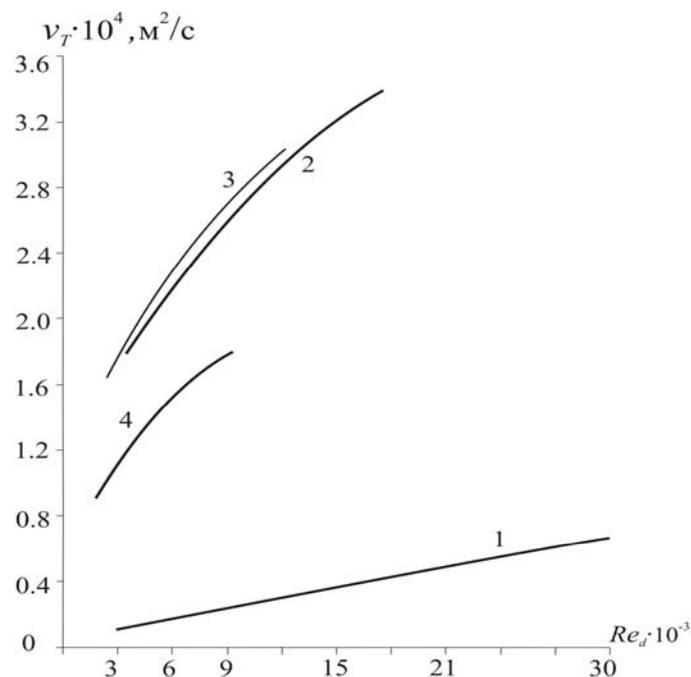
или

$$v_T \approx 1.72 \sqrt{\xi d_3 u_{cp} v} = 1.72 v \sqrt{\xi Re_3}. \quad (5)$$

Данное выражение позволяет оценить эффективность турбулентного переноса (смешения) в статическом смесителе насадочного типа на основе известного гидравлического сопротивления.

По уравнению (5) произведен расчет коэффициента турбулентной вязкости в насадочном слое для различных насадок, расположенных в трубе.

На рисунке представлен график зависимости v_T от числа Re_d для различных насадок, размещенных в трубе и в трубе без насадки.



Зависимость v_T от числа Re_d : 1 – в пустой трубе (без насадки); 2 - в трубе с насадкой из колец Рашига разм. $10 \times 10 \times 0.5$ мм; 3 - в трубе с насадкой «Инжехим-2003М» разм. 8×7 мм; 4- в трубе с шарообразной насадкой диаметром 8 мм.

Как видно из графика, значение коэффициента турбулентной вязкости в трубе с насадкой примерно в 5-9 раз больше, чем в пустой трубе.

Полученное выражение можно использовать при расчете турбулентных течений в насадочных и зернистых слоях.

Список литературы

1. Рамм В.М. *Абсорбция газов*. М.: Химия, 1976. 656 с.
2. Лантев А.Г., Фарахов М.И. *Разделение гетерогенных систем в насадочных аппаратах* / А.Г.Лантев, М.И. Фарахов. — Казань: Казанск. гос. энерг. ун-т, 2006. — 342 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ СТЕПЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ НА МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

Т.А. Ермолина¹, А.Г. Соловьёв², Н.А. Мартынова¹,
А.А. Карпунов³, А.В. Шишова¹

¹ Северный (Арктический) федеральный университет,

² Северный государственный медицинский университет,

³ ГБУЗ НАО «Ненецкая окружная больница»,

г. Архангельск

Одним из важнейших социальных институтов в современных условиях в России является система национальной безопасности. Политика в области национальной безопасности и политика в области охраны здоровья имеют один предмет – это человек, качество его жизни. Целью существования любой системы национальной безопасности является сохранение здоровья и жизни человека путем сохранения стабильного и безопасного общества. Под национальной безопасностью можно понимать систему мер, направленную на предотвращение и ликвидацию угроз для устойчивого развития личности, общества, экономики и государства, способность объединяющей государственно-территориальной общности всего населения России удовлетворять, несмотря на существующие угрозы, те потребности, которые необходимы для их воспроизводства и всестороннего развития [3,5,7].

К основным источникам угроз национальной безопасности в сфере государственной и общественной безопасности относится применение опасных радиоактивных, химических и биологических веществ. Прямое негативное воздействие на обеспечение национальной безопасности в сфере науки, технологий и образования оказывают отставание в переходе в последующий технологический уклад, зависимость от импортных поставок научного оборудования, приборов и электронной компонентной базы, низкий уровень социальной защищенности инженерно-технического персонала (из указа президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. N 537 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года»).

В последние годы на фоне сложившихся негативных общественно-политических и социально-экономических процессов и высокого уровня

смертности населения вырос удельный вес заболеваемости медицинского персонала, при этом только 2 % российских медиков признаны абсолютно здоровыми. Медицинские работники занимают 5-е место по распространенности профзаболеваемости, опережая даже работников химической промышленности [4].

Положение усугубляется тем, что в настоящее время в большинстве регионов Российской Федерации, в том числе и в Архангельской области, эксплуатируется на 70...75 % физически изношенная и морально устаревшая медицинская техника. Высокие показатели морального и физического износа аппаратуры негативно сказываются на качестве и объемах выполняемых процедур, а также создают угрозу нарушения безопасности медицинских работников, обслуживающих такое оборудование, являющееся источником чрезвычайной ситуации [2].

С целью моделирования в прогнозировании воздействия поражающих факторов было изучено состояние здоровья, иммунологические показатели сыворотки крови медицинских работников (содержание фенотипов Т- и В-лимфоцитов). Нами предпринята попытка выявления зависимости состояния здоровья работников медицинского учреждения от набора факторов, связанных с их индивидуальными особенностями (в частности от пола, возраста, стажа работы, рода деятельности, занимаемой должности, а также от количественных показателей иммунного статуса).

Нозологические формы заболеваний работников были распределены по группам. Число обследованных составило 96 человек (группа медицинского персонала, связанного с работой излучающей аппаратуры). Контрольную группу составили 98 лиц того же ЛПУ, относящихся к кабинетным работникам.

Большая часть заболеваний медицинских работников была представлена болезнями органов пищеварения (27 случаев), системы кровообращения (23 случая) и мочеполовой системы (13 случаев).

Предполагаем, что на состояние здоровья влияют факторы, которые характеризуются двумя типами данных: качественными данными, связанными с социальным статусом работников и их профессиональной деятельностью; количественными данными, т.е. результатами анализов.

Один из путей решения задачи по выявлению зависимости здоровья работников от ряда факторов - выделение групп статистических единиц, однородных по нескольким признакам одновременно (то есть классификация данных на основе множества признаков). Определим группы, в которых работники будут близки по ряду наблюдаемых значений факторов (табл. 1,2).

Таблица 1

Факторы, связанные с социальным статусом медицинских работников и их профессиональной деятельностью

Обозначение	Фактор	Уровни факторов
X_1	отделение	1 – отделение лучевой диагностики и радиологическое отделение, 2 – хирургические отделения
X_2	должность	1 – врачи, 2 – средний медицинский персонал, в т.ч. медицинская сестра, рентген-лаборант, 3 – вспомогательный персонал, в т.ч. санитарка, сестра-хозяйка, инженер
X_3	работа с аппаратурой	1 – работает с аппаратурой 0 – не работает с аппаратурой
X_4	возраст	1 – от 21 до 30 лет, 2 – от 31 до 40, 3 – от 41 до 50, 4 – от 51 до 60, 5 – от 61 до 70
X_5	пол	1 – мужской, 0 – женский
X_6	стаж работы	1 – до 5 лет, 2 – от 6 до 10 лет, 3 – от 11 до 15 лет, 4 – от 16 до 20 лет, 5 – от 21 до 25 лет, 6 – от 26 до 30 лет, 7 – от 31 года

Таблица 2

Факторы, связанные с результатами иммунологических анализов медицинских работников

Обозначение	Показатель	Обозначение	Показатель
X_7	лейкоциты	X_{22}	CD 71, %
X_8	лимфоциты, %	X_{23}	CD 71, абс.
X_9	лимфоциты, абс.	X_{24}	CD HLA-DR, %
X_{10}	CD 3, %	X_{25}	CD HLA-DR, абс.
X_{11}	CD 3, абс.	X_{26}	CD 16, %
X_{12}	CD 5, %	X_{27}	CD 16, абс.
X_{13}	CD 5, абс.	X_{28}	CD 95, %
X_{14}	CD 4, %	X_{29}	CD 95, абс.
X_{15}	CD 4,	X_{30}	моноциты, %
X_{16}	CD 8, %	X_{31}	моноциты, абс.
X_{17}	CD 8, абс.	X_{32}	нейтрофильные лейкоциты, %
X_{18}	CD 10, %	X_{33}	нейтрофильные лейкоциты, абс.
X_{19}	CD 10, абс.	X_{34}	фагоцитарное число
X_{20}	CD 25, %	X_{35}	% активных фагоцитов
X_{21}	CD 25, абс.	X_{36}	эозинофильные лейкоциты, %

При выполнении многомерных группировок можно использовать два основных подхода [6]:

1) расчет обобщающего показателя по совокупности группировочных признаков для каждого объекта наблюдения и простая группировка объектов по этому обобщающему показателю;

2) использование методов кластерного анализа.

Предполагаем, что работники могут попасть одновременно в несколько классов, так как у ряда из них указано несколько заболеваний. Поэтому число классов заранее не известно и может быть изменено, в связи с чем в качестве метода кластеризации подходит итеративный метод k -средних [1]. Из 96 объектов наблюдений выберем 8 эталонов по числу групп заболеваний. У выбранных объектов имеется заболевание, соответствующее одной из групп. Ещё один эталонный объект (девятый) возьмём из группы работников, не указавших заболевание (табл. 3).

Таблица 3

Номера эталонов при кластеризации методом k – средних

Номера объектов - эталонов	Заболевание, указанное при опросе
11	гастрит, гепатит А
14	мочекаменная болезнь
26	узловой зоб
30	гипертоническая болезнь, гепатоз, эритроцитоз
34	гастрит, хронический панкреатит, желудочное кровотечение
40	остеохондроз
56	хронический ринит, хронический тонзиллит
70	рак правой молочной железы, миома матки, узловой зоб, бронхиальная астма
95	заболевание не указано

Результаты кластеризации представлены в табл. 4. Такое распределение объектов по кластерам выполнено с целью выявления сходных характеристик отдельных групп. Кроме метода k – средних кластеризацию объектов можно провести, используя метод сгущений. Сравнивая результаты группировки объектов (группировка по многомерной средней и итеративными методами), получены объекты, которые каждый раз оказывались в одной группе, что позволяет их считать наиболее близкими (табл. 5).

При анализе групп выявлено снижение функциональной активности Т-лимфоцитов, а также повышение активности натуральных киллеров. Для первой и пятой групп наблюдалось резкое снижение активности антигенов системы главного комплекса гистосовместимости. При этом главным отличительным признаком являлось снижение количества клеток CD HLA-DR, которые играют основную роль в процессе проникновения возбудителей через гематоэнцефалический барьер. Для первой и второй групп характерно снижение количества клеток с рецепторами к трансферрину CD 71, в результате этого происходит ослабление антиоксидантной защиты с накоплением перекисей и развитием тканевой гипоксии. Критерием риска в этих группах явилось уменьшение количества клеток CD 71.

Таблица 4

Результаты кластеризации медицинских работников по методу k – средних

	Номера кластеров								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Порядковые номера работников	3	17	2	28	7	1	21	6	31
	9	18	5	50	19	4	22	11	67
	13	25	10	51	40	8	24	12	80
	33	30	14	55	72	16	29		86
	34	41	15	56		23	36		87
	44	45	20	59		26	42		94
	93	49	32	64		27	62		96
		53	35	66		39	63		95
		75	37	68		43	65		
			38	69		46	70		
			47	71		48	82		
			60	73		52	84		
			61	74		54			
				76		57			
				77		58			
				78		81			
				79					
				83					
				85					
				88					
			89						
			90						
			91						
			92						

Таблица 5

Объекты, близкие по результатам трёх способов группировки

Порядковые номера работников	Группа 1 Новооб- разования	Группа 2 Болезни органов дыхания	Группа 3 Болезни органов пищеварения	Группа 4 Болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ	Группа 5 Болезни нервной системы
	22		69	3	8
42		71	9	16	40
63		73	34	26	
70		88	44	39	
82				58	
84					

Таким образом, представленный способ математической интерпретации иммунологических показателей крови позволит определять принадлежность новых объектов исследования к той или иной группе, что даст возможность как можно раньше выявить предрасположенность к заболеваниям, обусловленных работой в отделениях лучевой диагностики и терапии.

Список литературы

1. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCELL: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2008. – 464 с.
2. Мартынова Н.А. Определение уровня заболеваемости медицинских работников методом анкетирования/ Т.А.Ермолина, Н.А.Мартынова, А.Г.Калинин // Сб. материалов науч.-техн. конференции профессорско-преподавательского состава, науч., инж.-техн. работников и аспирантов по итогам работ за 2010 г. «Наука – северному региону».- Архангельск: С(А)ФУ, 2011.- С.161-164
3. Русов Е. И. Социальные параметры взаимодействия здравоохранения и системы национальной безопасности России: дис. ... канд. социол. наук / Е.И. Русов.– Волгоград, 2003.– 155 с.
4. Синдром выгорания врачей лучше всего лечится с помощью повышения зарплаты // Менеджер здравоохранения.– 2011.– № 7.– С. 64 – 69.
5. Стрельченко В.В. Региональная безопасность в Российской Федерации: теория, политика и стратегия обеспечения: автореф. дис. ... докт. полит. наук / В.В. Стрельченко. – Москва, 2010.– 40 с.
6. Тихомиров Н.П., Дорохина Н.П. Учебник по дисциплине “Эконометрика”. – М.: Рос. экон. акад., 2002.- 640 с.
7. Чадов С.В. Медицинская безопасность – современный подход к сохранению здоровья нации / С.В. Чадов, И.В. Харламова, В.И. Чучко // Медицина катастроф.– 2007.– № 3.– С. 60–62.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КАРБИДА КРЕМНИЯ

О.Б. Бутусов, В.П. Мешалкин, В.Г. Севастьянов, В.Б. Пашаев
Московский государственный машиностроительный
университет (МАМИ),
г. Москва

Методы компьютерной молекулярной динамики – это наиболее мощные вычислительные методы анализа структуры и прогнозирования физико-химических свойств материалов[1,2]. С целью расчета классических траекторий отдельных атомов, характеристик динамического взаимодействия частиц в молекулярных системах методы молекулярной динамики позволяют обеспечивать высокое пространственно-временное разрешение и получать информацию о процессах, происходящих на атомно-молекулярном уровне за период времени порядка несколько наносекунд.

В настоящей работе приведены алгоритмы и результаты компьютерного молекулярно-динамического моделирования кристаллической системы SiC. С использованием методов и комплексов программ компьютерного

молекулярного дизайна проведено молекулярно-динамическое моделирование кристаллической системы карбида кремния при различных температурах. Получены графики радиальных функций распределения для пар атомов Si-C, а также конфигурации атомов в кристаллической системе при различных температурах. Исследована зависимость температуры плавления кристаллической системы SiC от характеристик начальной кристаллической структуры в приближении заданного потенциала Терзофа.

Результаты компьютерного эксперимента

Конфигурация исходной кристаллической системы SiC смоделирована с помощью пакета DL_POLY, содержащего множество вспомогательных программ для визуализации и анализа результатов.

В наших исследованиях использованы следующие характеристики исходной кристаллической системы: периодические граничные условия; количество атомов 4096; объем элементарной ячейки кристаллической решетки 34.784 Å³; для расчета выбран энергетический потенциал Терзофа, хорошо описывающий ковалентные связи в системе. Компьютерное моделирование расположения атомов в кристаллической системе SiC проводилось в приближении ансамбля NVT в интервале температур 300-4600 градусов. В результате вычислительного эксперимента получены графики радиальной функции распределения $G(r)$ для пар атомов при различных температурах (см. рис.1 – 4).

Для описания различных вариантов конфигурации молекулярной системы используется радиальная функция распределения молекул (РФР) (Radial Distribution Function – RDF), график которой состоит из пиков разной ширины. По результатам моделирования построены графики РФР для пар атомов Si-C в структуре кристаллической системы. Радиальная функция распределения играет важную роль в прогнозировании физико-химических свойств наноматериалов - она характеризует внутреннюю организацию атомов в кристалле вещества и пропорциональна вероятности взаимного расположения атомов. Вид РФР зависит от состояния вещества: для твердых тел функция распределения – это ломанные кривые, для газов - одно широкое плато. Радиальная функция распределения для жидкостей имеет промежуточный вид между радиальной функцией распределения атомов в кристалле и газе, в которой появляются сглаженные дополнительные максимумы.

Положение пиков в РФР отмечает на графике устойчивые расстояния между атомами в молекулярной системе. Высота пиков пропорциональна количеству атомов, расположенных на приблизительно одинаковом расстоянии друг от друга. Ширина пиков пропорциональна энергии теплового движения атомов. Таким образом, пики на графике РФР определяют устойчивые положения равновесия конфигурации атомов в молекулярной системе.

На рис.1 - 4 приведены радиальные функции распределения $G(r)$ для пар атомов Si-C для пяти фазовых состояний моделируемой кристаллической системы с температурами $T = 300\text{K}$, $T=2400\text{K}$, $T=2800\text{K}$, $T=3200\text{K}$. При выбранных начальных условиях - начальная температура $T=300\text{K}$, функция

$G(r)$ имеет форму характерную для кристаллического состояния. До температуры 2800К постепенно уменьшается амплитуда пиков РФР, а после температуры 2800К вид РФР слабо изменяется с дальнейшим увеличением температуры. При температуре 2800К наблюдается сглаживание отдаленных слабых пиков, что указывает на переход молекулярной системы в жидкое состояние в области $T=2800\text{К}$.

Анализ графиков РФР (см. рис.1-4) показывает, что с ростом температуры положение пиков остается неизменным, ширина пиков увеличивается, а высота уменьшается, что, видимо, является следствием более равномерного распределения межатомных расстояний. При этом сокращается общее количество пиков, что обусловлено тем, что некоторые из межмолекулярных расстояний теряют устойчивость и при высокой температуре не являются фиксированными. Как следует из графиков, процесс уменьшения высоты пиков стабилизируется в районе 2800К, что свидетельствует о переходе молекулярной системы из одного фазового состояния "твердое" в другое устойчивое фазовое состояние – жидкое состояние.

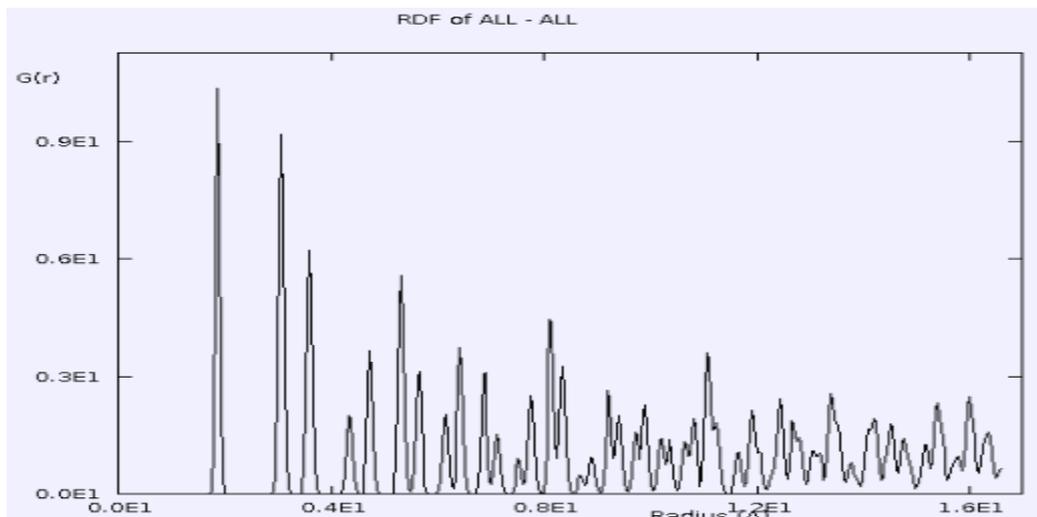


Рис.1.

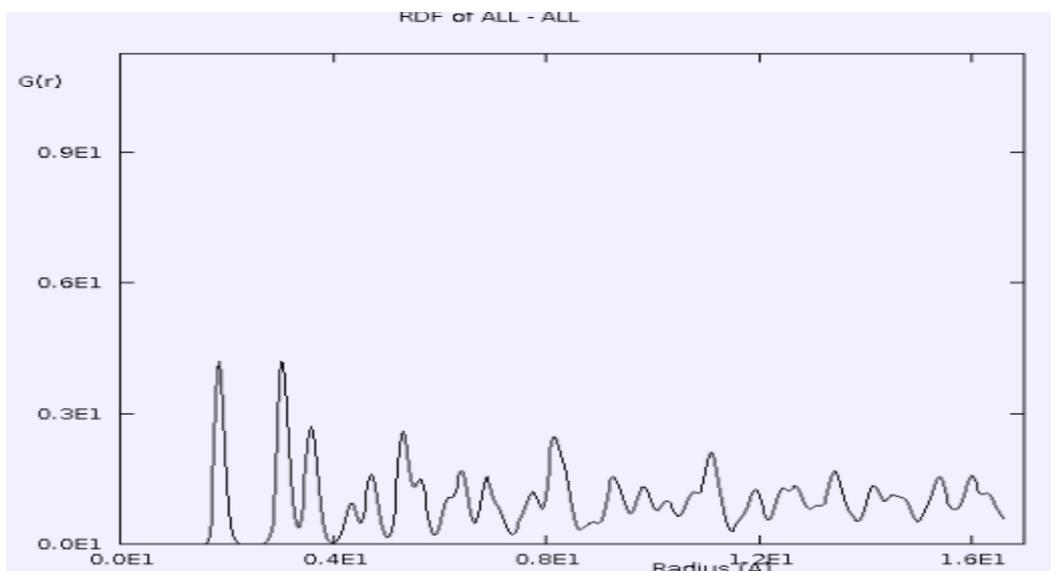


Рис.2.

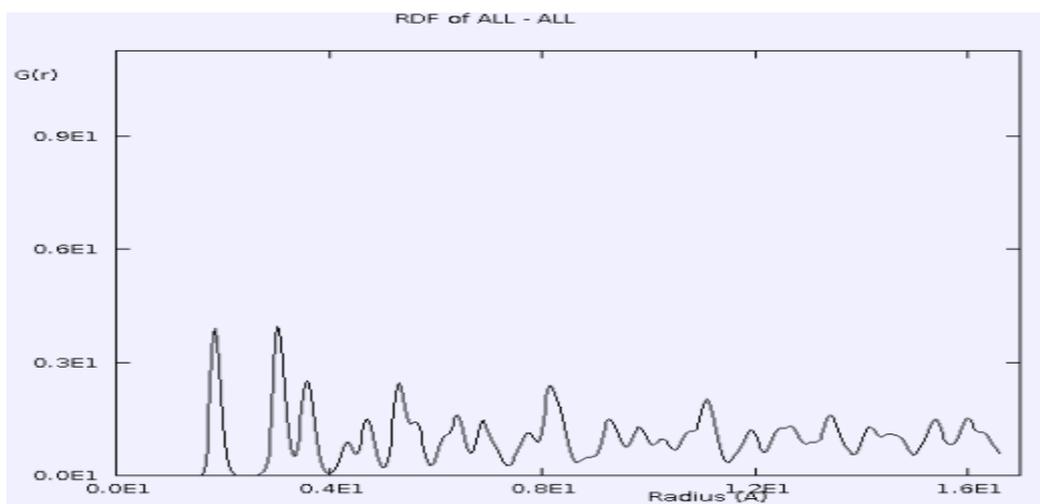


Рис.3.

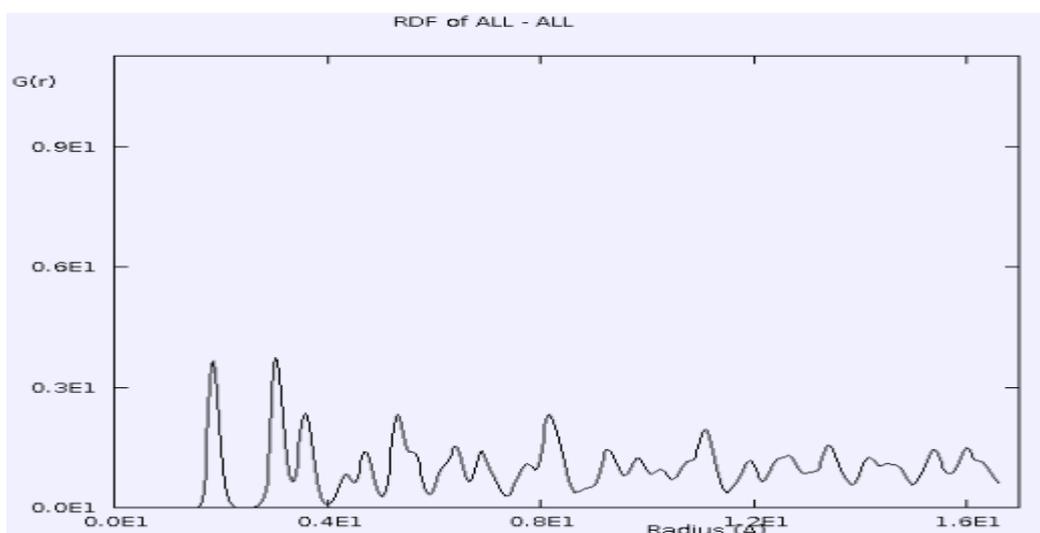


Рис.4.

Список литературы

1. Саркисов П.Д., Бутусов О.Б., Мешалкин В.П. Компьютерные и инструментальные средства молекулярной инженерии и вейвлетно-морфометрический анализ текстуры наноматериалов // Теорет. основы хим. технологии. – 2011. – Т.45. - №1. – С.3-14.

2. Метод молекулярной динамики в физической химии. – М.: Наука, 1996. – 334с.

3. W.Smith, T.R.Forester. DL_POLY_2.0: A general-purpose parallel molecular dynamics simulation package // Journal of Molecular Graphics. – 1996. – V.14. – N 3. – P.136-141.

4. Холмуродов Х.Т., Алтайский М.В., Пузынин И.В. и др. Методы молекулярной динамики для моделирования физических и биологических процессов, / Физика элементарных частиц и атомного ядра 2003. Т. 34.

5. W. Smith // Molecular Simulation. – 2006. – V. 32. – pp.933–1121. (Интернет-ресурс http://www.cse.scitech.ac.uk/ccg/software/DL_POLY/index.shtml).

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ

С.П. Семенов, Я.Б. Татаринцев
Югорский государственный университет,
г. Ханты-Мансийск

На современном этапе развития информационных систем и технологий, вузам предоставляется широкий выбор программных продуктов для построения корпоративной информационной системы. Это делает актуальной задачу исследования эффективности их применения. Предлагается рассматривать многокомпонентную информационную среду управления образовательным учреждением (МИС) [1], что подразумевает объединение в единое информационное пространство корпоративной информационной системы класса ERP и множества разнородных приложений, посредством слабосвязанной интеграции с применением принципов сервис-ориентированной архитектуры и асинхронного обмена сообщениями через сервисную шину предприятия [2].

Сформулируем задачу оценки эффективности функционирования многокомпонентной информационной среды управления образовательным учреждением.

Будем рассматривать функционирование МИС как некий производственный процесс, который включает в себя такие операции, как сбор, хранение, обработку данных, а также их вывод в виде структурированной информации, в удобной для пользователей форме, соответствующей официальным и внутрикорпоративным стандартам, принятым в ОУ.

Для функционирования МИС требуются ресурсы, к которым будем относить затраты на техническое, программное и трудовое обеспечение всех этапов разработки, внедрения и поддержки работоспособности МИС. Пусть X – вектор затрат $X = (x_1, \dots, x_m)$, где $x_j, j = \overline{1, m}$ – количество j -того ресурса. Если Q – часть бюджета образовательного учреждения, направляемая на создание и поддержание МИС, то очевидно, что затраты не должны превосходить выделенного бюджета: $WX \leq Q$, где $W = (w_1, \dots, w_m)$ – вектор цен используемых в МИС ресурсов.

Аналогом конечного продукта производственного процесса, т.е. результатом процесса функционирования МИС, будем считать набор документов формируемых в информационных системах, входящих в состав МИС. Обозначим через y_i количество i -того документа, тогда вектор конечного продукта производственного процесса $Y = (y_1, \dots, y_n)$.

В качестве критерия эффективности предлагается рассматривать экономию времени на формирование документов до и после внедрения МИС.

Обозначим через $K = (k_1, \dots, k_n)$ вектор эффективности МИС по генерации документов и введём формулу для вычисления коэффициентов $k_i, i = \overline{1, n}$ следующим образом:

$$k_i = \frac{(t_i^{Hand} - t_i^{MIE})}{t_i^{Hand}}, i = \overline{1, n}$$

где t^{MIE} – среднее время на формирование одного документа в МИС; t_i^{Hand} – среднее время на формирование одного документа в «ручном» режиме, т.е. без применения МИС.

Каждый коэффициент k_i обладает следующим свойством: $0 \leq k_i < 1$. Если процесс генерации какого-либо i -того документа ещё не автоматизирован в МИС, то значение параметра t_i^{MIS} приравнивается к значению t_i^{Hand} и в этом случае коэффициент эффективности $k_i = 0$.

Пусть нам известна технология производства, которая каждому набору затрат X ставит в соответствие набор документов Y , т.е. задана производственная функция $y_i = f_i(x_1, \dots, x_m), i = \overline{1, n}$. Введём функцию, которую будем называть функцией эффективности функционирования МИС:

$$Z(X, K) = \sum_{i=1}^n k_i f_i(x_1, \dots, x_m).$$

Формализуем проблему оценки эффективности функционирования МИС в виде следующей задачи:

Определить набор затрат, который оптимизирует эффективность МИС по генерации набора документов при заданном бюджетном ограничении.

Таким образом, задача исследования эффективности МИС записывается следующим образом:

$$\begin{cases} Z(X, K) \rightarrow \max \\ WX \leq Q \\ x_j \geq 0, j = \overline{1, m} \end{cases}$$

Эта оптимизационная задача относится к классу задач математического программирования, которая может быть решена при помощи численных методов. Процесс функционирования МИС может быть описан при помощи производственной функции Кобба-Дугласа.

Список литературы

1. Семенов С.П. Модель комплексной управленческой информационной среды образовательного учреждения [Текст] / С. П. Семенов, Я.Б. Татаринцев // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». – 2010. – г. Орёл. – Том 4. – С.136–142.
2. Шаппелл Д.А. ESB – Сервисная Шина Предприятия [Текст] / Д. А. Шаппелл; пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 368 с. : ил.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РОССИИ

П.В. Пыров, О.Б. Бутусов

Московского государственного университета инженерной экологии,
г. Москва

The mathematical and computer model is developed to simulate demographic processes. The model can be recommended for monitoring, forecasting and managing demographic flows in any country.

Разработана математическая и компьютерная модель для имитационного моделирования демографических процессов. Модель может быть предложена для мониторинга, прогнозирования и управления демографическими потоками в любой стране.

Демографические прогнозы являются важным элементом комплексного долгосрочного социально-экономического планирования. Практически очень трудно найти какую-либо область экономики и социальной жизни, где бы при долгосрочном планировании не использовались данные демографических прогнозов.

Демографические прогнозы имеют, как иногда говорят, активный характер. Они позволяют не просто ограничиться определением будущих характеристик населения. Сравнивая полученные в результате перспективных исчислений величины и те параметры демографических процессов, например, численности и возрастно-полового состава населения в том или ином регионе, которые желательно с социально-экономических позиций для общества в перспективе, можно выявить степень расхождения желаемых и возможных характеристик демографических процессов. Если такие расхождения велики, то общество может принять меры для ликвидации или уменьшения возможных диспропорций этих процессов. Следовательно, демографические прогнозы являются важным элементом в управлении общественными процессами. Они позволяют на основе знания перспектив его развития целенаправленно воздействовать на развитие социально-экономических явлений,

В начале 90-х годов Россия вступила в полосу острейшего демографического кризиса. Численность населения бывшего СССР к моменту его распада составляла 290 млн. человек, из них в РСФСР проживали 149 млн. человек. В 1986 г. естественный прирост населения составил 988 тыс. чел. С середины 1991 г. смертность в России впервые за последнее столетие превысило рождаемость. 1994г. родились 1млн.420тыс. россиян, а умерли 2млн.300.тыс

Причин демографического кризиса в России много, среди них можно назвать:

1) уменьшение продолжительности жизни Средняя продолжительность жизни в нынешней России составляет 57,7 - лет для мужчин и 71,2 года для женщин. Сравним: для США, Канады, Франции, Германии и других развитых

стран мира эти показатели равны соответственно: 73-74 года и 79-80 лет. А для Японии-чемпиона по долгожительству – 75,90 и 81,6 лет.

2) Падение рождаемости. В 1993 году рождаемость упала по сравнению с предшествующим годом на 15 % и достигла 9,0 родившихся на тысячу человек.

Сейчас мы наблюдаем тенденцию к снижению количества детей в семье. По данным Госкомстата большинство россиян в наши дни считает наиболее приемлемым иметь одного ребенка.

В модели рассматривается страна с закрытыми границами. Данная модель относится к классу имитационных моделей. Модель воспроизводит эволюцию половой и возрастной структуры населения в странах. Внутренними и одновременно прогностическими характеристиками являются количества в данном году женщин и мужчин, имеющих возраст от 0 до 100 лет. К внешним характеристикам относятся распределение населения в стране по полу и возрасту в начальном году, т.е. в году, с которого начинается модельное воспроизведение демографического процесса, а также коэффициенты рождаемости (количество родившихся детей от женщин данного возраста от 15 до 50 лет в течение года в расчёте на одну женщину этого возраста) и смертности (количество умерших женщин (мужчин) в течение года в расчёте на одну женщину (мужчину)).

Основа модели – пересчёт распределения населения по полу и возрасту в данном году следующий год. Для этого сначала с помощью известных коэффициентов рождаемости рассчитывается количество мальчиков и девочек, которые родились в данном году и поэтому будут иметь в следующем году возраст в 1 год. Затем с помощью известных коэффициентов смертности для каждого пола, каждого возраста рассчитывается количество людей, которые в следующем году станут старше на год, т.е. которые доживут до своего следующего дня рождения.

Для моделирования каждой страны используются следующие уравнения: количество населения в $t+1$ году:

$$x_{m,t+1,a+1} = x_{m,t,a} (1 - \beta_{m,t,a}) \quad (1)$$

$$x_{f,t+1,a+1} = x_{f,t,a} (1 - \beta_{f,t,a}) \quad (2)$$

где $t = t_0, t_0 + 1, \dots, T$; $a = 1, 2, \dots, 100$, $x_{m,t,a}$, $x_{f,t,a}$ - соответственно, количество мужчин и женщин, которым в году t исполняется a лет, $\beta_{m,t,a}$, $\beta_{f,t,a}$ - коэффициенты смертности.

$$x_{m,t+1,1} = \sum_{a=15}^{50} x_{f,t,a} \cdot \gamma_{m,t,a} \quad (3)$$

$$x_{f,t+1,1} = \sum_{a=15}^{50} x_{m,t,a} \cdot \gamma_{f,t,a} \quad (4)$$

где $t = t_0, t_0 + 1, \dots, T$; $x_{m,t_0+1,1}$, $x_{f,t_0+1,1}$ - количество мальчиков и девочек, соответственно, родившихся от женщин, имеющих в году t возраст a , $\gamma_{m,t,a}$,

$\gamma_{f,t,a}$ - коэффициенты рождаемости.

В качестве примера, приводится демографический прогноз Российской Федерации на ближайшие 100 лет. На рис.1 представлен график распределения населения по годам. На рис.2 представлен тот же график, но при увеличенной рождаемости (мальчиков и девочек в целом) на 10 %.

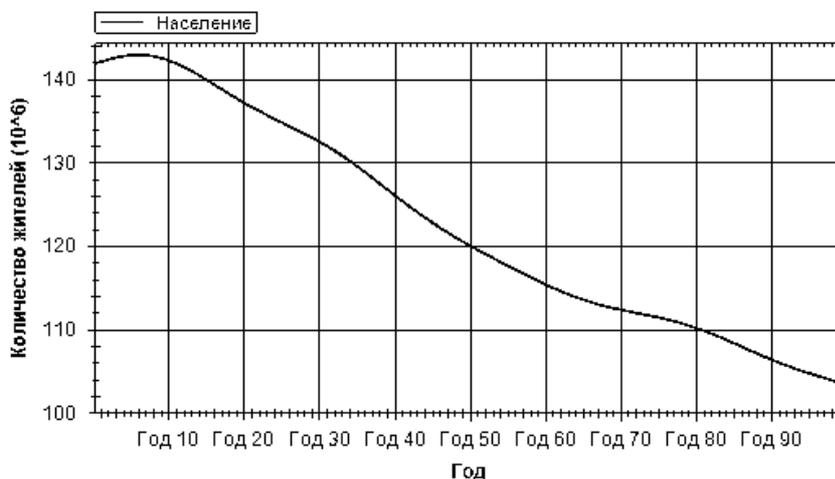


Рис.1. Распределение населения по годам

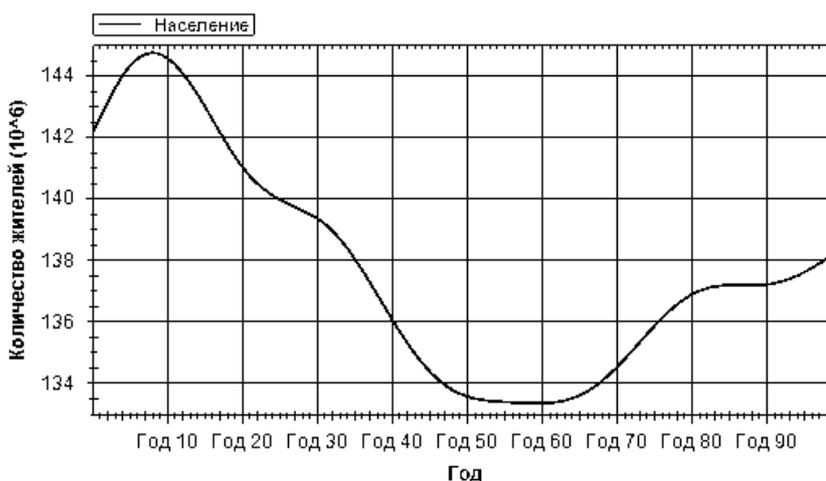


Рис.2. распределение населения по годам при увеличенной рождаемости

Разработанная модель даёт возможность проводить мониторинг любой страны и по полученным данным делать прогнозы на будущее.

Список литературы

1. Добреньков Е. И., Кравченко А. И. Социология: Социальная стратификация и мобильность. Т.2. М.: МГУ.
2. Рыбаковский Л. Л. Миграция населения (Очерки теории и методов исследования). М.: МГУ.
3. Пыров П.В., Бутусов О.Б. Математическое и компьютерное моделирование миграционных процессов. // Труды института системного анализа РАН (ИСА РАН). Динамика неоднородных систем. - М.: Книжный дом "Либроком" – 2010. – т.50(1). – С.219-222.
4. Павловский Ю. Н. Моделирование, декомпозиция и оптимизация

сложных динамических процессов // Динамика неоднородных систем. Под ред. чл.-корр. РАН Ю.С. Попкова. Институт системного анализа РАН. 2009 г., стр. 139.

5. Белотелов Н. В., Бродский Ю. И., Павловский Ю. Н. Сложность. Математическое моделирование. Гуманитарный анализ: Исследование исторических, военных, социально-экономических и политических процессов // Динамика неоднородных систем. Под ред. чл.-корр. РАН Ю.С. Попкова. Институт системного анализа РАН. 2009 г., стр. 320.

6. Кетков Ю., Кетков А., Шульц М. Программирование, численные методы, СПб.: ЛГУ, 2000. – 450 с.

7. Троелсен. Э. С# и платформа .NET. Библиотека программиста. – СПб.: Питер, 2004. – 796 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ПОЛЗУЧЕСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

А.Р. Мурзакова, У.Ш. Шаяхметов^{*}, А.М. Хуснуллин^{**}

^{*}Башкирский государственный университет,

^{**}ИПСР РАН,

г. Уфа

В технологии керамических композиционных материалов представляет интерес изучение срока их службы при различных температурах. Разработана установка определения высокотемпературной деформации и ползучести композитов, которые обусловлены сложными физико-химическими превращениями, происходящими с изменением объема. Такую деформацию можно измерить дилатометрически. При этом можно решать ряд задач как прикладного, так и теоретического аспектов: по полученным данным можно уточнять вещественный состав композиций, вид операций и режим их проведения, подобрать для конкретного композита оптимальные условия его эксплуатации. И, наконец, установив механизмы деформации конкретного изделия, можно прогнозировать поведение его в службе (температура, время, нагрузка). Метод определения температуры деформации под нагрузкой регламентируется ГОСТ 25040-81. Сущность метода заключается в измерении линейных размеров образца при воздействии температуры с определенной скоростью подъема до значений ползучести композита, из которого он изготовлен, выдержке его при постоянной температуре и постоянной сжимающей нагрузке в течение заданного времени. Разработанная установка определения деформации и ползучести керамических композиционных материалов позволяет проводить испытания при температурах до 1550 °С и нагрузках до 5 МПа методом одноосного сжатия. Особенностью ее является регистрация изменения линейных размеров (длины) образца лишь в зоне равномерного распределения напряжений с исключением «концевых эффектов».

Для решения ряда технологических задач при определении высокотемпературной деформации и ползучести керамических композиционных материалов при нагреве, в числе которых объективная оценка состояния технологического процесса, возможность выведения обслуживающего персонала из «горячей зоны», разработана программа автоматизированного управления установкой с помощью ЭВМ. Для автоматического управления нагревом при изучении термических превращений керамических материалов не требуется контроля за процессом, регулирования температуры, времени нагрева. Проведенные исследования по определению высокотемпературной ползучести алюмосиликатных керамических образцов на установке, оснащенной автоматизированной программой, позволяют сделать вывод о высокой точности определения изменения их размеров, которое осуществляется с помощью персонального компьютера.

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ОБОРОННОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Р.А. Файзрахманов, В.Д. Володин, Р.Р. Бикметов, А.А. Шаронов
Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь

Как известно, наиболее широкой областью применения отечественной электроники является оборонная тематика. Министерство обороны во все времена оставалось одним из крупных заказчиков российских предприятий электронной промышленности. Также создавались специальные заводы оборонного назначения. Такими в частности являются пермские предприятия «СТАР», ПНППК так и другие. Специфика оборонной тематики требует от разработчика соблюдения определенных правил. В частности требуется по возможности использовать в изделиях компоненты отечественного производства. Допускается использование зарубежной элементной базы, но для этого необходимо получение определенных разрешений, что требует в частности времени и достаточной политической воли предприятия.

Однако же частичное использование отечественной элементной базы может быть неплохим козырем для института, а в частности кафедры информационных технологий в деле борьбы за получение «оборонных» заказов. На сегодняшний день у Пермского Национального Исследовательского Политехнического Университета есть определенный опыт взаимодействия с оборонными предприятиями города.

К теме статьи относится проект тренажерного комплекса для обучения военнослужащих работе с артиллерийскими системами, разрабатываемыми заводом. До последнего времени в аппаратную часть тренажеров закладывались микроконтроллеры фирм Philips или Texas Instruments [1], но пути перехода на отечественную элементную базу искали, как завод, так и институт.

Прежде, чем начать разговор о применении в разработке отечественной элементной базы, стоит сказать несколько слов о разрабатываемом электронном блоке пульта управления.

Разрабатываемый пульт управления тренажерного комплекса предназначен для управления трехмерной моделью, запущенной на персональном компьютере. К компьютеру он подключается посредством беспроводного интерфейса Bluetooth либо проводного интерфейса USB, имитируя HID-клавиатуру. Органами же управления являются рычаги, а также дроссель – поворотный регулятор скорости. Внешний вид пульта показан на рис. 1.

Сам пульт состоит из следующих узлов:

- Узла микроконтроллера, включающего в себя сам микроконтроллер
- Модуля Bluetooth для соединения с персональным компьютером по беспроводному каналу связи
- Интерфейса USB, позволяющего подключить пульт к компьютеру через проводной интерфейс USB
- Интерфейса RS-232, позволяющего подключить пульт к компьютеру через последовательный порт на этапе отладки
- Модуля питания, представляющего преобразователь напряжения питания 5В в 3.3 В для питания всей схемы
- Модуля органов управления, включающего в себя управляющие рычаги и регулирующий дроссель, изменяющий скорость.

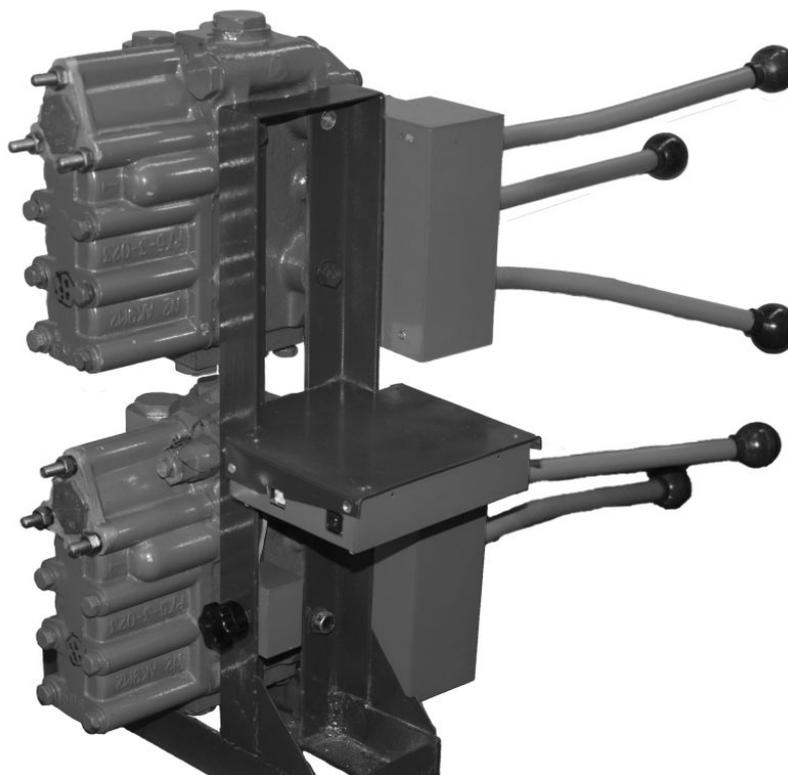


Рис. 1. Внешний вид пульта тренажера

Структурная схема пульта показана на рис. 2.



Рис. 2. Структурная схема пульта тренажера крановщика транспортно-заряжающей машины

Таким образом, определились некоторые требования к управляющему микроконтроллеру, он должен обладать следующими характеристиками:

- должен быть хорошо документирован: наличие документации на русском языке является большим плюсом отечественной элементной базы, но при этом часто ее качество оставляет желать лучше – нередки ошибки и бывают упущены достаточно важные моменты
 - наличие у производителя собственного форума, либо наличие хорошей поддержки на популярных ресурсах, таких как electronix.ru или сахара.ru
 - поддержка микроконтроллера отладочными средствами, имеющимися в распоряжении лаборатории
 - желательно, чтобы ядро микроконтроллера было уже знакомо по зарубежным аналогам – у нас уже имеется опыт разработки для микроконтроллеров с ядром MSP430, AVR, ARM7
 - наличие интерфейса USB, АЦП и не менее двух интерфейсов UART
 - напряжение питания 3.3 В
 - корпус, пригодный для поверхностного монтажа
- Рассмотренные микроконтроллеры сведем в таблицу:

Таблица 1

Сравнительный анализ микроконтроллеров для пульта крановщика

	MDR32F9Q2I	1887BE1Y	1887BE3T	1886BE4Y
Ядро	Cortex-M3	ATMega	C166	PIC17
Документация на русском языке	+	+	+	+
Качественный форум производителя	+	-	-	+
Наличие средств отладки в лаборатории	+	+	-	-
Напряжение питания (В)	3,3	5	3,3; 5	5
АЦП	+	+	+	+
UART	2	1	2	1
USB	+	-	-	+
Корпус для поверхностного монтажа	+	+	+	+
QFP-совместимый корпус	+	-	-	+

Из приведенной выше таблицы видно, что наиболее удовлетворяет поставленным условиям микроконтроллер MDR32F9Q2I фирмы «Миландр». Соответственно в качестве основы для пульта крановщика будет взят именно он.

Так как отечественная промышленность не выпускает встраиваемых модулей Bluetooth, решено оставить имеющийся в сегодняшнем образце пульта модуль WT-11.

Аналоги микросхемы MAX3232, являющейся приемопередатчиком UART с напряжением питания 3,3 В выпускают фирмы «Миландр» и «Интеграл»: 5559ИН4У и ILX3232D соответственно. Микросхема «Интеграла» имеет более удобный корпус, поэтому для данного проекта будем использовать ее.

Так как органы управления уже собраны на отечественной элементной базе, то в данном проекте мы также будем использовать их без изменения.

В отличие от [2] в данной разработке в качестве преобразователя напряжения в модуле питания было решено использовать линейный стабилизатор напряжения на 3.3В. В более ранних разработках для этих целей использовались микросхемы LM1117 или TPS76333 фирмы Texas Instruments. В

новую разработку должна была быть заложена уже отечественная микросхема. Линейные стабилизаторы напряжения производят предприятия российские предприятия «Микрон», «НТЦ СИТ», а также белорусский завод Интеграл. Для микросхемы питания кроме электрических характеристик немалую роль играла доступность микросхемы. Самым лучшим вариантом была бы доступность микросхемы у поставщиков, услугами которых пользуется лаборатория: «Терраэлектроника» (г. Москва) или «Промэлектроника» (г. Екатеринбург). Также немаловажно наличие корпуса, пригодного для поверхностного монтажа.

Рассмотренные микросхемы сведем в таблицу.

Таблица 2

Сравнительный анализ микросхем линейных стабилизаторов для модуля питания пульта

	LM1117-3.3	МК1117-3.3	КР1158ЕН33	IL5233G
Производитель	Texas Instruments	Микрон	НТЦ СИТ	Интеграл
U вых. В	3.3	3.3	3.3	3.3
U вх. max В	20	13	36	15
I вых. max mA	800	800	500	800
Корпус	SOT223, TO220, TO252	TO220	TO252	SOT223
Поставщик	Терраэлектроника, Промэлектроника	Миландр, Экситон, Микрон	Миландр, Экситон, Промэлектроника	Миландр, Экситон, Интеграл-СПб
Возможность поставки мелкими партиями и в розницу	+	-	-	+

Как видно из таблицы, наиболее полно зарубежному прототипу соответствует микросхема производства завода «Интеграл», однако, для наших целей вполне достаточно микросхемы КР1158ЕН33, которую и заложили в устройство.

Принципиальная схема разработанного электронного блока пульта тренажера показана на рис. 3.

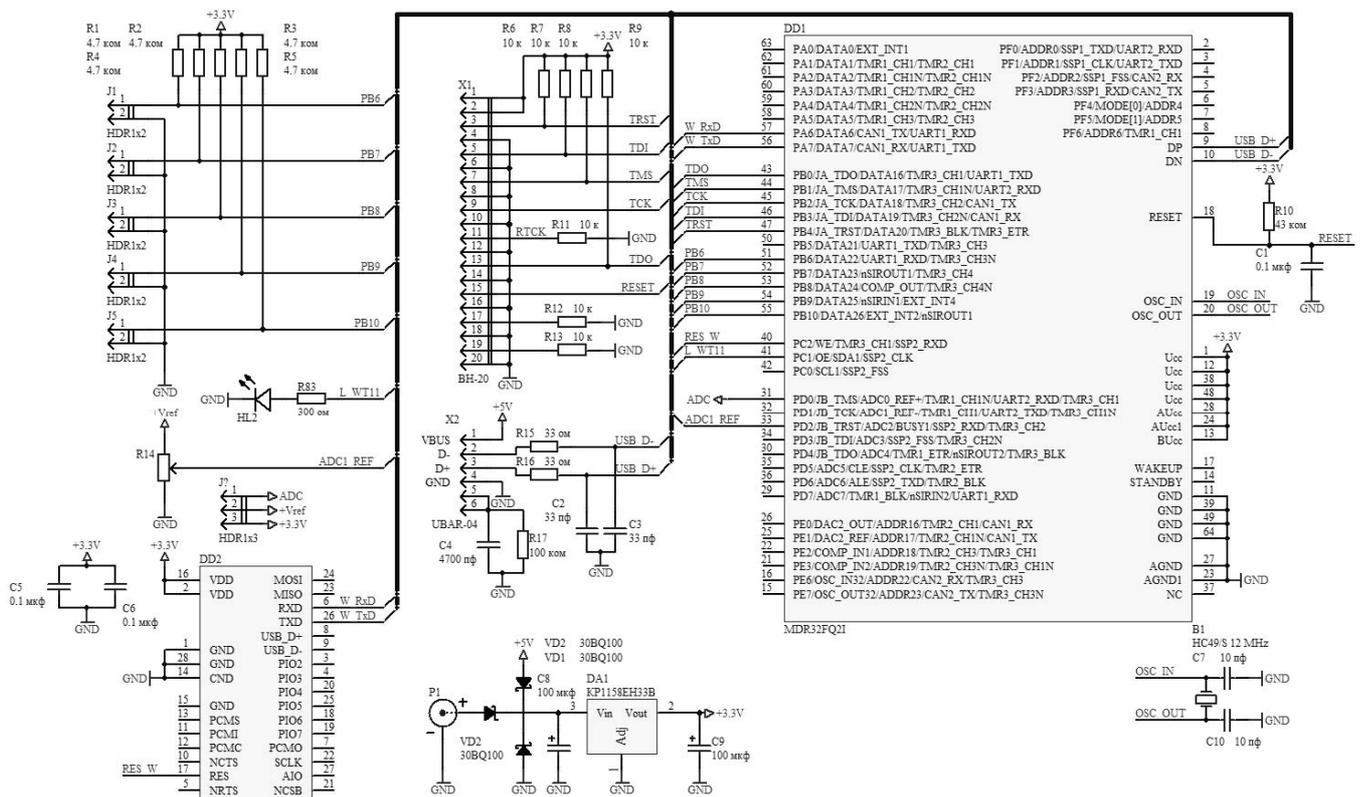


Рис. 3. Принципиальная схема электронного блока пульта тренажера

Как видно, в разработанной схеме почти на 90 % использованы элементы отечественной разработки.

Список литературы

1. Долгова Е.В., Файзрахманов Р.А., Курушин Д.С., Федоров А.Б., Хабибуллин А.Ф., Шаронов А.А. Архитектура мобильного тренажера погрузочно-разгрузочного устройства / «Инженерный вестник Дона» N4 (часть 1), 2012, - <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1327>
2. Гусин А.Н., Бикметов Р.Р., Шаронов А.А. Отечественная элементная база. К вопросу об импортозамещении / Автоматизированные системы управления и информационные технологии. Материалы краевой научно-технической конференции. – Пермь 2012. – 102 с.

СЛОЖНОСТЬ ЗАДАЧ СИСТЕМНОГО КОНФИГУРАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

А.В. Юрченко
ЗАО «ЕС-лизинг»,
г. Тула

Системное конфигурационное управление традиционно рассматривается как деятельность, не имеющая под собой теоретического основания. В данной работе сделан шаг в направлении разработки теории системного конфигурационного управления.

По мере быстрого роста сложности компьютерных систем и роста их значимости в различных областях деятельности, системное конфигурационное управление так же быстро усложняется. В локальных вычислительных сетях присутствуют десятки, сотни, и тысячи машин. Каждая из них может иметь различные архитектуры, аппаратные устройства, операционные системы, установленное программное обеспечение. Программное и аппаратное обеспечение разрабатываются независимыми, и зачастую конкурирующими поставщиками и разработчиками. Для достижения неких общих целей требуется значительное количество деталей реализации, чтобы настроить все эти существующие компоненты общей системы. У пользователей, которые взаимодействуют с системой, существуют различные и постоянно меняющиеся потребности и требования.

Жизненный цикл новых технологий и инструментов становится все короче и короче, что создает новые, постоянно усложняющиеся задачи интеграции новых технологий в существующую инфраструктуру. Тысячи скриптов и программ со сложной взаимозависимостью существуют внутри систем. Эти системы необходимы для поддержания бизнес и промышленных процессов, которые постоянно преобразовываются и реорганизовываются, чтобы удовлетворять меняющимся потребностям пользователей. Несмотря на все это, гарантирование предоставления услуг в современных системах становится привычной ситуацией, поскольку минутные задержки в обслуживании могут приводить к значительным потерям в бизнесе. При этом рост сложности систем происходит независимо от возможностей человека управлять ими, особенно для крупномасштабных систем.

Подход к решению данной проблемы заключается в анализе и изучении конфигурационного управления, которое представляет собой действия по первоначальному конфигурированию, или повторному конфигурированию компонентов системы, а не ее пользователей таким образом, что компоненты в их организованном взаимодействии удовлетворяют требованиям пользователей, или меняющимся требованиям.

Автоматизация в конфигурационном управлении является основным способом освободить человека от перегруженности рабочими деталями. Было выявлено множество методик и разработано множество инструментов в этой области. Проведя анализ данных методик, в данной работе они сгруппированы

по различным категориям: пользовательские (написанные под заказ) скрипты, структурированные скрипты (заранее написанные и вызываемые в зависимости от конкретной ситуации), файловые дистрибутивы, декларативный синтаксис (можно реализовывать нужные функции самому). Все эти инструменты скрывают детали реализации от системных конфигураторов до некоторой определенной степени. В идеальных случаях от человека требуется только определить политики, задающие требования высокого уровня, или цели для системы. Далее заданные требования транслируются на более низкие уровни системы в виде деталей реализации.

Вышеописанное является представлением самонастраивающихся (самоуправляемых) вычислительных систем. В таких идеальных рабочих средах человек передает управление конфигурацией самонастраивающейся системе. Интуитивно понятно, что построение таких самонастраивающихся систем очень сложно, или даже невозможно, поскольку само конфигурационное управление является сложной дисциплиной. Но мало кто анализировал математически, почему это сложно, из-за чего возникают эти сложности, и как все можно упростить. В данной работе предпринята попытка заполнить существующие пробелы.

Сделанный в данной работе вклад в построение фундаментальных теоретических положений, касающихся конфигурационного управления, заключается в следующем:

- проанализированы свойства конфигурационного процесса;
- создана теоретическая модель конфигурационного управления;
- описана теория повторяемости конфигурационных операций;
- созданы формальные определения различных ограничений конфигурационных операций, и анализ их воздействия на сложность конфигурационного управления;
- созданы формальные определения зависимостей между компонентами системы;
- доказано, что компоуемость конфигурационных операций представляет собой NP-сложную задачу, а также, что полный анализ взаимозависимостей трудновыполним, следовательно, автоматизация конфигурационного управления в общем случае невыполнима;
- приведено суммарное изложение методик, используемых на практике, которые делают задачи конфигурационного управления выполнимыми.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУХОГО ДВУХСТАДИАЛЬНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

М.Д. Адамбаев, Д.Б.Аденова, А.В. Саурин

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Республика Казахстан, г. Алматы

Сложность процесса двухстадиального сухого измельчения с объединением выходных потоков обеих стадий с точки зрения автоматизации этого объекта определяется многими факторами. Основными из них являются: невозможность прямого контроля основных параметров процесса; большие постоянные времени основных элементов системы; наличие значительных транспортных запаздываний; взаимовлияние стадий друг на друга по перекрестным каналам связи; отсутствие основных технологических характеристик двухкамерных измельчительных агрегатов; нелинейная зависимость загрузки рабочих камер как от величины исходного питания, так и от положительной обратной связи, определяемой перетоками циркулирующих нагрузок в системе. Многие из этих факторов существенно влияют на динамику процесса [1].

Для определения параметров процесса двухстадиального измельчения, оценки динамического влияния по перекрестным каналам связи объекта в условиях постоянно изменяющихся возмущений (размалываемость руды, которая определяет величину циркулирующей нагрузки, следовательно, непосредственно влияет на количество перетекаемого в объекте материала, что в свою очередь резко влияет на динамические свойства процесса), был сделан анализ этой технологии по ее структурной схеме.

Передаточные функции всех элементов получены на основании обработки экспериментальных кривых разгона объекта при ступенчатом возмущении по исходному питанию и входному питанию второй стадии.

Для получения полной картины процесса рассмотрены режимы, определяемые значениями варьируемых коэффициентов, выбранных по рекомендации данных в [2].

Модель объекта набрана на операционных усилителях. Составлена рабочая схема набора линейной модели объекта.

К модели через селектор подключается четырехлучевой осциллограф, позволяющий наблюдать изменения режимов во всех точках модели при изменениях значений варьируемых коэффициентов. Запись кривых производится быстродействующим самопишущим прибором типа Н320-5 через специальную приставку.

Транспортные запаздывания реализуются на специальных блоках постоянного запаздывания.

После отладки модели были записаны кривые:

- на выходе камеры крупного помола;
- на выходе камеры мелкого помола ;
- на выходе ковшевого элеватора ;
- на выходе модели.

Получены кривые изменения контролируемых параметров при ступенчатом возмущении по исходному питанию. При снятии кривых переходного процесса принимались различные коэффициенты, характеризующие измельчаемость руды (количество образования циркулирующей нагрузки). Кривые приведены для двух случаев $K_s = 0,5; 0,7$.

Переходные характеристики камер крупного (ИК) и мелкого (ШК) помола имеют вид экспоненты с разными коэффициентами усиления (К) и постоянными времени (Т). Для первой камеры машинная постоянная времени $\bar{T}_1 = 16$ сек. при чистом транспортном запаздывании $\bar{\tau}_1 = 15$ сек. Вторая камера при возмущении по исходному питанию (перекрестный канал для этой камеры) имеет значительно большее $\bar{T}_2 = 24-25$ сек. и $\bar{\tau}_2 = 22-23$ сек. Коэффициенты усиления и постоянные времени камер при возмущении исходным питанием зависят от величины K_s и $K_{ш}$.

Кривая изменения загрузки ковшевого элеватора Э на участке “б-в” имеет излом. Участок “а-б” этой кривой определяется изменением загрузки первой камеры, участок “в-г” характеризует влияние второй камеры (рисунок 1). Кривая изменения количества готового продукта пропорциональна загрузке элеватора, поэтому она следует за кривой элеватора с постоянным запаздыванием 3 сек.

На рисунке 1 показаны эти же кривые, но для более твердых руд, образующих большое количество циркулирующей нагрузки ($K_s = 0,7$). Как видно из рисунка 1, кривые отличаются по форме от предыдущих. Резкое увеличение циркулирующей нагрузки влияет на форму кривых переходного процесса первой и второй камер.

Начальная часть этих кривых определяется основным возмущением - исходным питанием, причем от этого возмущения кривая первой камеры возрастает до 70 % своего установившегося значения, а вторая камера-только до 10 % своего установившегося значения. Вторая часть кривых определяется обратной положительной связью, т.е. влиянием циркулирующей нагрузки. Это дополнительное возмущение в большей степени влияет на величину загрузки второй камеры (85-90 %) и в меньшей степени-на нагрузку первой камеры (25-30 %) от установившихся значений этих параметров.

Кривая загрузки элеватора Э имеет два излома, определяемые основным и дополнительным возмущениями. Коэффициенты усиления и постоянные времени обеих камер для случая $K_s = 0,7$ значительно возросли по сравнению с $K_s = 0,5$.

На рисунке 2 приведены кривые при ступенчатом возмущении количественным распределением песковой нагрузки между камерами ($K_{ш} = \text{var}$). На рисунке 2 даны кривые для случая $K_s = 0,5$. Положительное возмущение на первую камеру соответствует такому же по амплитуде

отрицательному возмущению на вторую камеру. Кривые переходного процесса имеют приблизительно одинаковый вид и K , T , τ . Кривая элеватора отражает суммарный сигнал.

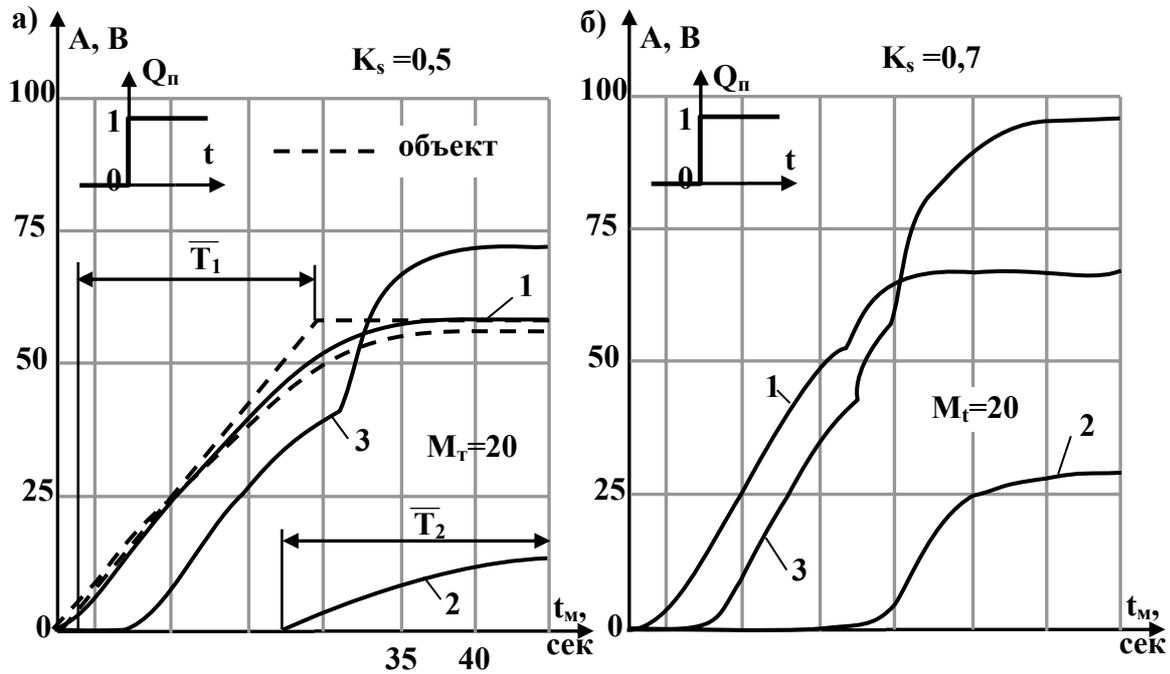


Рис. 1. Переходные процессы, полученные на модели при возмущении исходным питанием (1,2,3 - кривые загрузки первой, второй камер и элеватора)

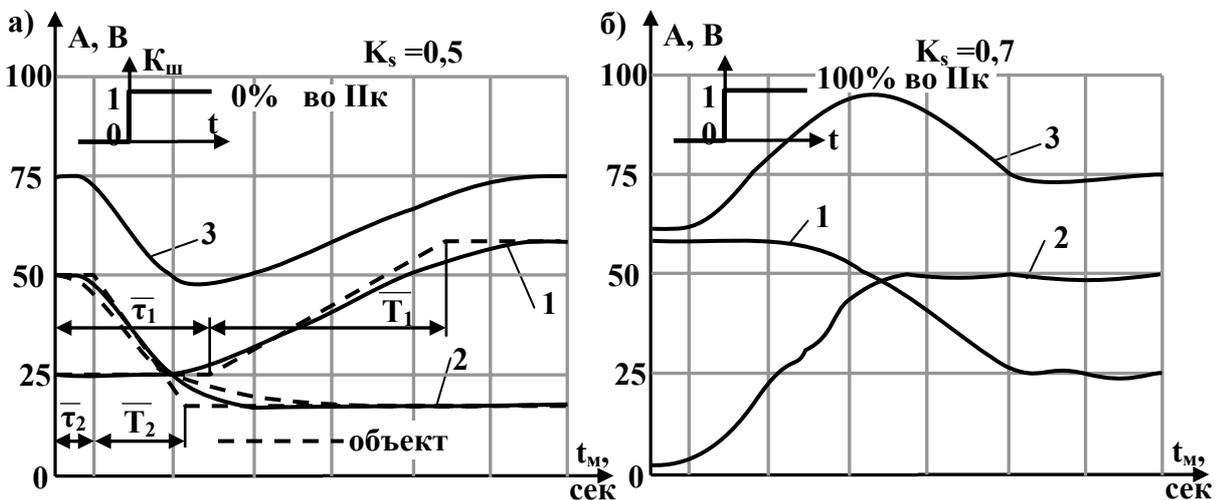


Рис. 2. Переходные процессы, полученные на модели при возмущении циркулирующей нагрузкой (1,2,3 – кривые загрузки камер и элеватора)

Провал на начальном участке кривой загрузки элеватора определяется суммированием двух экспонент с различными транспортными запаздываниями.

На рисунке 2 даны аналогичные кривые для случая $K_s = 0,7$. Влияние основных возмущений по циркулирующей нагрузке и дополнительных за счет обратных связей при различных транспортных запаздываниях обусловили затухающий колебательный процесс на ковшевом элеваторе.

Таким образом, изменение величины исходного питания определяет уровень загрузки камеры крупного помола и влияет на уровень загрузки камеры мелкого помола по перекрестному каналу внутренней технологической связи. Для мягких руд ($K_s = 0,5$) обратные связи не оказывают существенного влияния на динамические режимы второй камеры, и, наоборот, для твердых руд ($K_s = 0,7$) циркулирующие потоки создают дополнительные возмущения, которые резко влияют на динамические параметры системы. K и T камер мельницы изменяются пропорционально размалываемости руд (K_s). Изменение количественного распределения песков резко влияет на уровень загрузки обеих камер. При возмущении исходным питанием влияние этого возмущения на уровень загрузки камеры мелкого помола по перекрестному каналу связи носит плавный монотонный характер с большой постоянной времени (сказывается фильтрующие свойства объекта), поэтому система управления загрузкой камеры мелкого помола должна “спокойно пережевать” эти возмущения без применения каких-либо компенсирующих устройств. При управлении уровнем загрузки камеры мелкого помола перераспределением величины циркулирующей нагрузки, поступающей в эту камеру, перекрестная связь, влияющая на уровень загрузки камеры крупного помола, является сильной и носит резкоколебательный характер большой амплитуды. Или, другими словами, система управления загрузкой камеры крупного помола будет работать в тяжелых условиях, изменяя величину питания в очень широких пределах, чтобы удержать регулируемую величину на заданном уровне, что будет сопряжено с большими колебаниями уровня загрузки камеры крупного помола, а в некоторых случаях (при больших значениях K_s) может привести и к потере управляемости. Выходом из данной ситуации может явиться разработка специальной системы управления, позволяющей скомпенсировать влияние сильной перекрестной связи.

Список литературы

1. Адамбаев М.Д. Автоматическое управление процессами сухой рудоподготовки. – Алматы: Комплекс, 2003.-163с.
2. Адамбаев М.Д. Определение динамической структуры и параметров промышленных объектов управление. – Алматы: “TST - Company”, 2010.-259с.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ И ПЛАНОВАЯ ЭКОНОМИКА – СБАЛАНСИРОВАННЫЙ ПОДХОД, ЧЕРЕЗ ПЛАНИРОВАНИЕ И САМООРГАНИЗАЦИЮ СИСТЕМЫ

И.В. Бахтин
ООО «ЭНСИСТ»,
г. Москва

В последнее время в средствах массовой информации и от чиновников различного ранга вместо привычных лозунгов о необходимости перестройки экономики на рыночные рельсы и извечной задачи «догнать и перегнать Америку», мы всё чаще слышим слова о переходе к инновационной модели экономики, о преодолении ужасающего уровня деградации промышленного и оборонного потенциала, о насущной потребности во второй индустриализации. При этом какую цену пришлось заплатить народу, за большой скачет в период первой индустриализации, предпочитают не упоминать.

Мы хорошо помним социальный и экономический кошмар начала 90-х, ощущение надвигающейся всеобщей катастрофы, погасить которое удалось только безудержной эйфорией в период сытного начала 2000-х, опирающихся на полноводную реку нефтедолларов, поливших в бюджет благодаря многократному росту цен на углеводородное топливо. Но экономика циклична, и временное благоденствие опять сменилось всеобъемлющим кризисом второго десятилетия нового века. Сейчас многие вспоминают период брежневского правления, при этом одни называют это время эпохой застоя, другие, периодом поступательного развития страны и золотым веком науки и культуры. Однако тогда страна накапливала интеллектуальный ресурс и развивала свой научно-промышленный потенциал, пускай и с существенным смещением в военную, а не гражданскую сферу. Сегодня мы стоим на пороге системного кризиса, который может разрешиться множеством способов, но большинство их них грозит глобальными потрясениями и возможной потерей государственности. Пожалуй, единственным благоприятным сценарием развития является консолидация в руках государства оставшегося с советских времен научно-промышленного потенциала и возрождение на его базе наиболее востребованных на мировом рынке отраслей, включая, в первую очередь, производство оружия, являющегося во все времена локомотивом научно-технического прогресса. При этом основным препятствием на этом пути стоит неэффективная бюрократическая система управления, и общая неспособность существующей власти централизованно управлять производственными процессами.

Что же полезного можно подчеркнуть из мирового опыта для восстановления лидирующих позиций России в ключевых областях? Сразу оговоримся, что чисто социальные инструменты, применение которых хорошо зарекомендовало себя, например, в объединенной Европе, или в ходе тридцатилетнего экономического чуда в КНР, для России не подходят. У нас нет внутреннего социального ресурса для построения светлого будущего. Всю веру

людей в возможность счастливой жизни для наших детей израсходовали на свои провальные эксперименты предыдущие поколения. Сейчас могут сработать только объективно обоснованные методы, существенно повышающие эффективность работы системы в целом в условиях постоянно изменяющегося экономического окружения и высокого уровня коррупционных рисков.

Наибольшую популярность в условиях глобализации и неоиндустриальной экономики получили разнообразные системы бережливого и качественного производства: канбан, lean production, 6 сигма. Основой этих концепций является предельная оптимизация процессов для достижения определенных измеримых результатов. И если в концепции канбан во главу угла ставится снижение запасов за счет поставки необходимых ресурсов «точно в срок», то в концепции 6 сигма критерием оптимизации является снижение количества дефектов на единицу объема выпускаемой продукции. Как и любая однокритериальная оптимизация, такой подход является губительным в целом для жизнеспособности системы. Представьте себе, чтобы произошло, если бы с подходом канбан природа бы «оптимизировала» человеческий организм. Зачем нам два легких, две почки, две руки и две ноги? Организм явно можно сделать более оптимальным! Вот только жизнеспособность такого ополовиненного уродца вызывает большие сомнения. Насколько обоснованными являются эти опасения для экономических систем, наглядно продемонстрировала в 2012 году Япония во время известных событий на станции «Фукусима», когда одна из мощнейших мировых экономик пришла в полный дисбаланс в результате, по сути, локальной природной катастрофы.

Другой популярной тенденцией современного глобально производства становится Fables модель высокотехнологических компаний, когда разработчик продукта и владелец торговой марки не имеет никаких собственных производственных мощностей. При этом на другом полюсе экономической системы формируется пул контрактных производителей, которые специализируясь в узкой области производства, добиваются максимальной эффективности на своем участке. При этом контрактному производителю абсолютно не важно, что он производит, и будут ли покупать потребители его продукцию. Он продает способность эффективно выполнить набор технологических операций. При этом на одном заводе могут мирно сосуществовать продукты или хотя бы их компоненты от злейших конкурентов, как это, например, происходит сейчас с компаниями Apple и Samsung. Обратной стороной медали тут является снижение реальной конкурентной среды в сфере производства, когда предлагаемые продукты по большому счету отличаются только внешней отделкой и ярлычком бренда. При этом необходимо понимать, что такая система эффективно работает только в сфере производства потребительских товаров, любые технологии, содержащие передовые научные разработки или оборонные секреты просто не могут так свободно передаваться сторонним производителям. В то же время, концентрация производства критических узлов и компонентов в одном регионе или даже на одном заводе существенно увеличивает операционные риски по

всей производственной вертикали, как это произошло, например, с производителями жестких дисков, шаговые двигатели для которых поставлял всего один завод, пострадавший от наводнения в Таиланде в 2011 году.

Третьей модной тенденцией в системе корпоративного управления является закрепление бюрократической модели путем внедрения жестких процессов выполнения для максимального количества регулярных процедур. При этом, исполнение процедур и контроль соответствующих бизнес правил возлагается на корпоративную систему электронного документооборота. С одной стороны, этот процесс позволяет снизить уровень управленческого хаоса, царящего в больших организациях за ширмой тотальной «бумажной» регламентации деятельности, абсолютно оторванной от жизни. Но с другой стороны, прокрустово ложе автоматизированных процессов уменьшает степень свободы системы управления, снижая разнообразие возможных реакций на изменение окружающих условий. А учитывая объективные трудности в перестройке такой системы, время её адаптации к новым условиям становится чудовищно большим. Именно по этой причине на смену ранее активно продвигаемой концепции ВРМ, подразумевающей исполнение процессов по заранее заложенному сценарию, сейчас приходит концепция АСМ (Adaptive Case Management), в которой каждый случай рассматривается индивидуально с попыткой построить действия по наиболее эффективному шаблону. Однако, не смотря на красивые заявления разработчиков систем АСМ работоспособных методик их применения и столь же проработанной концепции, как и в ВРМ до сих пор не появилось. Причина этому в отсутствии в АСМ необходимого фундаментального базиса, опирающегося на экономическую кибернетику и многолетние исследования вопросов управления сверхсложными системами, которые проводились 50-х .. 70-х годах прошлого века.

Так какую же «серебряную пулю» может предложить нам академическая наука?

Как не удивительно это звучит, но именно в СССР в период глубокого социального застоя родились наиболее революционные идеи о возможности коренным образом изменить всю сложившуюся за тысячелетия бюрократическую систему управления, как государством, так и его производственным базисом. Основой концепции является переход к автоматизированному управлению всей деятельностью на основании объективных показателей экономической системы. У истоков этой программы, получившей название Общегосударственная автоматизированная система учёта и обработки информации (ОГАС), стоял выдающийся ученый, один из основателей советской школы кибернетики, профессор, академик РАЕН Анатолий Иванович Китов. Непосредственным вдохновителем и руководителем проекта являлся другой гениальный ученый академик АН Украины и директор Киевского института кибернетики Виктор Михайлович Глушков. Целью проекта было создание системы оперативного мониторинга и многоуровневого планирования всех производственных процессов в масштабах страны. При этом в рамках проекта также разрабатывалась система управления инновационной деятельностью, получившая название системы Сетевого

Планирования и Управления Тематическими Научно-Исследовательскими Коллективами («Спутник», а позднее и «Спутник-2»), которая была разработана по заказу Института Медико-Биологических Проблем. Система «Спутник» стала прообразом системы «СКАЛАР» для управления НИР во всей космической промышленности СССР.

Несмотря на низкий уровень технической базы этих проектов и тотальное противодействие коммунистических чиновников (например, профессор Китов А.Н. в 1959 году был исключен из КПСС и освобожден от всех занимаемых должностей!) эти проекты дали уникальные результаты. Они подтвердили принципиальную возможность управления реальными экономическими системами сверхвысокой сложности объективными методами, основанными на принципах кибернетики и теории автоматического управления. Сама идея замены всевластия бюрократии на прозрачную и контролируемую человеко-машинную систему несла для себя столь мощную угрозу для партийной элиты, что с началом перестройки работы были, по сути, остановлены, а все результаты планомерно уничтожены.

А что же в это время происходило у наших идеологических соперников? Несмотря на массовую коммерциализацию результатов, достигнутых в военно-промышленной сфере, присущую США, все результаты исследований в области процессов управления до сих пор находятся под плотным контролем DARPA. То, что составляет основу методик проектного управления PMI, является жалкими крохами, и далеко не лучшими результатами, достигнутыми за эти годы. Например, компания BOING признала, что в процессе создания последнего пассажирского самолета DREAMLINER 787 в компании была разработана комплексная система управления процессами разработки и опытного производства, стоимость которой сопоставима с бюджетом разработки самого самолета. Примечательно, что ни один компонент этой системы не поставляется на свободный рынок!

Одним из наиболее интересных примеров построения системы управления глобальной экономической системой является проект Cybersyn, который был реализован в Чили при президенте Сальвадоре Альенде. Идеологом и непосредственным создателем проекта является основатель экономической кибернетики Энтони Стеффорд Бир. Основываясь на собственной теории жизнеспособных систем, ему удалось в кратчайший срок в условиях тяжелой экономической блокады и социальной напряженности, подогреваемой США, создать систему оперативного управления горной промышленностью страны и её транспортной инфраструктуры. В ходе 7 недельной забастовки, в которой приняли участия 50 000 водителей, благодаря системе Киберсин силами 200 грузовиков удалось обеспечить снабжение многомиллионного Сантьяго. Повышение устойчивости экономики Чили было столь высоко, что создание Киберсин считается одной из основных причин, побудивших США пойти на открытый вооруженный переворот. После прихода к власти генерала Пиночета все результаты проекта были уничтожены, а команда проекта вынуждена была покинуть Латинскую Америку.

Почему же эти два проекта, выполненные в столь различных условиях привели к схожим результатам и вызвали абсолютно одинаковую реакцию у, казалось бы, антагонистически настроенных политических сил? Почему до сих пор к экономической кибернетике пытаются приклеить ярлык «технократического фашизма», пугая обывателей разнообразными кибернетическими антиутопиями в стиле Матрицы или Терминатора?

Ответ чрезвычайно прост. Современный уровень развития вычислительной техники позволяет справиться с существующими задачами управления экономикой, принципиально меняя всю парадигму государственной власти. С одной стороны, огромная армия чиновников, существующая в каждой стране, теряет практически неограниченную ничем власть. С другой стороны, информация обо всех производственных и материальных потоках, собранная в одном месте делает недопустимо прозрачной существующую диспропорцию, когда 20 % населения планеты потребляют 80 % добываемых ресурсов. Именно поэтому последние 20 лет развитие информационных технологий движется только в ограниченном контуре «разрешенных» проблем и подходов, всё больше смещаясь в область потребительских товаров.

Однако глобальный экономический кризис в развитых экономиках и непрекращающийся рост в развивающихся экономиках настоятельно требует новых подходов к управлению. Россия, экономика которой, оказалась первым «колоссом на глиняных ногах», находится сейчас на важном перепутье. Или страна сохранит прежний вектор социально-экономического развития и постепенно откатится в третий десяток в мировом таблице о рангах. И тогда процесс выкачивания её природных недр превратится в настоящее разграбление внешними потребителями, уже мало контролируемое местной властью. Или, воспользовавшись оставшимся интеллектуальным потенциалом, существующая власть консолидирует в своих руках реальные рычаги управления производственными процессами, сократив непроизводительные потери, включая воровство и коррупцию, до допустимого минимума. Только в этом варианте, на горизонте в 5-10 лет, можно говорить о восстановлении обороноспособности страны, обеспечении её продовольственной и экономической безопасности, возвращении на мировые рынки, не только в роли поставщика дешевых энергетических ресурсов, но и как полноценного игрока на ключевых высокотехнологических рынках, таких как атомная энергетика, судостроение и авиастроение, космическая индустрия и т.п.

Что для этого необходимо, кроме воли существующей политической элиты? В первую очередь необходимо использовать наработанные в области экономической кибернетики подходы для оценки и управления операционных рисков на производстве в переходный период, что позволит изменить сложившиеся производственные процессы для повышения производительности труда и качества готовой продукции. Существующее состояние всей экономической инфраструктуры не позволяет делать необдуманных резких движений. Система столь сложна, что требует постепенной поэтапной модернизации с сохранением постоянной обратной связи.

Недопустимо использовать предлагаемые на сегодня «апробированные решения», рекомендуемые западными консультантами, так как многие из них просто не применимы в условиях современной России. Сейчас, когда мировая экономика вошла в новый постиндустриальный период, методы развития систем управления, созданные и даже доказавшие свою эффективность 20-30 лет, назад могут оказаться просто губительными. Необходимо создать новую методическую платформу и соответствующий ей информационно-технический инструментарий для выполнения быстрого внедрения адаптивных методов управления производством в условиях открытых глобализированных рынков.

Особо актуальным вопросом, в ситуации, когда ресурсы для модернизации реального сектора экономики поступают в недостаточном количестве, является их максимально полная загрузка, которая возможна только при совместном использовании создаваемого производственного ресурса сразу несколькими потребителями. Частый пример, когда два, три или более производственных предприятий испытывают потребность в оборудовании определенного типа, но ни одно из них не решается на его приобретение, так как самостоятельно не способно обеспечить его загрузку для выхода на окупаемость в приемлемые сроки. А коммуникационной среды, обеспечивающей консолидацию этой потребности и механизмов коллективной ответственности за синдицированные инвестиции нет. В такой ситуации государство могло бы взять на себя роль инициатора процесса модернизации, но учитывая уровень коррупции и инерционность властных механизмов, рассчитывать на это не приходится. Поэтому необходимо обеспечить единый стандарт взаимодействия и коммуникационную среду в отраслевых сообществах, позволяющих динамически перераспределять нагрузку на производственные мощности с минимальными накладными издержками для участников. Таким образом, появится возможность распределить инвестиционные риски между всеми сторонами, заинтересованными в получении доступа к новым технологическим возможностям.

В свете поставленной выше задачи перед научным сообществом в области теории управления стоят вполне конкретные цели:

- определить и четко сформулировать слабости предлагаемых на сегодня решений и походов к задачам управления производством, что позволит остановить засилье западных методик, консультантов и программных продуктов, продвигаемых путем массивного маркетингового давления на руководителей всех уровней;
- предложить технологию, то есть конечный и гарантированно результативный путь, перехода производственных предприятий от существующего состояния почти хаотического управления, сложившегося в результате развала производственной базы страны, к новой планово- адаптивной экономике;
- обеспечить создание максимально независимого от западных поставщиков стека программно-информационных продуктов, способных решить весь комплекс управленческих задач от уровня САПР и АСУТП

до уровня комплексного управления производством и создания среды для межпроизводственной кооперации.

На сегодня перечисленные цели не могут быть достигнуты без изучения опыта и ошибок предыдущих практических экспериментов по построению комплексных систем управления производством и научно-исследовательской деятельностью, о которых говорилось выше. Необходимо учесть как социально-политические просчеты во внедрении предлагаемых решений, так и чисто технические ограничения, присущие первым моделям. Также необходимо адаптировать их к изменившимся условиям рынка – увеличению темпов инноваций, глобализации, персонализации спроса и т.п. факторам.

С другой стороны, требуется всесторонний анализ и выявление возможных факторов не успеха и рисков, заложенных в современных методиках и системах. Известно, что более 70 % проектов модернизации систем управления на всех уровнях заканчиваются фактическим провалом, который обычно маскируется утратой актуальности или частичным использованием внедряемой системы. Так как в данном случае невозможно рассчитывать на частично работающую систему управления, необходимо произвести поиск и анализ причин неудач ранее проводимых работ по автоматизации систем управления производством.

Конечным практическим итогом этой деятельности должно стать создание современной методической базы и необходимого математического аппарата для управления многофакторными системами сверхвысокой сложности, учета операционных рисков и построения адекватных моделей для среднесрочного прогнозирования. На этой базе с использованием современного уровня аппаратных и программных средств можно будет создать глубоко интегрированный комплекс, обеспечивающий управление множеством предприятий на всех уровнях. Фрактальный характер задач управления позволяет применять единые подходы и инструментарии для управления предприятиями с самой разной отраслевой спецификой, размером и формой собственности. При этом единая система может обеспечить управление как на уровне всего предприятия в целом, так и на уровне отдельных подразделений и конкретных производственных участков.

Насущная потребность в таком решении созрела, методические и технические предпосылки для его создания есть. Дело за малым – необходимо преобразовать разрозненные элементы в готовое практически применимое решение.

Список литературы

1. Винер Н. *Кибернетика, или управление и связь в животном и машине.* — 2-е издание Наука; 1983.
2. Stafford Beer *Diagnosing The Systems for Organisations.* John Wiley. 1985.
3. Бир С. *Кибернетика и менеджмент. Пер. с англ. Изд.3. М.: УРСС. 2010.*
4. F. Heylighen, C. Joslyn *Cybernetics and Second-Order Cybernetics.* *Encyclopedia of Physical Science & Technology.* Academic Press. New York. 2001.

5. Хиценко В.Е. *Самоорганизация: элементы теории и социальные приложения*. М. УРСС. 2005.
6. Моисеев Н.Н. *Математика — управление — экономика*. — М.: Знание, 1970.
7. Глушков В.М. *Что такое ОГАС?* - М.: Наука. 1981.
8. *Рабочая книга по прогнозированию* / Редкол.: И.В. Бестужев-Лада (отв. Ред.). — М.: Мысль. 1982.
9. Турчин В.Ф. *Феномен Науки: Кибернетический подход к эволюции* Изд.2. М.: ЭТС. 2000.
10. Малинецкий Г.Г. *Самоорганизация, управление и будущее России. // Будущее России в зеркале синергетики*. М.: УРСС. 2006. с.7-27.
11. Sharov A. A. *Biosemiotics: a functional-evolutionary approach to the analysis of the sense of information*. Pp. 345-373 in: T. A. Sebeok and J. Umiker-Sebeok (eds.), *Biosemiotics: The Semiotic Web 1991*.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СИСТЕМЫ ИНДИКАТОРОВ ОПЕРАЦИОННОГО РИСКА ПРЕДПРИЯТИЯ

А.И. Загайтов

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

Современные организации действуют в условиях постоянного изменения внешней и внутренней среды. При этом воздействия на систему отличаются такой степенью неопределенности, что при решении задачи управления деятельностью организации существенной оказывается задача выбора инструментов выявления значимых риск-факторов и определения степени их влияния на систему.

При создании комплексной системы управления рисками, наибольшую сложность вызывает задача учета влияния операционного риска, поскольку часто именно операционный риск выступает источником возникновения всех прочих видов рисков. Возможно поэтому, в стандартах ведущих мировых аудиторских компаний при проведении анализа финансовой и хозяйственной деятельности предприятий используется подход, направленный на определение уровня зрелости процессов управления операционным риском, в зависимости от которого определяется степень доверия ко всем прочим показателям деятельности. Таким образом, разработка действенной системы управления операционным риском и ее «встраивание» в корпоративную систему управления предприятия оказывается одной из актуальных проблем управления.

В последнее время все чаще появляются работы, предлагающие подходы к разработке отраслевых моделей индикаторов риска и внедрение их в стратегическую систему управления организацией. И в то время как для

организаций финансовой сферы (банки, страховые, лизинговые компании, др.) уже разработаны модели, позволяющие использовать стоимостные метрики риска, основанные на статистическом подходе (VaR, EaR, CFaR), для промышленных предприятий пока не решены задачи выбора надежных индикаторов операционного риска.

Индикаторы риска строятся на базе таких показателей (характеристик) процесса, для которых можно определить некоторые пороговые значения, превышение которых означает переход системы между состояниями, характеризующимися различным уровнем риска. Обычно, для финансовых компаний задача накопления статистически значимого числа наблюдений за индикаторами риска является достаточно сложной, поскольку из-за низкой частоты возникновения риск-событий получение долговременной динамики показателей, влияющих на операционный риск, проблематично. Для значительного числа процессов промышленного предприятия получение большого числа наблюдений технологических характеристик процессов проблемой не является, поскольку именно эту информацию обычно получают с датчиков систем АСУ ТП, АС КУЭ, счетчиков различных систем мониторинга, др. Учитывая возможности современных информационных систем по предоставлению потоковой информации о характеристиках процессов (необязательно производственных) на предприятии, есть возможность построения системы мониторинга индикаторов операционного риска, используя мониторинг показателей процессов предприятия. Если при этом выбор набора индикаторов риска (достаточность, полнота, др.) достаточно обоснован, то существует принципиальная возможность создать значимую стоимостную метрику операционного риска для производственного предприятия.

При разработке такой модели одной из промежуточных методических задач является определение степени детерминированности (или стохастичности) процесса, который демонстрирует динамика изучаемого показателя во времени.

Целью настоящей работы является показать перспективность современных подходов изучения поведения нелинейных динамических систем к анализу долговременной динамики показателей процессов, которые могут использоваться для построения индикаторов операционного риска промышленного предприятия.

В настоящее время в экономике и управлении все чаще применяется математический аппарат, разработанный для изучения дискретных и непрерывных нелинейных динамических систем, демонстрирующих хаотическое поведение. В классических работах (Г. Шустер, Ф. Мун, К. Видаль и др.) под детерминированным хаосом подразумевается нерегулярное поведение системы, эволюция которой однозначно определяется внутренней природой самой системы и известной предысторией. Природа динамического хаоса такова, что, с одной стороны, это полностью детерминированный процесс (в системе отсутствуют какие-либо флуктуационные явления), а с другой –

ввиду существенной зависимости поведения системы от начальных условий, ее долгосрочное прогнозирование оказывается принципиально невозможным.

Первые исследования хаотического поведения полностью детерминированной непрерывной динамической системы относятся к работам Э. Лоренца. Хаотическая динамика как в непрерывных (системы дифференциальных уравнений), так и в дискретных (рекуррентные отображения) динамических системах была показана позднее многими исследователями (работы Ресслера, Спротта, Эно, Икеды, Заславского и др.)

После работ Д. Рюэля и Ф.Такенса исследования детерминированных систем обогатились понятием «странного аттрактора». Для фазового пространстве хаотической системы характерно существование области необычной геометрической структуры дробной размерности, являющейся областью притяжения для траекторий из соседних областей, но в то же время областью неустойчивости для траекторий внутри этой области [1]. Именно на изучении фрактальных свойств «странного аттрактора» динамической системы и строится анализ ее поведения во времени. Скейлинговые (самоподобные, фрактальные) свойства получаемых от системы сигналов (индикаторов), означают, что при изменении масштаба характеристики сигнала сохраняются.

Предположение о динамической природе хаоса, отражающегося в колебаниях показателей процессов, ставит вопрос о существовании надежных методик проверки фрактальных свойств динамической системы [2].

Интересно, что к этой же задаче приводит гипотеза о стохастической природе колебаний показателей процессов. Так, в теории случайных процессов моделируются многопараметрические системы, состояние которых в любой момент представляют собой случайный вектор соответствующей размерности. Первые стохастические модели (одномерное случайное блуждание, гауссово случайное блуждание, др.) были построены при исследовании броуновского движения (работы Винера, Колмогорова, Мандельброта, др.) и его свойств. Одномерное броуновское движение (винеровский процесс) характеризуется гауссовым распределением приращений с нулевым математическим ожиданием и дисперсией $\sigma^2(t_2-t_1)$. Если дисперсия гауссовского процесса выражается как $\sigma^2(t_2-t_1)^{2H}$, с показателем Херста $H \neq 1/2$, то такое броуновское движение называется фрактальным (при $H=1/2$ вырождается в классическое). Для классического и фрактального броуновского движения характерны свойства стационарности и статистического самоподобия. Независимость приращений характерна только для классического броуновского движения, в то время как фрактальный гауссовский процесс демонстрирует эффекты долговременной памяти [3].

Формальное определение фрактальной размерности D_F произвольного геометрического объекта запишется как:

$$D_F = - \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{\ln(\varepsilon)} \quad (1)$$

т.е., согласно определению, произведение минимального числа гиперкубов $N(\varepsilon)$ с линейным размером ε полностью покрывающих этот объект и величины ε^{D_F} сохраняется постоянным при $\varepsilon \rightarrow 0$.

Фрактальная размерность броуновского движения выражается через показатель H :

$$D_F = 2 - H \quad (2)$$

Таким образом, вне зависимости от того, модели динамического или стохастического хаоса применяются при изучении поведения характеристик процессов, характеристика системы начинается с анализа фрактальных свойств временного ряда ее показателей.

Основными диагностическими методами в решении этой задачи являются спектральные. Так, в соответствии с классическим гармоническим анализом произвольный сигнал $X(t, T)$, заданный на отрезке $[0, T]$ можно разложить в спектр $\hat{X}(\omega, T)$ составляющих его гармоник:

$$\hat{X}(\omega, T) = \int_0^T X(t) e^{-2\pi i \omega t} dt \quad (3)$$

Можно показать, что спектральная плотность функции $X(t)$ равна

$$S_X(\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \left| \hat{X}(\omega, T) \right|^2 \quad (4)$$

и связана с частотой сигнала степенным законом:

$$S_X(\omega) \propto \omega^{-(2H+1)} \quad (5)$$

Применительно к анализу показателей процессов, представляющих собой набор дискретных значений X_n , полученных в N отсчетов времени с частотой дискретизации $\Delta t = \frac{T}{N}$, уравнения (3)-(5) запишутся в виде

$$\hat{X}(\omega_n) = \Delta t \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{-2\pi i k n / N}, \text{ где } \omega_n = \frac{n}{N \Delta t}, n = 0, 1, \dots, N-1 \quad (6)$$

$$\left| \hat{X}(\omega_n) \right|^2 \propto \omega_n^{-(2H+1)}$$

Видно, что предварительный спектральный анализ временного ряда позволяет получить как информацию о частотных составляющих исследуемого сигнала, так и сделать вывод о природе системы, порождающей этот отклик. Действительно, если постоянная Херста $H=1/2$, то отклик исследуемой системы является «белым шумом», классическим винеровским процессом. В противном случае, при $H>1/2$ говорят можно говорить о наличии в системе эффектов «долговременной памяти», при $H<1/2$ временной ряд («розовый шум») демонстрирует свойства большей изменчивости, чем классическое случайное блуждание.

Разложение колебательного сигнала на составляющие гармоники в неявном виде означает принятие гипотезы о бесконечной длительности сигнала, что неверно для большинства реальных процессов. Также, ввиду нелокальной природы гармонических функций, применяемых для разложения исходного сигнала, невозможно исследовать динамику изменения спектральных характеристик временного ряда, локализовать смену

колебательных режимов, проводить изучение динамики поведения системы на различных масштабах временной шкалы.

Задача частотной локализации во временной области решается применением техник оконного преобразования Фурье и вейвлетов [4], являющихся современным развитием классического гармонического анализа. Эти методы позволяют показать, что в зависимости от масштаба фрактальные характеристики сигнала могут меняться, при этом фрактальная размерность для различных участков будет представлять некоторую функцию.

Таким образом, в настоящее время существуют достаточно развитые математические методы, позволяющие охарактеризовать поведение системы по анализу динамики изменения ее показателей. Применительно к показателям процессов предприятия, принципиально возможно разделить показатели процессов на те, динамика которых не демонстрирует эффектов «долговременной памяти» и показатели, поведение которых свидетельствует об обратном.

Показано [5], что в случае если показатели системы демонстрируют случайный характер ее временной динамики, то распределение показателей будет нормальным, т.е. применительно к нашей задаче, индикаторы риска, построенные на базе таких показателей процессов также будут демонстрировать распределение близкое к нормальному. Распределение индикаторов риска, которые будут строиться на базе показателей, демонстрирующих динамический характер поведения системы, будет описываться степенными функциями.

Предлагаемый подход позволяет при построении стоимостной метрики операционного риска компании явным образом выделить те риск-факторы, которые отвечают за «гаусову» составляющую операционного риска, и те, что отвечают за «тяжелый хвост». При этом, аналитики получают инструмент, позволяющий не только количественно оценить величину операционного риска в компании, но позволяют разделить процессы, на те, в которых возникновение риска носит случайный характер, и те, в которых возникновение рискованных событий является систематическим, а значит, требует дальнейшего детального анализа и, возможно, реинжиниринга.

Список литературы

1. Кроновер Р.М. *Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории*. М.: Постмаркет, 2000. - 352 с.
2. Barnett, Kirman, Salmon (eds.) (1996) "Nonlinear dynamics in Economics", Cambridge Univ. Press.
3. Волков И.К., Зуев С.М., Г.М. Цветкова *Случайные процессы*, Москва, Изд. МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2003.
4. J.C. Goswami, A.K. Chan, *Fundamentals of wavelets. Theory, Algorithms and Applications* John Wiley and Sons, 1999.
5. Д.С. Чернавский, А.П.Никитин, О.Д. Чернавская, *О механизмах возникновения распределения Парето в сложных системах*, Москва: Изд. ФИАН им. П.Н. Лебедева.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ РАСТВОРА СУЛЬФАТА ЦИНКА

З.М. Ярмухамедова, Ж.Ж. Омирбекова, А.Е. Калабаева
 Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
 Республика Казахстан, г.Алматы

Метод обезвоживания растворов в аппаратах кипящего слоя широко применяется в промышленном масштабе.

Технологическая схема заключается в следующем: исходный раствор цинкового купороса поступает в приемную емкость, откуда центробежным насосом подается по трубопроводу через радиально расположенные форсунки грубого распыла на зеркало кипящего слоя. Готовые гранулы поступают в шнек, который транспортирует их в промежуточную емкость и затем в бочки. Возможна непосредственная загрузка готового продукта в железнодорожные вагоны.

Воздух для псевдооживления подается центробежным вентилятором в количестве 8-10 тыс. м³/ч, упругость дутья составляет 1400 мм вод. ст. Часть воздуха поступает в нижнюю часть топки для сжигания природного газа, вторая часть-для смешения в верхнюю часть топочной камеры. Из топочной камеры горячие газы при температуре 800-900^oC поступают через газораспределительную решетку в кипящий слой гранулированного цинкового купороса, где охлаждаются до температуры, близкой к температуре слоя.

Затем, проходя через зону действия форсунки, отходящие газы дополнительно охлаждается на 40-50^oC и поступают через патрубок, расположенный в верхней части аппарата, в центробежные циклоны для очищения. Очищенные от пыли отходящие газы выбрасываются в атмосферу.

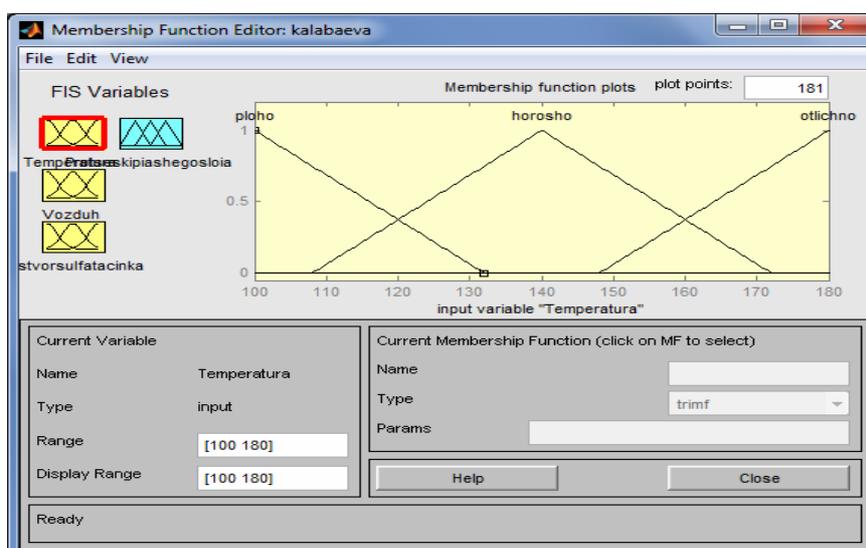


Рис.1.1. Графический интерфейс редактора функций принадлежности после задания первой переменной

В данной работе разработана, нечеткая модель интеллектуальной системы управления рассмотренного технологического процесса.

Разработку нечеткой модели (int_sys_rv) будем выполнять с использованием графических средств системы Matlab. В редакторе FIS определяем три входные переменные с именами «температура», «воздух», «раствор сульфата цинка» и одну выходную переменную с именем «процесс кипящего слоя».

Теперь задаем 11 правил для разрабатываемой системы нечеткого вывода (Рис.1.2.)

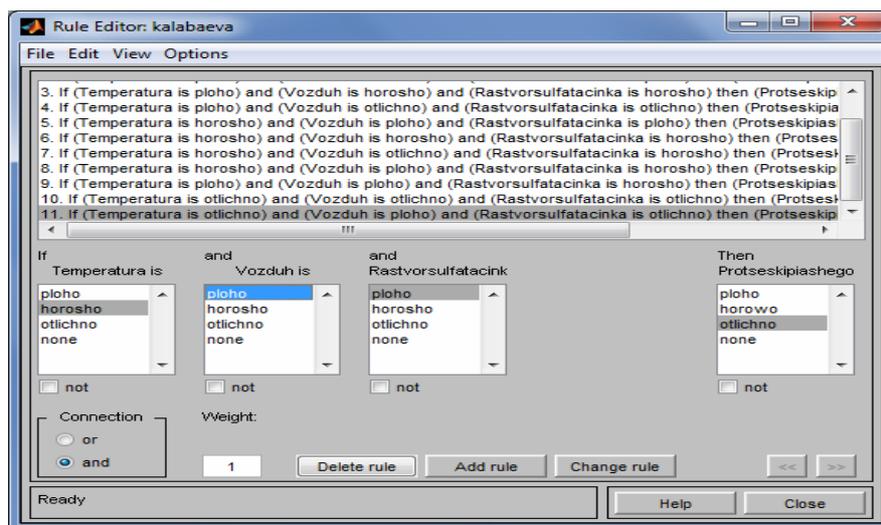


Рис.1.2. Графический интерфейс редактора правил после задания базы правил для данной системы нечеткого вывода

Затем можно выполнять оценку построенной системы нечеткого управления расходом воздуха (Рис.1.3.)

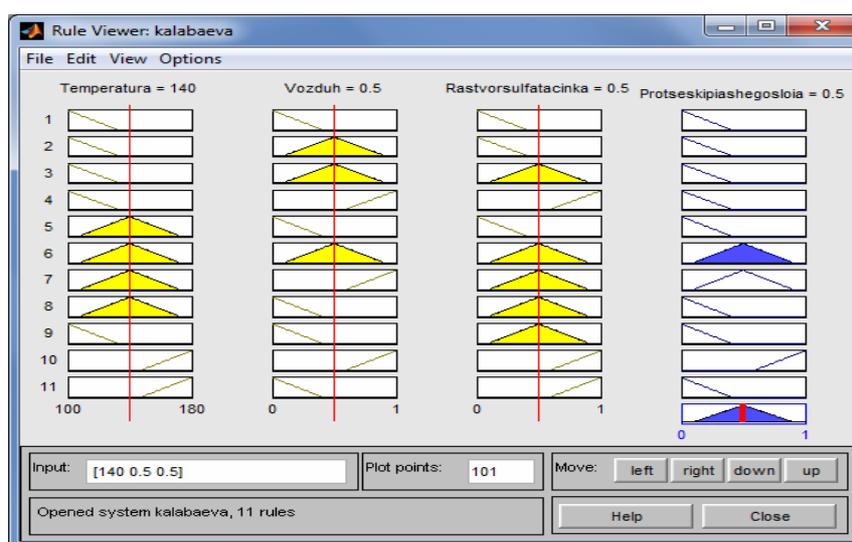


Рис. 1.3. Графический интерфейс программы просмотра правил после выполнения процедуры нечеткого вывода

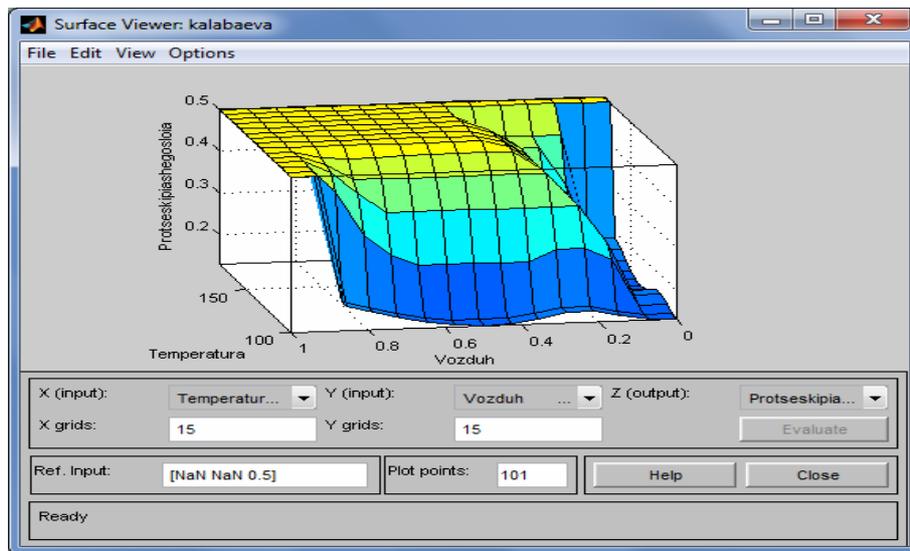


Рис. 1.4. Общая диаграмма системы

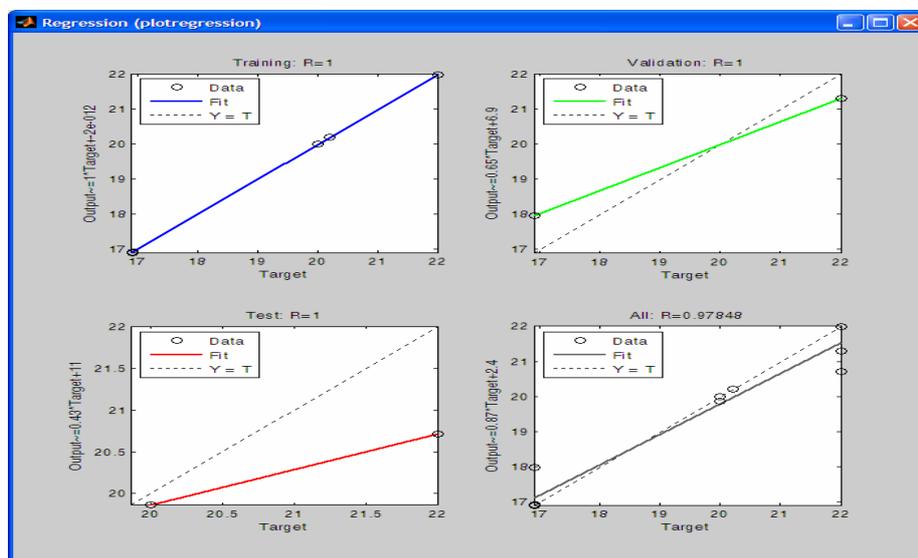


Рис. 1.5. Регрессионный анализ нейронной сети

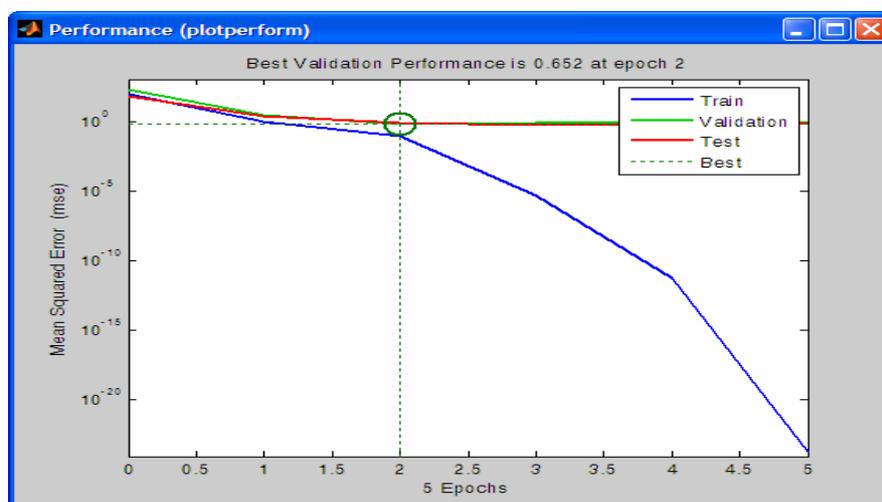


Рис. 1.6. Обучение нейронной сети

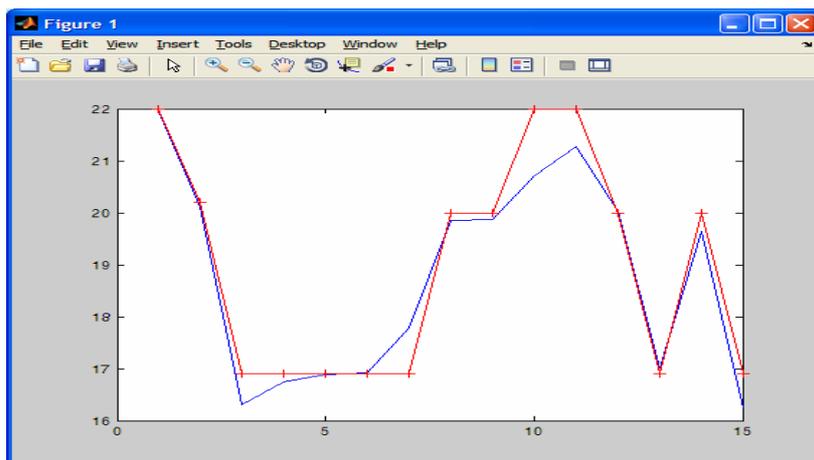


Рис. 1.7. Проверка нейронной сети

Вместо нечетких моделей можно использовать нейронные сети (NN-Neural Networks), которые широко используются для решения разнообразных задач. Для обучения нейронной сети вводим данные, полученные с помощью экспертных систем, т.е. получаем «базу знаний». В поле «входные данные» указываем созданные данные, моделируем тип нейронной сети, которая обеспечивает адекватную работу интеллектуальной подсистемы.

Список литературы

1. Сулейменов Б.А. *Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами*. Алматы: Шикун, 2011.-252с.
2. *Обезвоживание растворов в кипящем слое*. /Под ред. О.М.Тодеса.- М.:Металлургия, 1973.-287с

АЛГОРИТМ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАК СПОСОБ ПЕРЕХОДА К РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИМ ТЕХНОЛОГИЯМ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ¹

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

Бизнес-процесс — это совокупность взаимосвязанных мероприятий или задач, направленных на создание определенного продукта или услуги для потребителей. Для наглядности бизнес-процессы визуализируют при помощи диаграммы или блок-схемы бизнес-процессов.

¹ Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В31.21.0261 от 26.07.2012 «Использование принципов моделирования бизнес-процессов в задачах менеджмента объектов химической технологии»

Моделирование бизнес-процессов позволяет решить многие задачи предприятия, связанные с рациональным использованием ресурсов:

- проанализировать не только, деятельность предприятия и его взаимодействие с внешними организациями, но и организацию работы на каждом отдельно взятом рабочем месте с целью максимальной оптимизации деятельности работника и технологического рабочего процесса;
- дать четкую оценку работе персонала и понять направленность работы в целом, что позволит повысить эффективность трудовых ресурсов;
- найти возможности улучшения деятельности предприятия, связанные с организацией ресурсосберегающих химико-технологических систем;
- предвидеть и минимизировать риски, возникающие на различных этапах деятельности предприятия, что позволит сократить затраты ресурсов на всех этапах жизненного цикла;
- дать стоимостную оценку каждому процессу, взятому в отдельности, и всем бизнес-процессам на предприятии в целом, оптимизируя расходы на различные ресурсы: сырье, материалы и т.д.;
- выявить текущие проблемы предприятия в области ресурсосбережения и провести стратегический анализ развития;
- сократить количество организационно-технических ошибок и соответственно уменьшить объем ремонтных бригад, что позволит оптимизировать трудовые ресурсы;
- улучшить управляемость компании за счет уменьшения количества персонала и более четкого распределения ответственности участников бизнес-процесса.

Таким образом, моделирование бизнес-процессов является неотъемлемой частью ресурсосберегающих технологий на промышленном предприятии на всех этапах жизненного цикла технической системы. При этом, на каждом этапе жизненного цикла химико-технологическая система имеет относительно стабильный набор характеристик. Разные классы систем могут иметь различающийся набор этапов жизненного цикла. Этапы жизненного цикла технической системы отмечены в международном стандарте ИСО 9004-2009 Менеджмент в целях достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества (Managing for the sustained success of an organization -- A quality management approach).

Модель технологического объекта как бизнес-процесса включает следующие обязательные составляющие:

- логико-математическую модель основного технологического процесса как описание целевой деятельности предприятия;
- модели оперативного, тактического и стратегического управления для описания менеджмента организации;
- организационно-экономическая модель процесса, определяющая финансово-экономические и инвестиционные показатели технологического объекта;

- модели описания функций объекта, в которых учитываются особенности предметной области моделируемого объекта (например, организация работ, использование внешних информационных и технологических ресурсов и т.д.);
- библиотеку типовых объектов технологического процесса (входных, выходных, управляющих, ресурсных и т.д.), включающих множество показателей процесса и связей между ними, объединенных в соответствии с особенностями технологического процесса (например, объект «заказ» включает требуемые характеристики изделия, используемые ресурсы заказчика и т.д.);
- информационные ресурсы технологического объекта, включающие структурированные данные, алгоритмическое и программное обеспечение, архивы готовых разработок и т.д.

Формирование модели бизнес-процесса в задачах процессного управления технологическими объектами происходит в соответствии с алгоритмом, состоящим из последовательности следующих типовых операций.

1. Построение структуры организации с учетом задачи управления. Цель этапа – определение предметной области задачи, включающей данные, функции и цели бизнес-процесса.

2. Определение цели бизнес-процесса и его владельца. Цель должна быть единственной и обладать критерием для оценки ее достижения. Другие характеристики бизнес-процесса, которые могут выступать в качестве целевых переменных, представляются в виде ограничений.

3. Формирование объектов информационных показателей бизнес-процесса, включающих: объект выходных показателей процесса; массив входных переменных процесса; характеристики участников бизнес-процесса и средств достижения цели; параметры управляющих воздействий, определяющие принципы управления процессом.

4. Составление регламента бизнес-процесса, который определяет описание последовательности функций в модели процесса.

5. Построение общей концептуальной диаграммы бизнес-процесса. Проведение экспертной оценки диаграммы с целью её последующей декомпозиции.

6. Составление декомпозируемой IDEF0-диаграммы с выделением функций и уточнением внутренних связей между ними. Определение типа и характеристик управляющих процедур бизнес-процесса.

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

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

9. Моделирование отдельных функций бизнес-процесса (IDEF3 или DFD диаграммы, модели представления знаний, процедуры интеллектуального анализа данных, логико-математические модели теории принятия решений).

Опыт многих российских и зарубежных компаний показал, что переход к ресурсосберегающим технологиям и непрерывное улучшение бизнес-процессов на всех этапах жизненного цикла является необходимой стратегией на конкурентном рынке промышленных предприятий. Большинство созданных и применяемых методологий не предназначались специально для описания бизнес-процессов и их интерпретация может меняться в зависимости от пользователя или области приложений модели, а сами модели не могут быть основой для реорганизации промышленного предприятия в области ресурсосбережения. Использование разработанного алгоритма позволит создать и унифицировать процедуру моделирования бизнес-процесса: «Жизненный цикл химико-технологической системы».

ВЛИЯНИЕ НА МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫДЕЛЯЕМЫХ КАУЧУКОВ РАСХОДА КОАГУЛИРУЮЩИХ АГЕНТОВ

И.Н. Пугачева, Т.Н. Пояркова*, О.Н. Черных, С.С. Никулин
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных
технологий»,

*ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»,
г. Воронеж

Полимеризация и сополимеризация диеновых углеводородов в водных дисперсиях [1] является одним из крупных достижений в промышленности синтетических каучуков и продолжает активно развиваться в настоящее время.

Латексные частицы, образующиеся при эмульсионной полимеризации, полидисперсны [1] и содержат в своем составе макромолекулы, различающиеся по молекулярным массам. В одних латексных частицах содержатся преимущественно макромолекулы с невысокими значениями средних молекулярных масс, в то время как в других - с более высокими. В связи с этим можно предположить, что их агрегативная устойчивость может быть различной. Следовательно, для выделения каучука из латекса может требоваться различное количество коагулирующих агентов.

Известно [2], что молекулярная масса (ММ) полимера и его молекулярно-массовое распределение (ММР) являются одними из важнейших показателей, характеризующих полимеры. В настоящих исследованиях оценивали ММ бутадиен-стирольного каучука, выделенного из латекса в присутствии водных растворов NaCl , MgCl_2 , AlCl_3 при их различных расходах. Рассмотрение данного вопроса имеет важное научно-практическое значение. В литературе аналогичные исследования не обнаружены.

Процесс коагуляции латекса проводили по общепринятой методике [3]. В емкость, помещенную в термостат, загружали латекс СКС-30 АРК (сухой остаток 20,5 % мас.), термостатировали при 40 – 60 °С в течение 10-15 минут и вводили заданные количества электролитов. В качестве электролитов

использованы растворы хлоридов натрия (20,0 % мас.), магния (10,0 % мас.) и алюминия (10,0 % мас.). После введения коагулянта смесь перемешивали ~ 1 минуту и вводили ~ 2,0 % мас. водный раствор серной кислоты в количестве ~ 12 кг/т каучука. Образовавшуюся крошку каучука отделяли от водной фазы, промывали водой и сушили при 75 - 80 °С.

Среднюю молекулярную массу полимера определяли вискозиметрическим методом [4], а также методом гель-проникающей хроматографии на приборе ВЭЖХ системы Knauer серии Smartline.

Установлено, что при малых расходах электролитов в первую очередь происходит выделение из латексных частиц каучука, содержащего преимущественно макромолекулы с невысокой средней молекулярной массой. Они обладают наименьшей агрегативной устойчивостью. Дальнейшее повышение расхода электролитов приводит к коагуляции латексных частиц, содержащих макромолекулы с более высокой молекулярной массой. При расходе солевого коагулянта, обеспечивающего полное выделение каучука из латекса, достигается полная коагуляция всех латексных частиц. Таким образом, на основе полученных экспериментальных данных можно заключить, что агрегативная устойчивость латексных частиц зависит от полидисперсности каучуковых фракций присутствующих в латексных частицах.

Полидисперсность латексных частиц объясняет их различную агрегативную устойчивость, проявившуюся в процессах коагуляции. Это может быть связано также с тем, что при увеличении количества вводимого в латекс электролита величина энергетического барьера снижается в первую очередь у слабозаряженных латексных частиц, с более низкой молекулярной массой. При этом усиливается вероятность их слипания при столкновении.

Исследования прочностных показателей вулканизатов на основе каучука СКС-30 АРК, выделенного из латекса показывают, что при малых расходных нормах коагулирующего агента они обладают невысокими прочностными показателями. Эти параметры возрастают с увеличением расхода электролита и достигают своего максимального значения при полном выделении каучука из латекса.

Таким образом, повышение расхода электролита, независимо от его типа, приводит к агломерации латексных частиц, содержащих макромолекулы с более высокими значениями молекулярных масс и повышению физико-химических показателей вулканизатов.

Список литературы

1. Аверко-Антонович Л.А. Химия и технология синтетического каучука / Л.А. Аверко-Антонович, Ю.О. Аверко-Антонович, И.М. Давлетбаева. - М.: Химия, КолоСС, 2008. - 357с.
2. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения / Ю.Д. Семчиков. - М.: Академия, 2003 - 368 с.
3. Никулин С.С. Перспектива применения сополимера N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорида с акриламидом в производстве бутадиен-стирольного

каучука / С.С. Никулин, Т.Н. Пояркова, В.М. Мисин // Журнал прикладной химии, 2011. Т.84. Вып.5. - С.853-859.

4. Пояркова Т.Н. Практикум по коллоидной химии латексов / Т.Н. Пояркова, С.С. Никулин, И.Н. Пугачева, Г.В. Кудрина, О.Н. Филимонова. - М.: Изд. дом «Академия Естествознания», 2011. - 124 с.

УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ КАК ИНСТРУМЕНТ СНИЖЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ РИСКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.М. Грюканова
Институт экономики и финансов
Московский государственный университет путей сообщения
(МГУПС (МИИТ)),
г. Москва

Одним из ключевых факторов в снижении вероятности возникновения и повышении эффективности управления рисками в современных организациях как производственной, так и непроизводственной сферы, наряду с современными технологическими средствами является профессиональный опыт сотрудников, их готовность к принятию решений в нестандартных ситуациях. Такая готовность есть результат сочетания многих факторов: профессиональных знаний и навыков, опыта и личностных качеств, таких как психологическая устойчивость, способность к быстрому анализу и принятию взвешенных решений.

Управление обеспечением безрискового протекания процессов на производстве включает в себя, помимо прочего, целенаправленное развитие каждой из обозначенных составляющих профессиональной компетенции сотрудников, в первую очередь, вовлеченных в деятельность, которая непосредственным образом сопряжена с рисками возникновения нестандартных ситуаций. При этом важно отметить, что такими сотрудниками можно считать практически все категории работников производственных предприятий, включая служащих административных подразделений. Например, если говорить о предприятиях железнодорожного транспорта, то к числу таких работников относятся не только поездные бригады и работники обеспечивающих инфраструктуру движения поездов подразделений, но и, безусловно, поездные диспетчера, в обязанности которых входят текущее планирование, диспетчерское регулирование, оценочно-контрольные и другие действия, требующие быстрого решения сложных многовариантных задач управления движением.

Наиболее распространенным решением данной проблемы, на сегодняшний день, в большинстве отраслей рассматривается поиск и внедрение технологических решений, максимально автоматизирующих производственные процессы, что должно снизить влияние «человеческого фактора» на вероятность возникновения рискованных ситуаций. При этом возрастание

сложности внедряемого оборудования подразумевает пропорциональный рост требований к квалификации персонала, задействованного в его эксплуатации. Таким образом, возрастают и модифицируются с учетом современных особенностей реализации производственных процессов требования к интеграции системы обучения на производстве, системы подготовки будущих сотрудников (в учреждениях высшего и среднего профессионального образования) и систем (структур) управления производственными процессами. Такая связь может обеспечиваться несколькими путями:

5. • расширением и совершенствованием системы наставничества на производстве, выстроенной как отдельный процесс на стыке управления персоналом и управления производством;
6. • совершенствованием технологии внутреннего обучения и экспертного консультирования с привлечением в качестве преподавателей (экспертов) сотрудников – специалистов, обладающих высокой квалификацией и большим опытом в конкретных областях деятельности;
7. • использованием современных информационно-технологических средств передачи и хранения не только оперативной информации, но и знаний, а главное, опыта.

При этом принципиальное значение имеет не столько работа над развитием каждого из названных инструментов, сколько их интеграция в единую систему.

Сегодня в ряде крупнейших российских производственных компаний ведется работа по созданию системы Управления Знаниями (далее – УЗ). При этом трактовка данного понятия в большинстве случаев пока ограничивается представлениями о ней как об автоматизированной системе хранения информации, систематизированной, классифицированной и определенным образом атрибутированной в целях предоставления возможности сотрудникам поиска необходимых для выполнения их профессиональных задач данных. Такой взгляд на сущность системы УЗ является ограниченным и требует серьезной методологической доработки. В первую очередь, необходимо решить проблему расширения использования организационных механизмы выявления, агрегирования, категоризации и передачи ценных знаний между сотрудниками, а также адаптации и трансляции знаний, привнесенных из других, внешних источников. И уже эти механизмы, интегрированные в целый комплекс основных, обеспечивающих и управленческих бизнес-процессов предприятия, автоматизировать при помощи современных ИТ-решений.

Следовательно, если говорить предметно об управлении рисками, то комплекс предлагаемых шагов по повышению эффективности подготовки работников к осуществлению противорисковых операций и действиям в нестандартной ситуации, может быть разделен на две части: организационные мероприятия и ИТ-средства поддержки. Подчеркнем, что центральное значение при этом приобретает накопление и передача не столько теоретических знаний, сколько опыта осуществления действий в нестандартных ситуациях, т.е., по сути,

изучение кейсов, которые должны формировать единую «базу опыта» компании (а в перспективе и отрасли).

В комплекс организационных мероприятий по формированию «базы опыта» предлагается включить:

1. Определение перечня должностей по всем категориям сотрудников и направлениям деятельности, непосредственно связанных с потенциально опасными участками работ.

Данный перечень может быть сформирован для каждого направления деятельности компании отдельно, а входящие в него должности целесообразно проранжировать по степени ответственности за возникновение и ликвидацию последствий возникновения рисков ситуации.

2. Разработку формата описания нестандартной (потенциально опасной) ситуации, включая:
 - a. характеристику ситуации (ее проявления),
 - b. причины возникновения,
 - c. меры реагирования (осуществленные),
 - d. оценку их эффективности.

3. Разработку регламентов представления информации об инцидентах для всех сотрудников, причастных к его ликвидации, по данной форме. Внесение дополнений в должностные инструкции сотрудников, выполняющих функции наставников или внутренних преподавателей, касающихся обязательной регулярной проработки собранных форм.

4. Выделение сотрудников для сбора, систематизации и анализа полученных «кейсов», а также внесение их в «базу опыта».

К этой работе рекомендуется на постоянной или периодической основе подключать студентов-практикантов, направляемых на предприятия для прохождения технологической или производственной практики. Это позволит не только оптимизировать трудозатраты самого предприятия на ведение «базы опыта», но и существенным образом повысит качество подготовки и заинтересованности будущих молодых специалистов.

5. Разработка регламентов использования данной «базы опыта» сотрудниками компании, а также другими заинтересованными сторонами.

Например, доступ к информации о возможных экстренных ситуациях, возникающих в процессе эксплуатации железных дорог, должны иметь отраслевые профессиональные учебные заведения (дортехшколы, колледжи, МИИТ и его филиалы), которые будут разрабатывать на их основе учебные кейсы. Эти кейсы позволят, с одной стороны, усилить практическую составляющую подготовки студентов и их готовность к профессиональной деятельности, а с другой, позволят получить набор решений, разработанных в рамках учебного процесса, которые могли бы быть применены в аналогичной ситуации непосредственно на производстве. Эти решения после предварительной экспертизы со

стороны преподавателей должны передаваться на предприятия для последующего анализа уже в производственных подразделениях.

6. Разработка экономических, организационных и психологических механизмов стимулирования сотрудников к наполнению и использованию «базы опыта».

Информационно-технологическая поддержка использования формируемой таким образом «базы опыта» может быть реализована следующим образом:

- «База опыта» может представлять собой реализованную стандартными инструментами базу данных, в которой хранится атрибутированная информация, и поиск осуществляется по одному или нескольким параметрам, например, область деятельности, участок работ, должность исполнителя и др.
- Доступ к базе может осуществляться через единый корпоративный портал, порталы филиалов, а также через электронные терминальные устройства, установленные на предприятиях для сотрудников, не имеющих на рабочем месте персональных компьютеров.

Дополнительно доступ к базе может быть организован для внешних пользователей, в частности, учебных заведений, а также партнерских организаций – при наличии соответствующих соглашений и допусков.

Созданная таким образом система передачи опыта призвана стать важным звеном в системе обучения и персонала, в том числе перспективного – молодых специалистов, которые должны как можно раньше и глубже погружаться в специфику будущей профессиональной деятельности, интересоваться ею, что возможно только на «живом», практическом материале.

Невозможно быть готовым ко всем ситуациям, но можно быть осведомленным о тех из них, которые случаются наиболее часто и в отношении которых уже наработан опыт. В вопросах снижения производственных рисков не бывает незначительных деталей. А потому чем выше активность компании и каждого ее сотрудника в области накопления, систематизации и анализа опыта в этой сфере, тем выше стабильность и управляемость ее процессов, а значит и эффективность деятельности в целом.

МОДЕЛЬ ТЕПЛОТДАЧИ В КАНАЛАХ ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ РЕЖИМЕ ТЕЧЕНИЯ ОДНО- И ДВУХФАЗНЫХ СРЕД

Г.К. Хамидуллина, Е.А. Лаптева
Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань

В работе на основе применения модели турбулентного пограничного слоя представлены выражения для вычисления коэффициентов переноса импульса и теплоты. Для определения параметров этих уравнений в пограничном слое с различными возмущениями (кривизна, шероховатость поверхности)

использовались известные свойства консервативности законов пограничного слоя (подход Кутателадзе, Леонтьева и другие) и балансовые соотношения переноса импульса.

Рассмотрены различные математические модели, которые используются для описания турбулентного пограничного слоя (модель Прандтля, модель диффузионного пограничного слоя Ландау-Левича, модель Кармана и другие). На основе использования выражения для турбулентной вязкости Ван-Дрифта получено уравнение для расчета коэффициента теплоотдачи в виде:

$$\alpha = \frac{\rho c_p u_*}{Pr^n (5,219 + 2,5 \ln(R_\delta - 0,124))} \quad (1)$$

где α - коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К); ρ - плотность, кг / м³; c_p - удельная теплоемкость, Дж/(кг·К); u_* - динамическая скорость трения на стенке, м/с; Pr - число Прандтля; R_δ - безразмерная толщина пограничного слоя; n - показатель степени числа Прандтля, зависящий от гидродинамических условий взаимодействия фаз.

В качестве примера рассмотрена теплоотдача от гладкой пластины ($n=0,57$) и проведено сравнение с известными экспериментальными и теоретическими зависимостями.

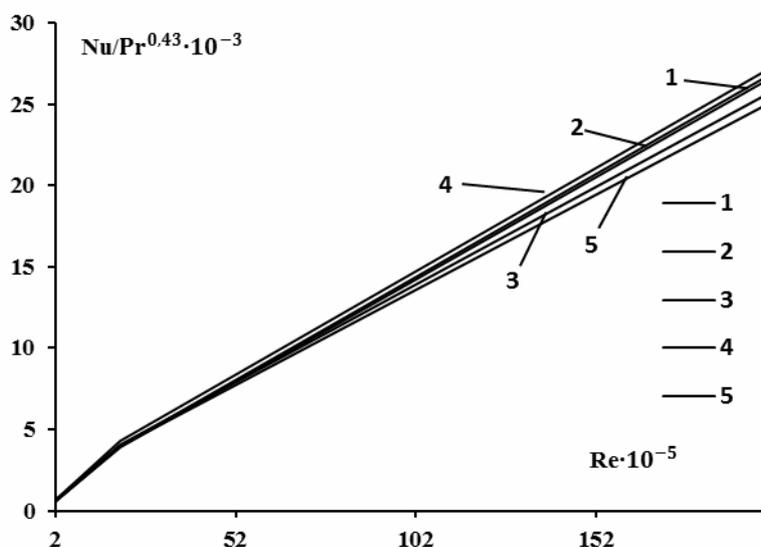


Рис.1. Сравнение выражения (1) с известными теоретическими зависимостями:
1,2,3,4 – расчет по уравнениям, обобщенным в работе [1]; 5 – расчет по уравнению (1).

$$Nu = \alpha L / \lambda \quad (\text{где } Nu - \text{число Нуссельта; } L - \text{длина пластины, м;} \\ \lambda - \text{теплопроводность, Вт/(м·К)})$$

Рассмотрена теплоотдача при осевом турбулентном движении потока в трубе. Проведено сравнение данных, полученных Петуховым, Кутателадзе, Мигаем для трубы с результатами, полученными по выражению (1). Данное исследование дало хороший результат.

Достоверное определение коэффициентов теплоотдачи имеет большое значение в расчетах пленочных аппаратов. В работе проведено сравнение полученного выражения (1) (при $n=0,5$) с экспериментами по теплоотдаче при пленочном течении других исследователей. На рис. 2 показаны расчетные и опытные значения коэффициентов теплоотдачи в безразмерном виде, где $Nu_w = \frac{\alpha \delta_{пл}}{\lambda}$ (где Nu_w - число Нуссельта для пленочного течения; $\delta_{пл}$ - средняя толщина пленки при турбулентном течении).

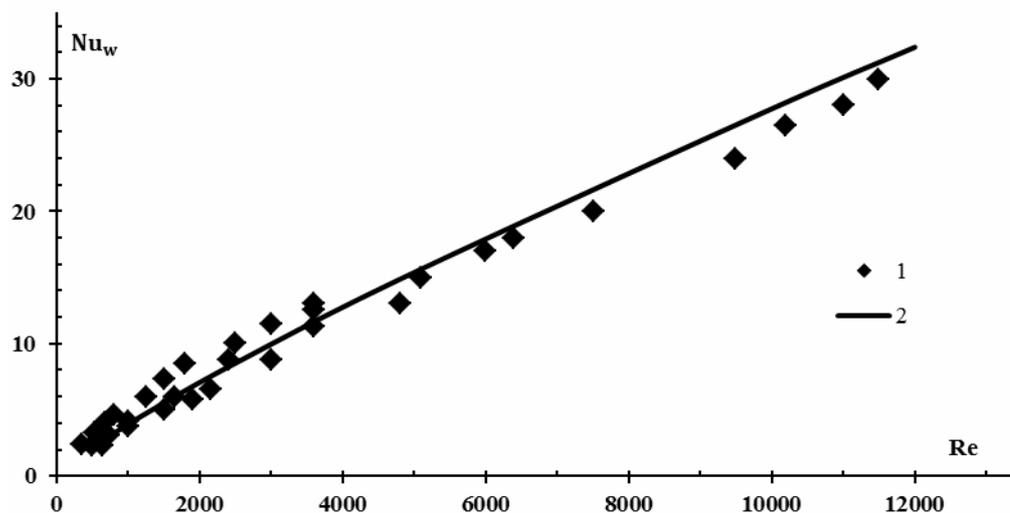


Рис. 2. Корреляция данных по теплоотдаче при пленочном течении: 1 – опытные результаты различных авторов, обобщенные в работе [2]; 2 – расчет по уравнению (1)

Таким образом, можем сделать вывод, что выражение (1) удовлетворительно согласуется с данными, полученными известными авторами, а также хорошо согласуется с экспериментами и может быть рекомендовано для расчета теплоотдачи при турбулентном режиме течения одно- и двухфазных сред.

Список литературы

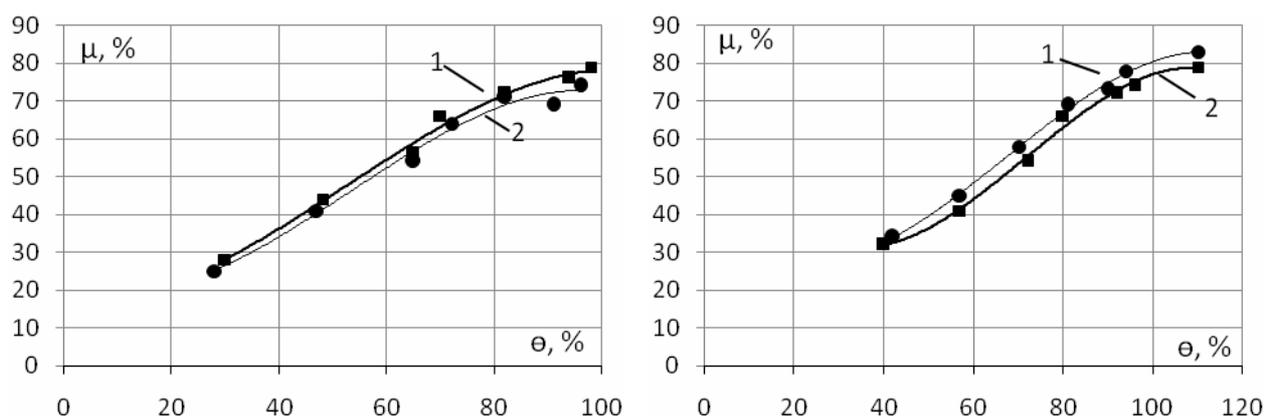
1. Лаптев А.Г., Николаев Н.А., Башаров М.М. Методы интенсификации и моделирования тепломассообменных процессов. Учебно-справочное пособие. – М.: «Теплотехник», 2011. – 288 с.
2. Нигматуллин Р.И. Динамика многофазных сред. Ч. II. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 360 с.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ АЭРОБНОЕ ОКИСЛЕНИЕ СПИРТОВ И СООТВЕТСТВУЮЩИХ ЭФИРОВ НА СЕРЕБРЯНОМ КАТАЛИЗАТОРЕ

А.И. Шайхаттарова, Д.Н. Земский

Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Нижнекамск

В работе изучены и сравнены кинетические аспекты аэробного окисления спиртов и соответствующих эфиров на массивном серебряном катализаторе. Эксперименты проводились в адиабатическом трубчатом реакторе, заполненном серебряным катализатором. Перед реактором установлен испаритель, для перевода реагентов в газовую фазу, и нагрева до 400 °С. Воздух подавался под давлением 0,35МПа, также предварительно нагреваясь до температуры реакционной смеси в испарителе. После реактора предусмотрена закалка продуктов в холодильнике и дополнительная конденсация в низкотемпературном холодильнике.



а) 1-продукты окисления из диэтилового эфира 2- продукты окисления из этилового спирта

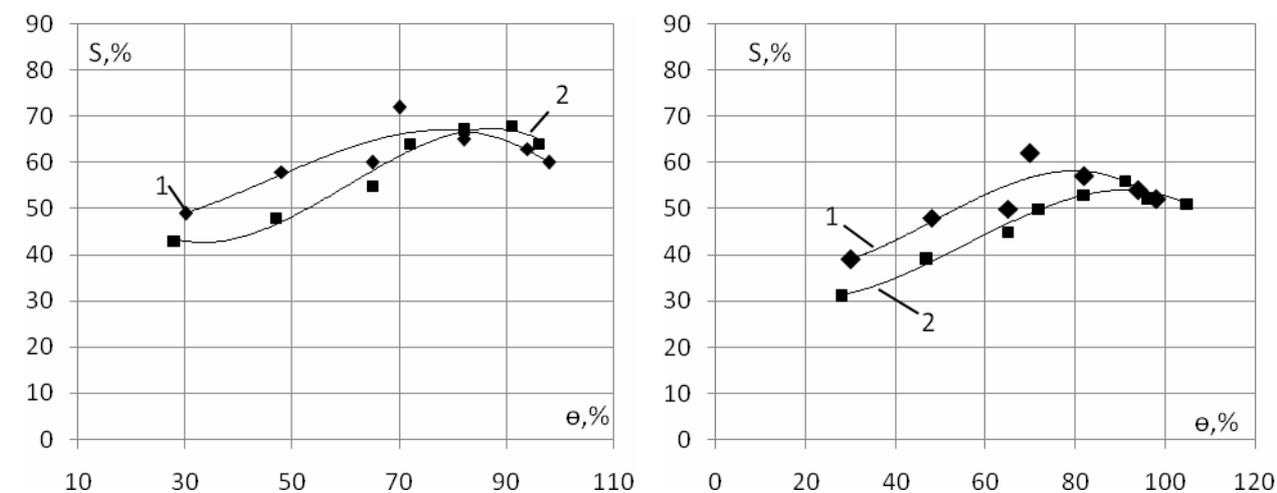
б) 1-продукты окисления из дибутилового эфира 2- продукты окисления из бутилового спирта

Рис. 1. Зависимость выхода альдегида из этанола и диэтилового эфира(а) и из бутанола-1 и дибутилового эфира(б) от соотношения O_2 /реагент(ϑ)

В работах [1-4] показано, что для парциального окисления метанола в формальдегид соотношение O_2 /спирт обычно составляет 70% от стехиометрического. В аналогичных условиях исследовалось окисление соответствующих эфиров. Степень превращения реагентов и продуктов определяли на хроматографе «КристалЛюкс 4000», оборудованном пламенно-ионизационным детектором и капиллярными колонками SE-52, температура термостата колонок 230 °С, детектора 300 °С, испарителя 250 °С.

Результаты окисления этилового спирта и диэтилового эфира приведены на рисунках 1 и 2. Оптимальным соотношением O_2 /спирт является примерно

0,9:1, при окислении более тяжелых спиртов и эфиров данное соотношение смещено ближе к 1,1:1, т.е. кислорода необходимо больше.



а) 1-продукты окисления из диэтилового эфира 2- продукты окисления из этилового спирта

б) 1-продукты окисления из дибутилового эфира 2- продукты окисления из бутилового спирта

Рис. 2. Зависимость селективности образования альдегидов из этанола и диэтилового эфира(а) и из бутанола-1 и дибутилового эфира(б) от соотношения O_2 /реагент

Максимальное значение селективности эфиров также смещено в сторону увеличения соотношения O_2 /эфир.

В работе показано, что окисление спиртов и соответствующих эфиров протекает аналогично, оптимальное содержание кислорода в смеси варьируются в пределах 90-110 %.

Список литературы

1. Кондратьев Д.В., Брайловский С.М., Темкин О.Н. // Деп. ВИНТИ № 278XP91, 1990. - 18 с.
2. Кондратьев Д.В. Закономерности каталитического синтеза карбонильных соединений окислением одноатомных и двухатомных спиртов. Автореф. дисс. канд. хим. наук. — Москва: МИТХТ, 1992. - 25 с.
3. Брайловский С.М., Темкин О.Н., Трофимова ТЛВ. // Проблемы кинетики и катализа, 1985. — Т. 19. — С. 146—175.
4. Уокер Д.Ф. Формальдегид. М.: Госхимиздат, 1957. — 608 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАШЛАМОВАНИЯ ЗАБОЯ ПРИ БУРЕНИИ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

Т.Ю. Будюкова, В.А. Афанасьев, Ю.Е. Будюков
Тульский государственный университет,
ЗАО «Пореченский карьер»,
ОАО «Тульское НИГП»,
г. Тула

Известные методы расчета параметров продувочного агента отечественных и зарубежных исследователей основаны на обеспечении способности потока агента в затрубном кольцевом пространстве транспортировать шлам по стволу скважины без учета степени эффективности очистки забоя и призабойной зоны (Т.Ю.Будюкова,2011г.)

Поэтому в практике бурения нередко возникает зашламование забоя, например, при бурении взрывных скважин в Пореченском карьере Тульской области глубиной 12м в известняках с коэффициентом крепости 7-8 по шкале проф. М.М. Протодьяконова при производительности компрессора 9-12 кубометров в минуту и скорости восходящего потока в затрубном пространстве 30-40 м/с характер износа применявшихся долот 151 ЦТВ и характер зависимости крутящего момента от осевой нагрузки свидетельствуют о зашламовании забоя. При этом установлена зависимость крутящего момента ($M_{кр}$) на долото от осевой нагрузки ($P_{ос}$)- при нормальной очистке забоя эта зависимость выражалась прямой, проходящей через начало координат (при осях $M_{кр}$ и $P_{ос}$), а при фактической - эта зависимость выражалась прямой, отсекающей значительный отрезок на оси $M_{кр}$. Указанное свидетельствует о том, что крутящий момент в этом случае складывается из двух моментов: момента от осевой нагрузки на долото и постоянного момента, не зависящего от осевой нагрузки. При значениях режимных параметров (осевой нагрузке 9000кг и частоте вращения 120 об/мин и вышеуказанном расходе очистного агента) отработано в 2011году на Пореченском карьере 10 долот 151ЦВ: средняя проходка на долото составила 125м при общей проходке 1250м, а средняя механическая скорость была -8м/час. Также было отработано 29 долот 161ЦТВ с общей проходкой 5824м и при механической скорости бурения 10м/час.

Для исследования процесса очистки забоя, т.е. условий захвата и удаления частиц шлама в призабойной зоне. В ОАО «Тульское НИГП» было проведено изучение гранулометрического состава шлама отобранного при бурении на буровом стенде станком ЗИФ-650М с продувкой и промывкой по блокам песчаника с коэффициентом крепости 8-9 . Было установлено, что при бурении долотами 76ЦТВ гранулометрический состав шлама песчаника мало отличается от полученного при бурении с водой и в большинстве случаев с ростом нагрузки содержание крупных классов шлама несколько увеличивается. При этом гранулометрический состав шлама определялся по отношению к весу разбуренной породы, а не к весу только уловленной части.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВООРУЖЕНИЯ ШАРОШЕЧНЫХ БУРОВЫХ ДОЛОТ

Т.Ю. Будюкова
Тульский государственный университет,
г. Тула

Известно, что буровые долота по характеру воздействия на горную породу делятся на четыре класса: дробящие, дробяще- скалывающие, истирающе-режущие, режуще- скалывающие. Наибольшее распространение получили долота дробяще- скалывающего типа- шарошечные долота, изобретённые в 1909 году Юзом(США). Для бурения в различных горных породах выпускаются долота трёх основных типов: типа М- для бурения мягких пород, типа С- для бурения пород средней твёрдости и типа Т- для применения в твёрдых породах. Долота типов от М до Т выпускают со стальным фрезерованным вооружением, они предназначены для бурения в мало и среднеабразивных горных породах. Для бурения высокоабразивных горных пород выпускают долота с твёрдосплавным вооружением соответствующих типов (МЗ, СЗ, ТЗ). Буква З означает, что вооружение этих долот выполнимо из клиновидных твёрдосплавных зубков формы Г-25, а также из зубков формы Г-26 с полусферической рабочей поверхностью, такое вооружение обозначается буквой К (А.И. Спивак, А.Н. Попов, 1989 г.).

Р.А. Бадаевым предложена формула для определения числа зубьев в зависимости от глубины внедрения зуба в породу, угла наклона оси шарошки к горизонтальной плоскости и радиуса рассматриваемого венца шарошки. Нами установлена(Т.Ю. Будюкова, 2011г.) экспериментальная зависимость эффективности разрушения породы двумя цилиндрическими инденторами от расстояния между ними. Экспериментами определено, что при одновременном внедрении инденторов общее усилие, необходимое для осуществления процесса разрушения горной породы в 1,2 -1,6 раза меньше, чем суммарное усилие внедрения этих инденторов каждого в отдельности. Наибольший объем разрушения был получен при межцентровом расстоянии, равном 6-8 радиусов инденторов. Таким образом, регулируя расстояние между инденторами (зубьями шарошки) можно повысить эффективность разрушения породы. Установлена зависимость глубины внедрения зуба от силы его удара о породу, а также величины критического шага от энергии удара (П.А. Палий, К.Е. Корнеев, 1981г.)

В процессе бурения скважин на объектах работ Тульской ГРП был прослежен характер изменения механической скорости и ресурса шарошечных долот от частоты вращения и осевой нагрузки и установлены зависимости (Т.Ю. Будюкова, В. Я. Никулин, 2011г.), позволяющие выбрать рациональные значения режимных параметров при бурении шарошечными долотами скважин в геологических разрезах, представленных горными породами с различными физико – механическими свойствами.

БУРОВОЙ СНАРЯД

Т.Ю. Будюкова, Ю.Е. Будюков, Е.В. Бучковский
Тульский государственный университет
ОАО «Тульское научно-исследовательское геологическое предприятие»,
г. Тула

Недостатком применяемых буровых колонковых снарядов является низкий выход керна из-за зашламования кернорвателя и керноприёмной трубы. Известен колонковый буровой снаряд, содержащий наружную колонковую и внутреннюю керноприёмные трубы, соединённый с внутренней трубой корпус с кернорвателем и нагнетательный колонковый канал между трубами (И.И. Толочков и др., 1973 г.). При таком исполнении снаряда выход керна не высокий из-за значительного зашламования керноприёмной трубы. Наиболее совершенным является колонковый буровой снаряд, в котором часть нагнетаемой жидкости подаётся в керноприёмную трубу. Такой снаряд содержит наружную колонковую трубу, корпус с кернорвателем, соединённую с корпусом кернорвателя внутреннюю керноприёмную трубу и кольцевой нагнетательный канал между трубами, сообщающийся через дозирующие отверстие с полостью керноприёмной трубы. (А.С. СССР № 612002). Однако и этот снаряд не полностью предотвращает подклинивание керна.

Поэтому в ОАО «Тульское НИГП» с участием одного из соавторов этой статьи был предложен (А.С. СССР №1116142) буровой колонковый снаряд содержащий наружную колонковую трубу, корпус с кернорвателем, соединённую с корпусом кернорвателя внутреннюю керноприёмную трубу и кольцевой нагнетательный канал между трубами, сообщающийся через дозированные отверстия с полостью керноприёмной трубы, отличающийся тем, что, с целью повышения выхода керна и уменьшения его самозаклинки, дозирующие отверстия расположены на корпусе кернорвателя. Размещение дозирующих отверстий на корпусе кернорвателя обеспечивает удаление попавших в кольцевой зазор кернорвателя частиц породы при ограниченной по длине зоне поверхности керна, подвергаемой воздействию потока жидкости

Этот снаряд был испытан на буровом стенде – скважине в ОАО «Тульское НИГП» совместно со снарядом-аналогом при бурении опытной скважины по разрезу трещиноватой горной породы с одинаковыми значениями основных режимных параметров: осевой нагрузки, частоты вращения и расхода промывочной жидкости. В результате стендовых испытаний было установлено, что наличие дозирующих отверстий способствует интенсификации процесса удаления частиц породы с помощью части промывочного агента, поступающего из нагнетательного канала, что позволяет повысить механическую скорость бурения на 55-60 % и увеличить выход керна на 20-25 %.

Содержание

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лаптедутьче Н.К., Дударовская О.Г. Исследование возможности применения НПАВ для очистки сточных вод от нефтепродуктов методом экстракции.....	3
---	---

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Колесников А.В., Канделаки Г.И., Нистратов А.В. Комплексные подходы к решению экологических задач промышленных производств.....	5
Терехова М.В., Горичев И.Г., Русакова С.М., Артамонова И.В. Адсорбция молибдат-ионов на красном шламе.....	8
Алексеева С.Ю. Удаление нефтепродуктов с помощью торфяных сорбентов.....	9
Быков Е.Д., Богословский К.Г., Аргунова П.Н. Разработка экологически эффективной установки по очистке сточных вод окрасочных производств грузовых вагонов.....	11
Кузьмина Е.В., Шеина Л.В., Колосницын В.С., Карасева Е.В., Аюпова И.В., Мусавирова Л.Р., Надежкина О.С., Зимин Ю.С. О некоторых проблемах утилизации литий-серных аккумуляторов.....	14
Бутусов О.Б., Редикульцева Н.И., Попов Д.В. Моделирование сукцессионной динамики лесных экосистем.....	16
Фесина М.И., Самокрутов А.А. Низкошумная экологичная трансформаторная станция.....	18
Кривицкий С.В. Концепция очистки поверхностных стоков на гидроботанической площадке.....	20
Панарин В.М., Анцев В.Ю., Горюноква А.А., Копылова Н.А. Методы моделирования загрязнения воздушной среды.....	23
Панарин В.М., Анцев В.Ю., Горюноква А.А., Копылова Н.А. Анализ методов моделирования загрязнения воздушной среды.....	27
Кудрин А.Г. Изменение размера живых существ, в том числе человека во времени.....	31
Прибылов А.А., Калинин И.А., Фомкин А.А. Адсорбционный способ хранения и транспортировки диоксида углерода.....	39
А.А. Прибылов, И.А. Калинин, А.А. Фомкин Исследование адсорбции диоксида углерода на различных адсорбентах.....	40

Скибицкая Н.А., Прибылов А.А., Зекель Л.А. Растворимость метана в жидких углеводородах при давлениях до 40 МПа и температурах 303, 323, 343К.....	42
Маниева В.И. Удаление поверхностно-активных веществ из отработанных растворов.....	47
Старков В.М., Лапицкий П.В. Физико–статистические подходы к моделированию тепловлагооборотов и продуктивности пойменных экосистем приполярного Енисея.....	49

МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Комлева Ю.К., Моргун А.В., Кувачева Н.В., Пожиленкова Е.А., Лопатина О.Л., Малиновская Н.А., Салмина А.Б. Изменение поведения зрелых и стареющих крыс под влиянием обогащенной среды.....	54
Полякова А.В., Кузнецов И.А. Низкочастотное магнитное поле и его действие на организм человека.....	56
Конкина И.Г., Князева О.А., Семенова М.Н., Зейферт Д.В., Муринов Ю.И. Сравнение токсичности хлорида и глюконата меди (II) по отношению к объектам различной природы.....	57
Конкина И.Г., Князева О.А., Уразаева А.И., Муринов Ю.И. Влияние комплексов 3d-элементов на уровень иммуноглобулина IgG на модели стресса у мышей.....	58

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Романова Е.В. Сушильная установка с тепловым насосом.....	59
Лаптев А.Г., Фарахов М.И., Башаров М.М. Энергоэффективные аппараты очистки жидкостей и газов в нефтегазохимическом комплексе.....	60
Лаптева Е.А., Сайтбаталлов М.В. Повышение и расчет коэффициентов в тепло – и массоотдачи в градирнях.....	64
Лаптев А.Г., Фарахов Т.М., Дударовская О.Г. Модель турбулентной вязкости в неупорядоченном насадочном слое.....	66

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ермолина Т.А., Соловьёв А.Г., Мартынова Н.А., Карпунов А.А., Шишова А.В. Математическое моделирование в прогнозировании степени воздействия поражающих факторов на медицинских работников.....	68
Бутусов О.Б., Мешалкин В.П., Севастьянов В.Г., Пашаев В.Б. Компьютерное молекулярно-динамическое моделирование структуры карбида кремния.....	73
Семенов С.П., Татаринцев Я.Б. Математическая модель исследования эффективности многокомпонентной информационной среды управления ВУЗом.....	77

Пыров П.В., Бутусов О.Б. Прогнозирование демографической ситуации в России.....	79
Мурзакова А.Р., Шаяхметов У.Ш., Хуснуллин А.М. Разработка автоматизированной программы управления для исследования высокотемпературной деформации и ползучести керамических материалов.....	82
Файзрахманов Р.А., Володин В.Д., Бикметов Р.Р., Шаронов А.А. Схемотехнические решения тренажерного комплекса оборонного направления.....	83
Юрченко А.В. Сложность задач системного конфигурационного управления.....	89

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Адамбаев М.Д., Аденова Д.Б., Саурин А.В. Результаты моделирования процесса сухого двухстадиального измельчения.....	91
Бахтин И.В. Инновационный путь и плановая экономика – сбалансированный подход, через планирование и самоорганизацию системы.....	95
Загайтов А.И. О возможности применения методов анализа временных рядов при построении системы индикаторов операционного риска предприятия.....	102
Ярмухамедова З.М., Омирбекова Ж.Ж., Калабаева А.Е. Разработка интеллектуальной системы управления процессом обезвоживания раствора сульфата цинка.....	107
Меньшиков В.В., Богомоллов Б.Б., Быков Е.Д., Шумова В.С. Алгоритм организационно-технологического моделирования химико-технологической системы как способ перехода к ресурсосберегающим технологиям в промышленном предприятии.....	110
Пугачева И.Н., Пояркова Т.Н., Черных О.Н., Никулин С.С. Влияние на молекулярно-массовые характеристики выделяемых каучуков расхода коагулирующих агентов.....	113
Грюканова А.М. Управление знаниями как инструмент снижения операционных рисков предприятия.....	115
Хамидуллина Г.К., Лаптева Е.А. Модель теплоотдачи в каналах при турбулентном режиме течения одно- и двухфазных сред.....	118
Шайхаттарова А.И., Земский Д.Н. Сравнительное аэробное окисление спиртов и соответствующих эфиров на серебряном катализаторе.....	121
Будюкова Т.Ю., Афанасьев В.А., Будюков Ю.Е. Исследования зашламования забоя при бурении взрывных скважин.....	123
Будюкова Т.Ю. Исследования вооружения шарошечных буровых долот.....	124
Будюкова Т.Ю., Будюков Ю.Е., Бучковский Е.В. Буровой снаряд.....	125