



Қазақстан Республикасы
Ұлттық инженерлік академиясының

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Национальной инженерной академии
Республики Казахстан

№ 4 (50)

Алматы
2013

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВЕСТНИК НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ РК**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
академик Б. Т. ЖУМАГУЛОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н. К. Надиров – академик, заместитель главного редактора; **Н. С. Шарипова** – член-корреспондент, ответственный секретарь; академик **Ж. М. Адилов**, академик **А. Ч. Джомартов**, академик **Р. А. Алшанов**, академик **М. Ж. Битимбаев**, академик **М. М. Бекмагамбетов**, академик **А. В. Болотов**, академик **А. И. Васильев** (Украина), академик **Б. В. Гусев** (Россия), академик **Г. Ж. Жолтаев**, академик **П. Г. Никитенко** (Белоруссия), академик **К. К. Кадыржанов**, академик **А. Х. Катаев** (Республика Таджикистан), академик **К. С. Кулажанов**, академик **А. А. Кулибаев**, академик **А. М. Пашаев** (Азербайджан), академик **Х. Милошевич** (Сербия), академик **М. М. Мырзахметов**, академик **А. Ш. Татыгулов**, академик **А. К. Тулешов**, академик **Ю. И. Шокин** (Россия).

**INTERNATIONAL
SCIENTIFICALLY-TECHNICAL JOURNAL
HERALD TO NATIONAL ENGINEERING ACADEMY
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

B. T. ZHUMAGULOV
Editor-in-Chief, academician

THE EDITORIAL BOARD:

N. K. Nadirov – academician, Deputy Editor; **N. S. Sharipova** – associate member, Managing Editor; **Zh. M. Adilov**, academician; **A. Ch. Dzhomartov**, academician; **R. A. Alshanov**, academician; **M. Zh. Bitimbayev**, academician; **M. M. Bekmagambetov**, academician; **A. V. Bolotov**, academician; **A. I. Vasilyev**, academician (Ukraine); **B. V. Gusev**, academician (Russia); **G. Zh. Zholtayev**, academician; **P. G. Nikitenko**, academician (Belorussia); **K. K. Kadyrzhanov**, academician; **A. H. Kataev**, academician (Republic Tadzhhikistan); **K. S. Kulazhanov**, academician; **A. A. Kulibayev**, academician; **A. M. Pashayev**, academician (Azerbaijan); **H. Miloshevich**, academician (Serbiya); **M. M. Myrzakhmetov**, academician; **A. Sh. Tatygulov**, academician; **A. K. Tuleshov**, academician; **Yu. I. Shokin**, academician (Russia).

УЧРЕДИТЕЛЬ:

Республиканское общественное объединение
«Национальная инженерная академия Республики Казахстан».

Издается с 1997 года.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 287 от 14.11.1996 г.,
выдано Национальным агентством по делам печати и массовой информации
Республики Казахстан.

Свидетельство о перерегистрации № 4636-Ж от 22.01.2004 г.,
выдано Министерством информации Республики Казахстан.

Журнал включен Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан
в перечень изданий для публикации основных результатов научно-технических работ соис-
кателей ученых степеней доктора философии PhD и доктора по профилю и ученых званий
доцента и профессора.

Журнал включен в международную англоязычную базу реферативных данных по техниче-
ским наукам INSPEC.

Подписку на журнал можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта» и
ТОО Агенстве «Евразия пресс».

Подписной индекс:

для физических лиц – **75188**,
для юридических лиц – **25188**.

Подписка продолжается в течение года.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 80, к. 415.

Тел. 8-7272-915290, факс: 8-7272-915190,

e-mail: nia_rk@mail.ru, shns2004@mail.ru, www.neark.kz

FOUNDER:

Republic public association
“National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan”.

Published since 1997 year.

Issued 4 times a year.

Certificate about registration the edition N 287, November, 14, 1996,
was given by National agency on affaires of press and mass information
of the Republic of Kazakhstan.

Certificate about re-registration N 4636-Zh, January, 22, 2004,
was given by Ministry of information of the Republic of Kazakhstan.

The Committee of Science of Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan has included the Journal into the list of issues for publication of the main results of scientific-technical investigations of applicants for scientific degrees (Doctor philosophy PhD, Doctor on specialization) and academic ranks (Professor and Associate professor).

The Journal was included into international English-language abstracts database on technical sciences “INSPEC”.

Subscription to journal may be drawn up at post offices of OJSC “Kazpochta” and in PLL Agency “Evraziya press”.

Subscription index:

for natural persons – **75188**,

for juristic persons – **25188**.

Subscription continues during a year.

Address of editorial offices: 050010, Almaty city, Bogenbay Batyr str., 80, off. 415.

Tel. 8-7272-915290, fax: 8-7272-915190,

e-mail: nia_rk@mail.ru, shns2004@mail.ru, www.neark.kz

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

V ВСЕМИРНЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНГРЕСС «ПРОГРЕСС В НАУКЕ, ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ: ПОДДЕРЖКА СОТРУДНИЧЕСТВА» – WEC-2013

23–25 сентября 2013 г. в Исламабаде (Пакистан) состоялся V Всемирный инженерный конгресс «Прогресс в науке, технике и технологии: поддержка сотрудничества» – WEC-2013. Именно здесь в 1991 году по инициативе инженеров Пакистана была создана Федерация инженерных организаций исламских стран – FEIC, которая по сегодняшний день продолжает активно развивать заложенные в основу этой организации идеи сотрудничества между ведущими институтами и организациями в области инженерии в исламских странах.



Открытие V Всемирного инженерного конгресса

«Прогресс в науке, технике и технологии: поддержка сотрудничества».

Слева направо: Г. А. Медиева – генеральный секретарь FEIC, Inam Ahmad Osmani – вице-президент PEC, Fazal Ahmed Khalid – проректор Института инженерной науки и технологий Пакистана, Basil Wakline – профессор Института профессиональных инженеров Новой Зеландии

Конгресс был организован Федерацией инженерных организаций исламских стран – FEIC, Инженерным советом Пакистана (PEC) при поддержке Национального

университета науки и технологий (NUST), Института информационных технологий (СИТ) и Института инженеров Пакистана (ИЕР), а также Национальной инженерной академии Республики Казахстан (НИА РК) и проходил в крупном Национальном университете науки и технологии Пакистана.

Такие конгрессы проводятся FEIC ежегодно в одной из стран – участниц организации, предыдущий конгресс WEC-2012 состоялся в Алматы (Республика Казахстан), где сегодня находится штаб-квартира Федерации инженерных организаций исламских стран, президентом которой с ноября 2011 г. является президент Национальной инженерной академии РК, академик Б. Т. Жумагулов.

Целями проведения конгресса являются:

- объединение и обмен опытом и знаниями среди национального и международного сообщества инженеров, технологов, академиков (работников образовательной сферы), исследователей, ученых и других профессионалов соответствующих отраслей, а также политиков, заинтересованных в решении проблем, с которыми сталкиваются индустрия и научно-исследовательские организации, во благо государств – членов FEIC;
- обеспечение эффективной коммуникативной платформы и сотрудничества между странами – членами FEIC и мировыми лидерами;
- продвижение статуса инженерных профессий через качественное образование, исследования и развитие;
- обмен студентами и технологиями среди стран – членов FEIC.

В работе конгресса принимали участие свыше 600 ученых, элита самой созидательной части мирового сообщества – инженеров, конструкторов, технологов, преподавателей, ученых-исследователей.



Делегация Республики Казахстан.

В центре – министр науки и технологий Пакистана Захид Хамид

В составе делегации от Казахстана в конгрессе приняли участие академик Т. Т. Жунусов – вице-президент НИА РК, член-корреспондент НИА РК Г. А. Медиева – главный ученый секретарь Президиума НИА РК, генеральный секретарь FEI, академик НИА РК – А. Ж. Жусупбеков, академик НИА РК К. А. Акмалаев, академические советники – М. Т. Жугинисов, Е. Б. Жумартов и представитель Западно-Казахстанского филиала НИА РК Ж. Д. Габбасова.

Пленарное заседание WEC-2013 в торжественной обстановке открыл Президент Исламской Республики Пакистан – Е. П. Мамнун Хусейн, который приветствовал проведение Всемирного инженерного конгресса в Пакистане и отметил, что “на фоне огромного количества проблем и тревожного развития событий инженерная профессия является ключом к разрешению кризисной обстановки, складывающейся в стране. ... В период продолжающегося роста населения мира темпами, гораздо более быстрыми, чем когда-либо, инженерные науки обеспечивают средствами к решению постоянно расширяющихся фундаментальных проблем, таких, как питание, здравоохранение и образование». Он выразил надежду, что конгресс послужит хорошей возможностью для накопления и обмена опытом в среде национального и международного сообщества инженеров, технологов, ученых и других профессионалов. Президент также выразил уверенность, что конгресс будет способствовать научно-техническому и экономическому развитию путем создания синергии между странами под эгидой Федерации инженерных институтов исламских стран и что рекомендации конгресса будут осуществлены с учетом их значимости в решении вопросов, затрагивающих весь мир.

Участников конгресса также приветствовал министр науки и технологий Пакистана – Захид Хамид, который отметил значимость инженерного дела и технологий, проявившейся в результате демографического взрыва в развивающихся странах. Он подчеркнул, что дискуссии, проведенные в ходе конгресса, будут способствовать общему развитию инженерной отрасли, являющейся основой экономики любой страны.

Приветствие участникам Конгресса WEC-2013 от имени президента FEIС Б. Т. Жумагулова, приведенное ниже, зачитала генеральный секретарь FEIС Г. А. Медиева.

На пленарном заседании было заслушано 7 докладов. От Казахстана с докладом «Инновационные разработки в использовании возобновляемых источников энергии» выступила Г. А. Медиева.

Работа конгресса проходила в виде шести параллельных конференций по следующим направлениям:

- Конференция по электротехнической и электронной промышленности.
- Конференция по воздушному и космическому пространству, машиностроению, химической технологии и технологии материалов.
- Конференция по природным ресурсам и экологическим технологиям.
- Конференция по строительному делу и инфраструктурному проектированию.
- Конференция по информационным технологиям.
- Конференция по инженерному образованию и нормативно-правовой базе.

Казахстанские ученые выступили с докладами: «Современный подход к установке фундаментов укладки, тестирования и контролю качества на стройплощадках Казахстана» – академик Жусупбеков А. Ж., «Исследование влияния добавок и их особенностей в составе цементно-гипсовых материалов» – академик Акмалаев К. А. Также были обсуждены вопросы синтеза новых композиционных материалов для получения бетонов (Жугинисов М. Т.), реконструкции и интенсификации работы азотанка в строительстве (Жумартов Е. Б.), особенностей LABVIEW аппаратного и программного обеспечения (Габбасова Ж. Д.). Примечательно, что два доклада в области получения пищевой продукции с использованием новых технологий были заслушаны в он-лайн режиме из Алматы (профессора Алмагинского технологического университета – Изтаев А. И., Алимарданова М.). По завершению конгресса всем выступившим участникам были вручены сертификаты.

На заключительном пленарном заседании выступил ректор NUST, профессор Мухаммад Асгар, выразивший благодарность гостям за участие в работе конгресса. Он также поблагодарил Инженерный совет Пакистана и других организаторов конгресса за выбор университета NUST как места для его проведения. Затем выступил министр науки и технологий Пакистана Захид Хамид, который отметил плодотворную двухдневную работу конгресса в мегаформате, пожелал всем участникам успехов и внедрения в практику обсужденных вопросов инженерии.



Президент Исламской Республики Пакистан Е. П. Мамнун Хусейн вручает памятный сувенир конгресса главному ученому секретарю Президиума НИА РК Г. А. Медиевой

В завершение генеральный секретарь FEIC Медиева Г. А. поблагодарила всех участников и организаторов Всемирного конгресса WEC-2013 за четкую организацию и успешную работу, которая придаст новый импульс международному научному сотрудничеству инженеров и сделает взаимодействие между учеными и инженерами еще более плодотворным.

После завершения конгресса прошла встреча представителей четырех стран – членов FEIC: Казахстана, Малайзии, Иордании и Пакистана. В ней приняли участие вице-президент FEIC от Малайзии, профессор Мегат Джохари, вице-президент FEIC от Пакистана Миан Султан Махмуд, от Иордании ответственный секретарь Ахмед Кейлани и от Казахстана Г. А. Медиева.

Во время встречи были обсуждены вопросы активизации деятельности членов – стран FEIC, таких, как Индонезия, Иран, Бангладеш, Ливия, Уганда, Судан, Узбекистан, Туркменистан, Киргизия, а также о месте и сроках проведения XII Генеральной Ассамблеи и XXVI Заседания Исполнительного комитета FEIC. Принято решение о том, что они пройдут в декабре 2013 г. в Медине (Саудовская Аравия). Также было принято решение о проведении ежегодной Малазийской конференции инженеров в рамках Генеральной Ассамблеи в Саудовской Аравии.

В рамках ознакомления с техническими достижениями Пакистана участники конгресса посетили стратегический объект – ГЭС «Тарбела Дамба», действующей на реке Инд и являющейся одной из крупнейших электростанций в стране. Затем участники посетили Национальный университет инженерной науки и технологии Пакистана, ознакомились с функционирующими лабораториями факультетов инженерной механики, информационных технологий, физики и математики, химии.

Жумагулов Б. Т.,
президент Федерации инженерных
институтов исламских стран (ФЕИС).
Приветствие V Всемирному конгрессу инженеров.
Исламабад, 23.09. 2013г.

ПУТЬ К ПРОГРЕССУ – РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ДЕЛА И ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В МИРЕ

Ваше Превосходительство господин Президент Мамнун Хусейн!
Уважаемые участники и гости конгресса!
Дамы и господа, коллеги!

Искренне рад приветствовать на нашем форуме весь цвет инженерной мысли, самую, наверное, созидающую часть человеческого сообщества – инженеров, конструкторов, технологов, преподавателей, ученых-исследователей!

Особую значимость нашему конгрессу придает участие в нем Президента Исламской Республики Пакистан. От имени всех членов исполкома Федерации инженерных институтов исламских стран сердечно поздравляю **Его Превосходительство господина Мамнуна Хусейна** с высокой должностью и выражаю общую уверенность в том, что его миссия на этом посту будет содействовать прогрессу и благосостоянию всего народа Пакистана, поступательному развитию региона и всего исламского общества, укреплению дружественных и деловых отношений с зарубежными странами.

Высокий профессиональный и общественный уровень участников нашего конгресса обусловлен необычайной важностью и актуальностью тем, заявленных для обсуждения на форуме.

Конгресс проходит в замечательном городе Исламабаде, столице страны, которая стала инициатором создания **Федерации инженерных институтов исламских стран** и продолжает активно развивать заложенные в основу этой организации идеи. В этом направлении продуктивно работают Инженерный совет Пакистана, Национальный университет науки и технологий, Институт информационных технологий, Институт инженеров Пакистана.

Отмечая этот факт, позволю себе напомнить, что предыдущий **Конгресс инжиниринга и технологий**, проходивший в Казахстане, в Алматы, придал осязаемый прогресс укреплению международных контактов между специалистами и инженерными организациями, наметил новые пути в расширении сотрудничества ученых разных стран. Уверен, что настоящий конгресс придаст новый импульс этому сотрудничеству и сделает наше взаимодействие еще более плодотворным, чему будет способствовать и формат нашего форума.

На шести параллельных конференциях, запланированных в рамках конгресса, инженеры, технологи, работники образовательной сферы, ученые, а также политики, заинтересованные в решении проблем технологического развития в современных условиях глобального мира, смогут объединить свой опыт и знания для еще одного рывка в будущее. История на многих примерах убедительно показала **мощь коллективного научного и инженерного разума**. Убежден, что этой силе, которую вы все

здесь представляете, подвластны любые задачи, даже те, которые сейчас кажутся неразрешимыми.

Известно, что инженерное дело – это искусство применения теоретических знаний для решения практических проблем, что само по себе достаточно сложная задача. Но именно благодаря практическим инженерным инновациям наука и знания сегодня становятся основой мировой экономики и развития человечества.

Перед нами лежит огромный пласт вопросов и проблем, где ученые и инженеры могут и должны сказать свое решающее слово для каждой из наших стран и для мира в целом.

В число важнейших приоритетов нашей деятельности, безусловно, входят, прежде всего, **информационно-телекоммуникационные технологии**. Это, пожалуй, самая бурно развивающаяся отрасль, где вклад инженерного знания и таланта является определяющим. IT-технологии буквально переворачивают наши представления о границах возможного, становятся одной из важнейших основ строительства будущего практически в любой сфере экономики и общественного развития. Они меняют самого человека – темп и способы мышления, общения, получения, наработки, распространения и применения информации. С другой стороны, IT-технологии становятся серьезным оружием в одном из новейших «изобретений» человечества – информационных войнах как на межличностном, так и на межгосударственном и глобальном уровнях. Все вы прекрасно знаете примеры сегодняшнего дня – как конструктивные, так и деструктивные. Поэтому одной из наших с вами задач является полное освоение и целенаправленное развитие таких технологий, чтобы не остаться на обочине прогресса.

Чрезвычайно актуальны для наших стран и такие проблемы, как **рост энергообеспеченности** совместно с диверсификацией в направлении все более широкого использования **альтернативной энергетики**, эффективность использования **водных ресурсов** и обеспечение населения чистой водой. Самому пристальному вниманию заслуживают **глубокая переработка сырья и продукции**, минимизация и эффективная утилизация отходов. В этом ряду – продуктивное использование отходов добычи и переработки нефти и рудного сырья (попутного газа, отвалов и хвостов переработки, накопителей, сбросных вод и т.п.).

Все это – основы «зеленой экономики», т.е. экономики с высоким уровнем качества жизни населения, бережным и рациональным использованием природных ресурсов в интересах нынешнего и будущих поколений. Сегодня такой подход является одним из важных и перспективных инструментов обеспечения устойчивого развития. У нас в Казахстане по инициативе **Президента Нурсултана Абишевича Назарбаева** этот подход с нынешнего года приобрел ранг государственной политики. 30 мая 2013 года Указом Главы государства утверждена Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». В ее реализации наши инженеры должны будут сказать свое веское слово.

Думаю, такое направление развития со временем станет одной из ведущих мировых тенденций, актуальной и для всех стран исламского мира.

Должен отметить, что одним из ключевых проектов Казахстана в этом направлении является проведение международной выставки «EXPO-2017» в Астане. Ее тема –

«Энергия будущего» – посвящена альтернативным источникам энергии и «зеленым» технологиям. Выставка позволит привлечь лучшие мировые достижения в энергетике и энергосбережении, новые разработки и технологии использования альтернативных энергоисточников, таких, как энергия солнца, ветра, морских, океанических и термальных вод. Это событие глобального масштаба станет хорошей площадкой для демонстрации лучших мировых разработок и трендов в этой отрасли. И мы будем рады видеть на ней представителей всех стран, участвующих в нынешнем конгрессе. Ведь в первую очередь это событие важно и полезно именно для инженеров.

И очень существенным фактором в развитии инженерного дела является подготовка следующих поколений инженерных кадров, причем подготовка на самом современном уровне. Поэтому сегодня приоритетом становятся образование, подготовка молодых профессионалов, прежде всего для инженерной работы, технологических производств, научно-исследовательских лабораторий и инновационных фирм. На пути продвижения к постиндустриальному миру, как отметил Глава нашего государства Нурсултан Назарбаев, правит **триада «образование – наука – инновации»**. Поэтому нам так важно укреплять и углублять глубинную **взаимосвязь социально-экономического и технологического развития**, отдавать должное **роли знаний как фактора производства**, формировать **новые ценностные ориентиры**, такие, как роль труда в становлении и развитии личности, а следовательно, и государства. Именно этим объясняется участие в нашем, на первый взгляд, сугубо технологизированном форуме высокопрофессиональных политиков, ученых-социологов, специалистов в области информационных систем самого широкого спектра применения.

И эти ценностные ориентиры вместе с самыми современными знаниями и компетенциями мы должны настойчиво внедрять в сознание, мышление и способность к действию нашей талантливой молодежи. Эта задача, безусловно, должна быть одним из важнейших приоритетов международного инженерного сообщества.

Разумеется, основная ответственность за выпуск специалистов высокой квалификации ложится, прежде всего, на **высшие учебные заведения**. Поэтому перед инженерными институтами наших стран стоит **двудеиная задача**. Во-первых, поддерживать и развивать **самые тесные взаимоотношения с вузами**, содействовать росту их педагогического, научного и интеллектуального потенциала, оперативному реагированию на удовлетворение приоритетных потребностей экономики в специалистах и знаниях, причем не только текущих, но и перспективных потребностей. Во-вторых, на уровне государства, общества и бизнеса **стимулировать востребованность синтеза образования, науки и инноваций**. Только так можно воспитать инженеров-инноваторов будущего.

У себя в Казахстане мы это отчетливо осознаем и целеустремленно действуем в данном направлении. **На государственном уровне** идет целевая поддержка исследовательских и инновационно ориентированных вузов, наращивается государственный заказ на подготовку специалистов инженерно-технического профиля, в инженерное образование внедряются мировые стандарты подготовки. Выработана система трансляции на высшие учебные заведения страны передовых наработок **Назарбаев Университета**, действующего на основе лучшего мирового опыта в развитии высшего образования, науки и инноваций.

Большую роль в развитии инженерного образования Казахстана играет и **Национальная инженерная академия РК** как координатор развития инженерного дела в стране. У нее очень тесные связи с системой высшей школы, во всех регионах страны имеются филиалы, возглавляемые, как правило, ректорами региональных университетов. И деятельность этих университетов нацелена, прежде всего, на развитие тех направлений, которые востребованы экономикой регионов. На базе НИА РК создается независимый Центр подтверждения квалификации выпускников вузов по техническим специальностям, что очень важно для поддержания высоких стандартов качества в инженерном образовании.

В настоящее время, как известно, Национальная инженерная академия Казахстана является **штаб-квартирой FEPC**, у нас создан региональный офис для Центрально-Азиатского региона, куда входят еще Азербайджан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан. Генеральной Ассамблеей FEPC на Казахстан возложена также ответственность за работу одного из пяти постоянных комитетов организации – по инновациям и развитию.

Ответственность за работу аналогичных комитетов по энергетике и энергосбережению возложена на Саудовскую Аравию, за инженерное образование и подготовку кадров – на Пакистан, за информационные технологии и коммуникации – на Иорданию, за вопросы улучшения обеспечения жильем малоимущих граждан – на Сирию. Все эти страны активно и плодотворно развивают данные направления, внося свой вклад в решение общих задач FEPC. Надеюсь, что их достижения будут озвучены на предстоящих шести конференциях нашего форума.

В основу работы нашего конгресса положены разработки и идеи ученых и инженеров, технологов и специалистов более чем из 20 стран мира. Все эти вопросы Федерация инженерных институтов исламских стран выносит на открытое и заинтересованное обсуждение присутствующих здесь коллег. И это, по моему мнению, представляет уникальную возможность для дальнейшего продвижения по пути, заявленному в Уставе FEPC.

Уверен, что настоящий форум придаст важный импульс развитию нашего сотрудничества, достижению новых высот в науке и инженерном деле.

Здоровья вам, благополучия и новых впечатляющих достижений!

Благодарю за внимание!

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 517.958:532.546

**Б. Т. ЖУМАГУЛОВ, С. Т. МУХАМБЕТЖАНОВ, Д. Ж. АХМЕД-ЗАКИ,
Т. С. ИМАНКУЛОВ**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ПРИ ГЕЛЕПОЛИМЕРНОМ ЗАВОДНЕНИИ

Предлагается гидродинамическая модель совместной фильтрации нефти, воды и раствора полимера для повышения нефтеотдачи пласта, в котором учитывается влияние изменений температуры и концентрации полимера на вязкость воды и нефти. Для математического описания процесса вытеснения нефти путем закачки полимера в пористой среде мы воспользовались уравнениями баланса для нефтяной и водной фазы, уравнением переноса концентрации с учетом адсорбционных свойств гелеполимера и уравнением теплопереноса. Также представлена численная реализация поставленной задачи и определены значения давления, насыщенности, концентрации и температуры по неявной схеме. В качестве закачиваемого агента в неоднородный пласт используется полисахарид – геллан. Получены результаты и проведен анализ распределения основных технологических параметров с учетом вязкости флюидов: средняя нефтенасыщенность и текущая нефтеотдача пласта.

Ключевые слова: *повышение нефтеотдачи, полимерное заводнение, геллан, пористая среда, закон Дарси, адсорбция, теплоперенос.*

Мақалада мұнай, су және полимер қоспасының біріккен фильтрациясының гидродинамикалық моделі қарастырылды. Модельде температураның және полимер концентрациясының су мен мұнайдың тұтқырлығына тәуелділігі ескерілді. Мұнайды полимер айдау арқылы ығыстыру есебін толық математикалық сипаттау үшін мұнай және су фазалары үшін теңгерілім теңдеулері, адсорбциялық қасиеттері ескерілген концентрация теңдеуі және температура өзгерісі үшін жазылған теңдеулерді қолданылды. Қойылған есепті сандық шешу жолы көрсетілген және қысым, қынықтылық, концентрация және температураның мәндері табылды. Полимер негізінде табиғи полисахарид геллан пайдаланылды. Орташа мұнай қанықтылығы мен мұнай берілу коэффициенті сияқты параметрлерді пайдаланып анализ жасалды.

Кілттік сөздер: *мұнай айдаудың артуы, полимер айдау, геллан, кеуекті орта, Дарси заңы, адсорбция, жылу алмасу.*

In this paper hydrodynamic model is given of joint filtration of oil, water and polymer solution for enhanced oil recovery, in which influence of changes of temperature and polymer concentration on water and oil viscosity were taken into account. For mathematical description of the process of oil displacement by polymer injection into porous medium, authors used balance equations for oil and water phases, concentration transfer equation with due account of adsorption properties of gel-polymer and heat

transfer equation. In addition, numerical implementation of the problem was presented and values of pressure, saturation, concentration and temperature by implicit scheme were determined. Polysaccharide – gellan was used as injected agent into heterogeneous oil-bearing formation. Results were obtained and analysis was carried out of distribution of the main technological parameters with due account of fluids viscosity: average oil saturation and the current reservoir recovery.

Keywords: enhanced oil recovery, polymer flooding, gellan, porous medium, Darcy's law, adsorption, heat transfer.

Закачка полимера – один из эффективных третичных методов нефтедобычи и довольно часто используется в изотермических пластах. Несмотря на некоторые сложности, этот метод можно применить и в неізотермических резервуарах. Изменение температуры в зависимости от типа полимера влияет на капиллярные силы, относительные фазовые проницаемости и вязкость флюидов. Полимер геллан, который мы используем в качестве вытесняющего агента, из группы полисахаридов, согласно лабораторным исследованиям существенно влияет на характер вытеснения нефти [1]. В работах С. Е. Кудайбергенова рассмотрены оптимальные концентрации геллана для извлечения нефти из пластов с повышенной обводненностью и в лабораторных условиях показаны преимущества использования геллана над полиакриламидами. В таблице 1 представлены данные вытеснения нефти гелланом по сравнению с водой и полиакриламидом.

Таблица 1 – Результаты лабораторных экспериментов распределения нефти в песчаниках с проницаемостью 0,3Д [1]

Тип агента	Нефтедобыча, %	Разность давления, %	Количество добытой нефти до прорыва, %
Вода	30	0,03	10
Полиакриламид	64	3,15	26,5
Геллан	65	14	25

Рассматривается задача, когда через нагнетательную скважину закачивается вода заданной температуры и с растворенным в ней полимером (геллан). Требуется найти распределение основных параметров процесса вытеснения нефти при неізотермических условиях модельного пласта.

Математическая модель. Основная система уравнений состоит из уравнений движения и сохранения масс несмешивающихся жидкостей. Если допустить, что жидкости несжимаемы, пренебречь влиянием полимера на относительные фазовые проницаемости и капиллярными эффектами, то система уравнений процесса существенно упрощается. Тогда гидродинамическая модель процесса вытеснения нефти полимером может быть записана в следующем виде:

$$m \frac{\partial s}{\partial t} + \operatorname{div} \vec{v}_1 = q_1, \quad (1)$$

$$-m \frac{\partial s}{\partial t} + \operatorname{div} \vec{v}_2 = q_2, \quad (2)$$

$$\vec{v}_i = -K_0 \frac{f_i(s)}{\mu_i} \nabla P, \quad (3)$$

где K_0 – тензор проницаемости; s – насыщенность воды; q_i – источник или сток; f_i и μ_i – относительные фазовые проницаемости и вязкости жидкостей соответствующих фаз, которые представляют зависимости следующего вида:

$$\mu = \mu(s, c, T),$$

$$f_1(s) = s^{3.5}; \quad f_2(s) = (1-s)^{3.5}.$$

Уравнение для концентрации с учетом диффузии и адсорбции

$$\begin{aligned} m \frac{\partial}{\partial t} (c_1 s + (1-s)c_2) + \frac{\partial a}{\partial t} + \operatorname{div}(v_1 c_1) + \operatorname{div}(v_2 c_2) = \\ = \operatorname{div}(D_1 s_1 \nabla c_1 + D_2 s_2 \nabla c_2) + q_1 c_1 + q_2 c_2 \end{aligned} \quad (4)$$

с уравнением кинетики массообмена в пористой среде

$$\frac{\partial a}{\partial t} = \frac{1}{\tau} \cdot (G(c) - a); \quad G(c) = \begin{cases} 1, & c > c^*, \\ [0, 1], & c = c^*, \\ 0, & c < c^* \end{cases}$$

при $c_1 = c$ и $c^2 = \varphi(c)$, где c_1 и c_2 – концентрация полимера в водной и нефтяной фазе соответственно; a – функция адсорбции; D_1 и D_2 – коэффициенты диффузии; c^* – известное значение критической концентрации мицеллообразования примеси и $0 < c^* < 1$.

Теплоперенос, осуществляемый водой и нефтью, описывается уравнением следующего вида [2]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} ((1-m)\rho_0 + m(\rho_1 C_1 s + \rho_2 C_2 (1-s)))T + \operatorname{div}((\rho_1 C_1 v_1 + \rho_2 C_2 v_2)T) = \\ = \operatorname{div}(((1-m)\lambda_0 + m(\lambda_1 s + \lambda_2 (1-s))))\nabla T + \tilde{q}_1 + \tilde{q}_2, \end{aligned} \quad (5)$$

где C_1, C_2 – удельные теплоемкости воды и нефти; \tilde{q}_1 и \tilde{q}_2 – известные функции.

В свою очередь, вязкость природной нефти и степень ее зависимости от температуры существенно определяются ее химическим составом. В общем случае указанные зависимости не линейны и могут изменяться в широком диапазоне. С учетом того, что растворимость геллана в нефти очень мала [1], простейшими аппроксимациями таких зависимостей могут служить линейные функции вида [3]:

$$\mu_1 = \mu_{10} (1 + \gamma_1 c - \gamma_2 (T - T_p)),$$

$$\mu_2 = \mu_{20} (1 - \gamma_3 (T - T_p)),$$

где T_p – пластовая температура.

Таким образом, мы рассматриваем математическую модель, описывающую процесс вытеснение нефти методом полимерного заводнения с начальными и граничными условиями:

$$s|_{t=0} = s_0(x), \quad c|_{t=0} = c_0(x), \quad a|_{t=0} = a_0(x), \quad T|_{t=0} = T_0(x), \quad (6)$$

$$\left. \frac{\partial s}{\partial n} \right|_{\partial\Omega} = 0; \quad -D \left. \frac{\partial c}{\partial n} \right|_{\partial\Omega} = \gamma_c \cdot V_c; \quad \left. \frac{\partial P}{\partial n} \right|_{\partial\Omega} = \gamma_p \cdot V_p; \quad \left. \frac{\partial T}{\partial n} \right|_{\partial\Omega} = \gamma_T \cdot V_T, \quad (7)$$

где $\partial\Omega$ – граница области.

Вычислительный метод. Алгоритм построения решения сводится к следующему. Задаются температура пласта и закачиваемой воды, начальная нефтенасыщенность пласта, начальное распределение давления, технологические и физические параметры пласта и обеих фаз. В целях получения согласованности единиц измерений и порядка искомых переменных сперва приведем систему уравнений (1) – (7) в безразмерный вид с помощью следующих соотношений:

$$\bar{x} = \frac{x}{L_x}; \quad \bar{y} = \frac{y}{L_y}; \quad \bar{k} = \frac{k}{k_c}; \quad \bar{\mu}_1 = \frac{\mu_1}{\mu_c}; \quad \bar{\mu}_2 = \frac{\mu_2}{\mu_c}; \quad \bar{P} = \frac{P}{P_c}; \quad \bar{t} = \frac{t}{t^*};$$

$$\bar{m} = \frac{m}{m_c}; \quad \bar{D} = \frac{D}{D_c}; \quad R_1 = \frac{1}{m_c}; \quad R_2 = \frac{m_c D_c \mu_c}{k_c P_c}; \quad \bar{\rho}_i = \frac{\rho_i}{\rho_c}; \quad \bar{C}_i = \frac{C_i}{C_c}; \quad \bar{T} = \frac{T}{T_c}.$$

Обозначив полученные безразмерные переменные как в исходной системе, получим:

$$m \frac{\partial s}{\partial t} + \text{div} v_1 = q_1, \quad (8)$$

$$-m \frac{\partial s}{\partial t} + \text{div} v_2 = q_2, \quad (9)$$

$$v_i = -K_0 \frac{f_i(s)}{\mu_i} \nabla P, \quad (10)$$

$$m \frac{\partial}{\partial t} (c_1 s + (1-s)c_2) + R_1 \cdot \frac{\partial a}{\partial t} + \text{div}(v_1 c_1) + \text{div}(v_2 c_2) =$$

$$= R_2 \cdot \text{div}(D_1 \nabla c_1 + D_2 \nabla c_2) + q_1 c_1 + q_2 c_2, \quad (11)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} ((1-m)\rho_0 + m(\rho_1 c_1 s + \rho_2 c_2 (1-s))T) + \text{div}((\rho_1 c_1 v_1 + \rho_2 c_2 v_2)T) =$$

$$= \text{div}(((1-m)\lambda_0 + m(\lambda_1 s + \lambda_2 (1-s)))) \nabla T + \tilde{q}_1 + \tilde{q}_2. \quad (12)$$

Путем суммирования уравнений (8) и (9) получим уравнение для давления, которое имеет вид

$$\text{div}[\vec{v}_1 + \vec{v}_2] = q_1 + q_2. \tag{13}$$

Уравнения давления (13), концентрации (11) и температуры (12) решаются по неявной схеме Писмена – Рэкфорда [4]. А насыщенность находится явно по известному распределению давления. При этом, решая такую систему по явной схеме, столкнулись с проблемой ограничения на шаг по времени, которое связано с устойчивостью схемы. Поэтому явная схема приводит к большим затратам времени на решение задачи. Схема Писмена – Рэкфорда хороша тем, что она экономична и абсолютно устойчива. Также выполняется достаточное условие сходимости метода прогонки для значений коэффициентов:

$$|A_i| + |B_i| < |C_i|.$$

Результаты вычислительных экспериментов. В таблице 2 представлены входные данные и параметры пласта, которые использовались для расчета данной задачи.

Таблица 2 – Параметры пласта

m	μ_{oil_0}	μ_{wat_0}	K	P_inj	P_prod	D_wat	D_oil
0,2	0,53 сПз	0,24 сПз	0,014 Д	40 атм	20 атм	0,3 (см) ² /сут	0,2 (см) ² /сут

Результаты численных расчетов, в частности распределения давления, температуры и концентрации полимера, полученные в случае, когда $\varphi(c) = \lambda c$ ($\lambda = 0$), показаны на рисунках 1–2.

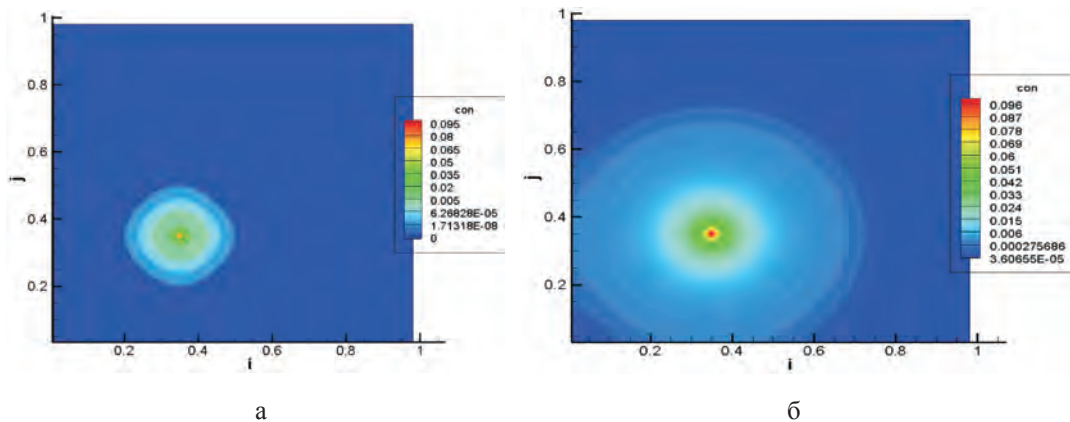


Рисунок 1 – Графики распределения концентрации полимера через 3000 (а) и 15 000 (б) итерации

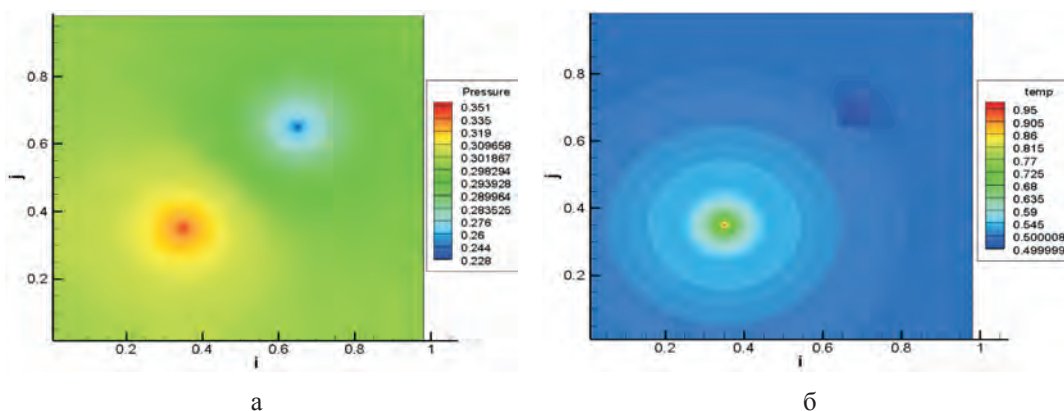


Рисунок 2 – Графики распределения давления (а) и температуры (б)

Таблица 3 – Результаты лабораторных экспериментов вытеснения нефти [1]

Абсолютная проницаемость, Д	Концентрация полимера, %	Коэффициент вытеснения нефти, %
0,041	0,5	26
0,051	0,1	46
0,295	0,25	53
0,322	0,1	62
0,324	0,35	54

Рассчитаны основные технологические показатели, такие, как средняя насыщенность нефти и текущая нефтеотдача пласта, при различных $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$. Для формул $\mu_1 = \mu_{10} (1 + \gamma_1 c - \gamma_2 (T - T_p))$ и $\mu_2 = \mu_{20} (1 - \gamma_3 (T - T_p))$ в случаях закачки гелеполимера как загустителя получим:

1. При постоянном температурном режиме закачки до определенного момента с увеличением концентрации полимера в водной фазе и γ_1 будет происходить увеличение нефтеотдачи ввиду наиболее полного вытеснения нефти с загущенной полимером водой, т.е. если $\mu_1 \uparrow$ пока не $\mu_1 \approx \mu_2$ и выше до предельного случая подвижности водной фазы в пористой среде, тогда *нефтеотдача* \uparrow . Далее эффект будет отрицательный, увеличение концентрации приводит к замедлению в целом движения водной фазы и дальнейшему падению нефтеотдачи пласта, что частично согласовывается с результатами [1] (таблица 3).

На рисунках 3–4 показаны изменения средней величины остаточной насыщенности нефти и текущей нефтеотдачи пласта при различных γ_1 .

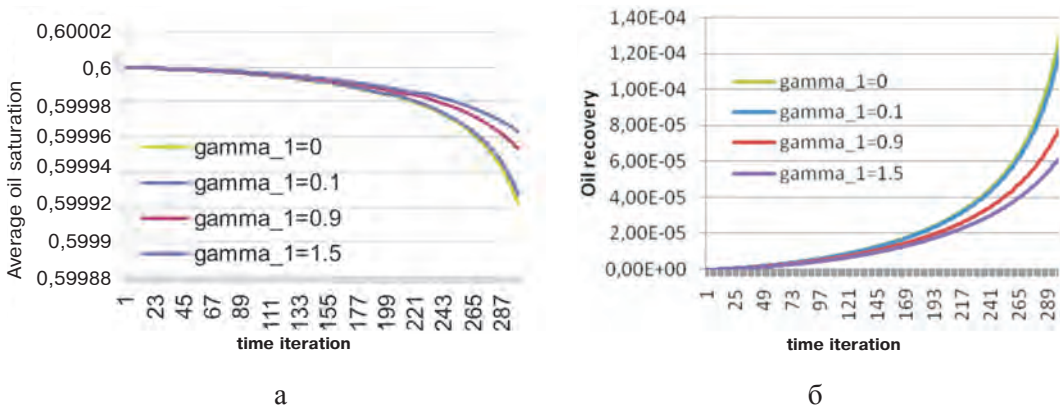


Рисунок 3 – Средняя насыщенность нефти (а) и текущая нефтеотдача пласта (б) при разных γ_1

2. Далее с увеличением температуры закачиваемого раствора водной фазы с полимером и соответственно $\gamma_2 \uparrow$ также происходят рост нефтеотдачи пласта ввиду теплопередачи из водной в нефтяную фазу и снижение вязкости нефти, т.е. если $\mu_1 \downarrow$ и также при $\gamma_3 \uparrow$, то $\mu_2 \downarrow$ за счет температурного эффекта, тогда *нефтеотдача* \uparrow (рисунок 4).

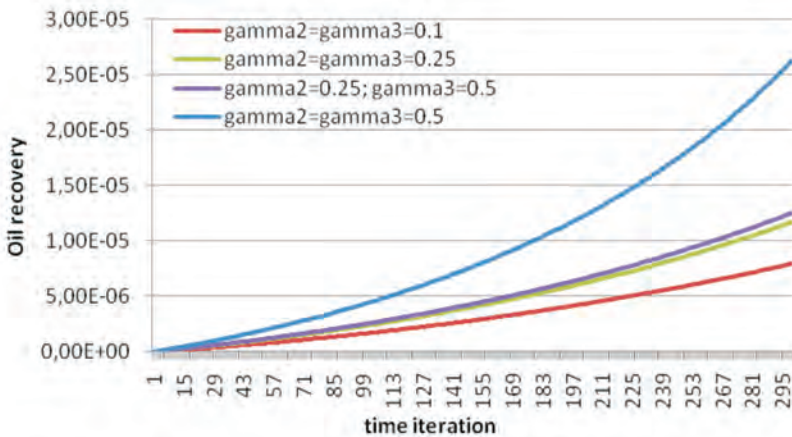


Рисунок 4 – Текущая нефтеотдача пласта для различных γ_2 и γ_3

3. При совместном одновременном изменении коэффициентов $\gamma_{1,2,3}$ получим $\gamma_1 \uparrow$ и $\gamma_2 \uparrow$ вместе с увеличением температуры закачиваемой воды с полимером (по сравнению с пластовой температурой) и соответственно $\gamma_3 \uparrow$, тогда *нефтеотдача* увеличится значительно по сравнению с предыдущими случаями. А при одновременном $\gamma_1 \uparrow$ и $\gamma_2 \downarrow$ вместе с уменьшением температуры закачиваемой воды с полимером (по сравнению с пластовой температурой) и соответственно $\gamma_3 \downarrow$, т.е. $\mu_1 \uparrow$ и $\mu_2 \uparrow$, тогда значение конечной *нефтеотдачи* будет неоднозначным ввиду большой разницы подвижности

и вязкости водной фазы (смеси с полимером) при различных температурных режимах (рисунок 5) закачки и концентраций полимера.

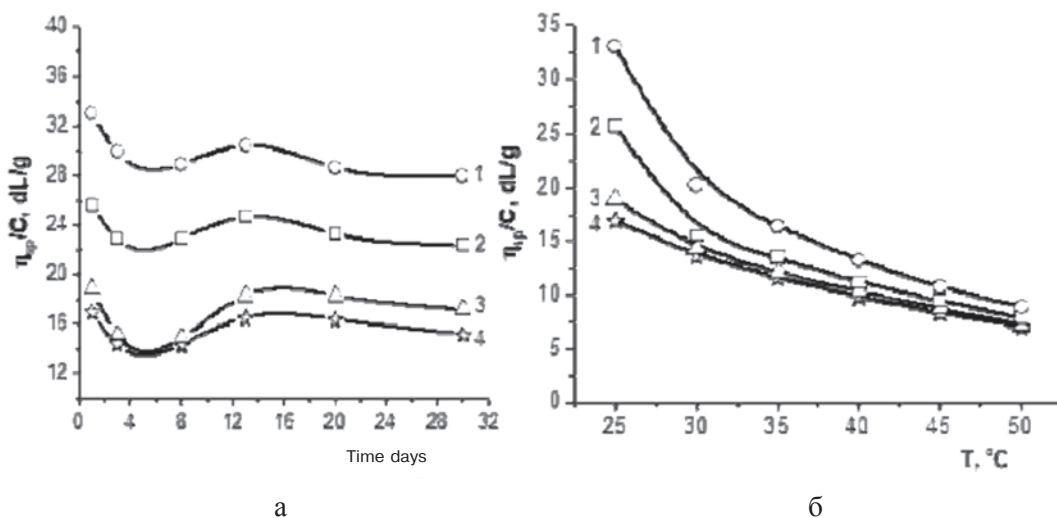


Рисунок 5 – Зависимость вязкости смеси с концентрацией 0,5 (1), 0,4 (2), 0,3 (3) и 0,2% (4) от времени (а) и влияние температуры на вязкость смеси с концентрацией 0,5 (1), 0,4 (2), 0,3 (3) и 0,2% (4) [1] (б)

Заметим (см. рисунок 5, б), что при высоких концентрациях полимера наблюдается сильная зависимость вязкости смеси от температуры. Закачка смеси (воды + полимера) при температуре, значительно меньшей от пластовой температуры, приводит к уменьшению конечной нефтеотдачи.

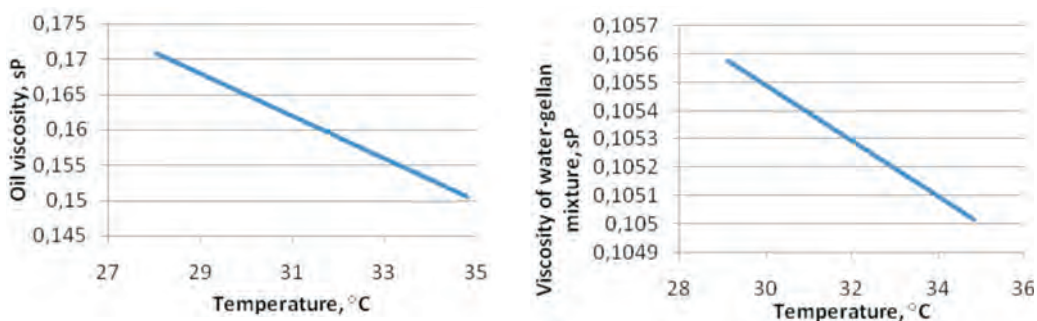


Рисунок 6 – Зависимость вязкости нефти и смеси от температуры при $\gamma_3 = 0,55$ и $\gamma_1 = 0,1$

Рисунок 6 показывает выбранную для расчетов линейную зависимость вязкости нефти и воды (с растворенным полимером) от температуры. С повышением температуры закачиваемой воды уменьшаются вязкости флюидов. На рисунке 7 можно за-

метить, что при температуре 40°C закачиваемой воды увеличение дебита нефти идет быстрее, чем нагнетание при 25°C, здесь пластовая температура 30°C.

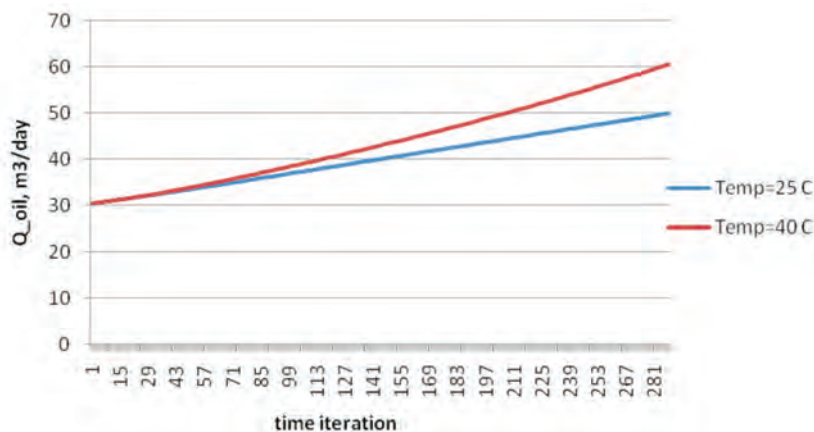


Рисунок 7 – Количество отобранной нефти при закачиваемой температуре 25 и 40°C

Итак, рассмотрена гидродинамическая модель третичного метода нефтедобычи – закачка полимера в нефтяной пласт с учетом теплопереноса и численная реализация с использованием неявной схемы переменных направлений. Использовалась линейная зависимость вязкости от концентрации полимера и температуры. В результате численных экспериментов определены средняя нефтенасыщенность и коэффициент нефтеотдачи. Установлено, что с изменением температурного поля пласта меняется вязкость флюидов (нефти и воды с растворенным полимером), которая, в свою очередь, сильно влияет на движение этих жидкостей в пористой среде. Также изменение температуры значительно влияет на количество отобранной нефти. С практической точки зрения полученные численные результаты подтверждены реальными данными нефтяного месторождения АО «Жайыкмунайгаз».

ЛИТЕРАТУРА

1 Ibragimov R., Gusenov I., Tatykhanova G., Adilov Zh., Nuraje N., Kudaibergenov S. Study of Gellan for Polymer Flooding // Journal of Dispersion Science and Technology. – 2013. – Vol. 34, N 9. – P.1240-1247.

2 Mukhambetzhonov S.T., Akhmed-Zaki D.Zh. Modeling of a problem of phase transitions at not isothermal filtration and qualitative properties of the decision // Wiertnictwo Nafta gaz. – Poland, 2008. – Vol. 25/2. – P. 541–549.

3 Zhu Wei-Yao, Sun Peng-Xiao, Ju Yan. A new thermal gel-polymer/polymer flooding compositional simulator // The seventh Asian congress of fluid mechanics. – Chennai (Madras), 1997. – P. 661–668.

4 Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989. – 432 с.

Б. Т. ЖУМАГУЛОВ¹, А. А. ИСАХОВ², А. К. ХИКМЕТОВ²

¹Национальная инженерная академия РК

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИВА НЕФТИ НА АКВАТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Рассматривается динамика переноса нефтяного пятна на поверхности моря. Построена математическая модель переноса нефтяного пятна на поверхности моря с учетом испарения, деструкции и растворения. Корректно сформулированы и поставлены начальные и граничные условия задачи с учетом режимных параметров основного потока и метеорологических условий Северного Каспия. Разработан численный алгоритм решения задачи. Проведено моделирование миграции нефтяного пятна на поверхности Каспийского моря, проведена численная оценка масштабов загрязнения моря.

Ключевые слова: математическое моделирование, разлив нефти, Каспийское море, нефтепродукты, деструкция, испарение.

Бұл жұмыста теңіз бетіндегі мұнай дағы тасымалының динамикасы қарастырылған. Теңіз бетіндегі булану, деструкция және еруін ескеріп мұнай дағы тасымалының математикалық моделі құрастырылған. Солтүстік Каспийдің негізгі ағынының режимдік параметрлері мен метеорологиялық шарттары есебінен туындаған бастапқы және шекаралық шарттары дұрыс құрастырылған және қойылған. Есепті шешудің сандық алгоритмі жасалған. Каспий теңізінің бетіндегі мұнай дағы миграциясын модельдеу, теңіз және жағалау аймағының ластануы масштабын сандық бағалау жүргізілген.

Кілттік сөздер: математикалық модельдеу, мұнайдың төгілуі, Каспий теңізі, мұнай өнімдері, деструкция, булану.

In this paper, dynamics of oil slick transfer on sea surface is considered. Mathematical model of oil slick transfer on sea surface was constructed with due account of evaporation, degradation and dissolution. Initial and boundary conditions of the problem were correctly formed and defined with due account of operational parameters of the mainstream and meteorological conditions in the Northern Caspian. Numerical algorithm was developed for this problem solving. Simulation of oil spill migration on the Caspian Sea surface was carried out and numerical estimate was done of marine pollution scale.

Keywords: mathematical simulation, oil spill, the Caspian Sea, oil products, degradation, evaporation.

Локальные загрязнения в результате выбросов промышленных предприятий во многих городах мира давно превзошли предельно допустимые нормы. Гигантские работы, связанные с добычей угля, нефти, железной руды и других полезных ископаемых, приводят к значительным загрязнениям окружающей среды. В связи с этим исследование процесса загрязнения окружающей среды в результате деятельности промышленных предприятий является актуальным и своевременным.

Северный Каспий занимает всего 0,5% от общего объема воды в море. В результате интенсификации процессов освоения углеводородного сырья как в прибрежной, так и в шельфовой зоне море подвергается загрязнению нефтепродуктами и сопутствующими им токсикантами. Кроме того, Каспийское море принимает стоки рек, несущих в море различные загрязняющие вещества. Все это определяет повышенный уровень антропогенной загрязненности моря.

Нефтяная отрасль по глубине и многообразию негативных воздействий на окружающую среду превосходит все другие отрасли топливно-энергетического комплекса. Наиболее ощутимо эти воздействия проявляются в условиях добычи, подготовки, переработки и транспорта углеводородного сырья и нефтепродуктов.

По данным Каспийского регионального тематического центра (КРТЦ), в море в год из разных источников поступает до 122,35 тыс. т нефтепродуктов. По данным Казгидромета, случаи превышения ПДК по нефтепродуктам имеют место во время залповых сбросов в море загрязнителей в период катастрофических сгонно-нагонных явлений. Легкие нефтепродукты всплывают и растекаются по поверхности, тяжелые – по грунту и прилипают к нему. Более всего подвержены загрязнению прибрежные опресненные воды, обеспечивающие первичную продукцию восстановления и богатства всех биоценозов моря.

С началом интенсивного освоения углеводородных ресурсов в бассейне Каспийского моря и эксплуатацией действующих морских скважин наблюдается тенденция к увеличению содержания нефти и нефтепродуктов в море. Нефтяные загрязнения подавляют развитие фитобентоса и фитопланктона Каспия, представленных сине-зелеными и диатомовыми водорослями, снижают выработку кислорода. Увеличение загрязнения отрицательно сказывается и на тепло-, газо-, влагообмене между водной поверхностью и атмосферой. Из-за распространения на значительных площадях нефтяной пленки скорость испарения снижается в несколько раз. Загрязнение Каспийского моря ведет к гибели огромного числа редких рыб и других живых организмов [1–3].

Моделирование разлива нефти позволит обеспечить выполнение организационно-технических мероприятий по привлечению к работам, в зависимости от масштабов аварий, необходимых технических средств (нефтемусоросборщиков, вспомогательных судов, необходимого количества боновых заграждений и сорбентов).

В зависимости от основных лимитирующих факторов (место аварии, объем разлива, тип нефтепродукта, гидрометеорологическая обстановка) на основании построенной численной модели могут быть разработаны несколько сценариев ликвидации возможных аварийных ситуаций.

Математическая модель. Теоретическую основу математических моделей составляют уравнения гидродинамики моря, уравнения переноса и трансформации концентрации. Необходимо отметить, что подобные модели существенно нелинейные и нестационарные. При математическом моделировании процессов распространения примесей очень важным этапом являются разработка и выбор соответствующего вычислительного алгоритма и аппроксимации уравнения переноса. При прогнозировании возможных изменений режима моря и их экологических систем под влиянием антропогенных воздействий в последнее время успешно используются методы математического моделирования.

Наличие на поверхности жидкости пленки абсорбированного ею вещества может существенно изменить гидродинамические свойства свободной поверхности жидкости. Дело в том, что при изменении формы поверхности, сопровождающем движение жидкости, происходит растяжение или сжатие пленки, т.е. изменение поверхностной концентрации абсорбированного вещества. Эти изменения приводят к появлению дополнительных сил, которые должны быть учтены в граничных условиях, имеющих место на свободной поверхности жидкости.

В водоемах пространственное изменение температуры невелико, соответствующее изменение плотности намного меньше самой величины плотности воды. Поэтому стратифицированное течение в водоеме можно описывать уравнениями в приближении Буссинеска, т.е. в уравнениях движения переменную величину плотности воды можно заменить некоторым постоянным ее значением везде, за исключением членов, представляющих архимедову силу. Системой основных уравнений, описывающих течения при ламинарном режиме, являются уравнения Навье–Стокса, уравнения для температуры и концентрации [4 – 7]:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \nabla) \vec{v} = -\nabla p + \Delta \vec{v} + \frac{RaL}{Pr} (T - C) \vec{y}.$$

Уравнение несжимаемости жидкости $div \vec{v} = 0$ и переноса тепла

$$\frac{\partial T}{\partial t} + (\vec{v} \nabla) T = \frac{1}{Pr} \Delta T$$

дополняется уравнением переноса примеси

$$\frac{\partial C}{\partial t} + (\vec{v} \nabla) C = \frac{1}{Sc} (\Delta C + \varepsilon \Delta T) + f(c),$$

где C – поле концентрации примеси; помимо чисел Прандтля (Pr), Шмидта (Sc) и Рэлея (Ra) в систему уравнений входит дополнительный безразмерный параметр $\varepsilon = \alpha \beta_c / \beta_t$, описывающий действие термодиффузии, где $\alpha = k_t / T$, k_t – термодиффузионное отношение. Коэффициент плотности β_c характеризует зависимость плотности от концентрации.

Разрушение нефтяного загрязнения происходит за счет естественных причин (испарение, растворение). Функция $f(c)$ описывает соответствующий процесс деструкции и в зависимости от характера процесса деструкции имеет вид [8]:

$$1) f(c) = \frac{K_E X_i P_i}{RT} M_i^{(m)} \text{ описывает уменьшение нефти только за счет испарения; } t$$

– время, с; K_E – коэффициент массопереноса для углеводорода, м/с; X_i – молярная доля компонента с номером i , равная $\frac{M_i}{\sum M_i}$; P_i – давление паров компонента с номером i , Па; R – газовая постоянная, 8,314 Дж/моль·К; T – температура окружающей среды над поверхностью моря, К; значение молярной массы $M_i^{(m)}$ компонента с номером i определяется по периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева.

2) $f(c) = K_D^{(w)} X_i S_i M_i^{(m)}$ описывает уменьшение нефти только за счет деструкции и растворения нефтепродуктов, где t – время, с; K_D – коэффициент массопереноса для углеводорода, м/с; X_i – молярная доля компоненты с номером i , равная $\frac{M_i}{\sum M_i}$; S_i – растворимость в воде компоненты с номером i , кг/м³.

Численный метод. Для решения задачи с учетом выше предложенной модели используется схема расщепления по физическим параметрам. На первом этапе предполагается, что перенос количества движения осуществляется только за счет конвекции и диффузии. Промежуточное поле скорости находится методом дробных шагов при использовании метода прогонки [9]. На втором этапе по найденному промежуточному полю скорости устанавливается поле давления [10]. Уравнение Пуассона для поля давления решается методом верхней релаксации. На третьем этапе предполагается, что перенос осуществляется только за счет градиента давления.

$$I) \frac{\vec{u}^* - \vec{u}^n}{\tau} = -(\nabla \vec{u}^n \vec{u}^* - \nu \Delta \vec{u}^*) .$$

$$II) \Delta p = \frac{\nabla \vec{u}^*}{\tau} .$$

$$III) \frac{\vec{u}^{n+1} - \vec{u}^*}{\tau} = -\nabla p .$$

Результаты моделирования. Расчет проводился для 1 и 3 фракций кашаганской нефти. Результаты расчетов параметров нефтяного поля через интервалы времени представлены в графическом виде ниже. Параметры определялись при скорости ветра 1и 10 м/с.

На рисунках 1–3 представлены графики динамики основных параметров фракций кашаганской нефти при различных массах разлива нефти и различных ветрах. На рисунке 1 изображена динамика изменения массы по времени. Как видно из рисунка 1, масса вылившейся нефти при скорости ветра 10 м/с уменьшается со временем быстрее, чем при скорости ветра 1 м/с. Это связано с тем, что при больших скоростях ветра испарение нефти с водной поверхности проходит быстрее. На рисунке 2 показано изменение средней площади нефтяного пятна в зависимости от времени. Очевидно, что площадь растекания нефти увеличивается с ростом скорости ветра, а при большем растекании нефти толщина уменьшается (см. рисунок 3). Влияние силы ветра на разлив нефтяного пятна также представлено на рисунке 3, где изображено изменение поперечного размера пятна в зависимости от времени.

Для моделирования разлива и переноса нефти были заданы источники и количество вылившейся нефти в открытое море. При решении задачи расчетная область покрывалась сеткой 100x100.

В результате численного моделирования гидродинамики Каспийского моря получены распределение концентрации нефтяного разлива на поверхности моря и траектория миграции нефти при восточном ветре с силой 1 м/с. Следует отметить, что расчеты проводились без учета реальной розы ветров для данной местности и расчетное время составляет 12 ч после начала разлива.

На рисунке 4 приводится выделенная расчетная область (красный прямоугольник) размером 100x100 км, в которой рассматривалась динамика миграции нефтяного пятна.

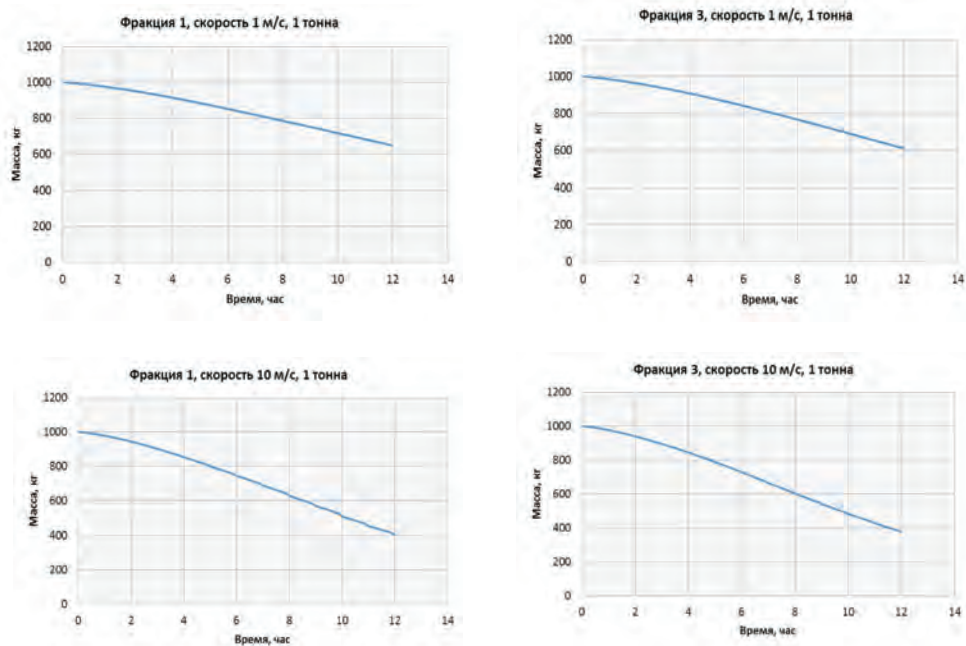


Рисунок 1 – Динамика изменения массы разлитой нефти в зависимости от времени при разливе 1 т нефти при различных ветрах для двух фракций кашаганской нефти

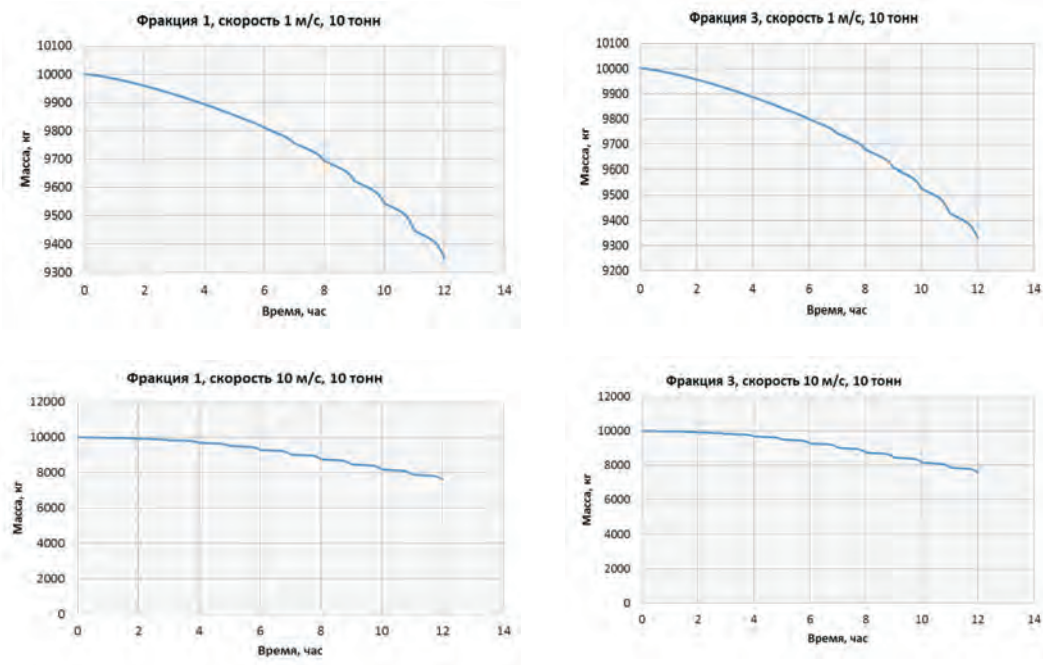


Рисунок 2 – Динамика изменения массы разлитой нефти в зависимости от времени при разливе 10 т нефти при различных ветрах для двух фракций кашаганской нефти

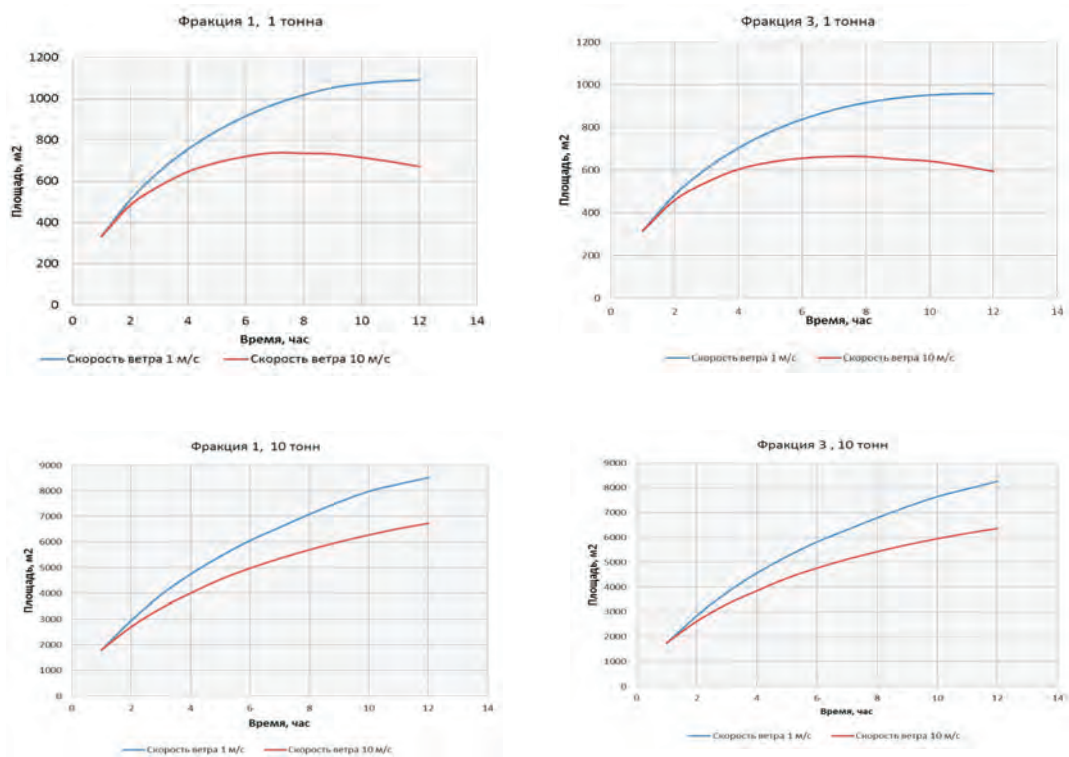


Рисунок 3 – Изменение средней площади нефтяного пятна в зависимости от времени для различных масс разлитой нефти при различных ветрах для двух фракций кашаганской нефти

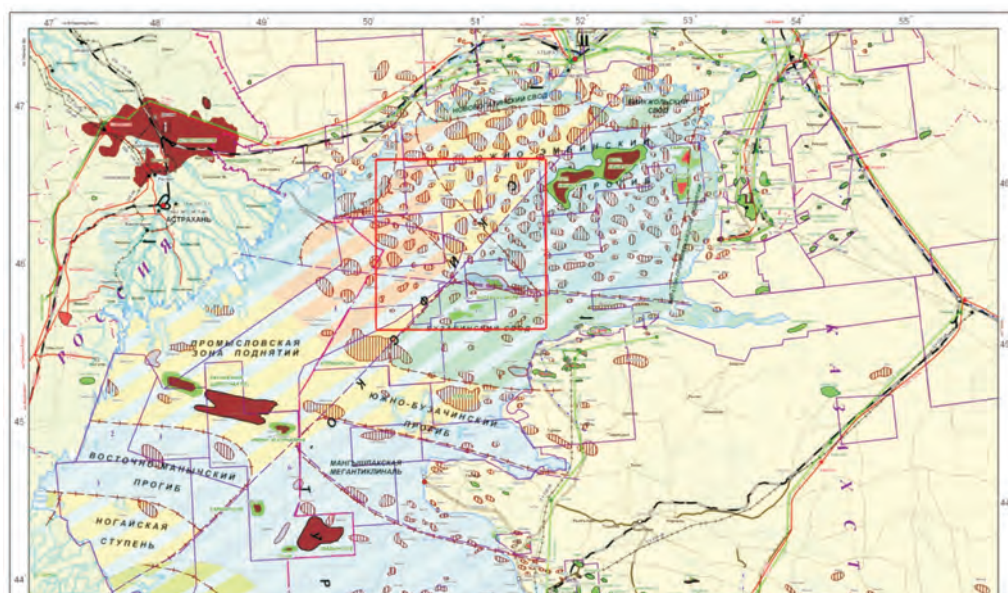


Рисунок 4 – Расчетная область Каспийского моря, взятая для определения ареала и траектории движения

На рисунке 5, 6 рассматривается распространение нефтяного пятна со стационарного источника при восточном ветре.

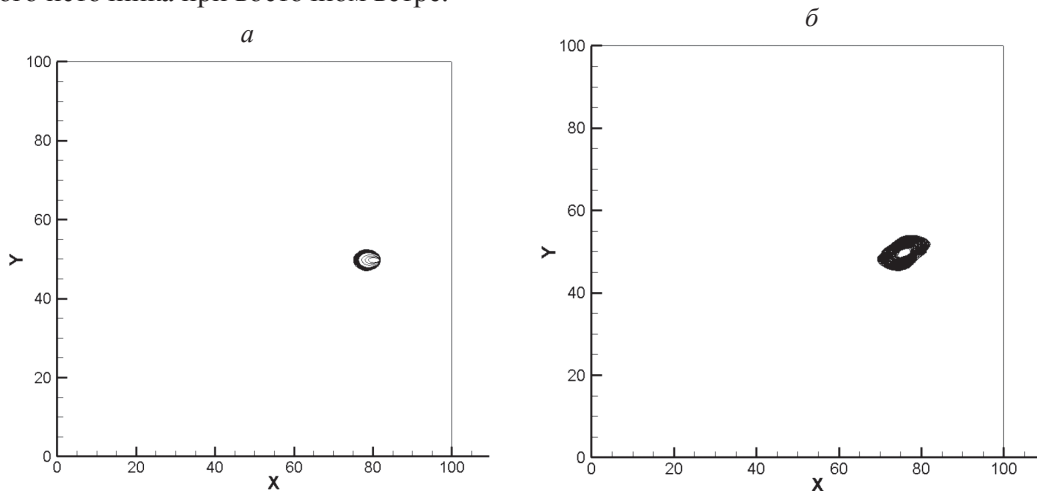


Рисунок 5 – Миграция нефтяного пятна при восточном ветре через 5 (а) и 4 ч (б) после разлива

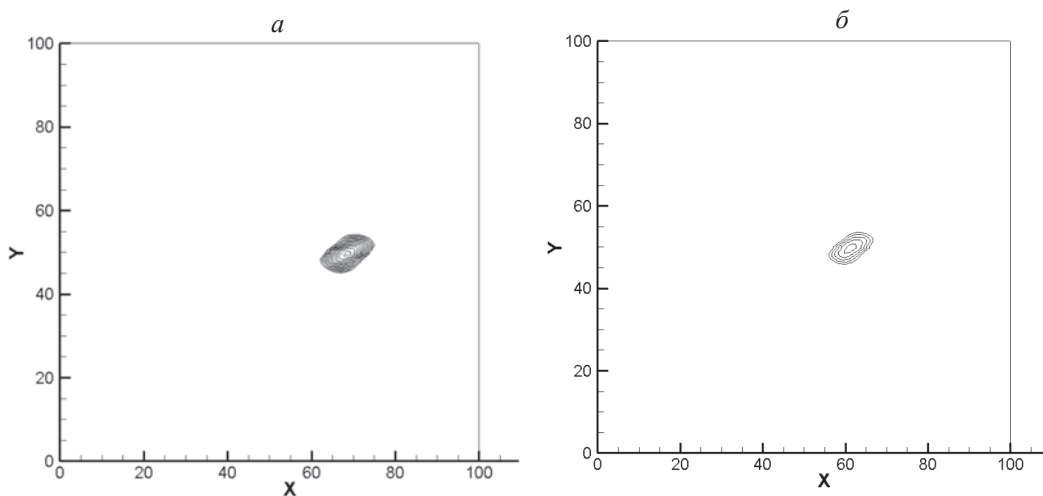


Рисунок 6 – Миграция нефтяного пятна при восточном ветре через 8 (а) и 12 ч (б) после разлива

Как показывают результаты моделирования, распространение концентрации и траектория миграции нефтяного пятна на небольшой глубине сильно зависят от силы и направления ветра.

Расчет траектории миграции нефтяного пятна позволяет определить координаты места максимального загрязнения морской поверхности, а также координаты места выхода нефтяного пятна на берег моря и момент времени, когда это происходит, чтобы оценить объем остающейся в нефтяном пятне нефти. Расчет динамики нефтяного

пятна целесообразно проводить до того момента, когда его толщина станет меньше 1 мкм, после чего начинается разрыв нефтяной пленки на небольшие фрагменты.

Таким образом, имея метеорологические прогнозы ветра над акваторией Каспийского моря и объем разлившейся нефти, используя методы математического моделирования, возможно оценить ареал распространения нефтяного пятна и принять эффективные меры по ликвидации нефти и нефтепродуктов в море. Предлагаемый метод моделирования позволит решать задачи прогнозирования последствий аварийного разлива нефти в заданных положениях в акватории казахстанского сектора Каспийского моря.

ЛИТЕРАТУРА

1 Джекенов М.К. Меры, принимаемые Республикой Казахстан по охране окружающей среды Каспийского моря // Вестник КазНТУ. – 2010. – № 1. – С. 12–15.

2 Кузьмина Е.М. Политико-экологические проблемы освоения шельфа Каспия // Сб. трудов межд. научно-практ. конф. «Эколого-экономические проблемы освоения Каспийского шельфа». – 2006. – С. 19–25.

3 Бухарицин П.И. Опасные гидрологические явления на Северном Каспии // Водные ресурсы. 1994. – Т. 21, № 4–5. – С. 444–452.

4 Фельзенбаум А.И. Динамика морских течений // Итоги науки. Гидромеханика. 1968. – М.: ВИНТИ АН СССР, 1970. – С.97–338.

5 Филатов Н.Н. Динамика озер. –Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 168 с.

6 Саркисян А.С. Численный анализ и прогноз морских течений. –Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 181 с.

7 Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 320 с.

8 Архипова Е. Г. Об испарении на Каспийском море // Тр. ГОИН. – М., 1955.

9 Яненко Н.Н. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики. – Новосибирск: Наука, 1967. – 196 с.

10 Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкости. – М.: Мир, 1991. – Т. 2. – 552 с.

Д. Ш. АХМЕДОВ, С. А. ЕЛУБАЕВ, Ф. Н. АБДОЛДИНА, Д. М. МУРАТОВ

*ДТОО «Институт космической техники и технологий»
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ГИБРИДНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ BLADE-ПРОЦЕССОРОМ

Представлены результаты работ по проектированию и созданию персональной гибридной вычислительной системы с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров. Приведены структурные схемы ПГВС на уровне укрупненных блоков, вычислительного blade-модуля, управляющего узла, сетевой инфраструктуры гибридной вычислительной системы. Дана трехмерная модель создаваемой ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров.

Ключевые слова: *параллельные вычисления, высокопроизводительные вычисления, гибридная вычислительная система, графический ускоритель, CUDA-технология, blade-модуль.*

Мақалада GPU-процессорлар негізінде есептеуіш blade-модульмен дербес гибридік есептеуіш жүйенің жобалау және жасау бойымен жұмыстардың нәтижелері көрсетілген. Гибридік есептеуіш жүйенің есептеуіш blade-модульдің, басқарушы түйіннің, торлық инфрақұрылымның құрылымдық сұлбалары көрсетілген. Жасалынатын дербес гибридік есептеуіш жүйенің үш өлшемді үлгісі көрсетілген.

Кілттік сөздер: *параллельді есептеулер, жоғары өнімді есептеулер, дербес гибридік есептеуіш жүйе, графикалық жеделдеткіш, CUDA-технология, блейд-модуль.*

In this paper results are presented of works on the design and development of personal hybrid computer system (PHCS) with computing blade-module based on the GPU-processors. Structural schemes of PHCS were presented at a level of modules, computing blade-module, control node, network infrastructure. 3D-model was presented of created personal hybrid computing system with computing blade-module based on the GPU-accelerators.

Keywords: *parallel computing, high-performance computing, hybrid computing systems, GPU-accelerator, CUDA-technology, blade-module.*

Высокопроизводительные вычислительные системы гибридной архитектуры составляют сравнительно недорогую альтернативу суперкомпьютерам традиционной архитектуры на базе центральных процессоров, делая возможным для широкого круга потребителей применение параллельных вычислений.

Блейд-архитектура позволяет в разы увеличить производительность гибридной вычислительной системы, при этом помогает экономить место, эксплуатационные затраты, упростить дизайн. Также блейд-архитектура представляет собой законченную экосистему, включающую помимо самих серверов устройства хранения, сетевое оборудование, источники питания и систему охлаждения.

Блейд-архитектура – один из наиболее перспективных подходов к построению центров данных, дающий возможность в наибольшей степени снизить эксплуатационные расходы, повысить управляемость, масштабируемость и в максимальной степени приблизиться к требованиям систем высочайшего класса, используя в качестве “кирпичей” стандартные компоненты [1].

Аналитическая компания International Data Corporation (IDC) называет лезвием (blade-сервером) модульную одноплатную компьютерную систему, включающую процессор и память. Лезвия вставляются в специальное шасси (или полку) с объединительной панелью (backplane), обеспечивающей им подключение к сети и подачу электропитания. Это шасси с лезвиями, по мнению IDC, является blade-системой. Оно выполнено в конструктиве для установки в стандартную 19-дюймовую стойку и в зависимости от модели и производителя занимает в ней 3U, 6U или 10U (один U – unit, или монтажная единица, равен 1,75 дюйма). За счет общего использования таких компонентов, как источники питания, сетевые карты и жесткие диски, Blade-серверы обеспечивают более высокую плотность размещения вычислительной мощности в стойке по сравнению с обычными тонкими серверами высотой 1 и 2 U [2].

Проведенные работы. В рамках бюджетного проекта Министерства образования и науки Республики Казахстан «Разработать персональную гибридную вычислительную систему на базе GPU-процессоров» выполнена научно-исследовательская работа по созданию опытного образца персональной гибридной вычислительной системы (ПГВС) с вычислительным blade-модулем на базе графических процессоров Nvidia Tesla [3], в ходе которой:

- определены принципы построения ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров;
- построена обобщенная архитектура разрабатываемой ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров;
- проведены работы по выбору сетевого оборудования для вычислительного blade-модуля;
- построена архитектура системы мониторинга основных параметров, которая представляет собой систему из логического устройства, комплекса датчиков и устройств индикации основных параметров ПГВС;
- проведены работы по предварительному выбору источника бесперебойного питания, обеспечивающего качественное непрерывное электропитание;
- продумано компактное размещение компонентов системы с использованием серверного шкафа.

Система мониторинга объединяет две взаимосвязанные подсистемы – систему сбора метрик и систему оповещений.

Система сбора метрик при помощи соответствующего интерфейса (IPMI – Intelligent Platform Management Interface) снимает комплексные показания температуры каждого blade-лезвия. На каждом blade-лезвии установлен локальный контроллер (программно-технический компонент), снимающий метрики с температурных датчиков, установленных на следующих устройствах: графические процессоры, центральный процессор, материнская плата.

Система оповещения является ключевым компонентом в системе мониторинга (рисунок 1) и необходима для своевременного оповещения администратора о возможном перегреве одного или нескольких компонентов.

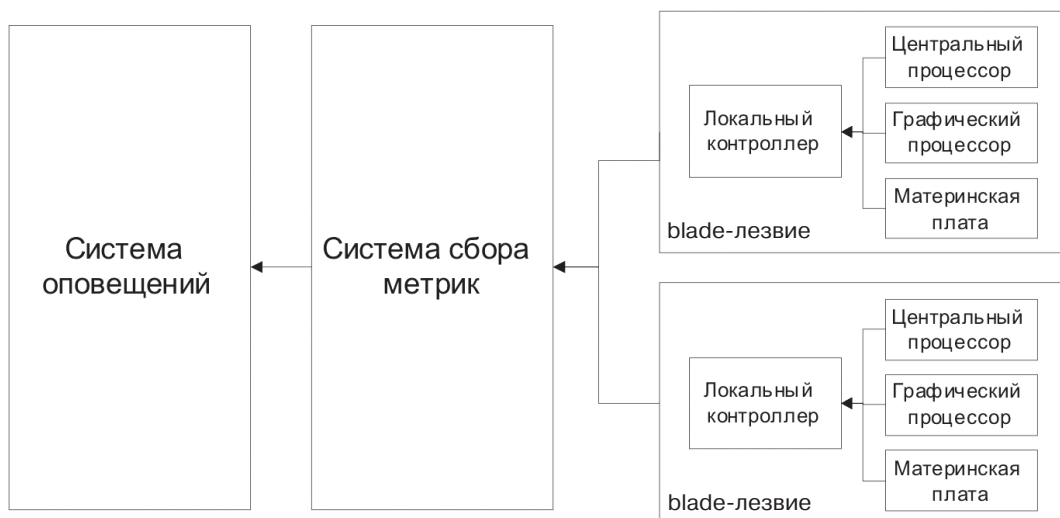


Рисунок 1 – Архитектура системы мониторинга

На втором этапе на основе проведенного анализа передовых достижений и технического уровня современной вычислительной техники разработано техническое задание, на основе которого разработана рабочая документация на ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров. Подготовлен в соответствии с ГОСТами весь необходимый пакет технорабочей документации для создания опытного образца ПГВС: техническое задание, проектная, рабочая, эксплуатационная документация.

На третьем этапе изготовлен опытный образец ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров с пиковой производительностью не менее 3 Тфлопс двойной точности и 6 Тфлопс одинарной точности.

На заключительном этапе проведено тестирование опытного образца ПГВС, результаты которого подтвердили правильность выбора технических решений и позволили уточнить отдельные технические характеристики ПГВС с вычислительным blade-модулем.

Архитектура ПГВС с вычислительным blade-модулем. В основу архитектуры разрабатываемой ПГВС с вычислительным blade-модулем положен модульный принцип построения. Этот принцип позволяет самим комплектовать нужную конфигурацию ПГВС с вычислительным blade-модулем и при необходимости проводить ее модернизацию. ПГВС с вычислительным blade-модулем обеспечивает возможность дальнейшей модификации с минимальными доработками.

Структурная схема ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе графических процессоров на уровне укрупненных блоков приведена на рисунке 2.

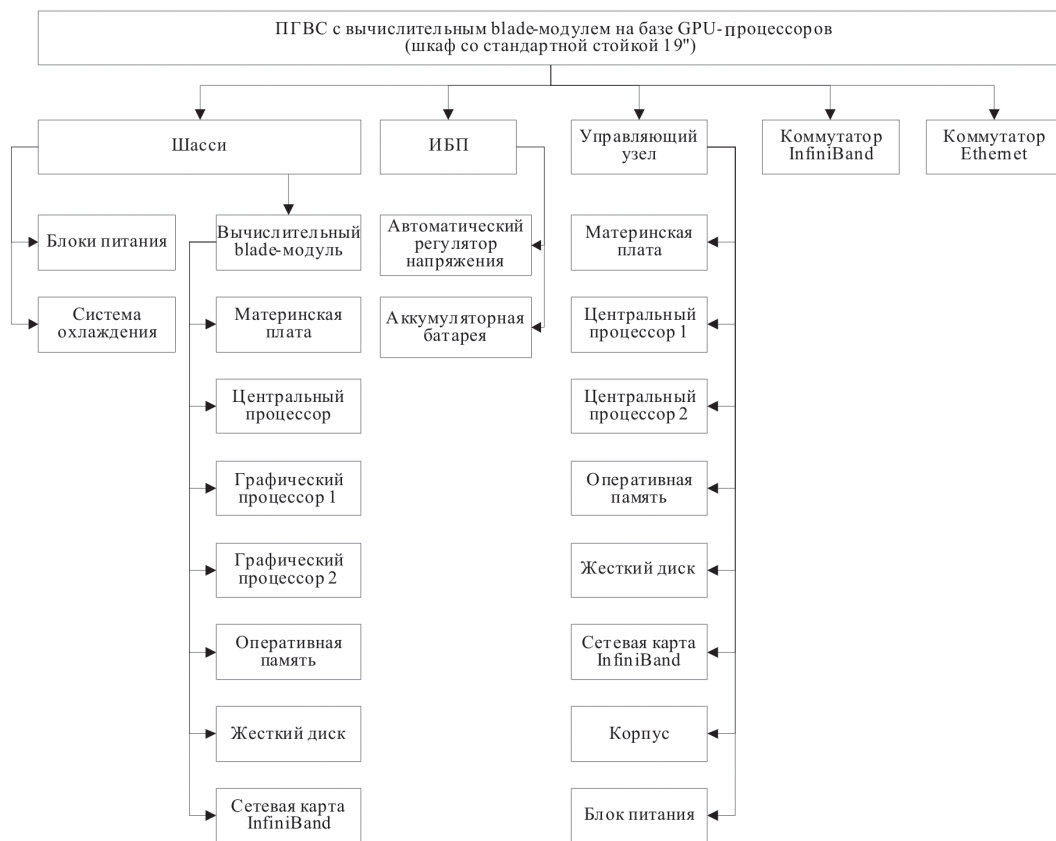


Рисунок 2 – Структурная схема ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе графических процессоров на уровне укрупненных блоков

ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе графических процессоров состоит из следующих укрупненных блоков:

1. Вычислительный blade-модуль на базе графических процессоров, на котором выполняются задачи пользователя. Каждый вычислительный blade-модуль имеет следующие характеристики: производительность – 2,3 Тфлопс двойной точности и 7,04 Тфлопс одинарной точности; объем оперативной памяти – 64 Гб; объем жесткого диска – 500 Гб; сетевая карта InfiniBand с пропускной способностью 40 Гбит/с.

2. Управляющий узел, организует работу всей вычислительной системы и управляет ее ресурсами. Он включает два центральных процессора, объем оперативной памяти – не менее 128 Гб, объем жесткого диска – не менее 4 Тб.

3. Коммутатор InfiniBand. Основные технические параметры коммутатора: 18 портов, скорость соединения – 40 Гбит/с, коммутационная емкость – 1,44 Тб/с.

4. Коммутатор Ethernet. Основные технические параметры коммутатора: 26 портов, пропускная способность – 1 Гбит/с, коммутационная способность – 38,69 млн пакетов в секунду.

5. Шасси для установки blade-модулей на базе графических процессоров.

6. Источник бесперебойного питания (ИБП). Основные технические параметры ИБП: максимальная выходная мощность – 4000 Вт, диапазон входного напряжения при работе от сети – 160–286 В.

7. Шкаф 24 U со стандартной стойкой 19 дюймов.

В ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе графических процессоров используются два вида сети: коммуникационная и сервисная.

Коммуникационная сеть ПГВС с вычислительным blade-модулем построена на базе сетевой технологии InfiniBand. InfiniBand – одна из самых быстроразвивающихся технологий на современном рынке. В области высокопроизводительных вычислений InfiniBand стала фактически стандартом предпочтительной технологии межсистемных соединений. InfiniBand изначально применялась в средах высокопроизводительных вычислений благодаря своей высокой пропускной способности и минимальной латентности. Кроме этого, она обладает такими преимуществами, как надежная и лишённая потерь передача данных, а также малозатратный транспорт данных с точки зрения ресурсов центрального процессора. Коммуникационную сеть ПГВС с вычислительным blade-модулем составляют следующие устройства: коммутатор InfiniBand; адаптер InfiniBand; кабель InfiniBand. Коммутатор и адаптер InfiniBand, входящие в состав коммуникационной сети ПГВС с вычислительным blade-модулем, обеспечивают скорость обмена данными между вычислительными узлами до 40 Гб/с.

Кроме коммуникационной сети, по которой будут обмениваться информацией параллельные приложения, ПГВС с вычислительным blade-модулем использует сервисную сеть. По ней происходит передача данных и осуществляется управление вычислительными blade-модулями ПГВС. Разделение коммуникационной и сервисной сетей необходимо для того, чтобы вспомогательный трафик не мешал работе параллельных приложений, запущенных на вычислительных blade-модулях ПГВС. Транспортная сеть ПГВС с вычислительным blade-модулем построена на базе сетевой технологии Gigabit Ethernet, которая обеспечивает скорость обмена данными между узлами до 1 Гб/с.

Разработана трехмерная модель персональной гибридной вычислительной системы с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров, где вычислительные blade-модули, вставленные в шасси, подключены к общему блоку питания и используют общую систему охлаждения.

Разработана трехмерная модель компоновки в серверном шкафу 24 U со стандартной 19-дюймовой стойкой следующих элементов ПГВС: источник бесперебойного питания, шасси с blade-модулями, коммутационные устройства сети Ethernet и InfiniBand (рисунок 3, а).

Разработана трехмерная модель шасси для blade-модулей (см. рисунок 3, б). Выполнено проектирование системы охлаждения, электропитания, схемы организации коммуникационной сети. На задней панели шасси установлены вентиляторы с рассчитанной расходной характеристикой, достаточной для отвода тепла, выделяемого элементами blade-модулей. В верхней и нижней частях задней панели шасси размещены блоки питания по схеме N+1, один резервный.

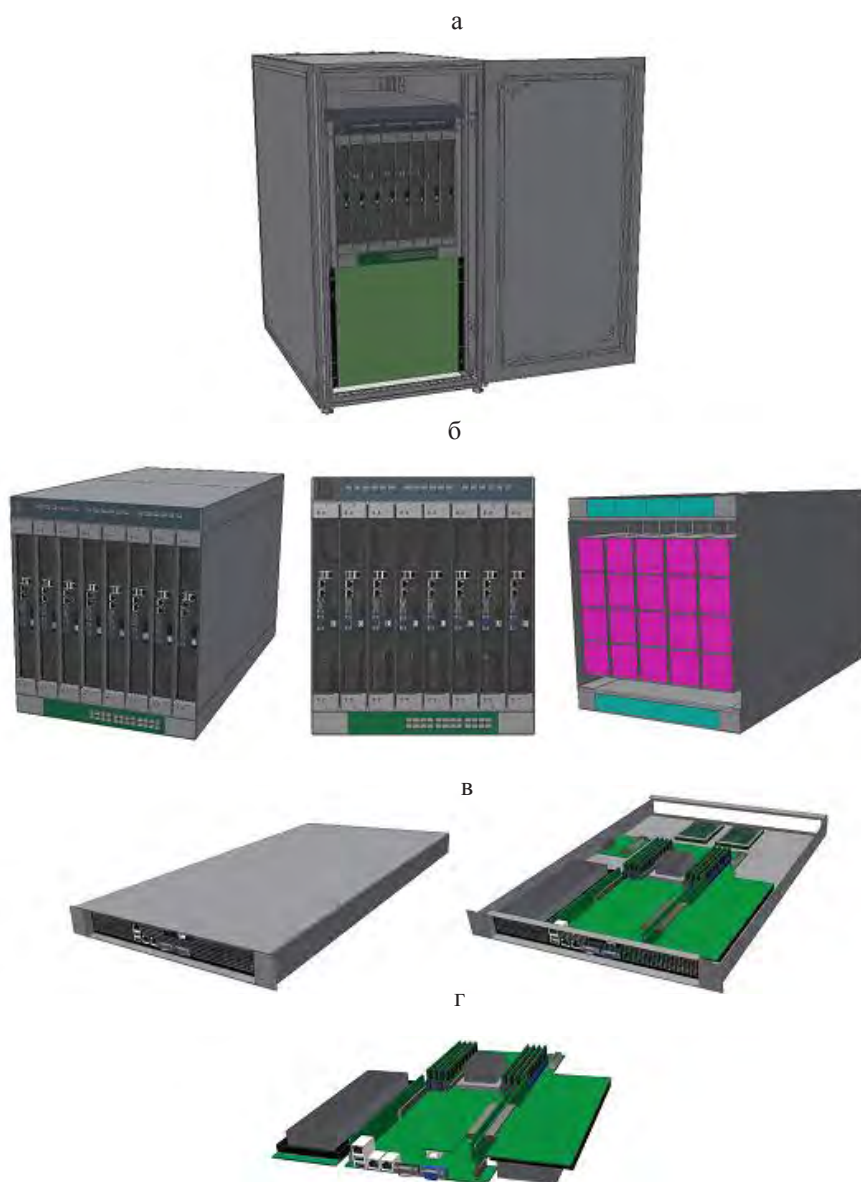


Рисунок 3 – Трехмерная модель ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе графических процессоров: *а* – общий вид; *б* – шасси (в сборе, спереди, сзади); *в* – блейд-сервер (в сборе, без крышки); *г* – материнская плата

Разработана модель blade-модуля (см. рисунок 3, *в*, *г*), в которой представлена схема размещения двух графических процессоров Nvidia Tesla.

На базе трехмерной модели ПГВС были разработаны чертежи общего вида и габаритные чертежи рабочей документации.

На рисунке 4 представлен чертеж общего вида шкафа ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе графических процессоров, построенный на основе трехмерного цифрового прототипа (см. рисунок 3, *а*).

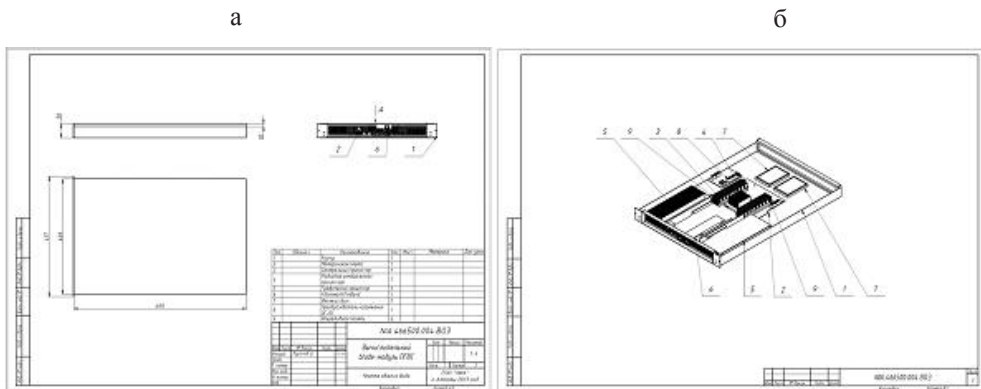


Рисунок 6 – Чертеж общего вида вычислительного blade-модуля ПГВС:
 а – blade-модуль (лист 1); б – blade-модуль (лист 2)

Таким образом, проведенные работы позволили осуществить детальное проектирование архитектуры опытного образца ПГВС с вычислительным blade-модулем на базе GPU-процессоров, что дало возможность минимизировать количество ошибок при создании и компоновке элементов опытного образца ПГВС. Цифровой прототип ПГВС позволил наглядно представить архитектуру создаваемой ПГВС и архитектуру ее основных блоков. На основе рабочей документации был создан опытный образец ПГВС с вычислительным blade-модулем, полностью удовлетворяющий требованиям технического задания.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Блейд-сервер: Электронный ресурс. URL: <http://ru.wikipedia.org>.
- 2 Для чего служат Блейд-серверы?: Электронный ресурс. URL: <http://www.server-unit.ru>.
- 3 Akhmedov D. Personal hybrid computing system. Performance test / Akhmedov D., Yelubayev S., Abdoldina F., Bopayev T., Muratov D., Povetkin R., Karataev A. // Collection of scientific papers Second International conference “Cluster Computing 2013”. – Lvov, 2013. –P. 7–11 (in Russian).

О. И. ШИРЯЕВА

Институт проблем информатики и управления МОН РК

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИММУННОЙ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Построена иммунная математическая модель реакции организма на лекарственные препараты на основе модели иммунного ответа на вторжение чужеродных организмов. Описаны и промоделированы особенные элементы этого механизма. Модель представлена системой уравнений, связывающей динамики изменения количества вылеченных клеток в результате действия лекарственных препаратов, количества зараженных клеток из-за действия заболевания, а также побочное влияние лекарственных препаратов и заболевания на ресурсы организма. Механизм рассмотрен как замкнутая, стохастическая билинейная система с отрицательной обратной связью. Получены условия анализа данной системы на основе методов дифференциально-геометрического подхода, сформулированы условия управляемости.

Ключевые слова: анализ, иммунная система, математическая модель, лекарства, случайный процесс, билинейная система, управляемость.

Аталған мақалада бөгде организмдердің баса көктеп кіруіне иммундық жауаптың моделіне негізделген дәрілік препараттардың организмге әсерінің иммундық математикалық моделі құрастырылған. Аталған механизмнің ерекше элементтері суреттеліп құрастырылған. Модель дәрілік препараттардың әсерінен емделген жасуша санының, ауру жұқтырған жасуша санының динамикалық өзгерісін, сонымен қатар дәрілік препараттар мен аурулардың организм ресурсына әсерін теңдеу жүйелері арқылы көрсеткен. Барлық механизм теріс кері байланысы бар тұйық, кездейсоқ екі сызықтық жүйе ретінде қарастырылған. Дифференциалды-геометриялық тәсіл әдісінің негізінде аталған жүйенің талдау шарттары алынған. Атап айтқанда, инфинитезимальды амалдарды енгізу арқылы басқару шарты құрастырылған.

Кілттік сөздер: анализ, иммундік жүйе, математикалық модель, дәрі-дәрмек, кездейсоқ үдеріс, бижелілік жүйесі, басқарылу.

In this paper, immune mathematical model is presented of organism response on medicaments based on model of immune response on intrusiveness of non-indigenous organisms. Specific components of this mechanism were described and were subjected to mathematical simulating. The model is described by system of equations, connecting dynamics of changing of quality of cured cells due to medication, quality of infected cells because of disease action and side effects of medicines and disease on organism resources. Mechanism was studied as closed, stochastic bilinear system with negative feedback loop. Conditions were given for analysis of this immune system based on methods of differential-geometric approach, conditions of controllability were formulated.

Keywords: analysis, immune system, mathematical model, medicine, stochastic process, bilinear system, controllability.

Решение проблемы прогнозирования влияния лекарственных препаратов на организм является в настоящее время одной из важнейших задач, стоящих не только перед клиницистами и иммунологами, а также специалистами в области математического моделирования процессов иммунной системы.

В данной статье представлено развитие теории моделирования реакции организма на лекарственные препараты на основе фундаментальных результатов, полученных в области моделирования иммунных процессов человека [1], в частности решение задачи анализа иммунной математической модели.

На основе результатов, полученных автором в работах [2,3], математическую модель системы инфекционного заболевания организма и влияния на него лекарственных препаратов можно представить системой уравнений, связывающей динамики изменения количества вылеченных клеток в результате действия лекарственных препаратов, количества зараженных клеток из-за действия заболевания, а также побочное влияние лекарственных препаратов и заболевания на ресурсы организма [2]:

$$\begin{cases} \frac{dL(t)}{dt} = (+\gamma - nP(t) - gC(t))L(t), \\ \frac{dP(t)}{dt} = (-\beta + \lambda(1/L(t)) - \rho C(t))P(t), \\ \frac{dC(t)}{dt} = (-\alpha + \mu P(t))C(t), \end{cases} \quad (1)$$

где L – количественное представление ресурсов организма; P – количество зараженных клеток организма в зависимости от времени; C – количество обнаруженных и вылеченных клеток с использованием лекарственного препарата, оценивает эффективность препарата; γ – темп естественного прироста ресурсов организма; n – количество ресурсов для одной зараженной клетки; g – количество ресурсов организма для реакции на лекарственный препарат, оценивает побочное влияние препарата; β – темп изменения количества зараженных клеток при отсутствии ресурсов организма; $-\beta + \lambda$ – каскадный рост количества зараженных клеток за счет ресурсов; ρ – вероятность обнаружения зараженной клетки лекарственным препаратом; α – темп изменения количества обнаруженных клеток, основанный на сроке и объеме действия лекарственного препарата при отсутствии зараженных клеток; μ – темп каскадного изменения количества обнаруженных и вылеченных клеток с появлением вирусов.

Построенная математическая модель (1) относится к классу билинейных систем, являющемуся одним из важнейших при представлении математических моделей в медицине и биологии [3]. Билинейные системы моделируют такие процессы, в которых управление влияет на отношение скорости величины к ее значению в данный момент времени.

На основе математической модели (1) рассматривается сообщество с горизонтальной структурой, т.е. сообщество, состоящее из видов, расположенных на одном трофическом уровне и конкурирующих за один или несколько ресурсов. Так как билинейные системы устроены так же сложно, как и нелинейные, и образуют важный класс нелинейных регулируемых систем, то при решении задач анализа и синтеза билинейных систем требуется применение дифференциально-геометрического подхода, что позволяет использовать класс пространств состояний, более общих, чем линейные пространства. Необходимое обобщение достигается применением в качестве пространств состояний так называемых дифференцируемых многообразий.

Важнейшие дифференцируемые многообразия в теории анализа и синтеза систем – группы Ли. По определению группа Ли – это дифференцируемое многообразие, которое одновременно наделено структурой группы, причем обе структуры согласованы таким образом, что групповые операции задаются гладкими функциями в любой

локальной системе координат на многообразии. Основным инструментом изучения структуры группы является алгебра Ли. Интерпретация системы в виде группы и применение алгебры для изучения структуры группы позволяет свести многие вопросы теории анализа и синтеза систем к алгебраическим проблемам теории алгебры Ли. Теоретическое обоснование возможности такого рода содержится в теореме, согласно которой каждой алгебре Ли отвечает единственная односвязная группа [3]. Эта теорема имеет фундаментальное значение в теории анализа и синтеза систем, так как она открывает возможность на основании информации об алгебре Ли систем судить о важнейших свойствах группы: транзитивности, импримитивности и т.д., которые в свою очередь связаны с важнейшими свойствами – управляемостью, наблюдаемостью и т.д. При этом для вычисления алгебры Ли по уравнению системы требуется лишь дифференцировать и выполнять алгебраические операции.

На основе изложенного постановка задачи формируется следующим образом: на основе дифференциально-геометрического метода необходимо получить результаты анализа и, в частности, исследования управляемости иммунной системы реакции организма на лекарственные препараты. Рассмотрение проводится локально, т. е. все ограничения, определения, утверждения предполагаются справедливыми в некоторой области пространства, в котором функционирует динамическая система.

Введем в рассмотрение вектор переменных состояний системы

$$x(t) = |L(t) \quad P(t) \quad C(t)|^T \in R^{n \times 1}, \quad n = 3.$$

В этом случае математическая модель (1) с учетом вектора $x(t)$ и управляющего воздействия будет иметь вид

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t), u(t)) + \sigma(t, x(t), u(t))G(t) = f(t, x, u, G) \quad (2)$$

или вид

$$dx(t) = f(t, x(t), u(t))dt + \sigma(t, x(t), u(t))dW(t) = f(t, x, u, W), \quad x(t_0) = x_0(t), \quad (3)$$

где $x(t) \in R^{3 \times 1}$ – вектор переменных состояний системы; $u(t)$ – вектор управления $u(t) \in U$; U – некоторое заданное множество значений управления; $t \in T = [t_0, t_1]$ – промежуток времени функционирования системы; f, σ – соответственно векторная ($n \times 1$) и матричная ($n \times k$) функции; $G(t)$ – k -мерный стандартный гауссовский белый шум, удовлетворяющий условиям

$$M[G(t)] \equiv 0, \quad M[G(t_1)G^T(t_2)] = \delta(t_1 - t_2),$$

$\delta(t_1 - t_2)$ – симметричная дельта-функция, определяемая условием

$$\int_a^b f(t)\delta(t - \tau)dt = \begin{cases} 0, & \tau \in (-\infty, a) \cup (b, +\infty), \\ f(\tau), & \tau \in (a, b), \\ 0,5f(a), & \tau = a, \\ 0,5f(b), & \tau = b, \end{cases}$$

M – операция вычисления математического ожидания; $W(t)$ – k -мерный стандартный винеровский случайный процесс, удовлетворяющий условиям

$$W(t_0) = 0, M[W(t)] \equiv 0 \text{ для всех } t > t_0,$$

вектор $W(t)$ для любых $t > t_0$ распределен по гауссовскому закону, а процесс является однородным с независимыми приращениями.

Ковариационная функция стандартного винеровского процесса

$$R_W(t_1, t_2) = E \cdot \min(t_1, t_2),$$

а производная формально равна стандартному белому шуму: $G(t) = \frac{dW}{dt}$.

Начальное состояние $x(t_0)$ определяется плотностью вероятности

$$p(t_0, x) = p_0(t, x) \in P, \quad (4)$$

где $P = \left\{ p(x) \mid p(x) \in C^2(R^n), \int_{R^n} p(x) dx = 1, p(x) \geq 0, \forall x \in R^n \right\}, n=3;$

$C^k(R^n)$ – множество k раз непрерывно дифференцируемых на R^n функций.

Представим уравнение (4) в интегральной форме

$$x(t) = x(t_0) + \int_{t_0}^t f(\tau, x(\tau), u(\tau)) d\tau + \int_{t_0}^t \sigma(\tau, x(\tau), u(\tau)) dW(\tau), \quad (5)$$

где первый интеграл представляет собой среднеквадратический интеграл, а второй – стохастический интеграл.

Случайный процесс $x(t)$, удовлетворяющий уравнению (5), в котором интегралы представляют собой среднеквадратические пределы соответствующих интегральных сумм, называется средним квадратическим решением стохастического дифференциального уравнения.

Обычные правила дифференцирования здесь в общем случае не применимы. Для нахождения решений стохастических дифференциальных уравнений используется формула дифференцирования Ито [3].

Если $\varphi(t, x(t))$ – непрерывно дифференцируемая по t и дважды непрерывно дифференцируемая по x функция, то

$$\begin{aligned} d\varphi(t, x(t)) = & \left[\frac{\partial \varphi(t, x(t))}{dt} + \left(\frac{\partial \varphi(t, x(t))}{dx} \right)^T f(t, x(t)) + \frac{1}{2} tr \left\{ \frac{\partial^2 \varphi(t, x(t))}{dx^2} \right\} \sigma(t, x(t)) \sigma^T(t, x(t)) \right] dt + \\ & + \left(\left(\frac{\partial \varphi(t, x(t))}{dx} \right)^T \right) \sigma(t, x(t)) dW(t), \end{aligned} \quad (6)$$

где $\frac{\partial \varphi(t)}{\partial x}$ и $\frac{\partial^2 \varphi(t)}{\partial x^2}$ – вектор частных производных первого порядка и матрица частных производных второго порядка функций $\varphi(t, x(t))$ соответственно; tr – след матрицы.

При исследовании билинейных управляемых систем используется более десяти различных понятий управляемости, обусловленных разными классами систем, раз-

личными ограничениями на характер траекторий, на управление, на время процесса. В данной работе понятие управляемости относится к управляемости состояний и определяется требованием полной управляемости.

Определение 1. Система (2) управляема, если для любых двух точек (t_0, x_0) и (t_1, x_1) найдется такое решение $x(t)$, и $u(t)$ динамической системы, что траектория $x(t)$ проходит через обе эти точки.

По управляемости линейных систем имеются многочисленные опубликованные результаты, которые вытекают в основном из работы Калмана. Но для билинейных систем ни один из перечисленных результатов не имеет места. Типичная ситуация, когда множество достижимости не выпукло и не связано, а выполнение свойства достижимости системы в точке является лишь необходимым условием управляемости.

Дифференциально-геометрическим методом можно получить необходимые и достаточные условия управляемости билинейных систем. При наличии управления в системе (2) алгебры Ли появляются как алгебры Ли векторных полей на многообразии M [3].

Установим связь между системой дифференциальных уравнений (2) и алгеброй Ли путем выделения базисных операторов и пополнением этой системы операторов.

Для развития понятий группового подхода на класс систем (2) поставим в соответствие системе дифференциальных уравнений (2) семейство инфинитезимальных операторов вида

$$\left\{ X_k \mid X_k = \frac{\partial}{\partial t} + \sum_{i=1}^n f_i(t, x, u_k, G) \frac{\partial}{\partial x_i(t)}, \quad k = \overline{1, L} \right\}, \quad (7)$$

где $u_k \in U$ – управления, считающиеся для определенности кусочно-непрерывными и принимающими значения из заданного постоянного множества U ; $f_i(t, x, u_k, G)$ – функции уравнения (2) при различных заданных $u_k \in U$, такие, что при каждом допустимом управлении $u_k \in U$ существует единственное решение системы (2).

Введем в рассмотрение функции $\mu_t(t, x, u_q, G)$, $t, q = \overline{1, L}$. В дальнейшем под линейно не связанными инфинитезимальными операторами будем понимать операторы, для которых действительно выражение

$$X_q \neq \sum_{t=1}^L \mu_t(t, x, u_q, G) X_t, \quad X_q, X_t \in \{X_k, \quad k = \overline{1, L}\}, \quad t, q \in \overline{1, L}. \quad (8)$$

Семейство инфинитезимальных операторов (7) будет являться базисным, если его операторы линейно не связаны в силу выражения (8), а любой другой оператор $X_r \notin \{X_k, \quad k = \overline{1, L}\}$ линейно связано выражается через X_1, \dots, X_L :

$$X_r = \sum_{t=1}^L \mu_t(t, x, u_r, G) X_t.$$

Ниже будет использоваться следующее определение.

Определение 2. Семейство инфинитезимальных операторов (7) будем называть полным семейством, если выполняются условия:

i) инфинитезимальные операторы семейства (7) линейно не связаны (8);

ii) выражение для коммутатора, взятого от всех инфинитезимальных операторов семейства (7), имеет вид

$$[X_q, X_t] = \sum_{k=1}^L c_{qt}^k X_k, \quad q, t = \overline{1, L},$$

где c_{qt}^k , $k, q, t = \overline{1, L}$ – структурные константы.

Допустим, что элементы семейства $\{X_k, k = \overline{1, L}\}$ – линейно не связанные операторы. Тогда, если подстановка в (7) любого другого допустимого управления $u_r, r \notin \overline{1, L}$ приводит к оператору, который линейно выражается через операторы X_1, \dots, X_L :

$$X_r = \mu_k(t, x, u_r, G) X_k, \quad k = \overline{1, L},$$

то $\{X_k, k = \overline{1, L}\}$ представляет собой семейство базисных элементов.

Теорема [3]. Динамическая система управления, описываемая уравнениями (2), управляема только тогда, когда система операторов X_1, \dots, X_m , полученная в результате пополнения базисных операторов X_1, \dots, X_L , содержит $m=n$ операторов. Если система содержит меньше операторов, то это значит, что система не управляема.

Для проверки удовлетворения системы (2) условию теоремы строится семейство (7) из инфинитезимальных операторов X_0 (при $u_0=0$), X_1 (при $u_1=1$) и X_k (при любом другом $u_k > 1$), которые имеют вид:

$$\text{при } u_1=0: \quad X_1 = \frac{\partial}{\partial t} + f_1(x, t) \frac{\partial}{\partial x_1} + f_2(x, t) \frac{\partial}{\partial x_2} + f_3(x, t) \frac{\partial}{\partial x_3},$$

$$\text{при } u_2=1: \quad X_2 = \frac{\partial}{\partial t} + f_1(x, u_2, t) \frac{\partial}{\partial x_1} + f_2(x, u_2, t) \frac{\partial}{\partial x_2} + f_3(x, u_2, t) \frac{\partial}{\partial x_3},$$

$$\text{при } u_k > 1: \quad X_k = \frac{\partial}{\partial t} + f_1(x, u_k, t) \frac{\partial}{\partial x_1} + f_2(x, u_k, t) \frac{\partial}{\partial x_2} + f_3(x, u_k, t) \frac{\partial}{\partial x_3}.$$

Оператор X_k при управлении $u_k, k > 1$ выражается через X_1, X_2 :

$$X_k = (1 - u_k) X_1 + u_k X_2.$$

Таким образом, можно сделать вывод об управляемости системы (2): так как через операторы X_1, X_2 выражаются все последующие операторы, получаемые при придании значениям управления $u_r, r > 1$ значений, отличных от 0 и 1, то образуется полное семейство операторов и, следовательно, в соответствии с теоремой система иммунного ответа организма (2) управляема.

ЛИТЕРАТУРА

1 Искусственные иммунные системы и их применение / Под ред. Дасгупты Д. – М.: Физматлит, 2006. – 344 с.

2 Skormin V., Tokhtabayev A., Moronski J., Shiryayeva O.I. Towards fully automatic defense mechanism for a computer network emulating active immune response. – Berlin: Springer-Verlag. MMM-ACNS, 2007. –CCIS 1. – P.286-307.

3 Ширяева О.И. Искусственные иммунные системы обеспечения компьютерной безопасности. – Алматы: TST-Companу, 2012. – 128с.

НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Захоронить углекислый газ в базальте

Американские исследователи из Северо-Западной тихоокеанской лаборатории Министерства энергетики США приступили к эксперименту по захоронению углекислого газа. В ближайшие две недели они закачают тысячу тонн газа в пористый базальтовый слой на глубине около километра, а затем начнут изучать процесс его поглощения горными породами. Подробности приводит Nature news.

Описываемый эксперимент в настоящее время является одним из двух проектов, призванных найти решение проблемы захоронения парниковых газов в базальтовых породах. Предварительные лабораторные эксперименты и математическое моделирование показали, что за 10–15 лет базальт поглотит примерно 20–25% закачанного углекислого газа, однако эти оценки ученые намерены проверить на примере реальных скважин. Американский эксперимент проводится на северо-западе страны в штате Вашингтон, а второй организован американско-европейской группой ученых в Исландии.

Геохимики предполагают, что углекислый газ вступит в реакцию с входящими в состав базальта веществами и за счет этого перейдет в нерастворимую форму, образовав известняковые отложения. Эта методика в последние десять лет прорабатывалась разными группами исследователей. Участники американского эксперимента указывают, что химическое поглощение горными породами намного надежнее, так как газ при этом гарантированно не может покинуть место захоронения.

Одна тысяча тонн, как говорят сами ученые, является очень небольшим количеством (общемировой годовой объем выбросов примерно в тридцать миллионов раз больше). Они характеризуют свою работу как небольшое полевое исследование, которое призвано продемонстрировать реальность захоронения углекислого газа в базальтовых породах. Если оно увенчается успехом, то можно будет говорить о его продолжении уже в промышленных масштабах и оптимизации стоимости процесса. Геологические изыскания показывают, что объем базальтовых пластов под дном моря на западном побережье США позволил бы избавиться от всего углекислого газа, который будет произведен в стране за столетие.

Превращение стекла в суперстекло

Учеными разработаны новый прозрачный материал и технология его нанесения, превращающие обычное стекло в прочное, самоочищающееся и чрезвычайно скользкое суперстекло. Новый материал позволяет создавать крепкие не царапающиеся линзы для очков, самоочищающиеся окна, улучшенные солнечные панели и новые медицинские диагностические инструменты.

Новое покрытие основано на технологии SLIPS, разработанной доктором Джоанной Айзенберг из Института Уайса и профессором химии и химической биологии Эми Берилсон из Гарвардской SEAS.

Создание технологии SLIPS основано на свойстве хищных растений, которые заманивают насекомых на сверх-

скользящую поверхность лепестков, с которых они потом соскальзывают внутрь цветка. Покрытие SLIPS настолько скользкое, что отталкивает не только воду, но и масла и такие субстанции, как, например, мёд, кроме того, они сопротивляются образованию льда и бактериальных пленок на своей поверхности.

Чтобы создать такое покрытие, исследователи наносят большое количество сферических частиц полистирола – главного ингредиента пенопласта – на плоскую стеклянную поверхность, а затем заливают их жидким стеклом, пока шарики не окажутся погруженными в него наполовину. После затвердевания стекла шарики выжигаются, и на их месте остается сеть кратеров, напоминающая пчелиные соты. Затем эти соты покрываются жидким смазочным маслом для создания прочного и скользкого поверхностного слоя. «Именно сотовая структура придает новому покрытию механическую стабильность», – говорит Айзенеберг.

Стекла с таким покрытием отталкивают большое количество жидкостей, таких, например, как вода, бензин, вино, масло или кетчуп. Также они на 99% уменьшают образование льда на своей поверхности – а это чрезвычайно важное качество, поскольку намерзающий лед может рвать линии электропередач, понижать эффективность охлаждающих систем, замедлять самолеты и даже приводить к обрушению зданий. Кроме этого, сотовая структура SLIPS придает стеклу невероятную механическую прочность. Такое стекло может выдерживать повреждения и оставаться скользким даже в результате весьма жестких воздействий.

В настоящее время команда исследователей разрабатывает метод эффективного покрытия изогнутых стеклянных

поверхностей, а также прозрачных пластиков вроде плексигласа и готовит технологию к запуску в промышленное применение.

В Тибете обнаружен новый сверхпрочный минерал

Американские исследователи опубликовали материалы об обнаружении в Тибете нового минерала, почти такого же твердого, как алмаз. Международная минералогическая ассоциация (IMA) официально подтвердила открытие, сделанное международной группой ученых еще в 2009 году. Природная кубическая модификация нитрида бора получила название «кингсонгит» (qingsongite). На данный момент кингсонгит является единственным из известных минералов бора, формирующимся в экстремальных условиях в недрах Земли. Все другие известные минералы бора зарождаются вблизи земной поверхности.

Кингсонгит был обнаружен в палеоокеанической коре, в давние времена оказавшейся придавленной соседней литосферной плитой. На глубине 300 км, под давлением около более 118 тыс. атм и при температуре 1300°C произошла перекристаллизация других минералов в кингсонгит. Породы были вытеснены на поверхность тектоническими процессами, которые привели к исчезновению древнего океана Палеотетиса и столкновению Индии с Азиатской литосферной плитой. Это произошло примерно 180 млн лет назад.

Искусственная кубическая модификация нитрида бора, известная как эльбор, боразон или кубонит, была получена в лабораторных условиях в 1957 году. Вещество широко применяется в промышленности благодаря своей высокой твердости.

Решение проблемы чистой пресной воды на планете

Одна из острейших проблем, которая стоит сегодня перед человечеством, – это дефицит чистой питьевой воды. Нехватку водных ресурсов уже сегодня ощущают на себе миллионы людей, особенно остро эта проблема стоит в некоторых странах Азии и Африки. Однако последние разработки ученых в области нанотехнологий могут помочь человечеству решить эту проблему и обеспечить миллионы людей чистой питьевой водой.

Человек потребляет огромное количество питьевой воды, причем для питья необходима именно чистая, свежая и пресная питьевая вода. Следует учитывать также то, что более 97% воды на земном шаре непригодно для нас. Оставшиеся проценты водных ресурсов постоянно загрязняются сельским хозяйством, промышленностью и теряются ввиду неэффективного использования. В то же время население планеты стремительно растет и по прогнозам экспертов к 2030 году 3,9 миллиарда людей (47% населения) не будут иметь доступа к чистой питьевой воде. Некоторые футурологи уже сейчас предсказывают будущие войны, которые будут вестись странами за источники чистой питьевой воды.

Однако ученые вскоре смогут предложить «крохотное», но очень эффективное решение этой глобальной проблемы. Речь идет о нанотехнологиях. Уже сегодня разрабатываются новые наноматериалы, которые смогут эффективно очищать загрязненную воду от токсичных соединений металлов или ядовитых органических веществ и, самое главное, смогут превращать соленую морскую воду в пресную.

Сегодня на многих очистных сооружениях в США и Западной Европе используются фильтры, в которые встроены различные наноматериалы и они выполняют специфическую работу по очистке воды, причем делают это весьма эффективно. В Европе стартовал амбициозный проект Nametech, который финансируется совместно Европейской комиссией и Университетом прикладных наук Швейцарии. В рамках проекта на очистных сооружениях уже применяют различного вида наночастицы для очистки воды от различных примесей.

В данном проекте ученые используют сразу несколько соединений: соединения железа для нейтрализации хлора и токсичных металлов, наночастицы серебра для уничтожения патогенных бактерий и наночастицы диоксида титана для нейтрализации органических соединений, таких, как гормоны, лекарственные препараты или навоз. Для активизации последних частиц необходим обычный свет.

Пока продуктивность работы таких систем невысока, модуль с подобными материалами может очистить несколько кубических метров воды в час, однако технология очень молода и ученые обещают ей большое будущее. Уже сейчас есть заинтересованность в подобных материалах со стороны серьезных инвесторов, которые готовы вкладывать деньги в подобные исследования. По прогнозам экспертов, уже в ближайшие 5 или 10 лет нанотехнологии займут одно из ведущих мест при очистке воды во всем мире.

Реальные результаты в решении данной проблемы есть уже сейчас. В Стелленбошском университете в Южной Африке был разработан специальный пакетик, очень похожий на те, в которых мы завариваем чай, однако он может существенно помочь в решении проблемы

недостатка чистой воды в Африке. Пакет просто вставляется в горлышко обычной бутылки и может очистить один литр воды в течение часа. Сам пакет сделан из специального нановолокна, которое пропитано антимикробными препаратами, такое сито убирает из воды практически 100% бактерий, внутри же пакета находится активированный уголь, который нейтрализует тяжелые металлы и органические загрязнения. Пока это еще только прототип, однако компания AquaQure, которая разрабатывает данный проект, надеется на его скорейший выход на рынок.

Очистка и обеззараживание пресной воды – это только одна задача, которую могут помочь решить нанотехнологии. Вторая, наверное, даже более важная задача, которую нужно решить для «утоления» будущей мировой жажды, – это опреснение соленой воды. Действительно, подавляющая часть запасов воды на нашей планете является непригодной для питья. Мы говорим о соленой воде морей и океанов. Ученые, которые работают в сфере нанотехнологий, и здесь готовы «подставить плечо» и предложить более эффективный и менее дорогой способ опреснения соленой воды.

На нынешний момент опреснение – это очень энергозатратный и дорогой процесс. Основная технология опреснения – это обратный осмос, когда соленая вода под большим давлением подается через специальную мембрану. Использование наноматериалов в данном процессе может существенно его удешевить. Кроме того, если в емкость, заполненную соленой водой, поместить два электрода и подать напряжение на них, то ионы солей будут оседать на электродах и таким образом можно опреснять воду. Если же покрыть электроды наноматериалами, то эффективность такого процесса

существенно увеличится. При применении наноструктурированного углерода и углеродных нанотрубок затраты уменьшаются на 75%. Ученые считают, что подобные технологии могут стать доступными в промышленных масштабах в течение 10 ближайших лет.

Однако для многих развивающихся стран также важно предложить децентрализованные способы очистки воды по той простой причине, что водопроводная сеть там развита слабо или совсем отсутствует. Нанотехнологии смогут помочь очищать воду прямо перед моментом ее использования и предложить каждому жаждущему стакан чистой воды.

Калашников: меньше уже некуда

Самую маленькую копию автомата Калашникова – меньше игольного ушка – впервые покажут на выставке микроминиатюр в Ижевске.

Известный во всем мире микроминиатюрист Анатолий Иванович Коненко сделал самый маленький в мире автомат Калашникова размером 0,9 мм, занесенный в Книгу рекордов Гиннеса, – сообщил координатор выставки Евгений Кривенко.

Крошечное изделие можно разглядеть только в микроскоп. А. Кривенко рассказал, что автомат состоит из 12 деталей, некоторые из которых выполнены из драгоценных металлов, например, из золота. Над своей уникальной работой мастер трудился 2 месяца, нанося каждый штрих между ударами сердца. Стоимость экспоната оценивается экспертами в 300 тысяч евро.

Свою работу мастер посвятил 65-летию легендарного оружия АК-47.

По материалам СМИ

ГОРНОЕ ДЕЛО И МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 622.342.1:622.839.43

М. Ж. БИТИМБАЕВ¹, Е. С. ОРЫНГОЖИН¹, Г. П. МЕТАКСА², В. С. МУЗГИНА²

¹Национальная инженерная академия РК

²Институт горного дела им. Д. А. Кунаева

ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКЖАЛ

Представлены результаты лабораторных исследований химико-минералогических и физико-технических свойств окисленной золотосодержащей руды, отобранной из отвала месторождения Акжал. Описаны разработанные авторами приемы, обеспечивающие интенсификацию процесса кучного выщелачивания золота из этой руды, связанные с процессом ее укладки в штабель и многослойным формированием кучи с прокладкой сети трубопроводов, подающих выщелачивающий раствор.

Ключевые слова: золотосодержащая руда, кучное выщелачивание, формирование штабеля, интенсификация выщелачивания.

Мақалада Ақжал кен орнынан алынған алтыны бар тотыққан кеннің химия-минералогиялық және физика-техникалық қасиеттерінің зертханалық зерттеулерінің нәтижелері ұсынылды. Қат-қабатқа тізумен және сілтісіздендіретін ерітіндіні беретін құбырлар желісін салу арқылы көпқабатты үйінді қалыптастырумен байланысты осы кеннен алтынды шоғырлы сілтісіздендіру үдерісінің қарқындылануын қамтамасыз ететін авторлар қол жеткізген тәсілдер сипатталды.

Кілттік сөздер: алтыны бар кен, шоғырлы сілтісіздендіру, қат-қабат қалыптастыру, сілтісіздендіруді қарқындандыру.

In the paper results are presented of laboratory studying of chemical-mineralogical and physical-technical properties of oxidized gold-bearing ore from Akzhal deposit's dump.

Methods, worked out by authors, are described, which ensure intensification of gold heap leaching from this ore. These methods connect with process of ore placement into pile and multilayered heap forming, including laying set of pipelines for leaching solution deliver.

Keywords: gold-bearing ore, heap leaching, pile forming, intensification of leaching.

Как отмечено в статье [1], Казахстан занимает 10-е место в мире по разведанным запасам золота и 25-е место в мире по его добыче. Минерально-сырьевая база золота республики представлена 287 месторождениями, из которых 38% – золотосодержащие комплексные; 60% – собственно золоторудные и 2% – россыпные. При этом в промышленной разработке по выданным лицензиям обрабатывается 75 месторожде-

ний. Около половины добычи приходится на комплексные колчеданные месторождения, где получают золото как попутный продукт. Компании же, разрабатывающие собственно золоторудные месторождения, обеспечивают лишь 40% от общего объема добычи.

Месторождения золота в Восточно-Казахстанской области расположены в так называемом золотом поясе – «Золотой Калбы». Золото на Алтае бывает россыпное, коренное и как сопутствующее в полиметаллических рудах. Россыпное золото играет сравнительно небольшую роль, так как россыпи незначительные. Коренное золото представлено на месторождениях Бакырчик и Акжал, сопутствующее золото – в минералах пирита и халькопирита. В россыпных месторождениях области встречаются золото, вольфрамит, минералы титана, платина, магнетит и др. [2].

Золоторудное месторождение Акжал расположено в Восточно-Казахстанской области, в 130 км к юго-западу от г. Усть-Каменогорска.

Мощности рудных тел месторождения варьируют от 4 до 10 м, резкие раздувы и пережимы редки. Выклинивание их по простиранию большей частью естественное. Падение рудных тел преимущественно северо-восточное под углами 60–70°. Балансовые запасы $A+B+C_1+C_2$ – 899,52 т, забалансовые – 10 008 т.

Вмещающие породы и руды месторождения Акжал полускальные с коэффициентом крепости от 6–8 до 8–10 по шкале проф. М. М. Протодяконова. Образцы руд, по которым проводился анализ, относятся ко второму морфологическому типу прожилково-вкрапленных руд кварцево-жильного простирания. По данным рентгенографического анализа главным жильным минералом является кварц, содержание которого колеблется от 62,6 до 58,3%. Установлено, что кварц различной степени окисленности является наиболее прочным минералом рудовмещающих пород (9 по шкале крепости М. М. Протодяконова). Значительную долю в анализируемых образцах занимает мусковит. Кварц-мусковитные сростания имеют меньшую прочность, чем собственно кварц, прочность же кварц-иллитных сростаний, содержание которых не превышает 9,5%, примерно одинакова по прочности с мусковитом, но они отличаются от них по окраске, связанной с содержанием различных примесей. Наименьшей прочностью (менее 7 по шкале М. М. Протодяконова) обладают кварциты с разной цветностью и преобладанием сланцевого строения. Они имеют высокую степень пористости и трещиноватости. Крупные поры заполнены каолинитными и карбонатными отложениями, а вдоль развитых трещин прослеживаются многоцветные скопления примесей, среди которых самородное золото не выявляется. Прочностные характеристики руд и вмещающих пород месторождения предопределили применение дробления для подготовки руды к кучному выщелачиванию.

Руды месторождения Акжал относятся к одному технологическому типу – окисленных руд, пригодных для технологии кучного выщелачивания без разделения по сортам. Они являются многокомпонентными, однако единственным полезным компонентом, представляющим промышленный интерес, является золото (коренное – 5–50 г/т, россыпное – 0,3–2 г/т). Содержание серебра в рудах составляет 0,7–0,8 г/т, что является недостаточным для его учета как экономически значимого компонента (таблица 1). Из вредных примесей присутствует мышьяк, содержание которого в среднем не превышает 0,1%.

Таблица 1 – Химико-минералогический элементный состав образцов месторождения Акжал по данным спектрального анализа, %

Элемент	Исходный	Тяжелая фракция	Мягкая фракция
Золото, г/т	5	5	4
Серебро 10^{-5}	100	80	30
Мышьяк 10^{-3}	>1000	>1000	>1000
Фосфор 10^{-3}	4	3	3
Галлий 10^{-4}	8	6	10
Германий 10^{-4}	1	1	1
Висмут 10^{-4}	2	2	<1
Сурьма 10^{-3}	3	2	2
Скандий 10^{-3}	2	2	2
Кадмий 10^{-4}	25	25	25
Вольфрам 10^{-3}	1,5	1,0	0,6
Ниобий 10^{-4}	8	8	8
Бериллий 10^{-4}	1,5	1,5	1,5
Литий 10^{-3}	2	<2	3
Цинк 10^{-2}	0,6	0,6	0,6
Хром 10^{-3}	3	2	2
Свинец 10^{-3}	20	25	6
Титан 10^{-1}	2	1,5	1,0
Ванадий 10^{-3}	6	5	6
Марганец 10^{-2}	60	40	20
Никель 10^{-3}	10	8	6
Барий 10^{-2}	10	8	4
Молибден 10^{-4}	4	4	3
Олово 10^{-4}	2	2	6
Медь 10^{-3}	6	6	10
Иттрий 10^{-3}	2	2	2
Цинк 10^{-3}	100	60	100
Кобальт 10^{-4}	80	50	100
Стронций 10^{-2}	3	3	2

Полученные данные лабораторных исследований позволяют сделать заключение о целесообразности применения технологии интенсивного кучного выщелачивания золота на месторождении Акжал.

Эффективность применения кучного выщелачивания зависит от уровня проницаемости руд после их дробления (или применения других видов обработки) и скла-

дирования в штабель. При этом необходимо обеспечить равномерное распределение выщелачивающего раствора при его просачивании через штабель. В таблице 2 представлены данные лабораторных исследований по оценке выхода фракций при дроблении окисленной золотоносной руды месторождения Акжал и содержанию золота во фракциях.

Таблица 2 – Выход фракций при дроблении окисленной золотоносной руды месторождения Акжал и содержание золота во фракциях

Вариант	Выход фракции при дроблении		Содержание золота во фракции, %
	Крупность фракции, мм	Доля фракции, %	
1	Минус 40...+20	43,0	4,8
	Минус 20...+10	34,0	1,3
	Минус 10...+5	10,0	1,1
	Минус 5...+2	5,0	0,5
	Минус 2...0	8,0	0,3
2	Минус 20...+10	39,1	3,4
	Минус 10...+5	10,0	0,8
	Минус 5...+2	16,0	1,0
	Минус 2...0	23,9	1,6
3	Минус 10...+5	9,9	0,08
	Минус 5...+2	36,1	1,38
	Минус 2...+0	54,0	7,08

Эти исследования проведены на натурном материале пробы окисленной золотосодержащей руды массой 25 кг, отобранной из отвала месторождения Акжал.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что при дроблении фракций до крупности минус 40+0 мм и минус 20+0 мм наибольшее содержание золота отмечается в самых крупных фракциях (минус 40+20 мм и минус 20+10 мм), тогда как при более мелком дроблении (минус 10+0 мм) большая часть золота концентрируется в самой мелкой фракции – минус 2+0 мм. Это позволяет сделать вывод, что для повышения извлечения золота при кучном выщелачивании нецелесообразно тонкое измельчение руды, и для данного типа руд крупность дробления минус 40+20 мм является оптимальной. Однако с учетом того, что выход мелких фракций при дроблении достаточно высок, а суммарное содержание золота в них значительно, для повышения его извлечения может быть использован процесс окомкования мелких фракций. Это позволяет получить пористый продукт, устойчивый к механическим нагрузкам при перевалках, загрузке в штабель и просачивании через него выщелачивающего агента. Однако агломерационные системы достаточно капиталоемкие, поэтому они должны включаться в схему промышленной переработки, только если это не является абсолютно необходимым.

Для повышения эффективности процесса дробления часть руды фракции +40 мм ссыпается из грохота по течке в одну сторону, откуда бульдозером эта руда отгребается

ется на свободную площадку карьера для дальнейшего дробления. Фракция минус 40 мм ссыпается в другую сторону, откуда погрузчиком перевозится на площадку для смачивания концентрированной цианистой кислотой. Схема производственной технологии кучного выщелачивания на золоторудном месторождении Акжал представлена на рисунке.

Ответственной операцией в технологической цепочке кучного выщелачивания является укладка штабеля руды. Укладку руды на штабель и ее обработку концентрированной кислотой предлагается осуществлять особым образом. Куче при выдержке придается форма полусферы, причем крупные фракции руды закладываются в нижнюю часть кучи, а мелкие фракции – сверху. Это обеспечивает сохранение тепла внутри кучи длительное время и улучшает процесс вскрытия минералов за счет лучшего сохранения тепла, выделяемого при экзотермических реакциях.

Проблема кучного выщелачивания руд, содержащих тонкую фракцию, может быть еще более осложнена при формировании и подготовке.

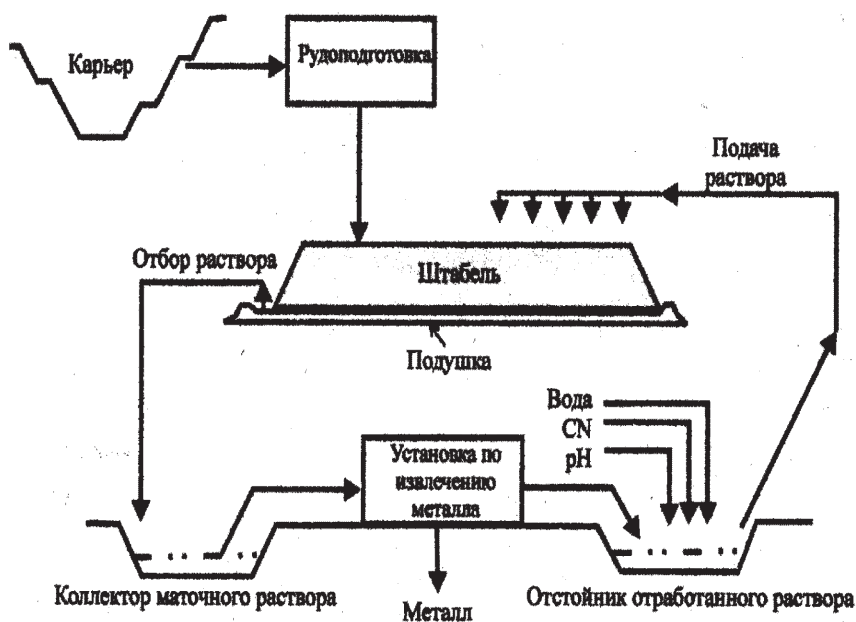


Схема производственной системы кучного выщелачивания на золоторудном месторождении Акжал

Проведенное нами моделирование процесса распределения зерен по крупности руды при насыпке по длине формирования штабеля (без принудительного перемешивания) показало, что закономерности распределения зерен различной крупности имеют различный характер. Это явление приводит к концентрации тонкой фракции в центральной части отдельных рудных куч и одновременной концентрации более крупных рудных обломков в нижней прибортовой части и в основании куч. Когда отдельные загрузочные кучи внутри штабеля подвергаются выравниванию перед

установкой, разбрызгивающей раствор системы, происходит дальнейшее разделение материала, поскольку тонкая фракция избирательно просыпается вниз. Результатом такого рода сегрегации материала является появление отдельных участков или зон с существенно пониженной проницаемостью. Вследствие этого выщелачивающие растворы начинают просачиваться вниз преимущественно через участки, сложенные грубозернистым материалом, минуя либо лишь слегка увлажняя участки, сложенные тонкой фракцией или шламами. Для предотвращения этого явления при формировании штабелей на ряде предприятий предусматриваются системы интенсификации процесса кучного выщелачивания.

Нами также изучены варианты повышения интенсивности выщелачивания с использованием технологии взрывания рудного штабеля рассредоточенными зарядами низкоплотных взрывчатых веществ с размещением в нижней части скважины и между зарядами пористого материала и в последовательности инициирования с замедлением от верхнего заряда к нижнему заряду. Однако этот метод требует проведения дополнительных испытаний в производственных условиях.

Для повышения степени извлечения золота предлагается также осуществлять многослойное формирование кучи с прокладкой сети трубопроводов, подающих выщелачивающий раствор, эффективность которого будет оценена по результатам опытно-промышленных испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1 Волков А.В. Перспективы развития золотодобычи в Казахстане (краткий обзор) // Золото и технологии. – 2011. – № 3(13). – С. 11-19.

2 Месторождения золота Казахстана: Справочник /Под ред. А.А. Абдуллина и др. – Алма-Ата, 1996–1997. – 166 с.

М. Ж. БИТИМБАЕВ, Е. С. ОРЫНГОЖИН

Национальная инженерная академия РК

РАСЧЕТ ЦЕМЕНТАЦИИ ОПОРНЫХ И ОХРАННЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ

Представлен метод расчета цементации трещин целика с учетом упругих деформаций трещиноватых пород для условий Жезказганского месторождения. Этот метод разработан для созданной авторами инновационной технологии выемки руды из охранных целиков верхних горизонтов, где оставлена богатая руда. С учетом того, что целики верхних горизонтов разбиты сетью макро- и микротрещин, а также подвергались окислению (кислород воздуха, шахтные воды), они представляют определенный интерес для повторного извлечения меди способом выщелачивания без нарушения их целостности с одновременным повышением прочности и несущей способности путем цементации трещин.

Ключевые слова: опорные и охранные целики, выщелачивание меди из целиков, цементация трещин, повышение прочности и несущей способности целиков.

Мақалада Жезқазған кен орны жағдайында жарылғыш түрлердің серпінді деформациялануын ескере отырып, кентірек жарылуының кірігуін есептеу әдісін ұсынған. Бұл әдіс авторлар жасаған бай кең қалдырылған үстіңгі қабаттардың қорғау кентіректерінен кең алу инновациялық технологиясы үшін дайындалды. Үстіңгі қабаттардың кентіректерінің макро және микро жарықтар желісіне бөлінгендігін және тотыққандығын (ауа оттегімен, шахталық сулармен) ескерсек, бір уақытта мықтылығын және арттыра жарықтарды кіріктіру жолымен қабілет бере отырып, олардың тұтастығын бұзбай сілтісіздендіру тәсілімен қайта мыс өндіру үшін белгілі қызығушылық тудырады.

Кілттік сөздер: тіреу және қорғау кентіректері, кентіректерден мысты сілтісіздендіру, жарықтардың кірігуі, мықтылығын және қабілетке ие кентіректерді арттыру.

In the paper method is presented for calculation of pillars' fractures cementing with due account of elastic deformations of fractured rocks for Zhezkazgan deposit conditions. This method was worked out for created innovation technology of ore extraction from protective pillars of upper levels, where rich ore was left. Pillars of upper levels were broken down by a system of micro and macro fractures and were oxidized (atmospheric oxygen, mine waters). That is why they are of specific interest for repeated copper extraction by method of leaching without their integrity breaking and at the same time increasing their strength and bearing capacity by way of fractures cementation.

Keywords: support and protective pillars, copper leaching from pillars, fractures cementing, increasing pillars' strength and bearing capacity.

Горнодобывающая промышленность Казахстана развивается на фоне снижения содержания металлов в рудах, увеличения глубины отработки и вовлечения в добычу и переработку руд сложного вещественного состава. В то же время значительные запасы металлов оставлены в охранных и опорных целиках. Так, в процессе разработки месторождений меди (в частности, Жезказганских) камерными системами разработки в целиках верхних горизонтов оставлено порядка 30% меди высокого качества [1]. Эти целики представляют определенный интерес для повторного извлечения меди способом выщелачивания.

При использовании камерно-столбовой системы разработки на верхних горизонтах Жезказганского месторождения в целиках оставлена наиболее богатая руда. С

учетом того, что целики верхних горизонтов достаточно давно работают под нагрузкой, вследствие чего разбиты сетью макро- и микротрещин, а также подвергались окислению (кислород воздуха, шахтные воды), считаем целесообразным создание технологии добычи меди из целиков ориентировать на целики Жезказгана. Реализация этой технологии может быть осуществлена и на других месторождениях меди: Кызылкайын в Тарбагатайском районе Восточно-Казахстанской области и Туяк в Туяк-Темирликском рудном поле в Райымбекском районе Алматинской области.

Так как после завершения извлечения меди из целиков их необходимо укрепить, ниже дается метод расчета цементации трещин целика с учетом упругих деформаций трещиноватых пород [2].

Цементная суспензия в трещины целика будет нагнетаться по скважинам, ранее использованным для выщелачивания, под высоким избыточным давлением. Давление инъекции будет увеличивать раскрытие трещин, тем самым оказывать значительное влияние на процесс цементации. Воздействие деформационного поведения пород целика на процесс инъектирования глиноцементных суспензий, заключающееся в относительном росте радиуса тампонажа, подлежит исследованию [3].

Рассмотрим нагруженное состояние осадка цемента, заполнившего трещину в цементируемом массиве горных пород (рисунок 1).

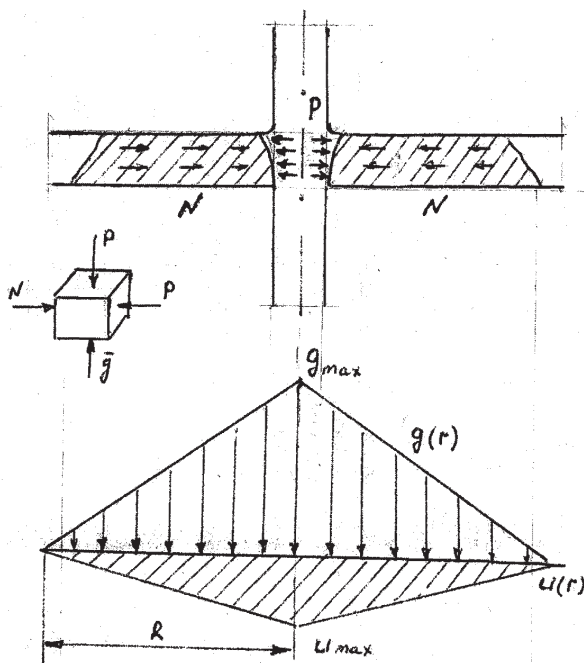


Рисунок 1 – Схема расчета упругой деформации стенок трещины под давлением инъекции

Со стороны скважины на осадок действует давление P , создаваемое цементационным насосом. Адгезия цементных частиц со стороны трещины приводит к возникно-

вению сил сопротивления сдвигу N , которые удерживают осадок в равновесии. Схема нагружения единичного элемента осадка показывает, что на верхнюю и нижнюю стенки трещины действует распределенная нагрузка, величина которой максимальна у скважины и уменьшается до нуля на границе заполнения трещины осадком:

$$g(r) = p - nr, \quad (1)$$

где $g(r)$ – нагрузка, распределенная по радиусу r ; n – постоянный коэффициент.

Радиусом скважины по сравнению с радиусом распространения цемента можно пренебречь.

Задача определения перемещения (деформации) границы упругого пространства под действием нагрузки решена Буссинеском:

$$U(r) = \frac{1 - \nu^2}{\pi E} \iint_{\Omega} g(r) dr d\varphi = \frac{1 - \nu^2}{\pi E} \left[\iint_{\Omega} p dr d\varphi - n \iint_{\Omega} r dr d\varphi \right], \quad (2)$$

где $U(r)$ – величина деформации; ν – коэффициент Пуассона; E – коэффициент упругости среды; r, φ – полярные координаты; Ω – область нагружения.

Решение интегрального уравнения (2) в общем виде существует, но вычисления очень громоздкие и для практических расчетов затруднительны. Задача значительно упрощается, если принять, что величина деформации убывает по линейному закону от максимума в точке пересечения трещины с осью скважины до нуля на границе заполнения трещины осадком. В этом случае

$$\iint_{\Omega} r dr d\varphi = 2 \int_0^{h_2} d\varphi \int_{-R}^R r dr = \int_0^{h_2} d\varphi r^2 \Big|_{-R}^R = 0, \quad (3)$$

где R – расстояние от скважины до границы заполнения трещин, т.е. радиус цементации.

С учетом формулы (3) максимальную величину деформации можно определить из уравнения (2) по формуле Буссинеска:

$$U_{\max} = \frac{2(1 - \nu^2)RP}{E}, \quad (4)$$

где U_{\max} – величина деформации на границе скважин.

В результате деформации верхней и нижней стенок под действием давления объем трещин увеличивается:

$$\Delta V = 2 \frac{\pi R^2}{3} U_{\max} = \frac{4}{3} \pi \frac{1 - \nu^2}{E} PR^3. \quad (5)$$

В завершающий период цементации трещин, когда граница осадка достигает требуемого радиуса цементации, над осадком остается канал, по которому с критической скоростью движется инъецируемая суспензия. Сечение остаточного канала

$$S_{kp} = \frac{Q_1}{V_{kp}} = \frac{Q_H I_{ck} m_t}{h_{cp} \mathcal{G}_{kp}}, \quad (6)$$

где Q_1 – количество суспензии, инъецируемое в трещину в единицу времени; $v_{кр}$ – критическая скорость потока суспензии над осадком; Q_n – производительность инъекционного насоса; $L_{ск}$ – глубина скважины; m_t – коэффициент трещиноватости пород; h_{cp} – среднее раскрытие трещин.

Если объем остаточного канала не превышает изменения объема трещин под действием упругих сил породного массива целика, стенки трещин возвращаются в первоначальное положение с обжатием цементного осадка, и трещины плотно закупориваются. Условия обжатия осадка

$$V_k < \Delta V. \quad (7)$$

Подставляя в выражение (7) значения V_k и ΔV , получаем

$$\frac{Q_n I_{ск} m_t}{h_{cp} \mathcal{G}_{кр}} R \leq \frac{4}{3} \pi \frac{1 - \nu^2}{E} P R^3.$$

Оттуда

$$Q_n \leq \frac{4}{3} \pi \frac{1 - \nu^2}{E} \frac{h_{cp} \mathcal{G}_{кр}}{l_{ск} m_t} R^2 P. \quad (8)$$

Выражение (8) можно упростить, если принять коэффициент Пуассона равным 0,3:

$$Q_n \leq 3,81 \frac{h_{cp} \mathcal{G}_{кр}}{E l_{ск} m_t} R^2 P. \quad (9)$$

Выражение (9) представляет собой условие, выполнение которого обеспечивает обжатие цементного осадка, заполнившего трещины, и соответственно повышение прочности и устойчивости целика.

При повторном извлечении меди из целиков большое значение имеют методика определения устойчивых параметров целиков, потолочин камер и всей геомеханической системы в целом, а также формирование прочностных и деформационных требований к горным породам, слагающим опорные целики и кровлю камер [3].

Не анализируя разработанные многочисленные методики расчета размеров камер и целиков (они достаточно подробно изложены в технической литературе), рассмотрим решение объемной задачи напряженно-деформированного состояния системы «кровля-целики» [1].

При разработке модели за основу принято положение о совместности работы всех элементов системы как единой совокупности взаимодействующих элементов. Исходя из этого механико-математическая модель предложена в виде жесткой плиты, свободно опирающейся по контуру, лежащей на упругом основании и подверженной действию равномерной поперечной нагрузки и боковым (тектоническим) усилиям в срединной плоскости в двух направлениях. Выбранная механическая модель системы позволяет использовать для расчета напряженно-деформированного состояния ее элементов положение теории пластин. При этом принимается, что деформирование этих элементов происходит в упругой области. Тогда для описания взаимосвязи реактивных условий P упругого основания (целиков) и прогиба x справедлива гипотеза Винклера [3]:

$$P([x, y) = k\omega(x, y), \tag{10}$$

где k – коэффициент (модуль) основания.

В данной системе опорные целики и потолочина деформируются неравномерно. Это определяется их сопротивляемостью нагрузкам и обусловлено видами напряженного состояния (сжатия опорных целиков и растяжение потолочины). Потолочина камер находится в объемном напряженном состоянии, опорные целики – в одноосном напряженном состоянии. Коэффициент с учетом этого обстоятельства

$$K = \frac{E}{(1-2\mu)h_{ц}} \left(\lambda_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu^2} \right) \lambda_2, \tag{11}$$

где E – модуль упругости; μ – коэффициент Пуассона; $h_{ц}$ – высота целиков; λ_1 и λ_2 – отношение площадей пролета камеры и опорных целиков, работающих соответственно в объемном и одноосном напряженном состоянии, к площади всего упругого основания.

Для решения задачи рассматриваем изгиб потолочины при принятых граничных условиях и схеме нагружения (рисунок 2).

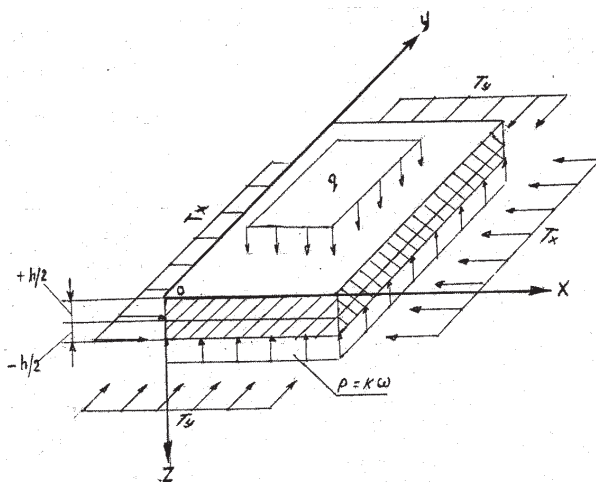


Рисунок 2 – Схема к расчету напряжений в потолочине

При этом полагаем, что плита (потолочина) шарнирно опирается на целики по контуру камеры, но силы трения и сцепления между ними отсутствуют (принято для упрощения расчетов). Дифференциальное уравнение изогнутой поверхности потолочины в этих условиях получено в виде

$$D\Delta^4\omega = q - k\omega \pm T_x \frac{d^2\omega}{dx^2} \pm T_y \frac{d^2\omega}{dy^2}, \tag{12}$$

где D – цилиндрическая жесткость пластины (потолочины), $D = Eh_{ц}^3/12(1-\mu^2)$; $h_{ц}$ – толщина потолочины; Δ^2 – оператор Лапласа; Ω – прогиб потолочины, обуслов-

ленный действием внешних сил; q – равномерная поперечная нагрузка; T_x и T_y – усилия в срединной плоскости потолочины:

$$T_x = \int_{-b/2}^{+b/2} \delta_2 dZ; \quad T_y = \int_{-b/2}^{+b/2} \delta_3 dz,$$

где δ_2 и δ_3 – горизонтальные напряжения в массиве пород.

Решение уравнения (12) можно получить в виде двойного тригонометрического ряда. Далее, через полученный прогиб по известным граничным условиям определяются напряжения в потолочине при ее прогибе. Нормальные напряжения в плоскости контакта потолочины с опорными целиками имеют вид

$$\delta_x = \delta_x^* + \delta_x^{(e)}; \quad \delta_y = \delta_y^* + \delta_y^{(e)}; \quad \delta_z = \delta_z^* + \delta_z^{(e)}. \quad (13)$$

$$\text{Здесь} \quad \delta_x^* = AB \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{m^2}{a^2} + \mu \frac{n^2}{b^2} \right); \quad \delta_y^* = AB \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\mu \frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right);$$

$$\delta_z^* = \frac{q}{2} \left[1 - \frac{1}{\pi^2} \beta \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 \right],$$

где a и b – размеры потолочины камеры в плане; m и n – целые положительные числа.

$$A = \frac{\nu \delta q}{\pi^4 h_n^2}; \quad B = \frac{(-1)^{\frac{m+n}{2}-1}}{mn \left[\left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) \pm \frac{1}{\pi^2 D} \left(T_x \frac{m^2}{a^2} + T_y \frac{n^2}{b^2} \right) + \frac{R}{\pi^4 D} \right]}. \quad (14)$$

Вертикальное напряжение в целиках определяется по полученным выражениям:

– для междукамерных и межпанельных целиков:

$$\delta_z^{MKU} = \frac{E}{(1-\mu^2)} \varepsilon_{y.o.} + \mu \delta_x \delta_1^{(e)}, \quad \delta_z^{MNU} = \frac{E}{(1-\mu^2)} \varepsilon_{y.o.} + \mu a_y \delta_y^{(e)};$$

– для сопряжений целиков (МКЦ и МПЦ):

$$\delta_z = \frac{E}{1-\mu^2} \varepsilon_{y.o.} + \mu (a_x \delta_x^{(e)} + a_y \delta_y^{(e)}), \quad (15)$$

где E – модуль упругости массива горных пород; $a_x = S_u^* / S_k^*$; $a_y = S_u^y / S_k^y$ – соотношения площадей опорных целиков и камеры в направлении осей x и y ; $\varepsilon_{y.o.} = \omega / h_u$ – относительная деформация упругого основания; h_u – высота целика.

Далее рассмотрим напряженное состояние целика, поддерживающего кровлю очистной камеры. Распределение напряжений в целиках горной породы подчиняется законам механики грунтов. Изменение бокового отпора

$$\frac{d\delta_x}{dx} = \frac{2(C + \delta_x \operatorname{tg} \varphi)}{h_u}, \quad (16)$$

где x – расстояние от свободной поверхности до исследуемой точки внутри целика; h_y – высота целика.

Справедливость этого уравнения следует из того, что возрастание бокового отпора происходит в результате действия сил сцепления, а также сил трения, действующих по верхней и нижней контактными плоскостями рассматриваемого элемента Δa целика. Соотношение между δ_x и δ_z выражается формулой [3]

$$\frac{d\delta_z}{d\delta_x} = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}. \quad (17)$$

Исключая $d\delta_x$ из выражений (16) и (17), получаем

$$\frac{d\delta_x}{dx} = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \frac{2(c + \delta_z \operatorname{tg} \varphi)}{h_y}.$$

Интегрирование этого уравнения даст

$$\delta_z = \frac{C}{\operatorname{tg} \varphi} \left[\left(1 + \frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right) e^{\frac{2 \operatorname{tg} \varphi (1 + \sin \varphi) x}{h_y (1 - \sin \varphi)}} - 1 \right],$$

причем постоянная интегрирования определяется из условия, что $\delta_x = 0$ при $x = 0$ и, следовательно, δ_x принимает значение, определяемое формулой

$$\frac{\delta_z + \frac{C}{\operatorname{tg} \varphi}}{\delta_x + \frac{C}{\operatorname{tg} \varphi}} = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}. \quad (18)$$

Полученное уравнение показывает, что δ_x возрастает в целике экспоненциально, т.е. безгранично и, более того, не зависит от глубины.

Максимальное напряжение в целиках круглой формы радиусом r и высотой h_y , при $h_y < r \operatorname{tg} \alpha$, где α – угол разрушения, рекомендуется определять по зависимости

$$\delta_{\max} = \frac{Q}{\pi r^2} \sqrt{\frac{6a}{(a+1)(2a+1)}}, \quad (19)$$

где Q – полная нагрузка на целик $a = \frac{r}{h_y} \operatorname{tg} \alpha$.

Для определения эффективной толщины кровли камеры между опорными целиками рекомендуется следующая зависимость:

$$t = \frac{\gamma}{24E(\omega_2 - \omega_1)} (l_2^4 - l_1^4), \quad (20)$$

где γ – объемный вес горной породы; $(\omega_2 - \omega_1)$ – увеличение прогиба; l_1 и l_2 – полупролеты кровли до и после увеличения размеров.

Использование разрабатываемой авторами инновационной технологии извлечения меди из охранных целиков без нарушения их целостности с одновременным по-

вышением прочности и несущей способности позволит получить без существенных капитальных затрат дополнительно значительное количество сравнительно дешевой меди.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. 44610 РК. Способ подземного кучного выщелачивания медных и серебросодержащих руд / Алтаев Ш.А., Ненашев Н.В., Орынгожин Е.С., Кадырсизов Н., Жангалиева М.Ж., Абдрахманов Д.; опубл. 19.06.2003.

2 Рабинович В.А. Краткий химический справочник. – М.: Химия, 1991. – 84с.

3 Битимбаев М.Ж., Орынгожин Е.С., Абдугалиева Г.Ю., Ненашев Н.В. Химическая кольматация и способы ее устранения при подземном выщелачивании металлов // Научно-техническое обеспечение горного производства: Сборник трудов ИГД им. Д.А. Кунаева. – Алматы, 2012. – Т.81, №83. – С.150–156.

М. Ж. БИТИМБАЕВ, Е. С. ОРЫНГОЖИН, Е. Л. МУСАЕВ

Национальная инженерная академия РК

ИЗУЧЕНИЕ И УСТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗМЫВА ПОРОДЫ ПРИ СКВАЖИННОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ДОБЫЧЕ

Отработка погребенных экзогенных месторождений россыпного золота может быть эффективной с использованием технологии скважинной гидродобычи (СГД). Представлены результаты теоретических исследований процессов давления струи гидромонитора на забой горной породы, деформации породы и перемещения струи по щели, раздвигающей породу. Обоснованы основные параметры, влияющие на эффективность гидродобычи. Представлена зависимость, позволяющая рассчитать удельный расход воды на гидроразрушение в зависимости расстояния от насадки гидромонитора и площади сечения насадки.

Ключевые слова: *месторождения россыпного золота, скважинная гидродобыча, гидроразрыв, давление струи, насадка гидромонитора.*

Алтын аралас топырақтың көмбе экзогенді кен орындарын зерттеу ұңғыма гидроөндіру технологиясын қолдану арқылы тиімді болуы мүмкін. Мақалада суатқыш ағынының тау жынысы бөлігіне қысым жасау үдерісінің, жыныс деформациясының және жыныстарды ажырататын саңылау бойынша ағынның орнын ауыстырудың теориялық зерттелуінің нәтижелері ұсынылды. Гидроөндіру үдерісінің тиімділігіне әсер ететін негізгі өлшемдер сипатталды. Суатқыш саптамасының арақашықтығына және саптама қимасының ауданына байланысты гидробөлінуге судың салыстырмалы шығынын есептеуге мүмкіндік беретін тәуелділік ұсынылды.

Кілттік сөздер: *алтын аралас топырағы бар кен орны, ұңғыма гидроөндіру, гидрожарылу, ағынның қысымы, суатқыштың саптамасы.*

Mining of buried exogenic deposits of placer gold may be effective when technology of hydraulic mining by boreholes (HMB) using. In the paper results of theoretical investigations were presented on studying processes of pressure of hydro monitor's water jet on rock face, rocks deformation and water jet movement on crack, moving apart rock. The main parameters were substantiated, influencing on effectiveness of process of hydraulic mining. Dependence was presented, allowing calculating specific consumption of water on hydraulic shattering depending on distance of hydro monitor's jet and sectional area of hydro monitor's jet.

Keywords: *deposits of placer gold, hydraulic mining by boreholes, fluid fracturing, pressure of hydro monitor's water jet, hydro monitor's jet.*

Актуальность проблемы эффективного рационального освоения сырьевой базы золотодобывающей промышленности Казахстана обусловлена ограниченностью и невозможностью запасов основных золоторудных месторождений, усложнением горно-геологических условий залегания рудных тел, негативным влиянием традиционных технологий добычи и переработки золотосодержащих руд на окружающую среду и наличием большого количества погребенных экзогенных месторождений россыпного золота, отработка которых может быть эффективной с использованием технологии скважинной гидродобычи (СГД) [1].

Основой метода скважинной гидравлической добычи является разрушение пород напорной струей воды, подаваемой в пласт через скважинный гидромонитор. Водо-

струйное разрушение пород возможно в слабосвязанных отложениях. К природным факторам, определяющим разрушаемость и размыв горных пород гидромониторными струями, относятся совокупности таких характеристик, как пределы прочности на сжатие, на сдвиг, коэффициент сцепления, влажность, коэффициент крепости, водопроницаемость, трещиноватость и т.д., к гидравлическим факторам – скорость потока, расстояние от насадки гидромонитора до забоя, угол атаки забоя струей, параметры заходок и т.п. [1].

Гидравлическое разрушение пород давлением струи жидкости – сложный механизм, функционирующий в определенных физико-геологических условиях по объективным законам природы. Он основан на хрупком разрушении и сдвиге породы в результате действия растягивающих и сдвигающих деформаций массива, возникающих при приложении давления жидкости к обнажению массива горной породы [2].

Однако существующие модели, описывающие процессы гидравлического разрушения пород, из-за сложности задачи носят сугубо приближенный характер. Поэтому очень важны любые дальнейшие исследования, направленные на развитие теории разрушения массивов гидромониторными струями.

Для изучения и описания совместно протекающих процессов давления струи гидромонитора на забой горной породы, деформации породы и перемещения струи по щели, раздвигающей породу, можно воспользоваться формулой Буссинеска [2]:

$$V(x) = -\frac{1}{3\mu} W^2(x) \frac{d\varphi(x)}{dx}, \quad (1)$$

которая приводит к нелинейному краевому условию на границе щели:

$$q(x) = \rho \frac{d}{dx} \left[\omega^3(x) \frac{d\varphi(x)}{dx} \right], \quad (2)$$

$$d(x) = \frac{\partial \rho(x, 0)}{\partial y}, \quad \varphi(x) = \rho(x, 0),$$

где $\rho = 2/3\kappa$; κ – проницаемость; $\rho(x, y)$ – поровое давление.

$$\sigma_{yy}(x, 0) = -\rho(x, 0), \quad \frac{\partial \rho(x, 0)}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

Кривая задача (1) – (3) описывает совместные процессы фильтрации и деформации в разрыхляемых средах, но не дает возможности определить геометрию щели.

В процессе СГД под действием струи гидромонитора в разрушаемом массиве формируется входная коническая воронка. При действии давления струи на контуры воронки в массиве повышаются напряжения. При определенном соотношении физико-механических свойств массива, параметров и времени воздействия струи образуются площадки предельного равновесия, и массив разрушается. При этом в зависимости от глубины проникновения струи в массив, Н. И. Бабичевым [3] выделяются три зоны взаимодействия струи и массива (рисунок 1).

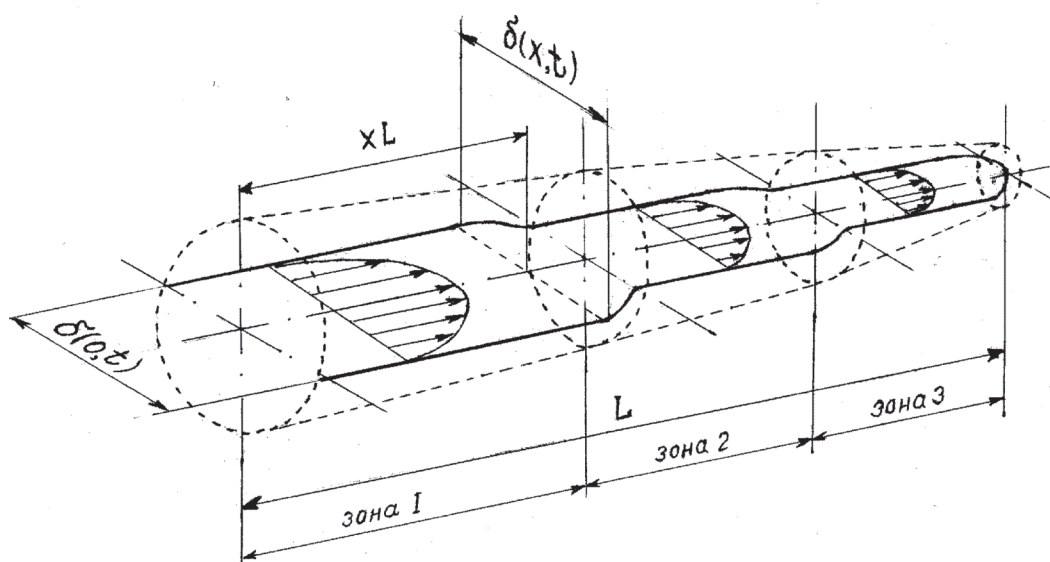


Рисунок 1 – Схема формирования врубной воронки (щели)

Первая зона характеризуется наложением повышенных напряжений у груди забоя в результате действия сил горного давления с местными напряжениями, создаваемыми струей, что благоприятствует образованию площадок предельного равновесия и разрушению массива. Повышение напряжения в зоне влияния горной выработки принято характеризовать, например, в соответствии с решением плоской задачи Ляме, безразмерной величиной коэффициента концентрации напряжений K_k .

Для второй зоны характерно постепенное снижение влияния концентрации напряжений у груди забоя, так как суммирующая поверхность разрушения имеет коническую форму с постоянным увеличением по мере разрушения входного радиуса воронки. Энергия расходуется по квадратичному закону, что приводит к быстрому гашению энергии струи; и на определенной глубине, являющейся границей второй и третьей зоны, динамичное разрушение заканчивается. В результате струя затапливается, так как сужающаяся с глубиной коническая воронка при уменьшении диаметра до определенной величины уже не может пропустить весь объем отраженной от забоя воды. В воронке возникают циркуляционные потоки, т.е. образуется так называемая «водяная подушка», попадая в которую новая порция напорной воды, принесенная струей, быстро теряет скорость и динамическое давление, при этом процесс разрушения массива горных пород практически прекращается.

Для эффективности разрушения массива пород струей гидромонитора Н. И. Бабичев рекомендует стремиться к работе в незатопленных первой и второй зонах и не допускать развития третьей зоны. Это достигается своевременным перемещением струи по забою. С другой стороны, с увеличением глубины врубной воронки (щели) эффективность гидроразрушения повышается. Это противоречие указывает на наличие оптимальной скорости перемещения струи по забою, при которой струя, производя максимум работы, не затапливается. Тогда горизонтальная скорость перемещения

струи по забою, обеспечивающая максимальную производительность гидроотбойки, будет определяться по зависимостям [2]:

а) для врубовой щели:

$$V^c = \frac{2K_g F_{kp} \rho_{cp} V_{cp}}{t \pi W_s h(D_{kp} + htg \varphi(t))}; \quad (4)$$

б) для обработки последующих борозд-щелей:

$$V^c = \frac{K_g F_{kp} \rho_{cp} V_{cp}}{t \pi W_s h(D_{kp} + h_c)}, \quad (5)$$

где t – время проходки незатопляемой воронки, с; K_g – коэффициент диссипации энергии, характеризующий рассеивание энергии струи при разрушении забоя, который также можно представить как коэффициент полезного действия струи на расстоянии l ; h_c – расстояние между смежными щелями; W_s – удельная потенциальная энергия разрушаемой руды (породы) при сдвиге: $W_s = \frac{\tau_{kp}^2}{2\varphi}$, $\varphi = \frac{E}{2}(1 + \mu)^{-1}$ – модуль сдвига; E – модуль Юнга (для реологических тел модуль деформирования как функция времени, определяемый по изохронным кривым деформирования); μ – коэффициент Пуассона; τ_{kp} – критическое касательное напряжение, приводящее к разрушению геологического материала.

При предельной технологии обработки очистных забоев горизонтальными бороздами-щелями в пределах секторов-заходок перемещения струи, а следовательно, и ствола гидромонитора в вертикальной плоскости должны осуществляться автоматически в конце каждого прохода по забою на величину h_c .

При обработке экзогенных россыпных месторождений золота могут встречаться обводненные залежи, при этом гидродобыча золота будет вестись затопленными струями. Для затопленной струи изменение осевой скорости определяется выражением [2]:

$$\frac{U_m}{U_o} = \frac{0,96}{0,29 + \frac{\alpha_0 \ell}{r_n}}, \quad (6)$$

где ℓ – длина струи, м; r_n – радиус насадки, м; α_0 – коэффициент структуры струи (при малом гидростатическом давлении $\alpha_0 = 0,068$).

Площадь сечения струи на контакте с породой определяется углом расширения струи за счет ее турбулизации на контакте со средой. Для затопленной струи этот угол равен примерно 25° .

$$S_{cm} = \pi r_{cm}^2, \text{ м}^2;$$

$$r_{cm} = 0,22 \ell, \text{ м}.$$

Для разрушения горной породы струей гидромонитора давление струи на контакте с породой должно быть больше сопротивления сдвигу. Согласно [2] сопротивление сдвигу породы выражается как

$$\tau_s = C_0 + G_3 \operatorname{tg} \varphi, \quad (7)$$

где C_0 и $\operatorname{tg} \varphi$ – сцепление и внутреннее трение породы; G_3 – эффективное напряжение.

При изучении струи жидкости было замечено, что давление по длине во всех сечениях струи одинаково и равно внешнему. Поэтому, применив уравнение Бернулли для двух сечений горизонтальной струи относительно плотности, проходящей по ее оси ($Z_1 = Z_2 = 0, P_1 = P_2$), можно записать

$$\frac{L_1 V_1^2}{2g} = -\frac{L_2 V_2^2}{2g} + H_{\text{ном}}, \quad (8)$$

где $\frac{V_1^2}{2g}$ и $\frac{V_2^2}{2g}$ – скоростные напоры в первом и втором сечениях струи; $H_{\text{ном}}$ – потери напора.

Потери напора, вызываемые внешней средой, способствуют уменьшению кинетической энергии и, следовательно, средней скорости V_2 по мере удаления от насадки. Снижение скорости приводит к расширению струи, расходу кинетической энергии и разрушению струи. Сила давления на преграду (забой) зависит от диаметра насадки и расстояния до преграды. Теоретически она определяется следующим образом (рисунок 2).

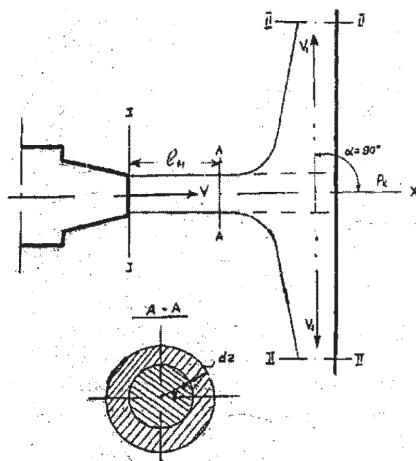


Рисунок 2 – Схема встречи струи гидромонитора с преградой

Масса жидкости проходит в ограниченное пространство через сечение I–I и выходит при встрече с преградой через сечение II–II. Известно, что приращение проекции количества движения в каком-то направлении равно проекции импульса действующих сил в том же направлении.

Приняв за ось проекции ось X , имеем

$$-P_x = M_{\text{cek}}(Q - V) = -M_{\text{cek}}V = -\rho QV, \quad (9)$$

где $-P_x$ – сила реакции; $+P_x$ – активная сила, действующая на преграду.

Расход скорости жидкости, выходящей из насадки:

$$Q = \mu S_H \sqrt{2gH}, \quad V = \varphi \sqrt{2gH}, \quad (10)$$

где H – полный напор перед насадкой; S – площадь сечения выходного отверстия; φ – коэффициент скорости.

Следовательно, $P_x = 2\mu\varphi S_H \rho g H$, где μ – динамический коэффициент вязкости; ρ – плотность жидкости.

Для случая, когда преграда расположена под углом к оси струи, сила давления выражается [2, 3] как

$$P_x = 2\mu\varphi S_H \rho g H \sin \beta. \quad (11)$$

Разрушение горной породы наступает при условии $P_x \geq \tau_s$:

$$P_x = \frac{P_{cm}}{S}, \quad (12)$$

где P_{cm} – сила удара струи, Н; S – площадь сечения струи на контакте с породой, м².

$$P_{cm} = \frac{10\rho_g}{g} V_0 (1 - \cos \beta) H_H, \quad (13)$$

где ρ_g – плотность воды, кг/м³; g – ускорение силы тяжести, м/с²; β – угол отражения струи, град; V_0 – средняя скорость потока струи, м/с.

Расход воды по сечению струи рекомендуется определять следующим образом.

Площадь элементарного кольца струи

$$dS = -2r\pi dr. \quad (14)$$

Произведя соответствующие подстановки, получаем:

$$P_x = \frac{10 \cdot \rho_2 \cdot 0,96 \cdot U_0}{g \left(0,29 + \frac{al}{r_H}\right) \ln 2} \left(1 - e^{-\frac{r \ln 2}{r_0^2}}\right) (1 - \cos \beta), \quad (15)$$

$$U_0 = 0,95 \sqrt{2gH_H},$$

где H_H – напор перед насадкой на выходе; 0,95 – коэффициент скорости.

$$P_x = \frac{25 \cdot \rho_g \cdot H_H}{0,29 + \frac{al}{r_H}} (1 - \cos \beta), \quad (16)$$

по данным работы $\beta = 12,5^\circ$, тогда

$$P_x = \frac{0,59 \cdot \rho_g \cdot H_H}{0,29 + \frac{al}{r_H}}. \quad (17)$$

Скорость распространения струи в сечении изменяется по экспоненте

$$V_c = \frac{\ln 2}{r_0^2}, \quad (18)$$

где r_0 – радиус сечения струи вблизи забоя.

Удельный расход воды через кольцо

$$\ell V = dSU = 2\pi r U_m e^{-\ell r^2} dr. \quad (19)$$

Скорость потока струи по сечению изменяется от 0 на границе U_m струи.

По экспериментальным данным В. Ж. Аренса [2]:

$$U_m = \frac{0,96U_0}{0,29 + \frac{a\ell}{r_n}},$$

где r_n – радиус насадки; a – коэффициент структуры потока; ℓ – расстояние до забоя.

$$a = \frac{1}{m - nP_{зуд}}, \quad (20)$$

где $P_{зуд} = \rho_e H$; $m = 1/a_0$; $a_0 = 0,0625$; H – глубина обработки; n – опытная величина, определяемая в зависимости от значения $P_{зуд}$ ($n = 1,87; 1,47; 1,002; 0,56; 0,2$).
 $P_{зуд} = \dots 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0$ МПа.

Можно заключить, что на интенсивность разрушения пород при скважинной гидравлической добыче влияют:

- физико-геологические свойства – крепость, твердость, состав, структура, текстура, пористость, трещиноватость, смачиваемость, водопроницаемость, вязкость, хрупкость;

- гидравлические показатели – напор и расход, т.е. характеристики струи гидромонитора;

- технологические параметры – скорость перемещения струи относительно забоя, расстояние от насадки до забоя, угол встречи струи с забоем, порядок выемки, параметры заходки, количество обнаженных поверхностей, ориентировка забоя относительно трещиноватости и т.д.

Обобщающим параметром для рыхлых грунтов принимается коэффициент сцепления, а для связанных – коэффициент крепости [3]. Производительность гидроотбойки Π на любом расстоянии ℓ от насадки рекомендуется определять по зависимости

$$\Pi = \frac{K_g F_{kp} \rho_{cp} V_{cp}^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3}{2W_s} \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (21)$$

Удельный расход воды на гидроразрушение на расстоянии от насадки рекомендуется определить по зависимости

$$q = \frac{Q}{\Pi} = \frac{F_0 V_0 2W_s}{K_g F_{kp} \rho_{cp} V_{cp}^3} \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (22)$$

где F_0 – площадь сечения насадки, м^2 ; V_0 – скорость вылета струи на насадку, м/с ; $\ell_{кр}$ – расстояние от насадки, на котором осевой напор падает до величины $P_{кр}$, м . Граничные условия $\ell_H < \ell < \ell_{кр}$.

Таким образом, теоретические исследования позволили обосновать основные параметры, влияющие на эффективность процесса гидродобычи. Представлена зависимость, по которой можно рассчитать удельный расход воды на гидроразрушение в зависимости расстояния от насадки гидромонитора и площади сечения насадки.

ЛИТЕРАТУРА

1 Орынгожин Е.С. Минерально-сырьевая база золотодобывающей промышленности Казахстана // Комплексное использование минерального сырья. – 2012. – №1. – С.5–8.

2 Арнс В.Ж. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975. – 264с.

3 Битимбаев М.Ж., Орынгожин Е.С., Молдабаева Г.Ж., Орынгожина С.Е. Метод скважинной гидродобычи золотосодержащих россыпных руд // Научно-техническое обеспечение горного производства: Сборник научных трудов ИГД им. Д.А. Кунаева. – Алматы, 2012. – №82. – С.93–98.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 666.973.2

А. А. КУЛИБАЕВ, К. А. НУРБАТУРОВ

Ассоциация «Индустриальные строительные технологии РК»

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЩЕБНЯ ИЗ ДРОБЛЕННОГО БЕТОНА

Рассмотрены вопросы повторного применения дробленого щебня, получаемого при переработке бетонных и железобетонных конструкций и изделий, образующихся при ремонте, реконструкции и сносе зданий и сооружений. Установлено, что дробленый заполнитель обладает рядом особенностей, которые необходимо учитывать при оптимизации составов и приготовлении бетонных смесей. Изучено влияние вторичных заполнителей на основные физико-механические свойства и морозостойкость бетонов. Определено, что плотность бетона на вторичном заполнителе ниже плотности бетона, изготовленного с использованием природного щебня. Использование щебня из дробленого бетона оказывает влияние на удобоукладываемость бетонной смеси. Применение дробленого щебня незначительно снижает основные физико-механические свойства бетона по сравнению с бетонами на щебне из природного камня. На основании проведенных исследований прочностных свойств бетона разработаны составы бетона на вторичном щебне.

Ключевые слова: *рециклинг, бетонный лом, вторичный щебень, переработка, составы бетонов, удобоукладываемость, воздухоовлечение, морозостойкость.*

Ғимараттар мен құрылыстарды жөндеу, қалпына келтіру және бұзу кезінде түзелетін бетон және темірбетон құрастырылымдары мен бұйымдарын өңдеу арқылы алынатын ұсақталған шағыл тасты қайтадан қолдану сұрақтары қарастырылған.

Ұсақталған толтырғыштың құрамдарды оңтайландыру және бетон қоспаларын дайындау кезінде ескерілуі тиіс ерекшеліктер қатары болатыны анықталған. Қайтамала толтырғыштардың бетондардың физикалық-химиялық қасиеттеріне және аязға төзімділікке әсер етуі зерттелді. Қайтамала толтырғыштағы бетон тығыздығының табиғи шағыл тас пайдаланылып дайындалған бетонның тығыздығынан төмен екені анықталды. Ұсақталған бетоннан алынған шағыл тасты қолданудың бетон қоспасының қолайлы төселгіштікке әсер ететіні анықталды. Ұсақталған шағыл тасты қолдану табиғи тасан алынған шағыл тасан дайындалған бетонмен салыстырғанда бетонның негізгі физикалық-химиялық қасиеттері аз мөлшерде төмендеді. Бетонның беріктік қасиеттеріне жүргізілген зерттеулер негізінде қайтамала шағыл тасты бетонның құрамы әзірленді.

Кілттік сөздер: *рециклинг, бетон сүймен, қайталама шағыл тас, өңдеу, бетон құрамдары, қолайлы төселгіштік, ауақатыстыру, аязға төзімділік.*

Problems were studied of repeated using of crushed stone, obtained when processing concrete and reinforced concrete constructions and reinforced concrete structures and products, which were formed as result of repair, reconstruction and demolition of buildings and constructions.

It was established that crushed concrete aggregates have some features that which it is necessary to take into account when compositions of concrete mixtures optimizing and making. Influence of recycled concrete aggregates on the main physical-mechanical properties and freeze-thaw durability of concretes was studied. It is determined that density of concrete on recycled concrete aggregates is less than density of concrete on natural broken stone. Using of broken stone produced from crushed concrete influences on workability of concrete mixtures. Using of crushed broken stone reduces insignificantly the main physical and mechanical properties of concrete in comparison with concretes, produced from natural broken stone. Based on results of carried out researches of strength properties of concrete, compositions were worked out of concrete mixtures on broken stone from recycled concrete aggregates.

Keywords: *recycling, concrete scrap, recycled broken stone, processing, concrete mixtures, workability, air entrainment, freeze-thaw durability.*

В настоящее время при сносе зданий и сооружений, при производстве ремонтно-строительных работ образуется значительное количество строительных отходов, большая часть которых вывозится на полигоны и свалки, что отрицательно влияет на экологическую ситуацию. В то же время отходы строительного производства представляют собой вторичное сырье, использование которого после переработки на вторичный щебень и щебеночно-песчаную смесь может снизить затраты на новое строительство и негативное влияние на окружающую среду [1–3].

Из опыта применения щебня из бетонного лома в технологии бетонов следует, что заполнитель, получаемый путем дробления бетонного лома, обладает рядом особенностей, которые необходимо учитывать при оптимизации составов и приготовлении бетонных смесей, а также при использовании таких бетонов для приготовления железобетонных изделий и конструкций различного назначения. Принципиальным отличием щебня из дробленого бетона от заполнителей из природного камня является наличие раствора, налипшего на зерна первоначального щебня. Вопрос количественного содержания раствора в различных фракциях имеет существенное значение для прогнозирования поведения этого заполнителя в бетонных смесях и затвердевшем бетоне [3].

Определено, что содержание большого количества растворной составляющей в щебне из бетонного лома значительно изменяет его свойства по сравнению с исходным щебнем [2, 3].

Исследованиями установлено, что на мелких фракциях растворная часть может достигать 50 %, тогда как на крупных фракциях (20–40 мм) количество раствора не превышает 25 %. Для устранения этого негативного явления рекомендуется очистить заполнитель от цементного раствора, что возможно электроимпульсным методом дробления или механическими методами активации [2, 3].

Для широкого внедрения щебня из дробленого бетона следует решить ряд вопросов по его рациональному применению в строительстве в качестве заполнителя при производстве бетонных работ. Поэтому были изучены свойства вторичного (рециклированного) щебня, полученного путем дробления бетона, подвергнутого рассеву на фракции 5–10, 10–20 и 20–40 мм.

Визуальный осмотр показал, что зерна рециклированного щебня имеют угловатую форму, характеризуются грубой текстурой и пористой поверхностью, что связано с наличием на поверхности растворной составляющей. Содержание в щебне посто-

ронных примесей в виде известковой штукатурки, гипса, органических включений не превышало 1 % по массе. Основные физико-механические свойства приведены в таблице 1. Данные таблицы 1 показывают, что рециклированный щебень, полученный из бетонного лома, по дробимости при сжатии в цилиндре в насыщенном водой состоянии имеет марку 600, 800, при этом чем ниже фракция щебня (5–10 мм), тем ниже марка.

Истинная и насыпная плотности щебня из бетонного лома по сравнению с заполнителем из природного камня несколько ниже, что свидетельствует о более пористой структуре и подтверждается результатами по водопоглощению. Данные таблицы 1 показывают, что водопоглощение щебня из природного камня колеблется от 2 до 3 %, тогда как водопоглощение рециклированного щебня – от 6 до 10 %, морозостойкость не превышает 75 циклов, морозостойкость щебня из природного камня достигает от 250 до 300 циклов. Содержание в рециклированном щебне слабых и лещадных зерен не превышает 15 %.

Применение рециклированного щебня для приготовления бетона требует четкого представления о его влиянии на такие свойства бетона, как прочность, морозостойкость. Поэтому было изучено влияние рециклированных заполнителей на основные физико-механические свойства, а также на морозостойкость бетонов.

В качестве исходных материалов для приготовления бетона использовали портландцемент активностью $R_{сж} = 51$ МПа; песок природный с модулем крупности $M_{кр} = 2,55$. Для сравнения свойств бетона применяли гранитный щебень. Свойства бетонов изучали на образцах размерами 10x10x10 см. Бетонные образцы хранились в нормально-влажностных условиях при температуре $(25 \pm \pm 5)$ °С. Испытания бетонов проводили в соответствии с ГОСТом 10180 в возрасте 28 сут. Пластичность смеси по осадке стандартного конуса принята 3–5 см по ГОСТу 7473.

Бетонные смеси, приготовленные на рециклированном щебне, отличались большей жесткостью по сравнению с бетонной смесью на природном щебне, что обусловлено высоким водопоглощением растворной составляющей, оставшейся на поверхности зерен рециклированного щебня. Применение рециклированного щебня оказывает влияние на удобоукладываемость бетонной смеси. Если осадка конуса бетонной смеси на щебне из природного камня равна 5 см при водоцементном отношении (В/Ц), равном 0,40–0,41, то на щебне из дробленого бетона при В/Ц, равном 0,46–0,50, – 2,5 см. Введение пластифицирующей добавки С-3 в состав бетона повышает осадку конуса до 4 см. Плотность бетона на рециклированном заполнителе на 100–150 кг/м³ ниже плотности бетона, изготовленного с использованием гранитного щебня.

Исследование возможности применения рециклированного щебня для приготовления обычного бетона показало, что такой щебень незначительно снижает основные физико-механические свойства бетона по сравнению с бетонами на щебне из природного камня. Так, согласно данным таблицы 2, прочность при сжатии бетонов на щебне из бетонного лома на 12–15 % ниже прочности бетона на гранитном щебне. Прочность бетона при изгибе на рециклированном щебне находится в тех же пределах, что и прочность бетона на гранитном щебне.

Таблица 1 – Физико-механические свойства рециклированного заполнителя из бетонного лома

Фракция щебня, мм	Плотность, г/см ³	Насыпная плотность, кг/м ³	Пористость, %	Пустотность, %	Водопоглощение, %	Марка по дробимости	Марка по морозостойкости F
<i>Рециклированный щебень</i>							
5-10	2,20	1250	15,0	48,0	10,0	600	50
10-20	2,25	1300	12,0	50,0	8,0	800	75
20-40	2,35	1300	10,0	53,0	6,0	800	75
<i>Гранитный щебень</i>							
5-10	2,63	1350	8,5	40,0	3,0	1200	250
10-20	2,65	1430	8,0	45,0	2,0	1200	300
20-40	2,65	1450	7,5	45,0	2,0	1200	300

Таблица 2 – Основные физико-механические свойства бетонов на рециклированном щебне

Расход материалов на 1 м ³ , кг		щебень		добавка	вода	ВЛС	Плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа		Водопоглощение, %	Марка по морозостойкости F
		рециклированный	гранитный					при сжатии	при изгибе		
цемент	песок										
480	680	930	-	-	220	0,46	2310	36,2	5,6	4,5	75
380	710	980	-	-	190	0,50	2260	28,8	5,3	4,75	50
480	680	930	-	5	225	0,47	2315	34,0	5,4	4,3	150
480	520	-	1200	-	190	0,40	2390	46,9	6,6	2,8	200
480	520	-	1200	5	195	0,41	2400	43,3	6,5	3,2	300

Деформативность бетона с добавкой С-3 на щебне из дробленого бетона примерно на 12 % ниже таковой бетона на гранитном щебне. Увеличение усадки бетона на щебне из дробленого бетонного лома (по сравнению с усадкой бетона на природном щебне) характеризуется следующими данными: при применении крупного заполнителя фракции от 10 до 40 мм она составляет 8–10 мм/м, при применении щебня фракции от 5 до 10 мм усадка увеличивается до 20–25 мм/м.

Бетоны на природном щебне выдержали более 200 циклов попеременного замораживания и оттаивания без снижения прочности, в то время как бетоны на рециклированном заполнителе показали значительное снижение этого показателя после 100 циклов испытаний. Проведенные исследования позволили сделать вывод, что повышенное водопоглощение рециклированного заполнителя приводит к снижению морозостойкости бетона. Однако наличие вовлеченного воздуха в бетоне на рециклированном заполнителе способствует повышению его морозостойкости, причем воздухововлечение является более эффективным способом повышения этого показателя, чем снижение В/Ц. При соответствующем уровне воздухоудержания возможно получение долговечного бетона на рециклированном заполнителе.

На основании проведенных исследований прочностных свойств бетона и морозостойкости разработаны составы бетона на рециклированном щебне, обеспечивающие классы по прочности от В15 до В25.

Анализ результатов показывает, что бетон, полученный на основе рециклированного щебня, можно рекомендовать для производства ряда строительных материалов, таких, как блоки и бетонные камни для кладки наружных стен зданий, плит для облицовки наружных стен; для получения фундаментных оснований; обустройства щебеночных оснований под полы и фундаменты зданий; под асфальтобетонные покрытия дорог всех классов, а также для монолитных бетонных полов. После изучения деформативных свойств и морозостойкости полученного бетона возможно расширение области его применения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Головин М.Г., Пуляев С.М. Бетонные и железобетонные конструкции с использованием заполнителя из бетонного лома // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2005. – № 2 (73). – С.16–17.

2 Олейник П., Соломин В.А. Разработка строительных отходов с получением щебеночно-песчаных смесей // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – № 7. – С. 58–60.

3 Ефименко А.З. Бетонные отходы – сырье для производства эффективных строительных материалов // Технологии бетонов . – 2010. – № 5–6. – С. 10–13.

К. А. БИСЕНОВ¹, С. С. УДЕРБАЕВ², А. А. АЧАБАЕВ²

¹Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата

²Казахская автомобильно-дорожная академия им. Л. Б. Гончарова

ЭЛЕКТРОМЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ АКТИВАЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Приведены результаты изучения и разработки нового способа активации сырьевых компонентов в технологии вяжущих веществ и бетона. Для разработки эффективного способа активации цементно-золяного вяжущего, прежде всего, создана методика экспериментального исследования. Разработана и сконструирована новая специальная конструкция активатора – барабанная электрополяризационная мельница. Проведены эксперименты по исследованию механизма активации и измерения электрокинетического потенциала активированной вяжущей смеси. Предложены оптимальные составы золоцементной смеси для изготовления бетона и арболита.

Ключевые слова: способ активации, электромеханохимический, мельница, прочность, золоцементный камень.

Мақалада бетон және байланыстырғыш заттар технологиясында шикізат компоненттерді белсендірудің жаңа тәсілін жасаудың және зерттеудің нәтижелері келтірілген. Күлді цементті байланыстырғышты белсендірудің тиімді тәсілін жасау үшін ең алдымен экспериментальды зерттеудің әдістемесі жасалды. Барабнды электрлі поляризациялаушы диірмен - белсендіргіштің жаңа арнайы конструкциясы құрастырылды және жасалды. Белсендірілген байланыстырғыш арласпасының электрокинетикалық потенциалы өлшенді және белсендірудің механизмін зерттеу бойынша эксперименттер жүргізілді. Арболитті және бетонды әзірлеу үшін күлдіцементті арласпаның оңтайлы құрамы ұсынылды.

Кілттік сөздер: белсендіргіш тәсілі, электромеханохимиялық, диірмен, беріктілік, күлді цемент тас.

In the paper results are presented of study and development new method of mineral raw components activation in technology of binding agents and concrete. First of all, technique of experimental research was created for developing effective method of cement-ash binder activation. New special design of activator – drum electropolarization mill was designed and constructed. Experiments were carried out on study of mechanism of activation and measurement of electrokinetic potential of activated binding mixture. The optimal compositions of cement-ash mixture for concrete and wood concrete production were proposed.

Keywords: method of activation, electromechanochemical, mill, strength, cement-ash stone.

Проблема улучшения физико-механических свойств бетонов всегда остается актуальной. Если учесть, что в составе строительного материала будут использоваться техногенные отходы, то ее актуальность, несомненно, повышается. Важность этого вопроса усиливается с постоянным ростом объема промышленных отходов – зол и шлаков ТЭЦ, а также вновь возобновляемых многотоннажных растительных отходов сельского хозяйства. Помимо этого, решение такой проблемы обеспечивает не только экономическую, но и экологическую эффективность.

Специалисты в области строительного материаловедения считают, что бетон на цементном связующем еще многие годы будет оставаться одним из основных материалов в строительстве. Увеличение прочности, плотности, коррозионной стойкости материалов на основе цемента позволяет продлить срок службы конструкций и уменьшить эксплуатационные расходы. В этом плане перспективными являются технологии, разработанные с использованием передовых методов активации.

Вопросы экономии портландцемента неразрывно связаны с проблемой более рационального применения этого вяжущего в получении бетонов с заданными свойствами. На первое место выходят проблемы многоуровневого структурообразования, так как их решение создает базу для последующих модификаций структуры цементного камня и бетона. В этой связи в статье решается вопрос разработки нового эффективного способа активации полидисперсных систем и раскрытия его механизма активации в целях улучшения качества легкого бетона.

Анализ многочисленных работ отечественных и зарубежных исследователей по проблеме энергосбережения в строительстве показывает, что энергосберегающие технологии строительных материалов развиваются по различным направлениям совершенствования традиционных технологий и создания малоэнергоемких материалов.

В этой связи разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий и использование в производстве строительных материалов местных сырьевых ресурсов и отходов промышленности являются актуальной проблемой. Однако созданные технологии оказывались не полностью доработанными, а качество продукции оставляло желать лучшего. Поэтому необходимо создать на основе прогрессивных научно-технических достижений ресурсо- и энергосберегающие технологии, в которых упор был бы сделан на уменьшение расхода материальных и трудовых ресурсов на единицу продукции без снижения свойств строительных материалов и изделий.

И. А. Рыбьев [4] отмечает, что в раскрытии потенциальных свойств сырьевых компонентов искусственных строительных конгломератов важную роль выполняют подготовительные операции.

Другие исследователи [2–7], рассматривая технологический процесс как сложную систему, считают, что необходимо учитывать взаимодействие ее с внешней средой и внутренние взаимодействия ее отдельных элементов, что в конечном счете отразится на отклике системы, т.е. свойствах материала, в частности на прочности арболита.

Принятая идея оказалась возможной благодаря осуществлению следующего принципа: эффекта дополнительной активации частицы можно достигнуть одновременным воздействием на нее двух факторов: электрического поля, проходящего через жидкую фазу, и процесса измельчения. В результате разработанный принцип получил название “принцип электромеханохимической (ЭМХ) активации” [8].

Таблица 1 – Влияние химических добавок при ЭМХ активации на механические свойства цементно-зольного вяжущего состава 60:40

Химические добавки, % от массы вяжущего	В/Ц	Время помола, мин	Вид электрического поля	Напряжение, В	Результаты испытаний образцов цементно-зольного камня на прочность при сжатии (кгс/см ²) через, сут:		
					7	14	28
Без химических добавок	0,6	10	-	-	68	98	275
			Постоянный	25	87	109	298
			Переменный	25	82	101	289
Хлорид натрия 5%	0,6	10	-	-	88	180	296
			Постоянный	25	101	215	366
			Переменный	25	95	202	356
Хлорид кальция 5%	0,6	10	-	-	90	196	308
			Постоянный	25	110	229	396
			Переменный	25	105	223	387
Хлорид бария 5%	0,6	10	-	-	98	204	324
			Постоянный	25	153	306	502
			Переменный	25	125	252	486

Как видно из таблицы 1, наиболее эффективно протекает процесс ЭМХ активации при добавлении хлористого бария. Прочность цементно-зольного камня повышается на 50 % по сравнению с контрольными образцами без поляризации.

Экспериментальная проверка выдвигаемого принципа позволила получить достоверные результаты. Это послужило основанием для дальнейшей разработки реального способа, базирующегося на выдвигаемом принципе.

В связи с этим следующим этапом исследований были поиски по разработке и совершенствованию конкретного способа ЭМХ активации и конструкции устройства для осуществления этого способа. При этом электрическая схема ЭМХ активации послужила моделью способа и устройства измельчителя [9] (лабораторной мельницы специальной конструкции).

На основании экспериментальных результатов проверок выдвигаемого принципа активации разработан конкретный способ активации вяжущего: совмещение двух операций (процессов помола и электрической поляризации) осуществляют внутри шаровой мельницы.

Для увеличения электропроводности системы “вяжущее+вода” добавляли электролит – хлорид бария, увеличивающий электрическую проводимость цементного теста, а также способствующий эффективному диспергированию. Одновременно хлорид бария выполняет роль коагулятора – инициатора физико-химического процесса коагуляции вяжущей смеси, т.е. электрокоагулятора [9].

Для протекания ЭМХ эффекта требовалось сконструировать лабораторную мельницу специальной конструкции. Из существующих конструкций измельчителей была

выбрана конструкция шаровой мельницы. Однако для того чтобы шаровая мельница могла работать на эффекте поляризации, необходима была модернизация ее конструкции.

В первоначальном варианте внутренняя часть шаровой мельницы была покрыта тонким слоем диэлектрика и установлены стальные стержневые электроды. Со временем эксплуатации слой диэлектрика разрушался, а электроды подвергались коррозии.

Главное требование к конструкции мельницы – это ее корпус, который должен представлять собой диэлектрический материал. Электроды выполнены из нержавеющей стали с, возможно, низким сопротивлением, необходимым для эффективного протекания электрического тока через дисперсионную среду.

Состав ЭМХ вяжущего, удостоенный предварительного патента [9], включает портландцемент – 52–60%, золу-унос – 37–42% и хлорид бария – 3–6% по массе. При этом хлорид бария выполняет роль инициатора физико-химического процесса коагуляции вяжущей смеси. В процессе электрокоагуляции происходят поляризация дисперсных частиц вяжущего и взаимное притяжение между собой, что усиливает структурообразование.

Образование двойного электрического слоя (ДЭС) ионов приводит к появлению электрокинетического (ζ -дзета) потенциала на границе частиц вяжущего и воды [10]. Введение хлорида бария – электролита способствует изменению строения двойного электрического слоя, т.е. сжатию его диффузного слоя и понижению дзета-потенциала. По сути ζ -потенциал принимает участие в формировании коагуляционной структуры цементного геля, определяет сущность электрокинетических явлений (связанных с электрической проводимостью цементного геля) и физико-химических процессов, обуславливающих возникновение кристаллогидратной структуры цементно-зольного камня [11].

Интенсификация коагуляции вяжущего происходит путем совмещения явления роста удельной поверхности частиц с эффектом уменьшения электрокинетического потенциала, а также гомогенизации зарядов ДЭС.

Механизм активации цементно-зольной смеси ЭМХ воздействием осуществляется за счет эффективного вскрытия потенциальных свойств частиц вяжущего с эффектом роста удельной поверхности и одновременным пропусканием электрического тока на внутренние участки измельчаемых частиц. В результате этого усиливается процесс помола, увеличивающий реакционную способность и активность вяжущего.

В предлагаемом нами устройстве [8] одним из условий повышения вяжущих свойств сырьевых компонентов является поляризация частиц во время измельчения, при которой происходит активное взаимодействие активированных дисперсных частиц вяжущего вещества. Исходя из изложенного следует, что механизм активации при ЭМХ способе заключается в электрическом взаимодействии вновь обнажающихся поверхностей частиц вяжущего при мокром домоле, т.е. придание электрического заряда каждой частице.

Для доказательства повышения активности вяжущего при ЭМХ эффекте проведены измерения электрокинетического потенциала активируемой смеси. В связи с этим отбирались пробы вяжущей смеси без обработки, а также после мокрого домола и ЭМХ активации (таблица 2).

Таблица 2 – Измерения электрокинетического потенциала

№ п/п	Состав материала, %	Вид активации	Количество химической добавки	Время τ , с	ζ -потенциал, мВ
1	Цемент:зола унос (60:40)	Без обработки	-	41,3	42,2
2	Цемент:зола унос (60:40)	Мокрый Домол	5% BaCl_2 от общей массы вяжущего	54,4	32
3	Цемент:зола унос (60:40)	МЭП	5% BaCl_2 То же	57,9	30,1

Из таблицы 2 видно, что при ЭМХ активации вяжущего значение ζ - потенциала меньше по сравнению с мокрым домолем и без обработки, что сказывается на повышении активности, следовательно, прочности цементно-золяного камня и арболита на его основе. Величина ζ -потенциала снижается вследствие более активного взаимодействия многозарядных анионов с отрицательными зарядами, т.е. продуктами гидратации вяжущего, и перехода противоионов из диффузного слоя в адсорбционный. Кроме того, уменьшению ζ -потенциала, по-видимому, способствует частичная аморфизация поверхности активированного вяжущего [12].

Необходимо также констатировать, что снижение электрокинетического потенциала (ζ -потенциала) ускоряет коагуляцию вяжущей смеси и сказывается на повышении прочности цементно-золяного камня.

Воздействие электрического поля в процессе мокрого домола приводит к интенсификации ионообменных процессов вследствие увеличения количества мицеллообразующих частиц с определенным зарядом атомов, молекул и ионов в элементарном объеме. Поляризуемость ионов за счет воздействия электрического поля способствует повышению электрических зарядов, увеличивающих активность их переноса, а также перегруппировке высвобождаемых электронов и ионов с преодолением энергетического барьера. Помимо этого, при ЭМХ эффекте, очевидно, отмечаются гомогенизация (теория Г. Фрейндлиха) зарядов по всему объему цементно-золяной смеси и нарушение агрегативной устойчивости системы за счет преобладания энергии притяжения, т.е. преодоление расклинивающего давления (теория ДЛФО). Благодаря этому интенсифицируются коагуляция вяжущей смеси и интенсивное образование каркаса кристаллической решетки за счет создания кристаллогидратов.

Конструктивные особенности устройства шаровой мельницы запатентованы. Одновременное воздействие на частицу вяжущего электрического поля и механического измельчения приводит к высоким результатам, так как совмещение этих двух видов воздействий эффективно вскрывает потенциал электрической природы частицы. Прочность при сжатии цементно-золяного камня, активированного ЭМХ способом в барабанной электрополяризационной мельнице, повысилась на 50–60 % [12] соответственно при напряжении 30–40 В. Выявлено, что в электрическом поле постоянного тока процесс ЭМХ способа активации протекает эффективнее, чем при переменном

токе. Полученные положительные результаты опытно-экспериментального поиска являются следствием правильности выбранной методологии построения поиска через логический ряд: идея, принцип, способ и устройство.

ЛИТЕРАТУРА

1 Удербает С.С. Влияние электромеханохимической активации на энергетически активное состояние золы // *Материалы IX международной научно-практической конференции «Наука и образование-2006»*. – Днепропетровск, 2006. – Т.10. – С. 92–95.

2 Гусев Б.В. Проблемы создания наноматериалов и развития нанотехнологий в строительстве // *Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал*. – М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2009. – №2. – С. 5–10. URL: [http // www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru) (дата обращения: 15.01.2010).

3 Белов В.В., Смирнов М.А. Оптимизация гранулометрического состава сырьевых смесей для получения пресованных бетонов на цементной связке // *Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал*. – М.: ЦНТ «НаноСтроительство», 2010. – №2. – С. 7–19. Гос. регистр. № 0421000108. URL: [http // www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru) (дата обращения: 15.01.2010).

4 Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ: Искусственный строительный конгломерат: Учебное пособие для вузов. – М., 1978.

5 Лохер Ф.В., Рихартц В. Исследование механизма гидратации цемента. – М., 1976. – Т.2.

6 Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.

7 Рагинов В.Б., Иванов Ф.М. Химия в строительстве. – М.: Стройиздат, 1969. – 200 с.

8 Патент 7745 РК. Барабанная электрополяризационная мельница / Бисенов К.А., Акчабаев А.А., Удербает С.С., Акчабаев М.А.; опубл. 03.12.2001, Бюл. № 12. – 3 с.

9 Предварительный патент РК №7888. Механо-электрополяризованный состав вяжущего / Акчабаев А.А., Бисенов К.А., Удербает С.С.

10 Омарова К.И., Тусупбаев Н.К., Мусабеков К.Б. Методические разработки по измерению электрокинетического потенциала дисперсных систем методом электрофореза: (Для студентов химического факультета). – Алма-Ата, 1986. – 19 с.

11 Ахвердов И.Н. Акустическая технология бетона /Под ред. чл.-кор. АН БССР, д-ра техн. наук, проф. И.Н. Ахвердова. –М., 1976. – 145 с.

12 Бисенов К.А., Акчабаев А.А., Удербает С.С. Активация вяжущего поляризацией как способ повышения прочности арболита // *Доклады Министерства науки и высшего образования Национальной академии наук Республики Казахстан*. – 1999. – № 4. – С. 60–65.

ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 2013 ГОДА

Неделя представления нобелевских лауреатов, 112-я по счету, завершилась объявлением имен обладателей премии 2013 года. Всего с 7 по 14 октября комитетом было присуждено шесть премий в области медицины, физики, химии, литературы, миротворчества и экономики.

Согласно завещанию Нобелевские премии присуждаются начиная с 1901 года в пяти номинациях: физика, химия, медицина, литература, а также премия мира. Торжественное вручение наград произойдет 10 декабря. Традиционно лауреатов будут награждать в Стокгольме – столице Швеции, а премию мира вручат в Осло – столице Норвегии.

Нобелевская премия по экономике была учреждена Центральным банком Швеции в 1968 году по случаю 300-летия основания банка. Наследники Нобеля вообще сомневались в необходимости ее вручения, сам же Альфред Нобель в своем завещании об экономистах и математиках не упоминал. На тот момент уже существовала премия по математике от шведского короля, кроме того, Нобель считал, что такие ученые не делают важных изобретений для человечества, а данные науки имеют чисто теоретический характер.

Нобелевская премия 2013 года **по физиологии и медицине** присуждена **ученым из США Джеймсу Ротману (Йельский университет), Рэнди Шекману (Калифорнийский университет, Беркли) и немцу Томасу Зюдхофу (Стенфордский университет)** за открытие «механизма регуляции везикулярного трафика, основ-

ной транспортной системы в наших клетках», сообщил Нобелевский комитет при Каролинском институте Стокгольма. Их открытия оказали большое влияние на понимание организации транспортной системы клеток.

«Везикулярный транспорт», который изучают эти исследователи, позволяет клеткам обмениваться сигналами. Ученые раскрыли тайну, как клетки организуют эту транспортную систему по доставке белков и других веществ «в нужное место и в нужное время». Каждая клетка представляет собой завод, который производит и экспортирует молекулы. Молекулы выводятся в окружающую ее среду и составляют множество веществ, среди которых все гормоны, а также нейромедиаторы и многие другие биологически активные вещества. Молекулы этих веществ транспортируются внутри клетки в специальных контейнерах в виде мембранных пузырьков, которые именуются везикулами. С помощью транспортных везикул осуществляется обмен молекулами между всеми компонентами живой клетки, что обеспечивает существование не только ее, но и организма в целом.

Трое новых лауреатов Нобелевской премии обнаружили принцип функционирования системы. «Сбои в этой системе имеют пагубные последствия и содействуют созданию условий для развития неврологических заболеваний, диабета и иммунологических нарушений», – говорится в сообщении Нобелевского комитета.

Ученые смогли объяснить механизм управления транспортировкой на моле-

кулярном уровне, а также установили причины доставки веществ к конкретным компонентам клетки в нужное время. Способ выдачи точных «приказов» везикулам о времени и месте доставки молекул открыл Томас Зюдхоф. Набор генов, отвечающих за транспортировку веществ в везикулах, был открыт Рэнди Шекманом. Джеймс Ротман смог доказать их существование, а также объяснил принципы работы белковой «машины», которая дает возможность везикулам соединяться с точкой доставки гормонов и других биологически активных веществ.

Рэнди Шекман родился в 1948 году, учился в Калифорнийском и Стендфордском университетах. Он был главным редактором одного из самых популярных и авторитетных научных журналов на планете – *Proceedings of the National Academy of Sciences*. В настоящее время – профессор Калифорнийского университета в Беркли.

Томас Зюдхоф родился в 1955 году в городе Геттинген, в центральной Германии. С 2008 года он является профессором клеточной и молекулярной физиологии в Стендфордском университете. В этом году он также стал лауреатом Ласкервской премии.

53-летний Джеймс Ротман – профессор знаменитого Йельского университета в Нью-Хейвене. Он работал в Гарвардском медицинском институте и Массачусетском технологическом институте, прежде чем начал заниматься изучением везикул клеток в Стендфордском университете в Калифорнии.

Эти ученые не впервые становятся обладателями престижных наград. Так, в 2010 году двоим из них была присуж-

дена премия Кавли по неврологии. Томас Зюдхоф получил ее за работу по генетическим основам работы головного мозга, а Джеймс Ротман был отмечен за изучение механизмов контроля функций в этом органе.

Нобелевская премия в области физики досталась британскому профессору Питеру Хиггсу и бельгийскому ученому Франсуа Энглеру. Причем, если в случае премии за достижения в медицине мировое сообщество до последнего момента не догадывалось, кому она будет вручена, то в случае с физикой все сводилось к простому обсуждению, дадут ли награду Питеру Хиггсу – 84-летнему физико-теоретику из Великобритании. Их достижение может в корне изменить видение устройства мира глазами ученых, а также даст большой толчок развитию человечества.

Официальное пояснение Нобелевского комитета гласит, что награда вручена «за теоретическое открытие механизма, который обеспечил понимание происхождения масс элементарных частиц и который был подтвержден недавним открытием предсказанной частицы – бозона Хиггса – в ходе экспериментов в Большом адронном коллайдере ЦЕРН».

А началось все в далеком 1964 году, когда была опубликована научная статья двух бельгийских физиков – Франсуа Энглера и Роберта Браута. В ней была описана теория масс элементарных частиц. В том же году Питер Хиггс опубликовал собственную статью, в которой постулировал, что Стандартная модель должна включать дополнительную скалярную частицу с нулевым спином, наличие ко-

торой бы объяснило наличие массы всех элементарных частиц. Эта идея была активно подхвачена несколькими другими физиками, а новая предполагаемая частица в 1972 году получила название бозона Хиггса. Важность этой частицы настолько велика, что нобелевский лауреат Леон Ледерман назвал ее «частицей Бога»: ведь можно с уверенностью сказать, что именно квант поля Хиггса является основанием материи во Вселенной.

На протяжении нескольких десятилетий существование бозона Хиггса сводилось к чистой теории, так как технический прогресс был недостаточно развит для создания необходимого оборудования, а также способов исследования и установления реальности частицы. Все изменилось с появлением Большого адронного коллайдера, испытания в котором 4 июля 2012 года дали сенсационные результаты, которые были позже опубликованы представителями CERN – европейской организации по ядерным исследованиям. По обнародованным данным при столкновении двух протонов детекторы CMS коллайдера зафиксировали появление новой частицы с массой 125–126 ГэВ/c². После почти полугодовых исследований весной 2013 года состоялось официальное заявление, что найденная частица является бозоном Хиггса. Ее открытие позволяет внести изменения в Стандартную модель.

В области химии Нобелевская премия 2013 года присуждена «за развитие моделей комплексных химических систем» **австрийцу Мартину Карплюсу, израильтянину Ари Уоршелу и британцу Майклу Левитту** за компьютерные модели сложных систем – разработку «многошкальных моделей комплексных

химических систем». Заслуга нобелевских лауреатов состоит в том, что они перенесли химические эксперименты в киберпространство, что позволило создать реалистичные компьютерные модели для понимания и прогнозирования химических процессов. Это сыграло огромную роль для большинства прорывов в современной химии.

Мартин Карплюс родился в Вене, а сейчас работает в Университете Страсбурга (Франция) и Гарвардском университете (США). Майкл Левитт – уроженец Великобритании, сотрудник медицинской школы Стэнфордского университета, а Ари Уоршел родился в Израиле и работает сейчас в Университете Южной Калифорнии.

«Когда-то химики использовали для моделирования молекул шарики вместо атомов и палочки вместо химических связей. Сейчас химическое моделирование проводится на компьютерах – как на обычных рабочих станциях, так и на гигантских суперкомпьютерах с тысячами процессоров, – говорится в сообщении Нобелевского комитета. – Современные методы позволяют моделировать не только простые химические реакции, в которых участвуют так называемые малые молекулы, состоящие из небольшого числа атомов, но и реакции биологических молекул – белков, углеводов, ДНК и РНК, которые протекают в живых организмах. Сегодняшние лауреаты еще в 70-х годах прошлого века стояли у истоков создания программ, которые используются для понимания и предсказания течения химических реакций. Работа Карплюса, Уоршела и Левитта еще в 1970-х годах позволила создать основу для разработки мощнейших современных компьютерных про-

грамм, которые помогают человечеству понять сложнейшие химические процессы. Их принцип изучения химических реакций основан на совмещении квантовой и ньютоновской физики. «Для моделирования химических реакций нужно использовать два совершенно различных аспекта физики и химии – квантовую физику и классическую физику, – отметил представитель Нобелевского комитета на пресс-конференции. – Квантовая физика позволяет рассматривать нам химическую реакцию в больших подробностях: этот метод требует больших компьютерных систем, это чрезвычайно сложно. Ньютоновская физика – довольно простая. Очень сложно совместить эти модели и сделать так, чтобы они пожали друг другу руки. Вклад трех лауреатов заключается в том, что они обеспечили это тайное рукопожатие и создали физико-химическую теорию как единое целое».

«Сегодня без компьютерного моделирования не обходится ни одно серьезное исследование или открытие, компьютерные модели живых систем играют важнейшую роль в исследованиях на стыке химии и биологии. Методы, разработанные Карплюсом, Левиттом и Уоршелом, позволяют с точностью до миллисекунды описать широкий ряд химических процессов: от каталитической очистки выхлопных газов до фотосинтеза в зеленых растениях».

В эфире телеканала «Россия 24» Валерий Фокин прокомментировал решение Нобелевского комитета. «Я знаком с Левиттом и Уоршелом. Последний был профессором в университете, где я писал и защищал диссертацию. Вместе с Левиттом мы консультировали одну коммерче-

скую компанию, расположенную, кстати, в Москве. Речь идет о компьютерных моделях сложных систем. Это тот важный компромисс, который был найден в расчетах. Это результат не последних нескольких лет, а последних лет тридцати пяти – сорока. Первые модели сложных систем – белков, протеинов – стали строиться еще в 70-е годы», – сказал российский ученый. На вопрос, удовлетворен ли он решением Нобелевского комитета, Фокин ответил, что комитет всегда принимает справедливые решения: «Работы нынешних лауреатов внесли огромный вклад в развитие химии».

Лауреатом Нобелевской премии **по литературе** была признана канадская писательница **Элис Энн Мунро**. Об этом в Стокгольме объявила Королевская шведская академия наук, отвечающая за присуждение награды. Сообщается, что Мунро стала 13-й женщиной, получившей Нобелевскую премию по литературе, и 110-м Нобелевским лауреатом в этой категории в целом.

В основном Мунро пишет о женских судьбах. В Стокгольме Шведская академия назвала ее «мастером рассказов». Профессор, член Королевской шведской академии наук Петер Энглунд после объявления имени лауреата отметил, что «она работает в традициях, восходящих к Чехову, но довела этот жанр новеллистики до совершенства», – сказал он в интервью шведскому телевидению. В ее коротких произведениях, как и в рассказах русского классика, сюжет вторичен, важна глубина переживаний героев, точнее – героинь, так как Мунро пишет в основном о женских судьбах, их отличает глубокий психологизм.

Элис Мунро родилась в 1931 году в Канаде. Лауреат Букеровской премии 2009 года за совокупность достижений, трехкратный лауреат канадской премии генерал-губернатора, несколько раз являлась претендентом на Нобелевскую премию. Ее первый рассказ был напечатан в 1950 году. В 1968 году была опубликована первая книга Мунро сборник рассказов «Танец счастливых теней» (Dance of the Happy Shades), за который она удостоилась высшей литературной премии Канады. Сейчас писательнице 82 года, на ее счету 15 книг и множество наград. Среди наиболее известных ее произведений – «Открытые секреты». События, о которых рассказывает писательница, происходят в Северном Онтарио, в маленьких городах на больших реках, где живут маленькие люди. Ее рассказ «Медведь перешел через гору» был экранизирован в 2006 году под названием «Вдали от нее», главную роль в фильме сыграла Джули Кристи. Картина была номинирована на «Оскар» за лучший адаптированный сценарий.

Александр Яковлевич Ливергант, главный редактор журнала «Иностранная литература», литературовед, переводчик отмечает: «Элис Мунро – один из выдающихся рассказчиков в современном мире. Мунро очень канадский писатель. Я видел ее однажды на канадской книжной ярмарке – меня поразило то, как канадское читательское сообщество ее ценит. Мне кажется, что Элис Мунро сегодня для Канады – писатель для своего читателя. Это автор, к которому в последнее время привлечено внимание любителей литературы не только в Канаде, потому что она входила в шорт-лист международной Букеровской премии. В

оценке ее творческого мира, ее манеры как раз указывалось, что она в первую очередь мастер короткого жанра, ее имя известно в англоязычном мире».

Нобелевская премия по экономике присуждена за «эмпирический анализ цен активов». Лауреатами премии стали американские ученые **Роберт Шиллер (Йельский университет), Ларс Питер Хансен (Чикагский университет), Юджин Фейма (Чикагский университет).**

По мнению Нобелевского комитета, работа этих ученых-экономистов повысила уровень понимания работы финансовых рынков. Предсказать цены акций или облигаций на несколько дней или недель вперед практически нереально, однако вполне возможно составить их долгосрочный прогноз. Причем среди ключевых факторов такого прогнозирования – риски, которые готовы или, наоборот, не готовы брать на себя инвесторы. Ученые также проанализировали, каким образом рыночные явления влияют на стоимость ценных бумаг, капитала и недвижимости.

Как сообщает эксперт– доцент кафедры прикладной экономики МГИМО **Михаил Столбов (Портал МГИМО)**, это как раз тот случай, когда многолетние фавориты получили награду. В первую очередь, имеются в виду Р. Шиллер и Ю. Фейма, на протяжении последних лет устойчиво фигурировавшие в претендентских списках.

Тем не менее решение присудить премию именно этим экономистам до некоторой степени неожиданное и смелое. Впервые с 1997 года обладателями Нобеля стали исследователи, внесшие заметный вклад в теорию финансов. Их имена

стоят в одном ряду с Робертом Мертоном и Мироном Шоулзом, разработавших теорию ценообразования опционов. Они также развивают традицию нобелиатов 1990 года Гарри Марковица, Мертона Миллера и Вильяма Шарпа, заложивших теоретические основы финансовой экономики.

Однако не следует забывать, что имена Мертона, Шоулза и Шарпа в последние пять лет не в почете. Их вклад в развитие моделей ценообразования финансовых активов рассматривается сквозь призму глобального кризиса 2008–2009 годов и его последствий. Поэтому нынешнее решение Нобелевского комитета словно снимает табу с одной из самых амбициозных и противоречивых исследовательских программ экономической науки последних десятилетий.

Достижения нобелевских лауреатов этого года велики как с формальной, наукометрической стороны, так и с содержательной. Все трое по состоянию на конец сентября 2013 года входили в сотню наиболее влиятельных экономистов-исследователей мира по версии авторитетного рейтинга RePec. У каждого из них индекс Хирша составляет не менее 30, а количество цитирований опубликованных книг и статей – 5000.

При этом направления исследований Шиллера, Феймы и Хансена все же не единообразны. Роберт Шиллер на протяжении научной карьеры выступает, скорее, как макроэкономист, пытающийся инкорпорировать в макроанализ элементы теории финансов. Не случайно в фокусе его внимания – временная структура процентных ставок, эффекты богатства, связывающие потребительскую активность домашних

хозяйств с динамикой цен на фондовом рынке и ценами на недвижимость. В последние годы особое внимание Роберт Шиллер уделяет вопросам поведенческой экономики, результатом чего стала публикация совместного с Джорджем Акерлофом исследования (впрочем, изложенного в максимально доступной, публицистической форме) «Spiritus Animalis, или Как человеческая психология управляет экономикой» (англ. «Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy, and Why It Matters for Global Capitalism»). Широко известна и другая монография Р. Шиллера – «Irrational Exuberance», в которой он анализирует фундаментальные причины кризиса компаний «новой экономики» в США в 2000–2001 годах. В сотрудничестве с Карлом Кейсом им разработан индекс цен на вторичном рынке жилья для США, который сейчас воспринимается как один из типичных индикаторов деловой активности (Case-Shiller index).

Юджина Фейму, вероятно, правильнее отнести к теоретикам корпоративных финансов. В центре его внимания – теория оптимального портфеля, дивидендная политика компаний, поиск оптимального соотношения заемных средств и собственного капитала в деятельности компаний, эмпирическое тестирование валидности известных моделей ценообразования финансовых активов, прежде всего модели оценки долгосрочных активов CAPM. Именно Ю. Фейма ассоциируется с гипотезой эффективного рынка, которая, несмотря на ожесточенную критику, остается основой неоклассического подхода к финансам.

Ларс Питер Хансен – эконометрист, разработавший такую исследователь-

скую технику, как обобщенный метод моментов (*general method of moments*). Он нашел применение в международных финансах, экономике труда и, разумеется, в моделях ценообразования активов в условиях, когда стандартные методы оценивания – метод наименьших квадратов или метод наибольшего правдоподобия – не применимы.

Таким образом, личные вклады обладателей нобелевской премии по экономике этого года комплементарны. Отмечены как исследователи, характеризующиеся многогранными научными интересами и широким интеллектуальным влиянием (Р. Шиллер и в несколько меньшей степени Ю. Фейма), так и ученый, предложивший новый количественный инструмент для оценки финансовых моделей (Л. П. Хансен).

Символично, что в этом списке отверженец йельской (неокейнсианской) традиции Р. Шиллер находится рядом с представителями ортодоксального мейнстрима. Однако сейчас в этом больше синергии, чем противоборства. Решение Нобелевского комитета намекает нам, что будущее за эклектичными, синтезирующими подходами в экономической науке в целом и в финансах в частности. Оно также направлено на реабилитацию общественной роли финансов, созвучной заглавию недавней монографии Р. Шиллера «Финансы и справедливое общество» («*Finance and the Good Society*»).

Норвежский Нобелевский комитет объявил лауреатом Нобелевской премии мира за 2013 год **Организацию по запрещению химического оружия (ОЗХО)** за значительные усилия по ликвидации данного вида вооружений. В сообщении

комитета премия присуждена за то, что, «осуществляя инспекции и ликвидируя запасы химического оружия, организация прилагает все усилия для того, чтобы предотвратить нарушение международного законодательства». В частности, речь идет о ее роли в мирном разрешении конфликта в Сирии. Согласно резолюции Совбеза ООН, Организация по запрещению химического оружия (ОЗХО) сегодня является ведущей структурой по взятию под контроль, проверке и поисков путей уничтожения сирийского химического арсенала.

Эта международная организация была создана в 1997 году. ОЗХО имеет статус независимой международной организации и действует в интересах государств-членов, в ее составе после присоединения 14 октября т.г. Сирии стало 190 государств. В настоящее время специалисты этой организации занимаются уничтожением химических арсеналов Сирии. В конце сентября исполнительный совет организации принял решение о полной ликвидации запасов химического оружия Дамаска, которое планируется завершить к середине будущего года. Совбез ООН в тот же день одобрил это решение своей резолюцией. Согласно утвержденному плану оборудование для производства химического оружия планируется уничтожить к началу ноября 2013 года, а все химические арсеналы – в первой половине 2014 года.

Официальный Берлин наряду с лидерами России, США, Франции и других стран назвал ОЗХО достойным обладателем Премии мира. «Специалисты ОЗХО работают в горячих точках, подвергая свою жизнь угрозе, чтобы сделать мир безопаснее. Их усилия заслуживают все-

общего уважения, а присуждение Нобелевской премии мира – награда для каждого из сотрудников этой организации», – отметила канцлер Ангела Меркель.

Однако решение жюри Нобелевского комитета встретило не только одобрение. Многие хотели бы видеть на месте лауреата 16-летнюю пакистанскую правозащитницу и борца за права женщин на образование Малалу Юсуфзай, раненую в прошлом году боевиками «Талибан» или гинеколога Дэниса Муквеге, помогшего тысячам женщин, подвергшимся изнасилованию во время войны в Конго. Вспоминая о награждении Премией мира в 2009 году Барака Обамы, критики ссылаются также на то, что миссия ОЗХО в Сирии только началась и премировать авансом неразумно. Однако глава МИД Германии Гидо Вестервелле уверен, что эта награда даст толчок процессу разоружения во всем мире и станет поощрением для всех, кто выступает за сокращение и нераспространение оружия массового уничтожения по всему миру.

Впрочем, Германия поддерживает ликвидаторов химического оружия не только словом. На этой неделе двадцать пять гражданских инспекторов ОЗХО, которым предстоит работать в Сирии, проходят курс подготовки у бундесверовских экспертов в образовательном центре ООН в баварском Хаммельбурге. Миссия организована немецким МИДом и Министерством обороны и финансируется за счет Германии, уже перечислившей для уничтожения химического оружия в Сирии два миллиона евро. Кроме этого, для поддержки Сирийской миссии ООН Берлин предоставил специально оборудованные самолеты. «Мы хотим передать инспекторам ОЗХО накопленный немец-

кими специалистами опыт поведения в конфликтных зонах, чтобы они были оптимальным образом подготовлены к выполнению своей сложной задачи в Сирии», – отметил глава внешнеполитического ведомства Гидо Вестервелле.

Согласно уставу Нобелевского фонда выдвигать кандидатов на получение премии могут лишь члены норвежского Нобелевского комитета, члены национальных парламентов и правительств, представители Международного арбитражного суда в Гааге, члены Комиссии постоянного международного бюро по вопросам мира, члены Института международного права, профессора университетов в области политических наук и юриспруденции, истории и философии, а также лауреаты Нобелевских премий мира.

По сложившейся традиции, Нобелевский комитет не разглашает списки возможных лауреатов премии мира. Информация о них хранится в секрете на протяжении 50 лет со дня присуждения премии. Однако известно, что Организация по запрещению химического оружия на протяжении нескольких лет не раз была в числе кандидатов на эту премию.

Генеральный директор Организации по запрещению химического оружия Ахмет Узюмджю надеется, что присуждение Нобелевской премии мира будет содействовать расширению рядов ОЗХО.

«Это признание ее огромной роли в пресечении использования химического оружия», – заявил председатель Еврокомиссии Жозе Мануэл Баррозу. Премьер-министр Норвегии Йенс Столтенберг высоко оценил решение Норвежского нобелевского комитета. «Благодаря усилиям ОЗХО наш мир стал гораздо более

безопасным местом для жизни, – отметил глава правительства Норвегии. – Значение этой награды особенно велико сейчас, поскольку в ближайшем будущем мировому сообществу предстоит решать крайне сложную задачу в Сирии».

«Это взвешенное решение, одно из самых продуманных решений Нобелевского комитета за всю историю», – сказал ИТАР-ТАСС глава комитета Госдумы по образованию, эксперт по международным отношениям Вячеслав Никонов.

Официальная церемония вручения премии пройдет 10 декабря в день смерти ее основателя Альфреда Нобеля – шведского предпринимателя и изобретателя – в стокгольмской филармонии и в городской ратуше Осло. Лауреаты получают золотую медаль с изображением учредителя престижнейшей награды и диплом из рук короля Швеции Карла XVI Густава и председателя Норвежского Нобелевского комитета Турбьерна Ягланда, а на следующий день Нобелевский фонд перечислит на их банковские счета причитающуюся денежную составляющую.

В соответствии с завещанием Альфреда Нобеля (1833–1896) премия мира ежегодно присуждается “лицу, добившемуся наибольших успехов либо сделавшему больше других в деле сплочения народов и сокращения численности действующих армий, а также за проведение мирных конгрессов и привлечение к ним внимания”.

В отличие от остальных Нобелевских премий премию мира ежегодно вручают 10 декабря в Норвегии, а не в Швеции. Эта церемония проводится не в стокгольмской филармонии, как в случае с пятью остальными нобелевскими наградами, а в ратуше Осло. Согласно последней воле Альфреда Нобеля присуждением и вручением премии мира ведает особый комитет, членов которого назначает норвежский парламент (стортинг). До сих пор ведутся споры о том, почему шведский ученый принял такое решение, никак не объяснив его. По одной из версий, он просто не хотел лишать данной чести Норвегию, которая в то время была единым со Швецией государством. Согласно другой версии, свою роль сыграл тот факт, что стортинг, участвуя в работе Межпарламентского союза, активно поддерживал разнообразные мирные инициативы.

Кроме того, Нобель был большим поклонником норвежского писателя и публициста Бьёрнстjerne Бьёрнсона (1832–1910), который в своих статьях выступал за соблюдение права народов на самоопределение, поддерживал несправедливо осужденных, а также стал лауреатом Нобелевской премии по литературе в 1903 году.

Сумма каждой из Нобелевских премий в 2013 году составила 8 миллионов шведских крон (1,2 миллиона долларов США).

ХИМИЯ

УДК 541.12 (514) +665.64+665.6562

Ю. А. ЗАЙКИН¹, Р. Ф. ЗАЙКИНА¹, Н. К. НАДИРОВ²

¹*PetroBeam.Inc. (США)*

²*Национальная инженерная академия РК*

УСИЛЕННАЯ РАДИАЦИОННАЯ ИЗОМЕРИЗАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ

Эксперименты по радиационно-термическому крекингу тяжелых нефтей и радиационной обработке низкооктановых прямогонных бензинов продемонстрировали высокую эффективность высокомолекулярных смолистых соединений тяжелого остатка как стимуляторов радиационно-стимулированной изомеризации алканов. Обсуждаются основные экспериментальные факты, относящиеся к этому явлению, и перспективы его практического использования.

Ключевые слова: радиационно-термический крекинг, изомеризация алканов, тяжелые ароматические соединения, радиационно-стимулированная изомеризация, октановые числа бензинов.

Ауыр мұнайдың радиационды-термикалық крекингі және төмен октанды тікелей айдалатын бензиндерді радиационды өңдеу бойынша эксперимент алкандардың радиационды ынталандырылған өлшеудің ынталандырығышы ретінде ауыр қалдықтардың жоғарғы молекулалық шайырлы қосылыстардың жоғарғы тиімділігін көрсетті. Мақалада осы құбылысқа қатысты негізгі тәжірибелік фактілер, және оның тәжірибеде қолданудың келешегі талқыланады.

Кілттік сөздер: радиационды-термикалық крекинг, алкандардың өлшемі, ауыр хош иісті қосылыстар, радиационды ынталандырылған өлшем, бензиндердің октан саны.

Experiments on radiation-thermal cracking of heavy oils and radiation processing of low-octane straight-run gasoline fractions have demonstrated high efficiency of high-molecular pitchy components of oil bottom products as stimulanting agents of radiation-induced isomerization of alkanes. The basic experimental results related to this phenomenon and the prospects of its practical applications are discussed in this paper.

Keywords: radiation-thermal cracking, isomerization of alkanes, heavy aromatic compounds, intensified radiation isomerization, gasoline octane number.

Явление сильной радиационно-стимулированной изомеризации было впервые обнаружено в наших экспериментах по радиационно-термической обработке высоковязкой нефти месторождения Каражанбас, Казахстан [1–3]. Наряду со значительным содержанием парафинов эта нефть характеризуется высокой концентрацией смол и тяжелых ароматических соединений.

Образцы нефти облучались электронами с энергией 2 МэВ от линейного ускорителя электронов ЭЛУ-4. Усредненная по времени мощность электронного излучения

варьировала от 0,5 до 1,5 кГр/с. На рисунке 1 приведены типичные дозовые зависимости радиационно-химических выходов (числа молекул, возникающих в результате реакции при поглощении энергии излучения 100 эВ) для газойлевых фракций с температурой кипения до 350°C, полученных в результате радиационно-термического крекинга (РТК) каражанбасской нефти в двух различных режимах [3]. Режим 1 обеспечивает условия интенсивной деструкции молекул углеводородов, в то время как режим 2 оказывается более благоприятным для реакций изомеризации.

Максимумы радиационно-химических выходов (РХВ), соответствующих выходам жидких фракций 80 и 52,5 мас.%, были получены при одном и том же значении дозы около 6 кГр. Дальнейшее увеличение дозы ведет к уменьшению РХВ жидких продуктов из-за влияния реакций полимеризации.

Содержание жидких фракций, полученных в двух режимах РТК, определялось по данным газожидкостной хроматографии. Данные ГЖХ показывают, что выход бензина (фракция НК–180°C) из конденсата жидких фракций в режиме 2 выше, чем в режиме 1 при дозе 2 кГр. Однако меньший выход легких фракций в режиме 2 делает результирующий выход бензиновой фракции по отношению к общей массе сырья меньшим, чем в режиме 1 (таблица 1). Бензиновые фракции, полученные в двух режимах обработки, значительно отличаются по углеводородному составу из-за различных механизмов радиационно стимулированных реакций.

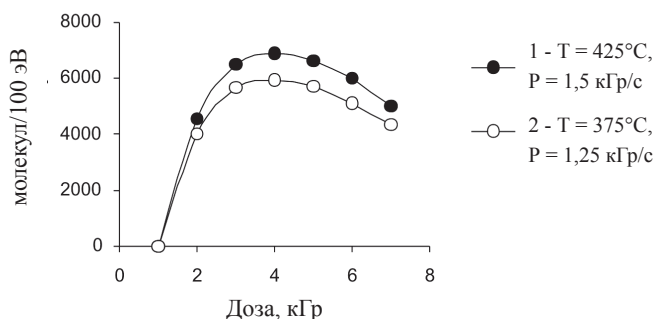


Рисунок 1 – Типичные дозовые зависимости радиационно-химических выходов G газойлевых фракций с температурой кипения до 350°C, полученных с помощью РТК каражанбасской нефти в режимах 1 и 2 [2]

Выходы различных групп углеводородов (н-алканов, изоалканов и олефинов) приведены на рисунке 2 в зависимости от дозы облучения для бензиновых фракций, полученных при РТК каражанбасской нефти в двух режимах.

Рисунок 2 показывает, что содержание н-алканов в бензиновой фракции быстро растет в режиме 1, в то время как выходы изоалканов и олефинов достигают максимума, а затем убывают по мере увеличения дозы. Такое поведение выходов свидетельствует о высокой степени деструкции и преобладающей роли реакций полимеризации в ограничении накопления ненасыщенных углеводородов. Необычно высокие выходы изопарафинов в режимах РТК, характеризующихся относительно низкими зна-

чениями температуры и мощности дозы, объясняются эффектами переноса энергии излучения от парафиновых к ароматическим составляющим углеводородной смеси.

Таблица 1 – Углеводородный состав газойлевой фракции (НК–350°С), полученной при использовании двух режимов РТК каражанбасской нефти [2]: режим 1 – Т = 425°С, Р = 1,5 кГр/с; режим 2 – Т=375°С, Р = 1,25 кГр/с

Доза, кГр	Режим	Концентрация газойлевой фракции (70°С<T _{boil} <350°С) в общем продукте	Углеводороды			
			C ₆ -C ₁₀	C ₁₁ -C ₁₃	C ₁₄ -C ₁₈	C ₁₉ -C ₂₁
0	-	26,8	$\frac{17,9^*}{4,8}$	$\frac{19,8}{5,3}$	$\frac{24,6}{6,6}$	$\frac{37,7}{10,1}$
2	1	65,0	$\frac{13,2}{8,6}$	$\frac{37,1}{24,1}$	$\frac{43,4}{28,2}$	$\frac{6,3}{4,1}$
	2	45,0	$\frac{15,0}{6,7}$	$\frac{42,7}{19,2}$	$\frac{34,6}{15,6}$	$\frac{7,7}{3,5}$
6	1	80,0	$\frac{40,2}{32,2}$	$\frac{33,6}{26,9}$	$\frac{23,7}{19,0}$	$\frac{2,5}{2,0}$
	2	52,5	$\frac{28,5}{15,0}$	$\frac{45,7}{24,0}$	$\frac{24,6}{12,9}$	$\frac{1,2}{1,0}$

* Числитель – мас.% по отношению к анализируемой фракции; знаменатель – мас.% по отношению к сырью.

Уменьшение температуры реакции и мощности дозы в режиме 2 позволяет выявить «защитную» роль тяжелых ароматических соединений, которые забирают часть энергии от крупных алкильных радикалов. Это приводит к увеличению времени жизни алкильных радикалов, которое становится достаточным для преобразования первичных алкильных радикалов в термодинамически стабильные вторичные (третичные) радикалы.

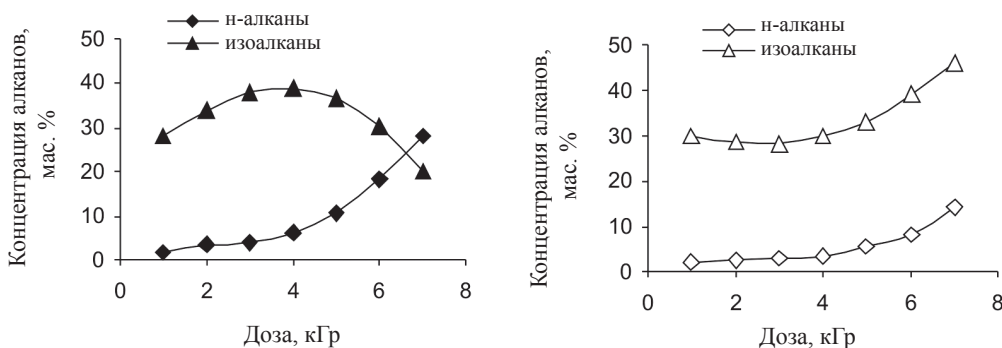


Рисунок 2 – Дозовая зависимость концентраций н-алканов и изоалканов в бензиновых фракциях с началом кипения 100°С, полученных в двух режимах РТК каражанбасской нефти: режим 1 – Т = 425°С, Р = 1,5 кГр/с; режим 2 – Т = 375°С, Р = 1,25 кГр/с

Эти результаты можно сравнить с данными о процессах изомеризации при термической обработке нефти без применения ионизирующих излучений. Исследования механизмов и кинетики крекинга углеводородов [4, 5] показали, что изомеризация первичных радикалов играет заметную роль в термическом разрушении высокомолекулярных алканов (C_6 и выше).

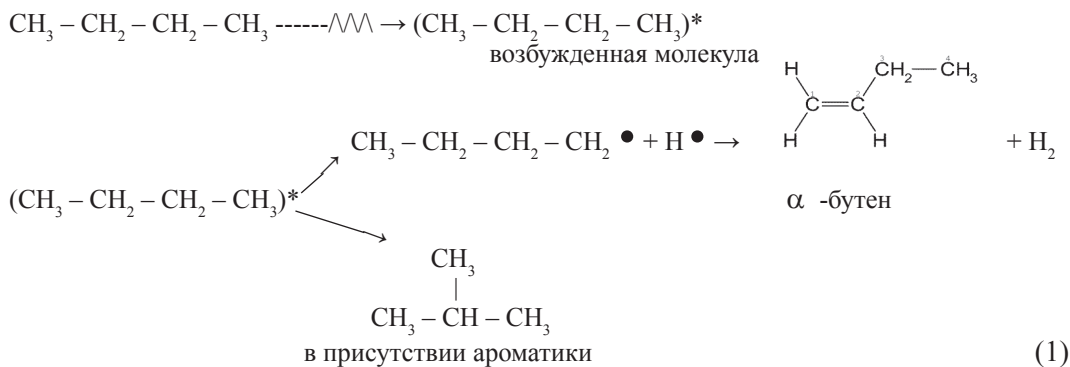
Абсолютные скорости изомеризации в процессе термического крекинга очень малы, и концентрации изомеров в углеводородных смесях обычно не превышают 1–2% после обработки [6–8]. Более высокие концентрации изомеров достигаются в каталитическом крекинге (до 26–28% [9]). Даже в случае радиационной обработки легких углеводородных смесей скорости изомеризации и выходы изомеров значительно выше наблюдаемых в условиях стандартного термического крекинга. Так, выход изобутана после РТК легкой бензиновой фракции ($T_k < 140^\circ C$) при $500^\circ C$ составил 1,4 мас.%, что в 200 раз превышает его выход в термическом процессе. Из чего следует, что в случае РТК тяжелой каражанбасской нефти выходы изомеров становятся на порядок величины выше. При температуре $375^\circ C$ выходы изоалканов сравнимы с выходами, наблюдаемыми в каталитическом процессе при температурах выше $600^\circ C$.

Радиационно стимулированный крекинг открывает уникальные возможности интенсификации внутримолекулярной изомеризации ввиду вероятности сочетания высокой скорости генерации радикалов с довольно низкими скоростями термических процессов. Важно подчеркнуть, что высокая интенсивность изомеризации, наблюдавшаяся в режиме 2, определяется не только условиями РТК, но и особенностями углеводородного состава этого вида сырья, характеризующегося повышенной концентрацией смоло-ароматических составляющих. Последние отличаются высокой радиационной стойкостью и способностью поглощать заметную часть энергии излучения, уменьшая, таким образом, скорость радиационно стимулированной конверсии и способствуя развитию процессов изомеризации.

Для прояснения механизма радиационно стимулированной изомеризации полезно сравнить приведенные данные с результатами РТК легкой нефти месторождения Кок-Жиде (Казахстан) при тех же условиях облучения [2]. Это сырье характеризуется более высоким содержанием парафинов (51,5 мас.% в бензиновой фракции) и меньшими концентрациями нафтенов и аренов в легких фракциях (32,2 мас.% по сравнению с 45,2 мас.% в каражанбасской нефти). В результате такого различия в углеводородном составе двух типов нефти выходы n-алканов, изоалканов и олефинов, полученных в результате обработки нефти Кок-Жиде в условиях режима 2, более характерны для режима 1, менее благоприятного для изомеризации.

Высокая скорость изомеризации при РТК углеводородных композиций с высоким содержанием тяжелой ароматики объясняется наличием нижних порогов температуры и мощности дозы, при которых могут наблюдаться заметные реакции РТК. Получение избыточной энергии излучения алкильными радикалами в возбужденной парафиновой композиции способствует их распаду и препятствует внутримолекулярной изомеризации. Напротив, добавка тяжелой ароматики обеспечивает сочетание довольно высоких мощностей дозы с относительно низкими температурами, благоприятными для изомеризации. Ароматические соединения, известные своей радиационной стойкостью, могут поглощать избыточную энергию значительной части ра-

диационно генерированных радикалов. В этом случае многие алкильные радикалы получают время, достаточное для стабилизации их электронной структуры и образования изомеров до того, как они распадутся или рекомбинируют. В качестве примера приведем следующую реакцию:



Эта интерпретация была подтверждена экспериментами по радиационной обработке битумов, характеризующимися более высокими концентрациями тяжелой ароматики и, следовательно, еще более выраженными эффектами радиационно усиленной изомеризации [3]. Экспериментальные данные показали, что большая часть изоалканов концентрируется в бензиновой фракции жидкого продукта радиационной обработки. Максимальные выходы изоалканов в процессе РТК наблюдались при наименьших значениях мощности дозы и температуры, достаточных для заметных цепных реакций крекинга. При заданной дозе и мощности дозы выходы изомеров растут с увеличением плотности сырья.

Максимальные выходы изомеров в бензиновой фракции, полученной в результате РТК углеводородного сырья, такого, как битумы и высоковязкие нефти, можно оценить из следующей эмпирической формулы [2], теоретическое обоснование которой приведено в работе [3]:

$$Y_{i-par}^{par} = \frac{1040}{PT} \frac{[(1 + 190/T) \tilde{\rho} - \rho_0]}{\rho_0}, \tag{2}$$

где Y_{i-par}^{par} – концентрация изопарафинов в парафиновой составляющей бензиновой фракции; P – мощность дозы, кГр; T – абсолютная температура, К; $\tilde{\rho}$ – плотность сырья при температуре 20⁰С, кг/м³; ρ_0 – плотность бензиновой фракции (в расчетах ρ_0 принималась равной 780 кг/м³).

Формула (2) показывает, что степень изомеризации парафинов в процессе РТК определяется переносом избыточной энергии излучения в более плотную и радиационно стойкую среду. Множитель (1+190/Т) может рассматриваться как поправка на различную величину термического расширения «тяжелой» и «легкой» фракций; 1040/PT = 1 для характерного режима радиационной обработки (P = 1,5 кГр, T = 420⁰С), благоприятного для изомеризации парафинов в бензиновой фракции РТК битумов.

По формуле (2) были рассчитаны концентрации изомеров в продуктах РТК, которые сравнивались с экспериментальными значениями, полученными из данных ГЖХ (рисунок 3) для разных типов тяжелого нефтяного сырья (таблица 2) .

Таблица 2 – Плотность тяжелого нефтяного сырья и условия его радиационной обработки

Сырье	Температура реакции Т, К	Мощность дозы Р, кГр	Плотность сырья, $\tilde{\rho}$, г/см ³
Мазут (Южный Татарстан)	673	1,1	0,939
Тяжелая сырая нефть (Каражанбас, Казахстан)	648	1,25	0,942
Битум (Атабаска, Канада) 1	683	1,3	0,970
Битум (Мортук, Казахстан)	683	1,5	0,976
Битум (Шиликты, Казахстан)	693	1,5	0,998
Битум (Атабаска, Канада) 2	693	1,5	1,021

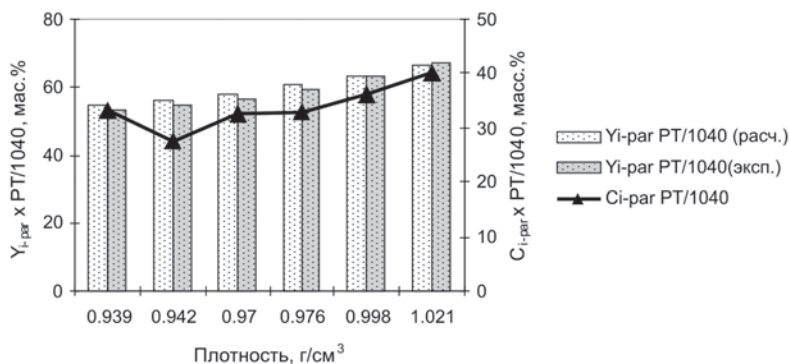


Рисунок 3 – Зависимость полной концентрации изопарафинов (C_{i-par}) и концентрации изопарафинов в парафиновой части бензиновой фракции (Y_{i-par}) продуктов РТК от плотности нефтяного сырья

Применение радиационно стимулированной изомеризации для повышения качества бензина. Благоприятными условиями для изомеризации являются пониженные значения температуры и мощности дозы ионизирующего излучения. Поэтому значительный эффект радиационно стимулированной изомеризации должен наблюдаться в случае гамма-облучения богатых ароматикой углеводородных смесей при низких мощностях дозы и пониженной температуре.

Для экспериментальной проверки этого заключения были проведены специальные эксперименты по радиационной обработке низкооктанового газоконденсатного бензина при комнатной температуре [10]. Бензин облучался тормозным гамма-излучением от пучка электронов с энергией 2 МэВ. Эксперименты показали, что радиационно усиленная изомеризация становилась особенно значительной после добавки тяжелых ароматических соединений и облучения этой смеси умеренными дозами гамма-излучения. В этих экспериментах тяжелые остатки радиационной обработки битумов использовались в качестве дополнительных реагентов для инициирования изомеризации.

Рисунки 4 и 5 показывают наблюдаемые изменения во фракционном и углеводородном составе бензинов, выделенных из газоконденсата, и демонстрируют влияние добавки тяжелой ароматики на радиационно стимулированную изомеризацию. Из экспериментальных данных, приведенных на этих рисунках, следует, что значительный эффект изомеризации парафинов проявляется только в присутствии тяжелых ароматических соединений и только в результате радиационной обработки смеси. При добавке 15 мас.% остатка вакуумной перегонки битумов в газоконденсатный бензин и последующем гамма-облучении смеси при комнатной температуре достигается увеличение концентрации изоалканов на 33,8% относительно их начальной концентрации в смеси. При этом октановое число бензина увеличивается с 54 до 68 без каких-либо других химических добавок.

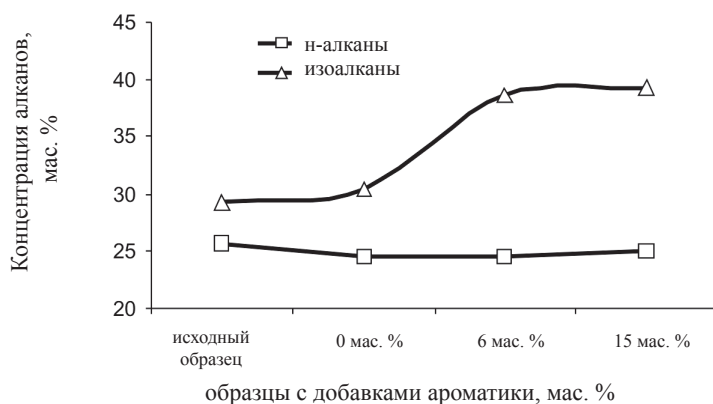


Рисунок 4 – Влияние добавки тяжелых ароматических соединений на концентрацию н-алканов и изоалканов в бензиновой фракции [10]

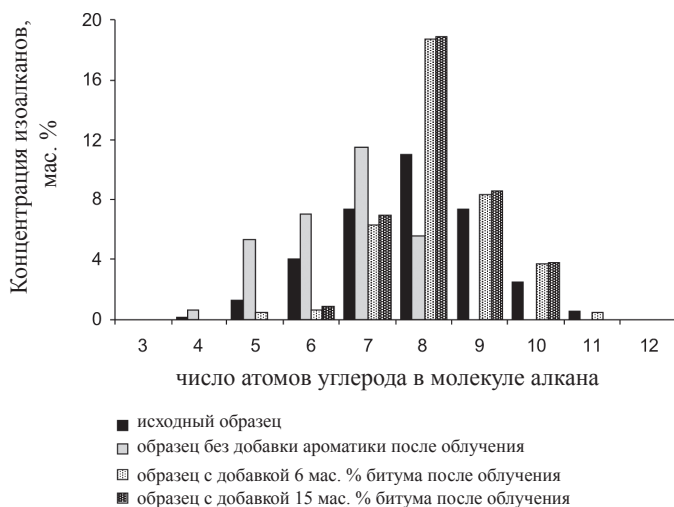


Рисунок 5 – Распределение концентрации изоалканов по молекулярной массе в смесях прямогонного газоконденсатного бензина до и после облучения гамма-квантами $D = 6 - 8$ кГр

В данном эксперименте битумы играли роль стимуляторов изомеризации и не вносили непосредственного вклада в изменение углеводородного состава бензина. Радиационная обработка привела к значительному увеличению концентрации изоалканов, в то время как концентрация аренов осталась практически неизменной (около 12 мас. %). Таким образом, увеличение октановых чисел бензинов является результатом только радиационно стимулированной изомеризации.

Итак, тяжелые смолистые соединения играют положительную роль в радиационно-термическом крекинге нефти, выполняя роль стимуляторов радиационной изомеризации алканов и способствуя улучшению качества бензинов крекинга.

Эффект радиационно стимулированной изомеризации легких фракций в присутствии тяжелых ароматических соединений может быть эффективно использован для повышения качества бензина. Процесс является высокоэкономичным, поскольку не требует нагрева сырья и использует небольшие коммерчески разумные дозы электронного или гамма-излучения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Зайкин Ю.А., Зайкина Р.Ф., Надиров Н.К. Эффект радиационно стимулированной изомеризации углеводородов – открытие с большим будущим // Нефть и газ (Казахстан). – 2011. – № 6 (66). – С. 71–82.

2 Zaikin Y.A., Zaykina R.F., Mamonova T.B., Nadirov N.K. Radiation-Thermal Processing of High-Viscous Oil from Karazhanbas Field // Radiat. Phys. Chem. – 2001. – Vol. 60. – P. 211–221.

3 Zaikin Y.A. and Zaikina R.F. New Trends in the Radiation Processing of Petroleum // Radiation Physics Research Progress. Nova Science Publishers. – New York, 2008. – P. 17–103.

4 Topchiev A.V., Polak L.S. Radiolysis of Hydrocarbons. – Moscow: Acad. Sci. USSR, 1962. – 208 p.; Topchiev A.V. Radiolysis of Hydrocarbons. – Amst. – London-N.Y.: El. Publ. Co., 1964. – 232 p.

5 Lavrovsky K.P. Catalytic, Thermal, and Radiation-Chemical Conversion in Hydrocarbons. – Moscow, 1976. – P. 312–373; 255–263.

6 Stepukhovich A.D., Ulitsky V.A. Kinetics and Thermodynamics of Radical Cracking Reactions. – Moscow, 1975. – 256 p.

7 Scheer M.D., McNecby J.R., Klein R. // J. Chem. Phys. – 1962. – V.36. – P. 3504–3505.

8 Hamson R.F., McNecby J.R. // J. Chem. Phys. – 1965. – V.42. – P. 2200–2208.

9 Farkhadova G.T., Rustamov M.I., Agayeva et al. Influence of Temperature on Contents of n-Heptane Conversion Products on Zeolite-Containing Catalysts // Neftekhimiya (Oil Chemistry). – 1987. – N 3.

10 Zaikin Y.A., Zaikina R.F. Effect of Radiation-Induced Isomerization on Gasoline Upgrading // Proceedings of the 8th Topical Meeting on Nuclear Applications and Utilization of Accelerators AAAPP'07, Pocatello, Idaho, July 29-August 2, 2007. American Nuclear Society, 2007. P. 993–998.

Г. А. МУН¹, А. А. ШАЙХУДИНОВА², Л. В. ПАК³, П. И. УРКИМБАЕВА¹,
Г. Ж. ЕЛИГБАЕВА²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби

²Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева

³Павлодарский нефтеперерабатывающий завод

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СОПОЛИМЕРОВ 2-ГИДРОКСИЭТИЛАКРИЛАТА И МЕТИЛАКРИЛАТА С ИОННЫМИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Исследовано взаимодействие гидрогелей сополимеров 2-гидроксиэтилакрилата (ГЭА) и метилакрилата (МА) с поверхностно-активными веществами (ПАВ) анионного и катионного типов в водных растворах. Показано формирование комплексов «гидрогель – ПАВ», стабилизированных гидрофобными взаимодействиями. Установлено, что в результате взаимодействия ионных ПАВ с неионной полимерной сеткой она приобретает заряд и подвергается дополнительному набуханию. Выявлено, что скорость и амплитуда такого набухания зависят от концентрации ПАВ в окружающем растворе и содержания гидрофобных звеньев МА в составе полимерной сетки. Комплексообразование шиштых неионных сополимеров ГЭА-МА с ионными ПАВ является достаточно эффективным методом модификации их термочувствительных свойств.

Ключевые слова: гидрогели, поверхностно-активные вещества, комплексообразование, гидрофобные взаимодействия, набухание.

2-гидроксиэтилакрилат (ГЭА) және метилакрилат (МА) сополимерлері гидрогельдерінің анионды және катионды типті беттік белсенді заттармен (ББЗ) сулы ортадағы әрекеттесуі зерттелген. Гидрофобтық әрекеттесулермен тұрақтандырылған гидрогель-ББЗ комплексінің қалыптасуы көрсетілген. Иондық ББЗ әрекеттесу нәтижесінде ионсыз полимерлі тор зарядқа ие болады, нәтижесінде қосымша ісінуге ұшырайды. Мұндай ісінудің жылдамдығы мен амплитудасы қоршаған ортадағы ББЗ концентрациясы мен полимерлі тордың құрамындағы МА гидрофобты буындарының мөлшеріне тәуелді екені анықталған. ГЭА-МА тізілген ионсыз сополимерлерінің ионды ББЗ комплекс түзуі олардың термосезімтал қасиеттерін түрлендірудің оңтайлы әдісі екені көрсетілген.

Кілттік сөздер: гидрогель, беттік белсенді заттар, кешенді пайда болу, гидрофобтық әрекеттесулер, ісіну.

The interaction of hydro gels of 2-hydroxyethylacrylate copolymers (HEA) and methyl acrylate (MA) with surfactants (SA) of anionic and cationic types in aqueous solutions has been studied. Forming of hydro gel-SA complexes, stabilized by hydrophobic interactions was shown. It was established that nonionic polymer networks acquire a charge as the result of the interaction with ionic SA and undergo the additional swelling. It was brought to light that speed and amplitude of such swelling depends on SA concentration in solution and on content of hydrophobic MA units in polymer network. It was shown that the complex formation of cross-linked nonionic copolymers HEA-MA with ionic SA is enough effective method of modification of their thermo-sensitive properties.

Keywords: Hydrogels, surfactant, complex formation, hydrophobic interactions, swelling.

Известно, что связывание дифильных ионов поверхностно-активных веществ (ПАВ) с полимерной неионной матрицей осуществляется в основном за счет гидрофобных взаимодействий, что приводит к увеличению локальной концентрации ПАВ

вблизи полимерных цепей по сравнению с объемом раствора и обеспечивает в ряде случаев появление новых свойств полимеров.

Ранее авторами [1,2] было показано, что при взаимодействии додецилсульфата натрия (ДДС) в водных растворах с неионными полимерами они приобретают свойства полиэлектролита, и мицеллоподобные кластеры ДДС образуются при концентрации в 4 раза меньшей, чем критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). При этом размеры макромолекулярных клубков полимеров увеличиваются почти вдвое из-за электростатического отталкивания одноименно заряженных мицеллоподобных кластеров. В работе [3] установлено, что для термочувствительных полимерных гидрогелей в водных растворах цетилпиридиний бромида (ЦПБ) наблюдается эффект дополнительного набухания, обусловленного комплексообразованием полимерной сетки с дифильными заряженными молекулами ионных ПАВ.

Необходимо отметить, что система «гидрогель – раствор ПАВ» представляет собой один из случаев, в котором в достаточной мере проявляется ряд факторов, связанных со структурированием и самоорганизацией в сшитых полимерных сетках [1, 3]. В настоящей работе исследовано взаимодействие новых гидрогелей сополимеров (СПЛ) 2-гидроксиэтилакрилата (ГЭА) и метилакрилата (МА), содержащих гидрофильные (ГЭА) и гидрофобные (МА) компоненты, с поверхностно-активными веществами анионной и катионной природы – ДДС и ЦПБ.

Экспериментальная часть. Сшитые сополимеры на основе ГЭА и МА получали методом радикальной полимеризации с использованием динитрила азо-бис-изомасляной кислоты в качестве инициатора и полиэтиленгликоль диметакрилата в качестве сшивающего агента. Синтез проводили в запаянных ампулах из молибденового стекла в спиртовом растворе при 60°C. Содержимое ампул для освобождения реакционной смеси от кислорода продували аргоном в течение 10–15 мин. Образцы гелей после синтеза в течение 7 дней отмывали от золь-фракции в этаноле, а затем 20 дней – в дистиллированной воде. После отмывки равновесно набухшие образцы хранились в дистиллированной воде в холодильнике.

При проведении комплексообразования образцы равновесно набухших гидрогелей в форме таблеток помещали в водные растворы ПАВ и фиксировали изменение объема во времени. Относительный объем гидрогелей полимеров измеряли с помощью катетометра В-630, оценивая отношением V/V_0 , где V_0 и V – объемы образца при синтезе и в состоянии равновесного набухания в данных условиях.

Содержание ЦПБ в водных растворах определяли по поглощению в ультрафиолетовой области при 260 нм на спектрофотометре UV-2401PC Shimadzu (Япония). Калибровочную кривую строили в интервале концентраций от 0 до $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л, в котором сохранялся основной закон светопропускания.

ИК-спектры образцов полимеров и полиэлектролитных комплексов записывали на спектрофотометре Satellite FTIR (Mattson, США)

Результаты и их обсуждение. Для изучения взаимодействия сшитых СПЛ ГЭА-МА с поверхностно-активными веществами ЦПБ и ДДС образцы равновесно набух-

ших в воде гидрогелей переносили в водные растворы ПАВ и наблюдали за изменением их относительного объема V/V_0 . Как видно из данных, представленных на рисунке 1, гидрогели сополимеров ГЭА-МА в растворах ПАВ дополнительно набухают, при этом амплитуда набухания возрастает с повышением содержания МА в составе сополимера. Это указывает на то, что в данной системе имеет место процесс комплексообразования полимерной сетки СПЛ ГЭА-МА с молекулами ПАВ.

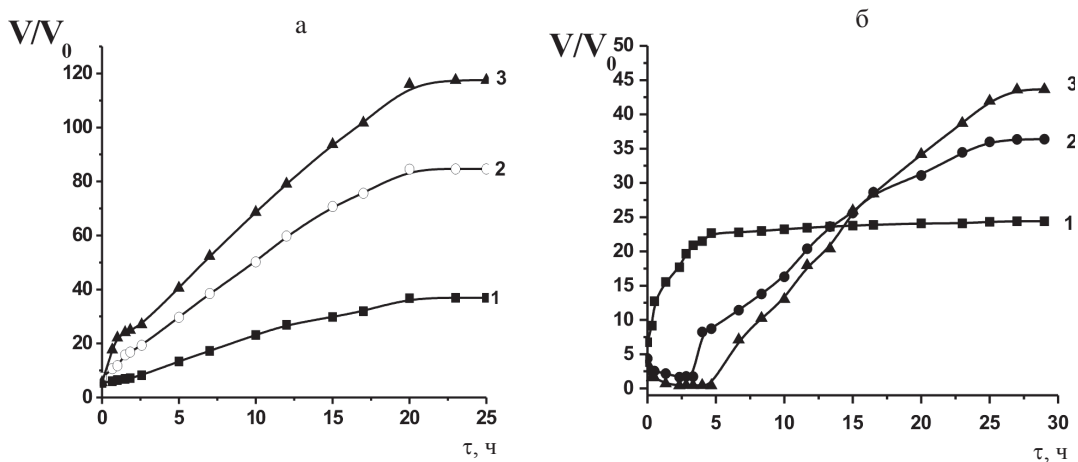


Рисунок 1 – Набухающее поведение гидрогелей сополимеров ГЭА-МА в водном растворе ДДС (а) и ЦПБ (б). [ГЭА]:[МА] = 92:8 (1), 84:16 (2), 76:24 (3) мол.%; [ДДС] = $4 \cdot 10^{-3}$ моль/л, [ЦПБ] = $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л

При этом для системы с ДДС (см. рисунок 1, а) процесс дополнительного набухания протекает с большей скоростью и амплитудой по сравнению с катионным ЦПБ. Очевидно, что комплексообразование протекает за счет взаимодействия алкильных групп ЦПБ и ДДС с гидрофобными звеньями МА, при этом неионная сетка ГЭА-МА приобретает некоторый заряд за счет ионизированных групп ПАВ, которые и способствуют дополнительному набуханию исходной сетки. В случае с ЦПБ (см. рисунок 1, б) гидрогели СПЛ ГЭА-МА с большим содержанием гидрофобных фрагментов МА сначала сжимаются, что, видимо, связано с образованием дополнительных сшивок за счет гидрофобных взаимодействий, затем концентрация ПАВ в гидрогелях увеличивается, сетка приобретает заряд и гель набухает.

Для сеток гидрогелей ГЭА-МА, ДДС и комплексов на их основе были записаны ИК-спектры (рисунок 2), из которых видно, что для комплексно связанных с ПАВ сополимеров гидрогелей ГЭА-МА, в отличие от исходной сетки, характерно наличие полос поглощения при 1222 см^{-1} , соответствующих валентным колебаниям сульфогруппы додецилсульфата натрия. Увеличение интенсивности полос поглощения в области 2921 см^{-1} обусловлено вкладом метиленовых групп гидрофобной части ПАВ.

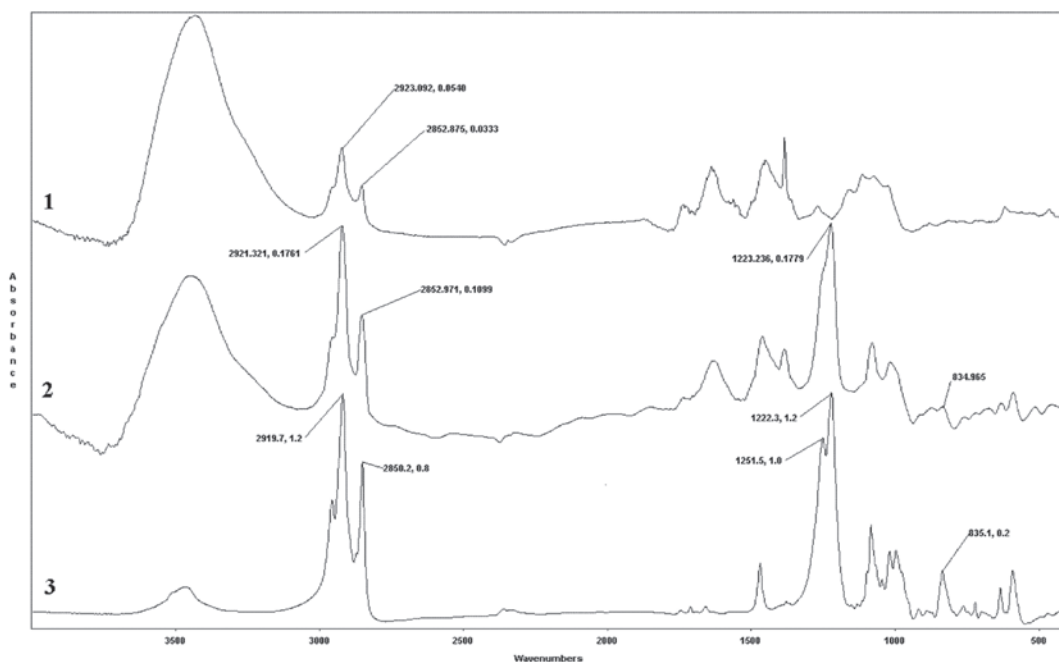


Рисунок 2 – ИК- спектры СПЛ ГЭА-МА (1), комплекса СПЛ ГЭА-МА – ДДС (2) и ДДС (3)

Исследовано влияние концентрации ПАВ в окружающем растворе на набухающие параметры гидрогелей СПЛ ГЭА-МА. На рисунках 3 и 4 представлены данные, из которых видно, что для сшитых сополимеров ГЭА-МА в растворах ПАВ с концентрацией 0,25 ККМ взаимодействие с ДДС сопровождается незначительным набуханием (см. рисунок 3, кривая 3), а взаимодействие с ЦБП при той же концентрации сопровождается уменьшением относительного объема образца гидрогеля (см. рисунок 4, кривая 5).

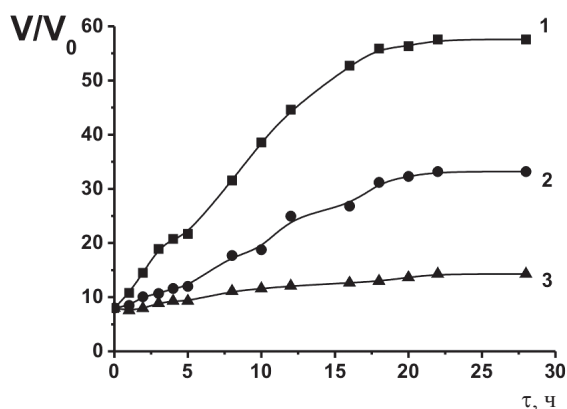


Рисунок 3 – Набухающее поведение гидрогелей сополимеров ГЭА-МА в водном растворе ДДС. [ГЭА]:[МА] = 92:8 мол.%; [ДДС] = $8 \cdot 10^{-3}$ (1); $4 \cdot 10^{-3}$ (2); $2 \cdot 10^{-3}$ (3) моль/л

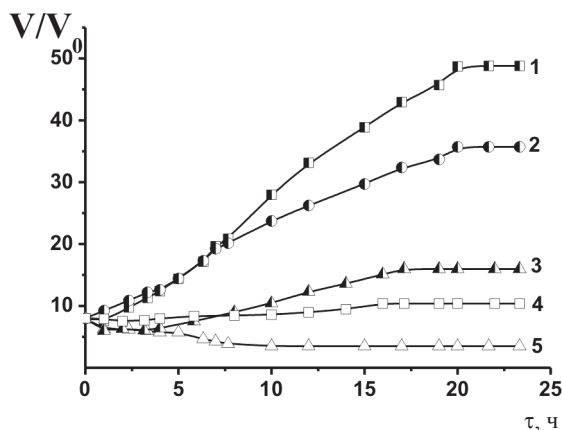


Рисунок 4 – Набухающее поведение гидрогелей сополимеров ГЭА-МА в водном растворе ЦПБ. [ГЭА]:[МА]= 92:8 мол.%, [ЦПБ]= $4,8 \cdot 10^{-4}$ (1); $3 \cdot 10^{-4}$ (2); $2,4 \cdot 10^{-4}$ (3); $1,8 \cdot 10^{-4}$ (4); $1,5 \cdot 10^{-4}$ (5) моль/л

В то же время при концентрации ПАВ, превышающей 0,5 ККМ, образцы гидрогелей СПЛ ГЭА-МА подвергаются дополнительному набуханию (см. рисунок 3 и 4, кривые 1 и 2). Наблюдаемые эффекты дополнительного набухания геля могут быть обусловлены отталкиванием одноименно заряженных ионов ПАВ, абсорбированных в полимерной сетке за счет гидрофобных взаимодействий.

С другой стороны, сорбция ПАВ полимерной сеткой может сопровождаться образованием дополнительных сшивок в геле с участием гидрофобных «хвостов» молекул ПАВ и звеньев МА полимерной сетки, что должно способствовать ее контракции. В зависимости от того, какой из этих факторов доминирует, гель может либо набухать, либо сжиматься в результате комплексообразования с ПАВ. Как видно из данных, приведенных на рисунках 3 и 4, первый фактор преобладает в условиях высоких концентраций ПАВ в окружающем растворе. При переходе к растворам с меньшей концентрацией ПАВ начинает доминировать второй фактор. При равновесии этих двух факторов гидрогель практически не изменяет своих размеров при взаимодействии с ПАВ (см. рисунок 4, кривая 4).

Количественная оценка процесса сорбции молекул ЦПБ осуществлена спектрофотометрическим методом при $\lambda = 260$ нм. С этой целью контролировались исходная концентрация ПАВ, а также изменение ее во времени в окружающем растворе после внесения образцов гидрогелей. Как следует из полученных данных (рисунок 5), концентрация ЦПБ в окружающем растворе снижается во времени, что обусловлено их сорбцией полимерной сеткой.

На основании УФ-спектроскопических данных, полученных для сшитых сополимеров ГЭА-МА различных составов, было определено содержание ЦПБ в расчете на 1 г сухого сополимера (см. таблицу). Видно, что с повышением в составе сеток гидрофобных звеньев МА количество сорбированного ПАВ возрастает.

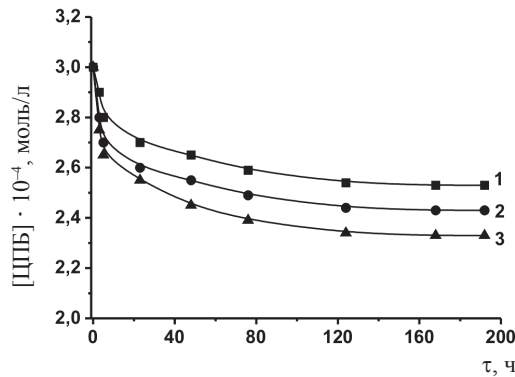
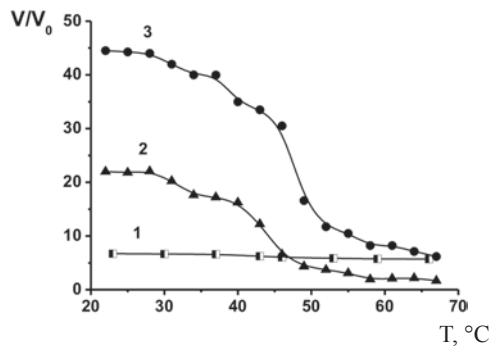


Рисунок 5 – УФ-спектроскопическое исследование сорбции ЦПБ гидрогелями сополимеров ГЭА-МА. [ГЭА]:[МА] =92:8 (1), 84:16 (2), 76:24 (3) мол.%

Исследовано набухающее поведение гидрогелей СПЛ ГЭА-МА и их комплексов с ПАВ при изменении температуры (рисунок 6). Видно, что наличие в полимерной сетке ГЭА-МА комплексно связанных ионогенных молекул ПАВ приводит к заметной модификации термочувствительных свойств полимерных гидрогелей. При этом наблюдается существенное возрастание амплитуды термоиндуцированной контракции. В большей степени этот эффект выражен для образцов гидрогелей СПЛ ГЭА-МА комплексно связанных ДДС (см. рисунок 6, кривая 3).

Данные по исследованию сорбции ЦПБ гидрогелями сополимеров ГЭА-МА

№ п/п	Состав сополимера ГЭА-МА, мол.%	Концентрация ЦПБ в окружающем растворе, моль/л	Концентрация сорбированного ЦПБ полимерной сеткой, моль/г сухого полимера
1	92:8	$3 \cdot 10^{-4}$	$1,85 \cdot 10^{-5}$
2	84:16	$3 \cdot 10^{-4}$	$4,08 \cdot 10^{-5}$
3	76:24	$3 \cdot 10^{-4}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$



Условия комплексообразования:

Рисунок 6 – Температурная зависимость относительного объема гидрогелей СПЛ ГЭА-МА (1) и их комплексов с ЦПБ (2) и ДДС (3). Условия комплексообразования: [ГЭА]:[МА] =84:16 мол.%, [ЦПБ] = $3 \cdot 10^{-4}$ моль/л, [ДДС] = $4 \cdot 10^{-3}$ моль/л

Таким образом, взаимодействие гидрогелей СПЛ ГЭА-МА с ионными ПАВ сопровождается их комплексообразованием за счет гидрофобных взаимодействий. Полимерная сетка при этом приобретает заряд и подвергается эффекту дополнительного набухания. Показано, что взаимодействие стимул-чувствительных неионных сополимеров с ионными ПАВ является эффективным методом модификации их термочувствительных свойств. Амплитуда термоиндуцируемого коллапса при этом существенно возрастает, а температурный интервал фазового перехода заметно сужается.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Паутов В.Д., Ануфриева Е.В., Краковяк М.Г., Лущик В.Б., Громова Р.А., Шевелева Т.В. Структурная организация и комплексообразующая способность макромолекул поли-N-пропил(мет)акриламидов и поли-N-виниламидов в водных растворах поверхностно-активных веществ. Влияние ионов поливалентных металлов //Высокомолек. соед. – 2001. – Т.43А, №2. – С.342–347.
- 2 Хандурина Ю.В. Влияние гидрофобных взаимодействий //Высокомолек. соед. – 2001. – Т.26А. – С.235–239.
- 3 Mun G.A., Nam I.K., Sarsengaliev R.R., Nurkeeva Z.S., Urkimbaeva P.I., Park K. Swelling behavior of amphiphilic hydrogels of copolymers of the vinyl ether of ethylene glycol and vinyl isobutyl ether, and their interaction with cationic surfactant // Colloid Polym Sci. – 2004. – V. 282. – P. 1111–1117.

УДК 531; 539.14; 621.1

A. M. VORONIN, A. N. ALDIBEKOVA

Almaty Technological University

APPLICATION OF NMR IN TECHNOLOGICAL PROCESSES OF DAIRY PRODUCTION

In the paper possibility was shown of nuclear magnetic resonance (NMR) using for certification of production. NMR allows creating automated control system of dairy products production at weak magnetic fields. Constant magnetic field is biologically active environment factor that may effect on liquid systems and bacteria. Expediency was also shown of NMR using for determination of impurities in milk. Quality of products is determined by way of registration of chemical shift of ^1H and ^{13}C isotopes.

Keywords: *NMR – nuclear magnetic resonance, spectroscopy, relaxometry, magnetic field, magnetic intensity, chemical shift, automated control system.*

Жұмыста өнімді сертификаттауда ядролық магниттік резонансты (ЯМР) қолдану мүмкіндігі көрсетілген. ЯМР әлсіз магнит өрісінде сүт өнімдерін өндіру мен сапасын бақылау үдерістерінің автоматтандырылған басқару жүйесін құруға мүмкіндік береді. Сұйық жүйе мен бактерияға әсер ететін тұрақты магнит өрісі сыртқы ортаның белсенді биологиялық факторы болып табылады. ЯМР-ді сүт құрамындағы қоспаларды анықтау үшін қолданудың тиімділігі көрсетілген. Өнімнің сапасы ^1H және ^{13}C изотоптарының химиялық ығысуын жазу арқылы анықталады.

Кілттік сөздер: *ЯМР – ядролық магниттік резонанс, спектроскопия, релаксометрия, магнит өрісі, кернеулік, химиялық ығысу, автоматтандырылған басқару жүйесі.*

Показана возможность применения ядерного магнитного резонанса (ЯМР) для сертификации продукции. ЯМР в слабых магнитных полях позволяет создать систему автоматизированного управления процессом производства молочной продукции. Постоянное магнитное поле является биологически активным фактором внешней среды, способным влиять на жидкие системы и бактерии. Показана целесообразность применения ЯМР для определения примесей в молоке. Качество продукции определяется по регистрируемым химическим сдвигам изотопов ^1H и ^{13}C .

Ключевые слова: *ЯМР – ядерный магнитный резонанс, спектроскопия, релаксометрия, магнитное поле, напряженность, химический сдвиг, автоматизированная система управления.*

1. Introduction. There are various methods to control the quality of products based on the use of various physical and chemical effects. This paper describes the possibility of using NMR spectroscopy for the purposes of automated quality control of milk using a magnetic field. By studying the NMR spectra of isotopes that are part of the milk, you can unambiguously identify the product, in other words to determine its authenticity.

2. Method and equipment of NMR spectroscopy. The use of NMR spectroscopy is well known for controlling the manufacturing process [1].

Under the influence of an external magnetic field, atomic nuclei can receive and emit radio waves. Their frequency ν_0 is proportional to the strength B_0 of the magnetic field:

$$\omega = 2\pi\nu_0 = \gamma B_0. \tag{1}$$

Here, the coefficient of proportionality is the gyromagnetic ratio γ . It is a constant value for a particular nuclear isotope. The content of certain isotopes in the nature and the corresponding frequencies of the radiation are given below:

Table 1 – Properties of several atomic nuclei

Nuclear isotopes	Content in the nature, %	ν_0 at $B_0 = 1$ T
^1H	99,98	42,57 MHz
^{13}C	1,108	10,71 MHz
^{14}N	99,63	3,08 MHz
^{19}F	100,0	40,05 MHz
^{129}Xe	26,44	11,78 MHz

Nuclear magnetic resonance (NMR) is a peculiar form of telecommunications in the magnetic field (Figure 1), because the NMR frequency determined by the value of the magnetic field at the point where the core is. Atomic nuclei are surrounded by electrons and in the compounds, which are formed by different atoms i.e. molecules, electrons can be shared, forming a chemical bond. The orbits of binder electrons are characteristic of the chemical structure of molecules. As is well known electrons carry an electrical charge, movement of which induces a magnetic field. The internal magnetic field induced by electrons that are moving in an external magnetic field B_0 , is usually proportional to this field and shields the nucleus from it.

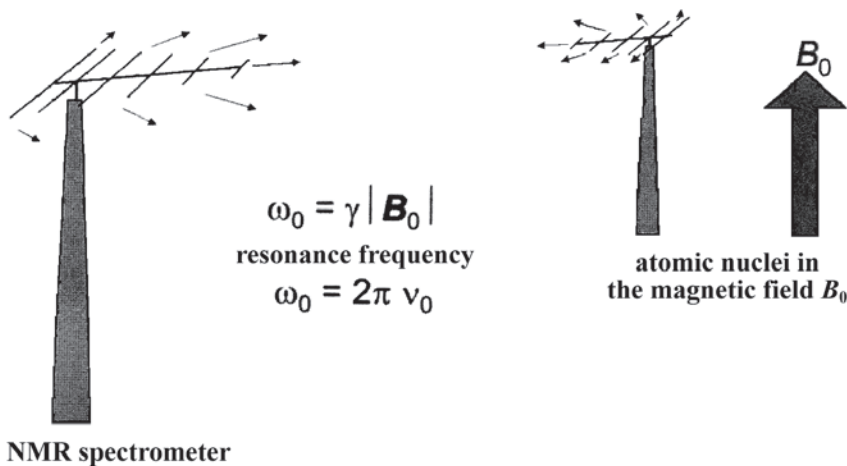


Figure 1 – NMR as a kind of telecommunication in a magnetic field

The induced magnetic field causes a shift of the resonant frequency:

$$\omega_L = 2\pi\nu_L = \gamma(1 - \sigma)B_0, \quad (2)$$

where σ is a constant of magnetic shielding for a given chemical group. Value of $\delta = (\nu_L - \nu_{sm}) / \nu_{sm}$ – is the chemical shift of this group. It does not depend on the strength of the magnetic field B_0 . Chemical shifts can be calculated from the chemical shift increment tables, as well as on the basis of the laws of quantum mechanics. Value of ν_{sm} is a reference frequency, for example, the resonant frequency of tetramethylsilane (TMS) for ^1H and ^{13}C . In liquids the resonance signal typically has a width of 0,1 Hz.

The distribution of the resonance frequencies defines the NMR spectrum, which displays the structure of the molecule. On the Picture 2 NMR spectrum is shown ^{13}C in polyethylene. Identification of NMR spectrum of molecules in solutions is a standard method of analysis for the further chemical synthesis and accordingly the quality of a particular type of the manufactured products.

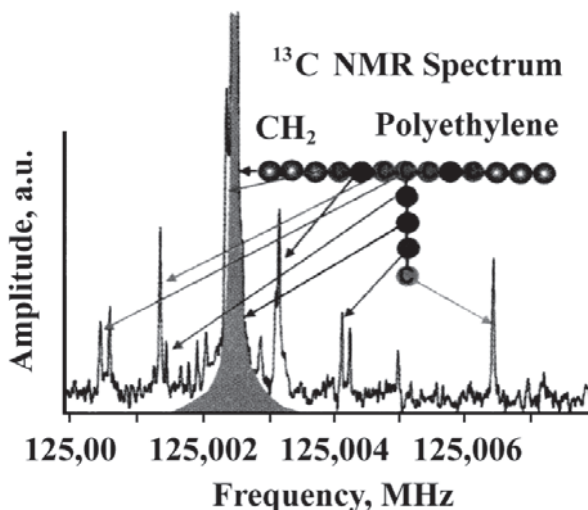


Figure 2 – Chemical structure

In recent years the NMR is widely used for control and management of various technological processes, for example, in the manufacture of medical preparations in the pharmaceutical manufacturing [2], for monitoring the quality of agricultural products [3–6].

It is known that applicable in spectrometers permanent magnets depends on the temperature. Nevertheless, such spectrometers which measure the echo or signal induced in the coil after the initiation of the pulse – is a free induction decay (FID) in weakly

inhomogeneous fields are widely used for characterizing a variety of types of products, for example, foods, cosmetics, polymers. FID frequency analysis in using Fourier transformation gives you the opportunity of obtaining NMR spectrum with linewidth

$$\Delta\Omega = 1/(\pi T_2'), \quad (3)$$

where T_2' – is the transverse relaxation time, which is determined by local magnetic fields dependent or independent of the time. With the proper conduct of the experiment the accuracy of such measurements is 0,1%.

NMR with a weak field can be reproduced with the help of a small and low-cost equipment, value of which can be obtained in the range from 0,5 to 1 T by using electromagnets. NMR with a weak field in the homogenous fields can be used to control the manufacturing process, for example, petroleum refining or other types of products, for example the quality of milk. For optimizing the product stream after the spectrometric analysis the return signal is generated from the parameter ^1H of NMR spectrum.

The following is description of the automated system for determining the quality of milk.

This paper considers the automatic control system (ACS) of the milk quality when it is processing by the magnetic field. In recent years, paid much attention to the processing by physical fields of liquids [7,8].

We have attempted to use the magnetic field for milk processing with a view to its better storage. For controlling parameters of quality of milk have developed an automated control system (ACS), which is regulated by the seven parameters (fat mass fraction, the mass fraction of milk solids non-fat (MSNF), the density, the mass fraction of added water, the temperature, the mass fraction of protein, the acidity). Moreover for controlling the magnetic field with a high accuracy NMR signal of hydrogen applied ^1H and of carbon ^{13}C , which by the chemical shift indicate the presence of microbial flora in the milk.

A block diagram of the device shown at the Picture 3. Milk from the reservoir via delivery pipe (1) supplied to the sliding shutter (2), which regulates the velocity of the fluid. Next, the milk supplied to a system for electromagnetic treatment of milk (3), consisting of several pairs of quadrupole lenses (ЭМ-1 , ЭМ-2 etc.), which have a special configuration of the magnetic tips. Value of the magnetic field strength is measured with a high accuracy up to 10^{-5} by an NMR sensor (4), which is in the area of fields of the quadrupole lenses.

The parameters of milk {as input (7), and output (8)} are controlled by sensor devices, installed in the analyzers «Laktan-4», «AKM-98 Farmer». They allow to register up to 6 parameters of milk quality.

Input and output data from the sensors are supplied to the controlling signals switch (9) through the appropriate interface and LPT-port (11) to the personal computer (10). In the personal computer, there is a required software, designed to control the strength of the magnetic field of quadrupole lenses.

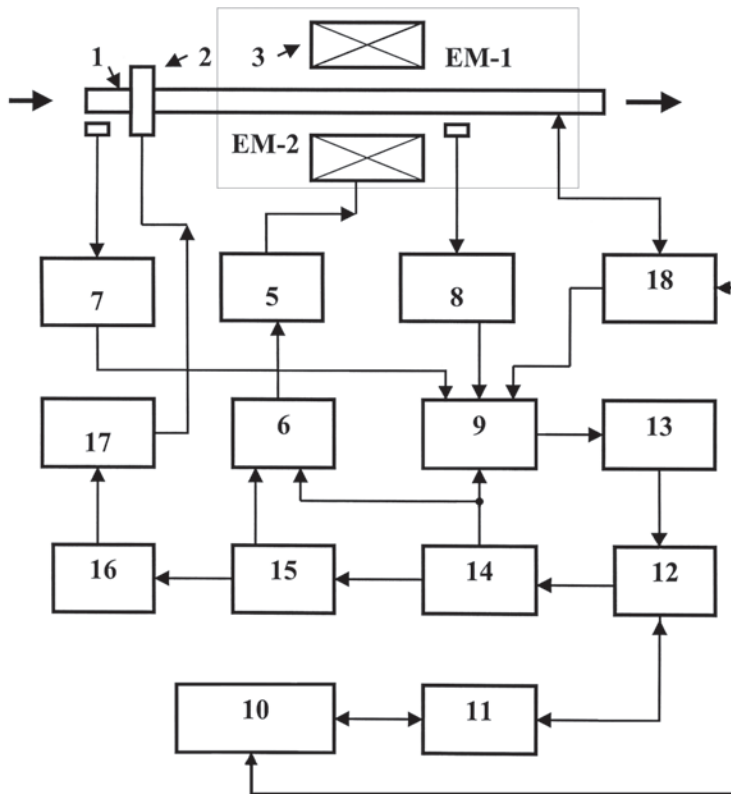


Figure 3 – The block diagram of the ACS:

1 – delivery pipe; 2 – sliding shutter; 3 – device for electromagnetic treatment of milk; 4 – NMR sensor; 5 – power amplifier; 6 – digital-to-analog converter (DAC); 7 – input sensors of properties of milk; 8 – output sensors of properties of milk; 9 – controlling signal switch; 10 – personal computer; 11 – LPT-port; 12 – interface; 13 – registrar of receiver; 14 – registrar of control; 15 – data recorder; 16 – switch of the stepper motor; 17 – stepper motor; 18 – NMR spectrometer

The magnetic field is generated by electromagnets, supplied and controlled by a DC voltage source (5), control signals from the PC via the digital-to-analog converter (DAC) (6).

The second branch of the adjustment of the fluid velocity is given through the registrar switch management of the stepper motor with the corresponding electronic equipment, given at the Picture 1. Milk flow rate through the delivery pipe can be adjusted in the range from 0 to 6 m/s. with accuracy of 0,15 %.

In the present paper uses the method of analysis of the asymptotic stability developed and [9, 10] designed to obtain frequency stability conditions of subsystems of direct digital control of regime parameters of considered technological processes.

We have experimentally determined, magnetic treatment of milk for field strengths up to 0,5 T reduces the deposition of salts and the formation of milk stone up to 3 times, which contributes to lower heat and power costs, prime cost of dairy products, their quality im-

provement. Magnetized milk has a higher viscosity (up to 16–18%), critical shear stress of milk coagulum (up to 23–28%), electrical conductivity (up to 14–16 %), the surface tension of the milk is reduced up to 11–15%.

An important indicator for establishing the expiration date is the acidity.

Titrate acidity is a key indicator of freshness of milk and dairy products. It reflects the concentration of milk components having acidic character. It is known that the active acidity is one of the indicators of quality, it is determined by the concentration of hydrogen ions. On the pH value depends the colloidal state of the milk proteins, growth of beneficial and harmful microflora, thermostability of milk and activity of the enzymes.

Thus, a constant magnetic field is a biologically active factor of the external environment that may affect to the liquid systems and bacteria.

Great interest attaches the NMR technique of determining the chemical shift of the hydrogen, carbon, phosphorus, which characterize the nuclear-physical parameters of milk.

As an example, Picture 4 shows a portion of the NMR spectrum signal of milk for hydrogen-1 isotope.

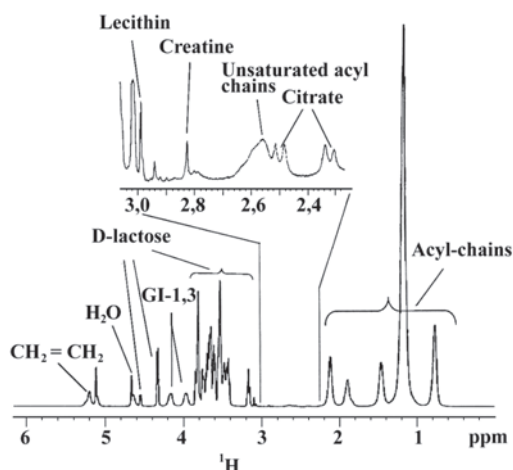


Figure 4 – ¹H NMR spectrum of milk

3. Conclusions. This paper shows the feasibility of establishing a system of automated quality control of liquid milk using NMR, having a high accuracy of determination of manufactured products.

REFERENCES

- 1 Блюмих Б. Основы ЯМР. – М.: Техносфера, 2007. – 160 с.
- 2 Rutger Folmer, Jurgen Fetzer. Automatisiertes NMR-Screening in der Medikamententwicklung. BIOSpektrum: 5/04/10. P. 687-688.
- 3 Andreotti, G., Trivellone, E., Lamanna, R., Luccia, A. D., Motta, A. Milk identification of different species: 13C-NMR spectroscopy of triacylglycerols from cows and buffaloes' milks // J. Dairy Sci. – 2000. – P. 83, 2432–2437.

4 Belloque, J., Carrascosa, A. V., Fandino, R. L. Changes in phosphoglyceride composition during storage of ultrahightemperature milk, as assessed by ³¹P-nuclear magnetic resonance. Possible involvement of thermoresistant microbial enzymes // *J. Food Prot.* – 2001. – P. 64, 850–855.

5 Fangyu, Hu, Kazuo, Furihata, Mie, Ito-Ishida, Shuichi, Kaminogawa, Masaru Tanokura. Non-destructive Observation of Bovine Milk by NMR Spectroscopy: Analysis of Existing States of Compounds and Detection of New Compounds. *Agric. // Food Chem.* DOI: 10.1021/jf.049616o. – 2004. – V. 52(16). – P. 4969–4974.

6 Kaminogawa, S., Sagano, C., Horono, A. The Science of Milks New Function of Milk // *National Plant Dairy Industry of Agricultural Cooperative Association.* – Tokyo, 2000.

7 Куничев С. М., Шунаев В. А. Новые технологии в производстве молочных продуктов. – М.: Дели Принт, 2004. – 68 с.

8 Старикова А. Ф., Полянскова И. С., Носкова В. И., Неронова Е. Ю. Производство функционального творога с применением электромагнитной обработки молока // *Молочнохозяйственный вестник.* 2011. – № 3. – С. 36–41.

9 Айтчанов Б. Х. Частотные критерии стохастической устойчивости одного класса систем с запазданием // *Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева.* – 2003. – № 3. – С. 83–86.

10. Voronin, A. M., Ajtchanov, B. H., Partyka, J., Aldibekova, A. N. Elements of automatic control of hydrodynamic systems // *IAPGOS.* – 2013. – N 2. – P. 35–36.

МЕХАНИКА

УДК 66.047.57

А. М. БАЙТУРЕЕВ¹, Т. Т. ЖУНУСОВ², Г. А. МЕДИЕВА²

¹Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати

²Национальная инженерная академия Республики Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ХЛОПКА-СЫРЦА В СУШИЛЬНОМ БАРАБАНЕ СО СМЕШАННЫМ РЕЖИМОМ ТЕРМООБРАБОТКИ

Приведены данные опытно-промышленных испытаний процесса сушки хлопка-сырца в сушильных барабанах. Показано, что при эксплуатации сушильного барабана со смешанным режимом термообработки, т.е. при прямоточно-противоточном движении теплоносителя и высушиваемого материала, обеспечивается энергосберегающий режим термообработки на 20%, при этом повышаются производительность сушилки по сухому продукту в 1,54 раза и величина влагоотбора в 1,4 раза.

Ключевые слова: сушильный барабан, угол наклона, термообработка, прямоток, противоток, смешанный режим.

Мақта шикізатын кептіргіш барабандарында кептіру үдерісінде өндірістік-тәжірибелік сынақтардың мәліметтері келтірілген. Жылумен аралас режимде өңдейтін барабанды кептіргішін пайдалану үдерісінде, былайша айтқанда, жылу тасығыштың және кептірілетін материалдың тура және қарама-қарсы ағыс қозғалысында жылумен өңдегенде энергия үнемдеуді 20% қамтамасыз етеді және кептірілген өнім бойынша кептіргіштің өнімділігі 1,54 есеге, ылғал алудың шамасы 1,4 есеге артады.

Кілттік сөздер: барабанды кептіргішін, еңкіш бұрыш, термоөңдеу, тура ағыс, қарама-қарсы ағыс, аралас режим.

Data of industrial experimental tests of process of raw cotton drying in drying cans are given. It was shown that when of drying can using with mixed mode of heat treatment, i.e. when direct- counter flow motion of heat-transfer agent and drying material takes place, energy-saving mode of heat treatment is provided (up to 20%), productivity of drying can by dry product increases in 1,54 times and value of moisture extraction increases in 1,4 times.

Keywords: drying can, slop angle, heat treatment, direct flow, counter flow, mixed mode.

В настоящее время на хлопковых заводах для сушки хлопка-сырца применяются барабанные сушилки типа 2СБ-10, устанавливаемые горизонтально – $\alpha = 0$ (рисунки 1, 2) [1]. Сушилка типа 2СБ-10 (см. рисунок 1) состоит из следующих основных

узлов: сушильной камеры-барабана 1, питателя 4, передней опоры 3 с роликами и задней опоры 5, вытяжной трубы 8, редуктора 14 и электропривода 13.

Сушильная камера-барабан 1 диаметром 3,2 м и длиной 10 м изготавливается из 2-мм листовой стали. Внутри обечайки барабана крепятся двенадцать продольных лопастей 2 (см. рисунок 1), обеспечивающих перемешивание и способствующих передвижению хлопка-сырца вдоль оси барабана. Лопастей, изготовленные из 2-миллиметровой листовой стали высотой 0,5 м, располагаются радиально, что позволяет осуществлять процесс нормального перемещения хлопка-сырца при любом направлении вращения барабана. Конструктивное оформление лопастей при вращении барабана 10 об/мин обеспечивает стабильную работу сушилки при оптимальном заполнении барабана.

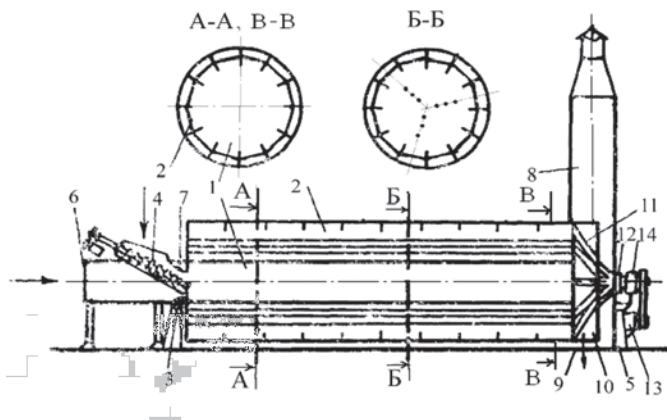


Рисунок 1 – Сушильный барабан типа 2СБ-10

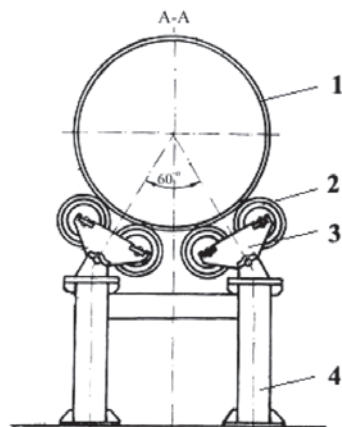


Рисунок 2 – Передняя опора сушилки типа 2СБ-10

Внутри барабана на расстоянии 3 м от его передней стенки располагается продольная тормозная решетка (см. рисунок 1, сеч. Б – Б) длиной 6 м. Она состоит из трех рядов стержней, параллельных продольной оси сушильного барабана и крепящихся с помощью крестовин к обечайке этого барабана. Загрузочное устройство вводится в барабан через полу цапфу диаметром 1,19 м, прикрепленную к передней стенке барабана. Цапфа 1 (см. рисунок 2) опирается на две пары стальных роликов 2 диаметром 0,3 м, закрепленных шарнирно на стойке 4.

Основными недостатками барабанных сушилок типа 2СБ-10 являются относительно малая производительность; контакт теплоносителя и хлопка-сырца осуществляется прямококом, что ведет к неэффективному использованию теплоносителя; относительно невысокая величина влагоотбора.

Рассмотрим движение частицы материала при прямоточном режиме термообработки (рисунок 3).

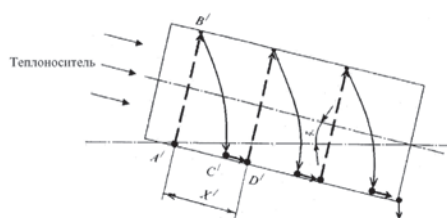


Рисунок 3 – Движение частицы материала при прямом режиме термообработки

Из рисунка 3 видно, что частица материала из нижней точки A' при вращении барабана поднимается до верхней точки B' . Частица, падая из точки B' , продувается теплоносителем и опускается в точку C' , затем под действием скатывающей силы и теплоносителя движется к выходу из барабана до точки D' . При этом совершается один цикл движения частицы:

$A'B' \rightarrow B'C' \rightarrow C'D'$ и частица сдвигается на величину $X' = A'D'$;

$A'B' \rightarrow B'C' \rightarrow C'D'$ – траектория одного цикла движения частицы при наклоне барабана в сторону выгрузки;

$X' = A'D'$ – зависимость сдвига частицы при угле наклона барабана в сторону выгрузки.

Недостатками прямого режима термообработки являются унос материала в сторону выгрузки; низкий коэффициент заполнения барабана; относительно малое время пребывания материала в барабане; низкая величина влагоотбора, следовательно, и низкая производительность по сухому продукту. Поэтому интенсификация процесса сушки и снижение энергозатрат путем его модернизации без существенных капитальных и трудовых затрат являются актуальной и очень важной задачей.

Одним из путей интенсификации теплообменного процесса сушки является повышение контакта между твердой и газовой фазами. Наиболее эффективны в этом отношении сушильные барабаны со смешанным режимом термообработки, когда барабан устанавливается с наклоном в сторону загрузки (рисунки 4, 5 и 6) [2].

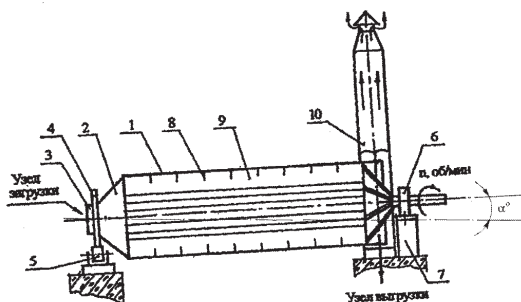


Рисунок 4 – Сушильный барабан со смешанным режимом термообработки 3,2 СБ-СРТ-10:
 1 – барабан; 2 – передняя коническая стенка;
 3 – цапфа; 4 – бандаж; 5 – опорно-упорная станция; 6 – подшипник самоустанавливающийся; 7 – задняя опора; 8 – поперечные кольца; 9 – продольные лопасти;
 10 – вытяжная труба (шахта)

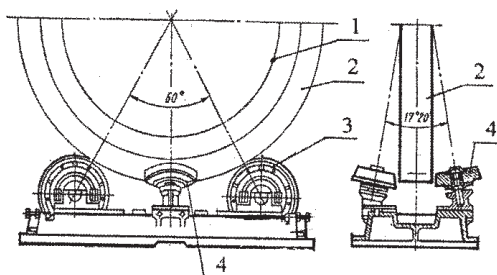


Рисунок 5 – Опорно-упорная станция:
 1 – цапфа барабана; 2 – бандаж;
 3 – опорные ролики; 4 – упорные ролики

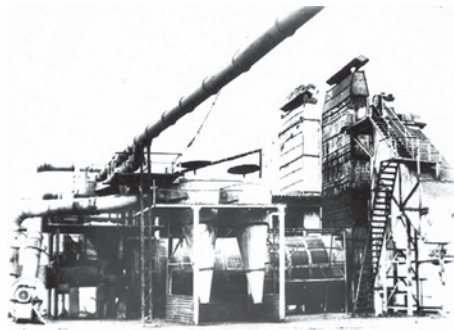


Рисунок 6 – Общий вид сушильного барабана со смешанным режимом термообработки типа 3,2 СБ-СРТ-10

Рассмотрим движение частицы материала при смешанном режиме термообработки (рисунок 7).

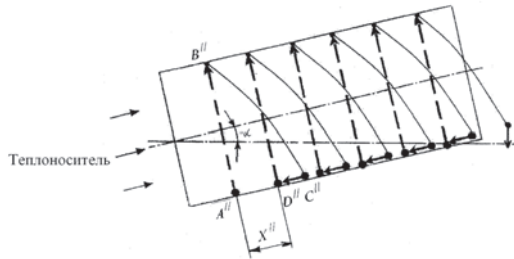


Рисунок 7 – Движение частицы материала при смешанном режиме термообработки

Из рисунка 7 видно, что частица материала из нижней точки A'' при вращении барабана подымается до верхней точки B'' . Частица, падая из точки B'' , продувается теплоносителем в режиме прямотока и опускается в точку C'' , скатывается вниз к узлу загрузки барабана до точки D'' , продуваемая теплоносителем в режиме противотока. При этом совершается один цикл движения частицы $A''B'' \rightarrow B''C'' \rightarrow C''D''$ и частица сдвигается на величину $X'' = A''D''$.

$A''B'' \rightarrow B''C'' \rightarrow C''D''$ – траектория одного цикла движения частицы при наклоне барабана в сторону загрузки;

$X'' = A''D''$ – сдвиг частицы при угле наклона барабана в сторону загрузки.

Из анализа рисунка 7 видно, что при смешанном режиме термообработки частица подвергается прямотоку и противотоку; величина сдвига частицы X'' меньше, чем в прямоточной сушилке X' , т.е. $X'' < X'$, что ведет к повышению коэффициента заполнения барабана и увеличению времени пребывания материала в барабане; возможности применения более высоких скоростей теплоносителя; повышению производительности сушильного агрегата по сухому продукту; росту величины влагоотбора и эффективному использованию энергозатрат.

Проведен сравнительный эксперимент по изменению влажности хлопка-сырца по длине сушильного барабана со смешанным режимом термообработки 3,2 СБ-СРТ-10 и базовой сушилки 2 СБ-10. Экспериментальные исследования проводились следующим образом. При установившемся режиме работы сушильный барабан резко

останавливался, прекращалась подача хлопка-сырца и теплоносителя. После этого по длине барабана на входе в барабан 0; 3; 5; 7 и 9 м и 10 м на выходе из барабана делали отбор проб хлопка-сырца и определяли его влажность. Полученные результаты приведены в таблице и на рисунке 8.

Таким образом, в результате анализа экспериментальных исследований (см. таблицу) установлено, что эффективность процесса сушки сушильного барабана со смешанным режимом термообработки 3,2 СБ-СРТ-10 по сравнению с базовой сушилкой 2 СБ-10 выше:

- по величине влагоотбора в 1,4 раза;
- по производительности в 1,54 раза;
- при равной температуре теплоносителя на входе в сушильный барабан температура теплоносителя на выходе из сушильного барабана со смешанным режимом термообработки 3,2 СБ-СРТ-10 ниже, чем в базовой сушилке 2 СБ-10, на 20%.

Изменение влажности хлопка-сырца по длине барабана

№ п/п	Ряд	Тип сушилки	Угол наклона барабана α, град	Температура сушильного агента, °С		Влажность по длине барабана, %						Влагоотбор, %	Производительность, т/ч
				на входе	на выходе	0 м (на входе)	3 м	5 м	7 м	9 м	10 м (на выходе)		
1	1	2СБ-10	0	150	60	12,8	9,0	8,9	8,9	8,8	8,7	4,1	4,44
	2	3,2СБ-СРТ-10	-2	140	48	12,8	7,9	7,7	7,5	7,4	7,2	5,6	6,85
2	3	2СБ-10	0	145	59	11,6	8,5	8,5	8,4	8,3	8,2	3,4	4,37
	4	3,2СБ-СРТ-10	-2	143	48	11,6	7,3	7,3	7,2	7,0	6,9	4,7	6,7

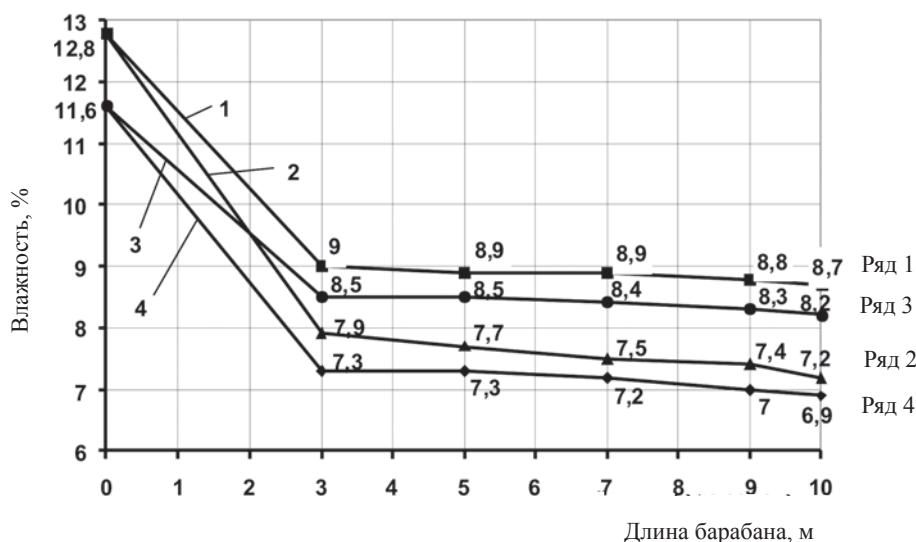


Рисунок 8 – График изменения влажности хлопка-сырца по длине барабана

На рисунке 8 приведены графики изменения влажности хлопка-сырца по длине барабана. В результате математической обработки с помощью персонального компьютера (ПК) получены полиномиальные уравнения изменения величины влажности Y_i в зависимости от длины барабана x и начальной влажности материала, а также определена величина достоверности аппроксимации R^2 .

При начальной влажности материала $\omega_{\text{нач}} = 12,8\%$:

$$Y_1 = -0,0003x^5 + 0,0097x^4 - 0,1371x^3 + 0,9371x^2 - 3,0849x + 12,8; R^2=1; \quad (1)$$

$$Y_2 = -0,0004x^5 + 0,0122x^4 - 0,1597x^3 + 0,9833x^2 - 2,8463x + 12,8; R^2=1. \quad (2)$$

При начальной влажности материала $\omega_{\text{нач}} = 11,6\%$:

$$Y_3 = -0,0004x^5 + 0,0145x^4 - 0,1793x^3 + 1,0542x^2 - 2,9363x + 11,6; R^2=1; \quad (3)$$

$$Y_4 = -0,0004x^5 + 0,0153x^4 - 0,2044x^3 + 1,2925x^2 - 3,848x + 11,6; R^2=1, \quad (4)$$

где Y_i – значение влажности материала ω ; x – длина барабана; R^2 – величина достоверности аппроксимации.

Из анализа рисунка 8 видно, что основной влагоотбор происходит на начальном участке длины барабана (0–3) м.

Результаты исследования показали, что при эксплуатации сушильного барабана со смешанным режимом термообработки, т.е. при прямоточно-противоточном движении теплоносителя и высушиваемого материала, обеспечивается энергосберегающий режим термообработки на 20%, при этом повышается производительность сушилки по сухому продукту в 1,54 раза и величина влагоотбора в 1,4 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1 Правила устройства и эксплуатации технологического оборудования сушильно-очистительных и очистительных цехов хлопкозаготовительных пунктов и хлопкозаводов. – Ташкент: ЦНИИХпром, 1975. – 112 с.

2 Предварительный патент Республики Казахстан. № 14030. Устройство для сушки хлопка-сырца /Байтуреев А.М. и др.; опубл. 16.02.2004, Бюл. № 2.

А. В. КОРОЛЕВ¹, А. Н. ТЮРИН², А. А. КОРОЛЕВ¹

¹Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина

²Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РАЗЛОМА ДЕТАЛЕЙ ТИПА КОЛЕЦ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Разработана ультразвуковая технология разлома колец подшипников. Она позволяет в процессе разлома создать в заготовке за счет локальной передачи энергии напряжения, которые ниже предела упругости, при этом затрачивается небольшая единовременная работа. Установлено, что линия разлома проходит через дефекты материала заготовки, сосредоточенные в узком поле деформаций. Показано, что в этом случае линия разлома получается более прямолинейной, отчего снижается вероятность появления крупных дефектов в виде сколов. Установлено, что в процессе разлома заготовка не теряет форму и размеры и не возникает опасность разлома вне плоскости расположения концентратора напряжений.

Ключевые слова: разлом колец подшипников, ультразвуковая технология, технологическая энергия, концентрация напряжений.

Беріктілік шегінен төмен кернеудің технологиялық энергияны желілік беру есебінен дайындамада сыну үдерісінде аз уақыт алатын жұмысқа мүмкіндік беретін мойынтірек сақиналарының ультрадыбыстық сыну технологиясы жасалды. Сыну сызығы деформацияның тар өрісінде шоғырланған дайындама материалдарының ақаулары арқылы жүретіні анықталды. Бұл жағдайда сыну сызығы түзу сызықты болатыны анықталды, ол кесте түріндегі ірі ақаулардың пайда болу ықтималдылығын төмендетеді. Зерттеу сыну үдерісінде дайындама өзінің пішіні мен көлемін жоғалтпайтыны және кернеу концентрациясының орналасу тегістігінен тыс сыну қауіптілігі туындамайтынын көрсетті.

Кілттік сөздер: мойынтірек сақиналарының сынуы, ультрадыбыстық технология, технологиялық энергия, кернеу концентрациясы.

Ultrasonic technology was worked out for break of bearings' rings. It allows creating in billet, during breaking, stresses, which are below elastic limit at the expense of local transfer of energy, and in this case, small work is spent. It was established that line of break passes through defects of billet's material, concentrated in narrow field of deformations. It is shown that in this case, break's line of is more rectilinear, and probability of emergence of serious defects in a form of spalls decreases. It was determined that in the process of break billet does not get out of shape and dimensions, and there is no danger of break appearance out the plane of stress concentrator location.

Keywords: break of bearings' rings, ultrasonic technology, technological energy, stress concentrator.

При изготовлении некоторых изделий, например колец шарнирных подшипников, роликов и др., технологический разлом представляет собой определяющую часть технологического процесса. Использование разлома может являться основой создания новых улучшенных конструкций изделий.

К сожалению, до недавнего времени для осуществления технологического разлома применялись недостаточно совершенные способы. Для разлома колец подшипников обычно используют двухстороннее сжатие. Указанная технология малоэффективна, так как в значительном объеме детали создаются критические напряжения, линия

разлома получается неровная, на поверхности заготовки могут появиться мелкие сколы, возникают значительные потери из-за брака.

Сотрудниками ООО НПП НИМ г. Саратова совместно с учеными ЗКАТУ им. Жангир хана разработан весьма эффективный безотходный способ технологического разлома деталей типа колец подшипников и роликов [1–4]. На рисунке 1 изображена схема разлома кольцевых заготовок. На торец заготовки 1, представляющей собой наружное кольцо шарнирного подшипника, наносят концентратор напряжений 2 в виде острой царапины или канавки. Заготовку устанавливают в призму 3, и к ней прикладывают внешнюю радиальную нагрузку, создающую в месте расположения концентратора напряжений, по величине равные или меньшие предела текучести. В место расположения концентратора напряжений подводят волновод 4, передающий заготовке 1 от ультразвукового генератора (не показан) ультразвуковые колебания, которые и вызывают разрушение кольца в плоскости расположения концентратора напряжений.

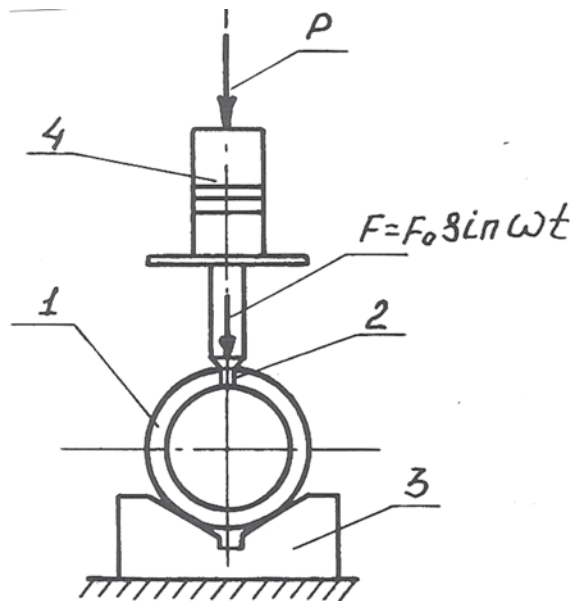


Рисунок 1 – Схема разлома кольцевых деталей: 1 – разламываемая деталь; 2 – концентратор напряжений; 3 – призма; 4 – волновод

Основное преимущество этого способа перед традиционно используемым заключается в том, что за счет локальной передачи заготовке технологической энергии и создания в заготовке напряжений ниже предела упругости в процессе разлома затрачивается небольшая единовременная работа. Линия разлома проходит через дефекты материала заготовки, сосредоточенные в узком поле деформаций, следовательно, линия разлома получается более прямолинейной, отчего снижается вероятность появления крупных дефектов в виде сколов. В процессе разлома заготовка не теряет форму и размеры и не возникает опасность разлома вне плоскости расположения концентратора напряжений.

Результаты исследования среднего значения силы разлома колец с наложением и без наложения ультразвуковых колебаний представлены на рисунке 2. Как видно из рисунка 2, потребное усилие при ультразвуковом разломе в 2,5–3 раза меньше, чем при статическом разломе, что обеспечивает повышение качества разлома и экономию электроэнергии.

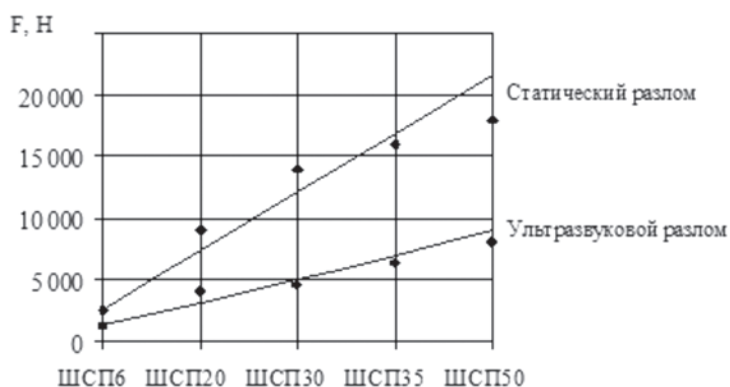


Рисунок 2 – Потребная сила разлома при статическом и ультразвуковом нагружениях

Одним из существенных показателей качества процесса разлома является отклонение от правильной геометрической формы колец подшипников после разлома. Сводные сравнительные результаты статического и ультразвукового разлома приведены в таблице.

Как видно из приведенных в таблице данных, после разлома наблюдается увеличение непостоянства диаметров наружной и внутренней сферической поверхностей колец. После ультразвукового разлома некруглость колец значительно меньше, чем после статического разлома в тисках. С одной стороны, этот результат можно объяснить тем, что при ультразвуковом разломе используется меньшая нагрузка на кольца и, следовательно, происходит их меньшая деформация в процессе разлома. С другой стороны, при ультразвуковом разломе возникает вторичный эффект – частичная релаксация остаточных напряжений в кольцах, что также способствует уменьшению деформации деталей.

Результаты измерения отклонений от круглости наружной и внутренней поверхностей колец шарнирных подшипников ШСЛ-50.02 до и после статического и ультразвукового разлома

Параметры	Поверхность	Разлом в тисках		Ультразвуковой разлом	
		до	после	до	после
Среднее значение	Наружная	3,7	15,5	2,1	6,8
	Внутренняя	5,6	15,3	3,3	7,7
Среднее квадратическое	Наружная	1,3	4,8	0,7	3,1
	Внутренняя	1,7	4,5	1,4	3,5

На рисунке 3 показаны фотографии двух колец после традиционного разлома в пневмотисках (см. рисунок 3, *а*) и после ультразвукового разлома (см. рисунок 3, *б*). Как видно, у колец после традиционного статического разлома в пневматических тисках линия разлома располагается под большим углом к образующей кольца (см. рисунок 3, *а*). У кольца после ультразвукового разлома (см. рисунок 3, *б*) линия разлома проходит вдоль образующей кольца. Это подтверждает ранее сделанный вывод о том, что если одновременная работа разрушения мала, то и качество обработки получается более высокое, так как в разломе участвует меньший объем заготовки и, следовательно, в этом объеме возникает меньшая вероятность появления крупных дефектов материала.

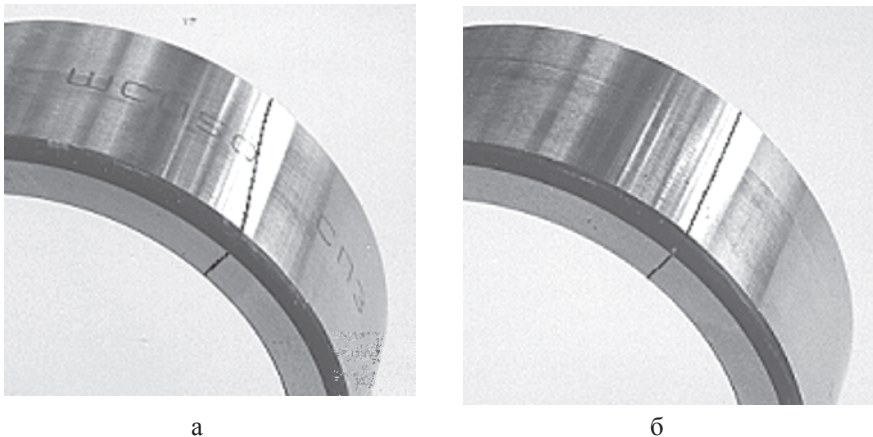


Рисунок 3 – Фотографии места разлома колец ШСП 50.02:
а – статический разлом, *б* – ультразвуковой разлом

Выполненные исследования явились основой создания и широкого применения в подшипникостроении нового класса технологического оборудования типа ПАРК конструкции НПП НИМ, созданный при активном участии авторов. Для определения эффективности полуавтоматов в цехе ПР13 ОАО СПЗ был произведен разлом нескольких партий колец шарнирных подшипников. Разлом колец одной из партий в количестве 100 шт. осуществлялся на полуавтомате ПАРК-1 в присутствии приемочной комиссии. Результаты разлома были следующие:

- наличие больших сколов – 9 шт. (9%);
- неудовлетворительное расположение разлома относительно торцов колец – 1 шт. (1%);
- годные по разлому – 90 шт. (90%).

После разлома годные кольца были направлены на сборку и обеспечили 100%-ю комплектацию подшипников.

Для сравнения были взяты 20 колец из той же партии и разломаны по действующей технологии в пневмотисках. Результаты контроля качества разлома этих колец следующие:

- брак по сколам – 7 шт. (35%);
- брак по выпадению «треугольника» – 7 шт. (35%);

«рваный» разлом после трехкратного приложения нагрузки – 4 шт. (20%);
годные по разлому – 2 шт. (10%).

Как видно из приведенных данных, выход годных изделий при разломе по новому способу увеличился в девять раз. Внедрение в производство только одного полуавтомата типа ПАРК обеспечивает годовой экономический эффект в сумме более 10 млн руб. (50 млн тенге) в год, срок окупаемости капитальных вложений составляет менее 1 месяца.

ЛИТЕРАТУРА

1 Королев А.В., Ивлюшина И.М., Комиссаров А.И. Механизм разрушения деталей типа колец // Вестник СГТУ. – 2011. – № 2(56). – С. 96–99.

2 Королев А.В., Королев А.А., Чеботаревский Ю.В. Геометрическая точность торцевой поверхности заготовок роликов подшипников, полученных холодной ломкой изгибом // Прогрессивные направления развития технологии машиностроения: сб. науч. тр. – Саратов, 2005. – С.136–139.

3 Патент РФ № 2103119. Способ разлома деталей / Королев А.В., Чистяков А.М., Моисеев В.Г., Кривега В.А.// Оpubл. 27.01.1998 г., Бюл. № 3.

4 Патент РФ №2308358. Способ ломки проката / Королев А.В., Чеботаревский Ю.В., Королев А.А.// Оpubл. 20.10.2007 г., Бюл. № 29.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ...

Снимайте стресс с помощью смартфонов

Финские ученые разработали программу, которая позволяет снимать стресс и преодолевать его последствия с помощью смартфона. Над инновацией работали специалисты Национального технического центра VTT и Университета Ювяскюля.

«Наша программа помогает людям снимать стресс, улучшать качество жизни и психологического благополучия, а также повышать внимательность, лучше узнавать возможности своего тела и вырабатывать собственные способы релаксации», – сообщили в VTT.

По словам руководителя проекта Кирсикки Карпайнен, «программа проста в использовании и подходит для повседневной жизни». Результаты первых применений оказались позитивными: люди констатировали, что им удалось преодолеть проблемы, связанные с нарушением сна, избавиться от неприятных мыслей и лучше осознать собственную ценность в жизни.

Терапия через смартфон основана на специальном программном обеспечении, включающем 46 психологических упражнений, распределенных на 4 тренировки. Каждое из них занимает всего 2–3 минуты. Инструкции пользователь может получить в формате документов для чтения или в виде аудиофайлов.

Ученые считают свое изобретение очень актуальным: в настоящее время около 38% населения ЕС страдают от психологических проблем, большая часть которых связана со стрессом. Проблема уже превратилась из частной в экономическую: стресс и вызванные им болезни становятся причиной 50–60% отпусков по болезни. Годовые экономические потери Евросоюза от стресса, пе-

реживаемого европейцами, оцениваются в сумму около 20 млрд евро. Финские исследователи уверены, что преодоление этой проблемы даст обществу возможность сократить расходы, повысив при этом работоспособность людей и производительность их труда.

Основной целевой аудиторией своего изобретения финны считают людей трудоспособного возраста, переживающих стресс и метаболический синдром. Новая программа адресована также молодым семьям, ожидающим появления на свет своего первого ребенка. На очереди – разработка аналогичного приложения, рассчитанного на студентов.

Доллары из полимеров держат экзамен

Банк Канады (БК) представил на суд общественности новые полимерные 5- и 10-долларовые банкноты. По словам главного банкира страны Марка Карни, с поступлением в обращение полимерных купюр достоинством 5 и 10 канадских долларов, намеченным на конец года, программа замены бумажных денежных знаков, начатая в 2011 г., вступит в финальную стадию.

Как было отмечено ранее, банкноты из полимерного материала – результат тесного взаимодействия физиков, химиков, инженеров и других экспертов. Они отличаются повышенной износостойкостью, им не страшны температуры от плюс 140°C до минус 75°C.

Разговаривать с самим собой полезно для мозгов

Часто ловишь себя на том, что разговариваешь вслух наедине с самим собой?

Расслабься, это еще не означает, что ты типичный клиент психотерапевта. Разговоры с самим собой — это вовсе не психическое отклонение от нормы, порой это даже бывает очень полезно для работы головного мозга.

Такой вывод ученым помогли сделать неоднократные исследования психологов из Университета Висконсин–Медисон. Умозаключения специалистов может доказать несложный эксперимент, в котором принимали участие две группы человек. Первая группа добровольцев должна была искать в комнате вещи, которые заранее были спрятаны, при этом комментируя все свои действия. Участники второй группы искали вещи молча.

Результаты этого эксперимента были довольно ошеломляющими — «говоруны» в несколько раз быстрее справились с поставленной задачей по поиску спрятанных вещей в комнате, чем те, кто молча искал необходимое. Как объясняют ученые, речь помогает человеку ускорять мышление и находить необходимое и верное решение. Проговаривая вслух поставленную задачу, вероятность того, что мы выполним ее, повышается в несколько раз. Мысли вслух заставляют нас сконцентрироваться и помогают упорядочить те самые мысли.

В мозгу найдены центры оптимизма

Американские ученые обнаружили зоны мозга, отвечающие за оптимизм. Они предположили, что сниженная активность этих участков может лежать в основе депрессии.

Элизабет Фелпс и ее коллеги из Нью-Йоркского университета провели исследование с участием 15 человек. Вначале они с помощью специальных вопросов оценили их эмоциональное состояние. После этого участникам эксперимента

последовательно предлагался ряд задач. Их просили вспомнить какое-либо печальное событие, имевшее место в прошлом, например недавние похороны, или представить, что подобное может произойти в ближайшем будущем. Затем их просили подумать о радостном событии, которое уже произошло или может произойти в будущем, например выигрыш в лотерею или победа в соревнованиях. При этом одновременно участникам проводили сканирование мозга методом магнитно-резонансной томографии.

Выяснилось, что как негативные, так и позитивные воспоминания и размышления влияли на активность двух участков мозга: миндалины и передней части коры поясной извилины. Однако воспоминания о радостных событиях или их предвкушение вызывали значительно большую активацию указанных зон мозга, чем негативно окрашенные воспоминания. Также ученые отметили, что у пессимистично настроенных людей эти области активировались в меньшей степени, чем у тех, кто смотрел на жизнь с позитивной точки зрения, сообщила один из авторов исследования Тали Шарот.

По результатам экспериментов ученые предположили, что миндалины и передняя часть коры поясной извилины играют важную роль в передаче позитивных мыслей.

Особый интерес для специалистов может представлять тот факт, что в развитии депрессии участвуют те же самые зоны мозга, отметила Фелпс. Проведенные ранее исследования показали, что у людей с тяжелой депрессией уменьшается число нервных клеток в области миндалины и передней части коры поясной извилины.

Новые данные могут стать основой для создания принципиально нового класса антидепрессантов, действующих на определенные зоны мозга, сообщает журнал Nature.

По утрам человеческий мозг «загружается» как компьютер

Когда человек просыпается, ствол мозга вырабатывает определенное количество окиси азота, которая и является сигнальным соединением, активирующим другой отдел мозга – таламус.

Известно, что таламус отвечает за контроль более сложных функций и его активация окисью азота служит аналогом первоначальной загрузки операционной системы. Утром в мозг поступает разная информация – от солнечного света до «воплей» будильника. Эта информация должна быть систематизирована и проанализирована мозгом. Только после первичного анализа мозг способен выполнять более сложные задачи. Отделы мозга, отвечающие за мышление, предоставляют нечто подобное набору шаблонов, при помощи которых обрабатывается поступающая информация.

Окись азота активирует таламус, который делает эти шаблоны более тонкими, соответствующими ситуации и необходимым действиям. Если вдуматься, это явление удивительно: маленькая молекула простого соединения, состоящего из двух атомов, отвечает за способность воспринимать информацию, приходящую через органы чувств.

Исследование сигнальной роли окиси азота в мозгу человека может помочь не только лучше понять, как работает центральная нервная система человека и что лежит в основе ее патологии, но и разработать в будущем препараты, которые будут излечивать различные нервные заболевания.

Новый материал на окнах при помощи Wi-Fi может менять их прозрачность

Калифорнийская компания SONTE разработала новый материал для окон,

который с использованием команд, полученных по Wi-Fi, может менять свою прозрачность. Теперь на окнах отпадает необходимость вешать жалюзи и шторы.

Ученые разработали революционную технологию, изменяющую прозрачность материалов. В пленке используется технология умного стекла, представляющего стержнеобразные частицы, взвешенные в жидкости, помещенной между двумя слоями пластика.

С помощью этой технологии можно выпускать энергосберегающую пленку, которая наносится на окна и, благодаря ее свойствам, заменяет жалюзи или шторы. Пленка также защищает от ультрафиолетового излучения Солнца. Технология позволяет использовать эти свойства на этапе производства пластиковых окон, делая готовые стеклопакеты, обладающие уникальными свойствами. Использование этой пленки позволит экономить на счетах за электроэнергию, регулируя количество дневного света и тепла, проникающего в ваш дом. Эту пленку в окне можно использовать как экран видеопроектора.

Пленка от SONTE – это первая «Wi-Fi-управляемая цифровая тень», которая мгновенно за одну секунду переходит из состояния непрозрачного в прозрачное. Уже сейчас эта пленка продается кусками метр на метр с инсталляционным комплектом, контактами, которые подключаются за край пленки и кабеля. При включении электрического тока частицы становятся прозрачными, взвешенные частицы упорядочиваются, и свет свободно проходит сквозь пленку. Когда прекращается подача напряжения, пленка снова становится непрозрачной, так как частицы в жидкости располагаются хаотично и поглощают свет. Это делает ее темной, непрозрачной. Пленка может быть настроена вручную или автоматически, что позволяет регулировать коли-

чества света и тепла, проходящего через пленку.

Толщина пленки 0,4 мм. Пленка использует 5 ватт на 1 м². Она поглощает 85% ультрафиолетового излучения и отражает до 70% инфракрасных лучей.

Замена платины на графен

Ученые из Мичиганского технологического университета устранили главный недостаток одного из наиболее перспективных типов солнечных панелей, так называемых DSSC, сенсibilизированных красителем. DSSC – это тонкие, гибкие, простые и дешевые в производстве солнечные панели. Они могли бы стать по-настоящему массовыми, например, покрывать сотни тысяч зданий по всему миру, а также крыши миллионов автомобилей и железнодорожных вагонов. Однако ключевым элементом пригодных для эффективного применения DSSC является один из наиболее дорогих металлов на планете – платина. Разумеется, для производства солнечной ячейки нужно крохотное количество платины, но при цене платины \$1500 за унцию стоимость солнечных панелей все равно выходит слишком высокой.

Американским ученым удалось разработать новый, недорогой материал, который может заменить платину в солнечных DSSC-элементах, причем без снижения их эффективности. Новый материал, названный 3D-графен, обеспечивает эффективность преобразования солнечного света в электроэнергию на уровне 7,8%, то есть почти такую же, как и обычные DSSC-ячейки на основе платины (8%). Данного КПД достаточно для коммерческого успеха дешевых DSSC-панелей, которые состоят всего из нескольких частей: двух электродов и электролита, «подкрашенного» особым красителем (обычно это йод). Новая

технология производства 3D-графена особой формы позволяет наладить массовый выпуск очень дешевых солнечных панелей.

На изображении 3D-графена, сделанном с помощью электронного микроскопа, видна сотовая структура нового материала, который может заменить платину в очень перспективном виде солнечных панелей.

Обычный графен представляет собой двумерную форму углерода. Однако ученые изобрели новый способ синтеза уникальной «3D-версии» графена, имеющего сотовую структуру. Для этого объединили оксид лития с оксидом углерода в химической реакции, которая образует карбонат лития (Li_2CO_3) и сотовый 3D-графен. Li_2CO_3 помогает формировать графеновые листы и изолирует их друг от друга, препятствуя образованию обычного графита. Кроме того, частицы Li_2CO_3 можно легко удалить из сот 3D-графена.

Эксперименты показали, что соты 3D-графена имеют превосходную проводимость и высокую каталитическую активность, благодаря чему их можно использовать для хранения и преобразования энергии. В результате ученым удалось заменить электрод из платины на электрод, изготовленный из 3D-графена, то есть убрать самую дорогостоящую часть DSSC-ячейки, но при этом сохранить ее эффективность.

По словам разработчиков, синтез 3D-графена является простым и дешевым процессом, а значит можно начать массовое производство солнечных панелей, сенсibilизированных красителем. Теоретическая максимальная эффективность таких панелей составляет 30%, что на 4% больше, чем у «традиционных» кремниевых. Так что пока ученым есть над чем работать, хотя и текущие 7,8% для дешевой панели являются очень неплохим показателем.

По материалам СМИ

УДК 550.845:502.62(574.54)

С. И. КОШКАРОВ, П. У. БУЛАНБАЕВА

Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЛАНДШАФТОВ В НИЗОВЬЯХ СЫРДАРЬИ

Орошение сельскохозяйственных культур в низовьях Сырдарьи, начатое в начале 60-х годов прошлого столетия, обусловило изменение водно-солевого режима как на орошаемых землях, так и на неорошаемых территориях. Исследована динамика показателей гидрогеохимического режима ландшафта, в пределах которого размещается Кызылординский левобережный массив орошения. До 1965 года здесь наблюдалась благоприятная стабилизация гидрогеохимического режима. С 1965 по 1995 год произошли значительные изменения составляющих гидрогеохимического режима ландшафта. В 1965 году удельное поступление солей с оросительной водой было равным 48,8 т/км². В 1995 и 2012 годах оно соответственно составило 635 и 548 т/км². Таким образом, пик солевой нагрузки на ландшафт от оросительных вод приходится на 1995 год. Следовательно, на гидрогеохимический режим ландшафта определяющее влияние оказывает интенсивность мелиоративной нагрузки. Изменяя показатели мелиоративного режима на орошаемых землях, можно регулировать гидрогеохимический режим ландшафта в целом.

Ключевые слова: орошение, мелиоративный режим, ландшафт, солевой баланс.

Сырдария өзенінің төменгі ағысында 60-шы жылдарда кеңінен басталған дақылдарды суаруға байланысты суармалы алқаптармен шектес жатқан жерлердің ылғал-тұз режимдері өзгеріске ұшырады. Осыған орай Кызылорда Солжағалау суармалы алқабы орналасқан ландшафттың гидрогеохимиялық режимі зерттелген. 1965 жылға дейін мұнда қолайлы гидрогеохимиялық режим қалыптасқан. 1965–1995 жылдар аралығында гидрогеохимиялық режим күрделі өзгерістерге ұшырады. 1965 жылы ландшафттың әрбір шаршы шақырымына егіске берілген өзен суымен 48,8 т/км² тұз келіп түсті. Осы көрсеткіш 1995 және 2012 жылдары 635 және 548 т/км² болды. Демек, 1995 жылы аталған ландшафтқа ең жоғары мөлшерде тұз келіп түсті. Бұл ландшафттың гидрогеохимиялық режимі мен мелиоративтік жүктеме арасындағы тығыз байланысты көрсетті. Мелиоративтік режимнің көрсеткіштерін өзгерту арқылы ландшафттың гидрогеохимиялық режимін реттеуге болады.

Кілттік сөздер: суару, мелиоративтік режим, кәріздік ағын, ландшафт, тұз теңгерілімі.

Irrigation of crops at the lower reaches of the Syr-Darya, which began in the early 60-ies of the last century, caused change of water-salt regime, both at irrigated lands and rain-fed lands. Dynamics was studied of indexes of hydrogeochemical condition of the landscape, within which Kyzylordinskiy Levoberezhniy irrigation area is located. Up to 1965 favorable stabilization of hydrogeochemical condition took place here. Since 1965, up to 1995 significant changes took place in the components of hydrogeochemical condition of landscape. In 1965 specific volume of salts, entering with irrigation water was equal to 48.8 t/km². In 1995 and 2012, it was correspondingly 635 and 557 t/km². Thus, the salt load peak of irrigation water on the landscape was in 1995. Consequently, intensity of reclamation load influences considerably on hydrogeochemical landscape condition. By way of changing parameters of reclamation condition at irrigated areas it is possible to control hydrogeochemical landscape condition as a whole.

Keywords: irrigation, reclamation condition, landscape, salt balance.

Длительное орошение сельскохозяйственных культур обычно оказывает заметное воздействие на окружающую природу. Прежде всего это влияние отражается на ландшафтах, где размещены орошаемые массивы. Происходит подъем уровня грунтовых вод, повышается содержание солей как на орошаемых, так и на не орошаемых участках, что в конечном счете отражается на продуктивности земель. Все это характерно для большинства ландшафтов в низовьях Сырдарьи.

В связи с повсеместным использованием различного рода земель стоит задача создания культурного ландшафта. Деятельность по созданию культурных ландшафтов наряду с развитием сельского и лесного хозяйства, гражданским и промышленным строительством должна включать мелиорацию ландшафтов. Она реализуется в конечном счете как мелиорация земель различного назначения (сельскохозяйственного, лесохозяйственного, промышленного и т.д.), однако должна быть основана на ландшафтном подходе [1].

Г. В. Гельдиевой и Т. И. Будниковой на основе наземных съемок с использованием материалов космических исследований и аэрофотоснимков разработана ландшафтная карта пустынной зоны Казахстана в масштабе 1:1 000 000, куда входит рассматриваемый нами регион. В центральной части низовьев Сырдарьи самой большой по площади является аккумулятивная аллювиальная расчлененная равнина (18 ландшафт) [2]. На этой равнине сосредоточена значительная часть поливных земель региона. Здесь размещены орошаемые участки Кызылординского левобережного массива (см. рисунок). Площадь равнины составляет 1980 км², в том числе орошаемые земли занимают 462 км², под посевы риса приходятся 153 км².

По данным Кызылординского облкомводресурсов орошаемые земли в 1965 г. размещались на 12 100 га, оросительная норма брутто составляла 20 тыс. м³/га, при минерализации поливной воды – 0,4 г/л. В тот период подземный приток воды в ландшафт поступал от реки со средней интенсивностью 30 мм в год (карта подземного стока Южного Казахстана, 1966). Величина естественного подземного стока в соответствии с указанной картой 10 мм в год. Водоподача на орошение составила в 1965 г. 122 мм, в 1995 г. 410 мм, в 2012 г. 425 мм [3].



Фрагмент ландшафтной карты пустынной зоны Казахстана (центральная часть низовьев Сырдарьи) по Г. В. Гельдиевой и Т. Н. Будниковой

Паводковое затопление ландшафта имело место в 1965 г. При этом в основном затапливались более или менее крупные понижения. Вместе с тем эти местные затопления отдельных участков оказывали тогда благоприятное влияние на мелиоративное состояние ландшафта, с одной стороны, увлажняя его, с другой – обеспечивая в определенной степени промывку солей из почвы. Как правило, за лето поступившая в ландшафт паводковая вода увлажняла почвогрунты. Давая возможность развитию естественной растительности, она в большей мере впитывалась в почву, поступала в грунтовые воды и увеличивала интенсивность подземного оттока с ландшафта. При этом доля подземного оттока в поступившем на ландшафт поверхностном притоке была 0,65–0,75. В зависимости от водности реки и интенсивности паводка величина поверхностного притока в 1960–1965 гг. составляла 20–45 мм.

Более чем 50-летний период антропогенного воздействия на равнину привел к сильным ее изменениям. Река полностью потеряла былой гидрологический режим. В летний период уровни в ней минимальные, это отразилось на состоянии лесной растительности, когда-то буйно произраставшей полосой 1–3 км вдоль русла. В настоящее время на месте этих зарослей расположились орошаемые участки. На них формируются луговые орошаемые почвы, характеризующиеся сильным уплотнением и засолением поверхностных горизонтов [4].

Поэтому в расчетах за 1995 и 2012 гг. поверхностный и подземный притоки на ландшафт практически отсутствуют. Вследствие прекращения поверхностного притока со стороны реки нет также связанного с ним подземного оттока.

В 1965 г. водный баланс ландшафта был практически нулевой, невязка его составляла лишь 1,4%. Основными приходными статьями баланса являются оросительные воды (241,5 млн м³) и атмосферные осадки (215,8 млн м³). Испарение с поверхности ландшафта 457,4 млн м³ (таблица 1).

Таблица 1 – Водный баланс 18 ландшафта

Части баланса	Элементы водного баланса	1965 г.		1995 г.		2012 г.	
		м ³ /га	млн м ³	м ³ /га	млн м ³	м ³ /га	млн м ³
Приходная	Оросительные воды	1220	241,5	4095	810,8	4250	841,5
	Атмосферные осадки	1090	215,8	1240	245,5	1330	263,3
	Поверхностный приток	300	59,4	-	-	-	-
	Подземный приток	300	59,4	-	-	-	-
	Всего	2910	576,1	5335	1056,4	5580	1104,8
Расходная	Испарение	2310	457,4	4010	794,0	4100	811,8
	Подземный отток	350	69,3	478	94,6	460	91,08
	Подземный отток вод поверхностного притока	210	41,6	-	-	-	-
	Дренажный сток	-	-	638	126,4	620	122,7
	Всего	2870	568,3	5126	1015,0	5180	1025,6
	Невязка: абс.	40	7,8	209	41,4	400	79,2
	%		1,4		4,1		7,9

Анализ показывает, что на ландшафте до 1965 г. сложилась благоприятная стабилизация гидрогеохимического режима, что, по-видимому, послужило поводом для проектного обоснования удовлетворительного эколого-мелиоративного режима в низовьях Сырдарьи после интенсивного освоения земель под орошение.

Начиная с середины 1970-х годов на космических съемах в Приаралье стали фиксироваться мощные пыльные бури, очагом возникновения которых стала обсохшая прибрежная полоса северо-восточного и восточного побережья моря. За 1975 – 1982 гг. здесь зафиксированы 35 пыльных бурь, пылевые выносы которых достигали в длину 200 – 400 км [5,6]. На осушенном морском дне формируется песчано-солончаковая пустыня. За счет капиллярного поднятия сильноминерализованных грунтовых вод на поверхности грунта накапливаются соли, которые вместе с мелкоземом увлекаются воздушными потоками и при пылевых бурях могут выноситься на расстояние до 400 – 450 км от очага зарождения.

По Н. Ф. Глазовскому [7], на каждый квадратный километр поверхности низовьев поступает около 30 т солей. Поскольку рассматриваемый ландшафт находится на пределе досягаемости пыльными бурями, несущими соли с обнаженного дна моря, мы в расчетах приняли минимальное значение привноса солей с ветром, равное 20 т/км².

В 1995 г. ежегодное накопление солей составляло около 0,65 млн т, на каждый квадратный километр приходилось 330 т. На каждый гектар поступало 3,39 т солей, этот объем повышал содержание солей в пахотном (0 – 30 см) слое на 0,1%, т.е. в течение нескольких лет незасоленная орошаемая почва могла превратиться в сильнозасоленную.

С 1965 по 1995 г. произошли значительные изменения составляющих гидрогеохимического режима ландшафта. Объем оросительных вод возрос до 810,8 млн м³. Это вызвало резкое увеличение поступления на ландшафт водно-растворимых солей. В 1965 г. удельное поступление солей с оросительной водой было 48,8 т/км². В 1995 и 2012 гг. оно соответственно составило 635 и 548 т/км². Таким образом, пик солевой нагрузки на ландшафт от оросительных вод приходится на 1995 г. (таблица 2).

Таблица 2 – Солевой баланс 18 ландшафта

Части баланса	Элементы баланса	1965 г.			1995 г.			2012 г.		
		Минерализация вод, г/л	Количество солей, тыс.т	Удельное количество солей, т/км ²	Минерализация вод, г/л	Количество солей, тыс.т	Удельное количество солей, т/км ²	Минерализация вод, г/л	Количество солей, тыс.т	Удельное количество солей, т/км ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Приходная	Привнос солей с оросительной водой	0,4	96,6	48,8	1,55	1256,7	635	1,29	1085,5	548

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Приходная	Привнос солей с атмосферными осадками	0,045	9,7	4,9	0,147	36,1	18	0,147	35,6	18
	Привнос солей с поверхностным притоком	0,4	23,8	12,0	-	-	-	-	-	-
	Привнос солей с подземным притоком	1,5	89,1	45,0	-	-	-	-	-	-
	Привнос солей с ветром				-	39,6	20	-	33,7	17
	Всего		219,2	110,7		1332,4	673		1154,8	583
Расходная	Вынос солей с подземным оттоком	1,9	131,7	66,5	2,50	236,5	119	2,45	223,15	113
	Вынос солей с подземным оттоком вод поверхностного притока	2,0	83,2	42,0	-	-	-	-	-	-
	Вынос солей с дренажным стоком	-	-	-	3,50	442,4	224	3,36	412,4	208,3
	Всего		214,9	108,5		678,9	343		635,6	321,3
	Разница		4,3	2,2		653,5	330		519,2	261,7

За последние 10–15 лет наметился положительный сдвиг в сторону уменьшения минерализации речной воды. Ныне минерализация поливной воды составляет 1,29 г/л. Это обусловило уменьшение поступления солей с оросительной водой до 548 т/км², в 1995 г. этот показатель составлял 635 т/км². Таким образом, сейчас баланс солей на ландшафте 261,7 т/км², 18 лет назад он был равен 330 т/км².

Следовательно, улучшение эколого-мелиоративного состояния ландшафта связано в основном с уменьшением мелиоративной нагрузки. Минимальная мелиоративная нагрузка может быть достигнута в результате применения рациональных режимов орошения культур, современных способов полива, повышения КПД оросительной сети.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Голованов А.И. Мелиорация ландшафтов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1993. – №3 – С. 6–8.
- 2 Гельдыева Г.В., Будникова Т. И. Отчет по НИР «Ландшафтно-экологическое картографирование пустынной зоны Казахстана» // Фонды Института географии АН РК. – Алматы, 1995. – 70 с.

3 Отчеты по водопользованию Кызылординского областного комитета по водным ресурсам. – Кызылорда, 1965–2012.

4 Кошкарлов С.И. Мелиорация ландшафтов в низовьях реки Сырдарья. – Алматы: Ғылым, 1997. – 268 с.

5 Григорьев А.А., Липатов В.Б. Динамика и очаг пылевых бурь в Приаралье по наблюдениям из космоса // Известия АН СССР. Сер.биол. – 1982. – №5. – С.93–98.

6 Молоснова Т.И., Субботина О.И., Чанышева С.К. Климатические последствия хозяйственной деятельности в зоне Аральского моря. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 119 с.

7 Глазовский Н.Ф. Современное соленакопление в аридных областях. – М.: Наука, 1987. – 191 с.

УДК 338.45:553.982.2

У. Ж. ШАЛБОЛОВА, М. А. ЕЛПАНОВА, Л. А. КАЗБЕКОВА

Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрены эколого-экономические проблемы нефтяных компаний Кызылординской области Республики Казахстан. Представлены ставки платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Приведены примеры расчетов платежей за выбросы загрязняющих веществ в воздушную среду по источникам месторождения, от стационарных и передвижных источников. Предложены оценка экономического ущерба от загрязнения окружающей среды с учетом региональных особенностей, а также механизм экономического стимулирования природоохранной деятельности, включающий определенные мероприятия по соблюдению экологических требований.

Ключевые слова: эколого-экономические проблемы, нефтяные компании, загрязняющие вещества, экономический ущерб, плата за выбросы.

Мақалада Қазақстан Республикасы Қызылорда облысы мұнай компанияларының экологиялық-экономикалық мәселелері қарастырылған. Атмосфералық ауаға ластаушы заттарды шығару үшін төлем мөлшерлемелері ұсынылған. Кен орындары, тұрақты көздер және жылжымалы көздер бойынша ауаға ластаушы заттарды шығару үшін төлемдерді есептеу келтірілген. Аймақтық ерекшеліктерді ескере отырып қоршаған ортаны ластаудан келтірілген экономикалық залалды бағалау жасалған. Экологиялық талаптарды сақтау бойынша нақты шараларды қамтитын табиғатты қорғау қызметін экономикалық ынталандыру тетігі ұсынылған.

Кілттік сөздер: экологиялық-экономикалық мәселелер, мұнай газ компаниялары, ластаушы заттар, экономикалық залал, шығаруларға төлем.

Ecological-economic problems of oil and gas companies at Kyzylorda oblast of the Republic of Kazakhstan are considered in the paper. Payment rates of pollutants emission into atmospheric air are presented. Examples of calculations are presented of payments of pollutants emission into atmosphere from stationary and mobile resources of oil and gas fields. Assessment of economic damage of environment pollution is proposed with due account of regional features. Mechanism of economic stimulation of nature protection activities is proposed, including certain actions on maintenance of ecological requirements.

Keywords: ecological-economic problems, oil and gas companies, pollutants, economic damage, effluent charges.

Для Республики Казахстан в условиях реализации индустриально-инновационной политики наступил период перехода к экологичной экономике, сбалансированной с требованиями сохранения окружающей среды и рационального недропользования. Экологическая стратегия развитых стран была раскрыта в докладе ООН «Экологические аспекты деятельности транснациональных компаний», в котором особо отмечено, что основной поток иностранного капитала в развивающиеся страны направляется в сырьевые отрасли не только по экономическим и политическим, но и по экологическим соображениям, поскольку сырьевые отрасли всегда оказывают значительные нагрузки на природные ресурсы, загрязняют окружающую среду.

Загрязнение окружающей среды начинается на этапе поискового бурения и строительства нефтегазодобывающих скважин с высокоминерализованными пластовыми и сточными водами, закачиваемыми для поддержания давления в продуктивные пласты и поглощающие горизонты. Разрывы и трещины трубопроводов вследствие коррозии и дефектов металла, несанкционированных врезок в магистральные нефтепроводы являются причиной разливов и возгорания нефти, испарения фракций, нарушения гидрологического и гидрохимического режимов водных объектов и почвенно-растительного покрова.

Поскольку нефть является основным источником энергии и сырьем для получения разнообразных топлив и продуктов нефтехимии, она не локализуется в добывающих районах, а интенсивно распространяется во все части земли, теряясь в большом количестве при транспортировке. Покрывая поверхность тонкой пленкой, нефть и нефтепродукты нарушают нормальный газообмен, оказывая отрицательное воздействие на природные био- и гидрохимические процессы. Нарушается ионообменная способность почвенных коллоидов, разрушаются сообщества микроорганизмов, резко снижается плодородие. Особенно сильное отрицательное воздействие оказывает нефть при попадании на водную поверхность из-за способности растекаться с образованием тонкой пленки.

Экономический ущерб, причиняемый единицей отходов, рассчитывается как сумма затрат на удаление и захоронение отходов; ущерба, наносимого народному хозяйству изъятием территории под складирование отходов; ущербов, наносимых выбросом (сбросом) отходов в атмосферу, водный бассейн. В экономической оценке экологических последствий необходимо полно учитывать виды предотвращаемых экономических ущербов, возникающих в нефтегазовой отрасли вследствие загрязнения окружающей среды.

Морально устаревшее оборудование и способы хозяйственной деятельности усиливают экологическую опасность, особенно бесхозные нефтяные и самоизливающиеся гидрогеологические скважины. Например, загрязнение окружающей среды наблюдается при ремонте скважины. При этом проводятся сотни спуско-подъемов внутрискважинного оборудования. Предварительно скважина прокачивается технической водой до полной дегазации. Однако на практике эта промывка не снимает полностью пленку нефтепродуктов с внутренней и наружной поверхности труб и оборудования. В результате при подъеме последнего на рабочую площадку стекающая с них скважинная жидкость загрязняет площадку, создает пожароопасную ситуацию в пространстве вокруг устья скважины [1]. При этом возрастает количество жидких агрес-

сивных отходов, требующих захоронения. В действительности на всех старых месторождениях десятки лет выбрасывали добываемую пластовую и промывную воду на поля испарения. На старых промыслах по добыче высоковязкой нефти площадь зеркала соров составляет тысячи квадратных километров. Огромные поля испарения минерализованной воды, загрязненные нефтепродуктами, безусловно, отрицательно влияют на биосферные процессы в этом регионе. Если использовать технологию полной утилизации промышленных вод, то оголившееся дно полей испарения станет источником распространения солей сухого сульфата, которые будут подниматься ветром и разноситься на огромные расстояния, как это происходит на Арале.

Экономическая оценка ущерба, причиняемого годовыми выбросами загрязнений в атмосферный воздух Y , для отдельного источника определяется по формуле [2]

$$Y = \gamma \cdot \delta \cdot f \cdot M, \quad (1)$$

где Y – оценка ущерба, тенге/год; γ – множитель; δ – показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов; f – показатель, учитывающий характер рассеяния примеси в атмосфере; M – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника.

С учетом региональных особенностей, в частности по Кызылординскому региону, платежи рассчитываются в соответствии с «Временной методикой по определению платы за загрязнение природной среды природопользователями» [3].

Загрязнение воздушного бассейна также связано с разработкой старых и освоением новых месторождений углеводородного сырья, что приводит к увеличению загрязнения атмосферы сероводородом, меркаптанами. Сжигание на факелах попутного газа сопровождается выбросом в атмосферу большого количества парниковых газов, оксидов серы и азота, вокруг месторождений формируется повышенный тепловой фон. При сжигании жидкого топлива (мазута) загрязнение воздуха также значительно, поскольку выделяемый в виде пыли и сажи ванадий-порфириновый комплекс, относящийся к классу ядов, рассеиваясь по всей территории региона, загрязняет его.

Основными загрязняющими веществами, выделяющимися в атмосферу при добыче высокосернистой нефти, являются формальдегид, бензопирен, оксиды азота, оксид углерода, акролеин, углеводороды, сажа, сероводород, пыль серы. При сжигании газов на факелах в атмосферу выделяются оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, диоксид серы.

Рассмотрим, как производился расчет платежей по месторождению Кумколь за определенный период. Используемые необходимые исходные данные по методике платежей: показатель γ за текущий год; показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха $\delta = 4$; показатель f , учитывающий характер рассеяния примеси в атмосфере, рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned} f_i &= 0,7 \cdot 100 / (100 + \varphi \cdot H), \\ \varphi &= 1 + T / 75, \end{aligned} \quad (2)$$

где H – высота источника выброса; T – температура выброса в устье источника; M – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника.

Приведенная масса годового выброса загрязнений из источника M определяется по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i, \quad (3)$$

где m_i – масса годового выброса примеси i -го вида, т/год; A_i – показатель относительной агрессивности примеси i -го вида, усл. т/год.

В таблице 1 приведен список загрязняющих веществ и количество выбросов при добыче высокосернистой нефти месторождения Кумколь по источникам месторождения.

Таблица 1 – Расчет платежей за выбросы загрязняющих веществ в воздушную среду по источникам месторождения N

Наименование загрязняющего вещества	Температура, °С	Высота, м	Количество выбросов вредных веществ			γ	δ	φ	f	Плата, тенге/год
			т/год	A1 усл. т/т	усл. т/год					
<i>По источнику 1</i>										
Метан	800	30	0,058	0,02	0,001	200		11,67	0,16	0,15
Оксид углерода	800	30	23489150	0,33	0,775	200		11,67	0,16	96,5
Диоксид азота	800	30	0,352	25	8,81	200		11,67	0,16	1096
Сажа	800	30	0,23	20	4,70	200		11,67	3,00	11275
...
n
<i>По источнику n</i>										

Экономический ущерб от загрязнений атмосферного воздуха, причиняемый выбросами загрязняющих веществ, по отдельным пунктам составил: метан – 136,0479922 тенге/год; углеводороды – 5828,486521 тенге/год; оксид углерода – 25 884,95543 тенге/год; сернистый ангидрид – 537 605, 0176 тенге/год; акролеин – 1 075 102,514 тенге/год; диоксид азота – 3 200 066 тенге/год; сажа – 1 824 458 тенге/год. Всего суммарные платежи составили 6 669 082 тенге/год.

Ставки платы определяются исходя из размера месячного расчетного показателя (МРП), установленного на соответствующий финансовый год Законом о республиканском бюджете. Так, за 2010 г. МРП – 1413 тенге; за 2011 г. – 1512 тенге; за 2012 г. – 1683 тенге. Размеры платежей за выбросы представлены в таблицах 2–5.

Таблица 2 – Ставки платежей за выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников

№	Вид загрязняющих веществ	Ставки платы за 1 т, МРП	Ставки платы за 1 т, тенге
1	Оксиды углерода	20	28 260
2	Диоксид азота	20	28 260
3	Углеводороды	0,32	452,16
4	Формальдегид	332	469 116
5	Оксиды	0,32	452,16
6	Метан	0,02	28,26
7	Сажа	24	33 912

Таблица 3 – Ставки платы за выбросы загрязняющих веществ от сжигания попутного и (или) природного газа в факелах

№	Вид загрязняющих веществ	Ставки платы за 1 т, МРП	Ставки платы за 1 т, тенге
1	Углеводороды	44,6	63 019,8
2	Оксиды углерода	14,6	20 629,8
3	Метан	0,8	1 130,4
4	Диоксид серы	200	282 600
5	Диоксид азота	200	282 600
6	Сажа	240	339 120
7	Сероводород	1 240	1 752 120
8	Меркаптан	199 320	281 639 160

Таблица 4 – Ставки платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников

№	Вид топлива	Ставки платы за 1 т, МРП	Ставки платы за 1 т, тенге
1	Дизельное топливо	0,9	1 271,7
2	Сжиженный, сжатый газ	0,48	678,24

Таблица 5 – Ставки платежей за выбросы загрязняющих веществ

№	Вид загрязняющих веществ	Ставки платы за 1 т, МРП	Ставки платы за 1 т, тенге
1	Продукты нефти	536	757 368

Для каждого объекта, который является источником загрязнения, проводятся расчеты нормативных платежей. На месторождениях региона для утилизации вредных

газовых примесей (оксидов серы и азота) газоочистных установок практически не имеется. В связи с этим ни одно нефтегазовое предприятие не обеспечивает уровень выбросов вредных веществ, удовлетворяющий требованиям предельно допустимой концентрации. Эффективность природоохранной деятельности природопользователей определяется созданием финансовых стимулов, а также внедрением экономических инструментов стимулирования охраны окружающей среды. Стимулирование природопользователей в проведении природоохранных мероприятий и рациональном использовании природных ресурсов должно осуществляться с помощью экономического механизма природопользования, предусматривающего систему экологических платежей.

Таким образом, нами предложены оценка экономического ущерба от загрязнения окружающей среды с учетом региональных особенностей и механизм экономического стимулирования природоохранной деятельности, включающий определенные мероприятия по соблюдению экологических требований. Показано, что платежи за загрязнение окружающей среды смогут обеспечить экономическое стимулирование снижения загрязнения окружающей среды через механизм повышения ставок за сверхнормативное использование ресурсов или сверхнормативные выбросы и сбросы загрязняющих веществ.

Новые экономические механизмы природопользования предусматривают включение экологических характеристик в систему ценообразования, совершенствование системы платности природопользования. В целом это позволит в законодательном порядке предусмотреть нормы снижения экологических нагрузок на окружающую природную среду на стадии проектирования объемов добычи нефти, газа, газового конденсата, что пока отсутствует, и не допустит нарушения контрактов и соглашений по экологическим требованиям вплоть до приостановления разработок месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сорокин Н.Д. Охрана окружающей среды на предприятии. – М., 2010. – 246 с.
- 2 Колесников С.И. Экологические основы природопользования: Учебник. М., 2009. – 198 с.
- 3 Временная методика по определению платы за загрязнение природной среды природопользователями//Решение Кызылординского областного маслихата от 26.12.2008 г. №121 с дополнениями от 27.03.2009 г. №145.

Г. К. ЛУХМАНОВА

Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова

РАЗВИТИЕ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В ПОСТКРИЗИСНЫЙ ПЕРИОД

Рассматривается процесс развития малого и среднего бизнеса в посткризисный период. Охарактеризованы факторы, сдерживающие темп роста малого и среднего бизнеса. Обозначены проблемы, стоящие перед малым бизнесом, а также предложены рекомендации, повышающие эффективность Государственной программы поддержки малого и среднего бизнеса.

Ключевые слова: *малый и средний бизнес, посткризисный период, программа «Дорожная карта бизнеса-2020».*

Мақалада шағын және орта бизнестің дағдарыстан кейінгі кезеңдегі даму үрдістері қарастырылды және осы қарқынына әсер еткен факторлары анықталды. Шағын бизнестің алдында тұрған мәселелер, сондай-ақ шағын бизнесті қолдайтын мемлекеттік бағдарламалардың тиімділігін көтеру бағыттары көрсетілді.

Кілттік сөздер: *шағын және орта бизнес, дағдарыстан кейінгі кезең, «Бизнестің жол картасы-2020» бағдарламасы.*

In the paper process of development of small and medium-sized businesses in post-crisis period is studied. Factors were characterized which hold down rate of small and medium-sized businesses growth. Problems for small businesses were indicated and recommendations were offered for increasing effectiveness of the State program of small and medium-sized businesses support.

Keywords: *small and medium-sized business, the post-crisis period, “Business Road Map-2020” program.*

Предпринимательство в лице малого и среднего бизнеса должно иметь большое будущее в нашей стране. Из давно сложившейся мировой практики известно, что малое и среднее предпринимательство, способствуя насыщению рынка товарами и услугами, росту здоровой конкуренции, обладая значительным потенциалом в сфере трудоустройств, является одним из индикаторов успешного развития экономики [1, с.9].

Малый и средний бизнес способствует снижению безработицы, наполнению рынка отечественными товарами и услугами, формирует конкурентную среду, влияет на ВВП и бюджет страны. Самое главное – малый и средний бизнес является платформой для формирования среднего класса как основы стабильности общества.

Основным институтом, который занимается финансовой и нефинансовой поддержкой малого и среднего бизнеса, является АО «Фонд развития предпринимательства “Даму”». Фондом были проведены маркетинговые исследования в целях выявления эффективности государственных программ по развитию малого и среднего бизнеса в стране. В анкетировании приняли участие 1116 предпринимателей – участников программы «Дорожная карта бизнеса-2020» («ДКБ - 2020»). При этом было выявлено, что на 70% предприятий – участников программы «ДКБ - 2020» занято до 50 работников, на 22% предприятий трудится от 50 до 250 работников и на 8% занято свыше 250 человек. Таким образом, главными участниками «ДКБ - 2020» выступают субъекты малого и среднего бизнеса [2].

Для обеспечения большей эффективности государственной программы «ДКБ-2020» необходима реализация следующих мероприятий:

- сокращение бюрократических процедур;
- расширение перечня приоритетных секторов экономики, включенных в программу;

- оказание поддержки начинающим предпринимателям;

- предоставление налоговых льгот на время участия в программе;

- увеличение части ставки, подлежащей субсидированию;

- более детальное информирование банков второго уровня (БВУ) об условиях участия в программе «ДКБ - 2020».

В целом реализация программы позволяет предпринимателям в значительной степени достигать поставленные бизнес-цели. По оценкам самих предпринимателей в 98% случаев задуманная цель по их проектам в большей или меньшей степени реализована. При этом у 54% предпринимателей цель реализована полностью, у 39% предпринимателей – почти или в большей степени. Реализация программы «ДКБ - 2020» оказывает существенное влияние на улучшение производственно-финансовых показателей деятельности бизнеса. В частности, 57% опрошенных предпринимателей отметили увеличение выручки, у 54% выросла чистая прибыль в результате участия в программе. В целом 50% респондентов смогли увеличить производительность, рентабельность и стоимость своего бизнеса.

Предприниматели прекрасно понимают значение вклада персонала в достижении их бизнес-целей, что, в свою очередь, благоприятно отражается на улучшении социально-экономического положения населения региона, где реализуются эти проекты. Так, 53% респондентов отметили рост численности наемных работников, 47% предпринимателей повысили средний размер заработной платы работников. Таким образом, программа «ДКБ - 2020» способствует не только повышению занятости, но и росту доходов тружеников сферы частного предпринимательства [2].

Анализ состояния малого и среднего бизнеса за последние три года показывает рост количества активных субъектов в МСП. Так, в январе 2011 года по сравнению с 2012 годом количество активных субъектов выросло в МСП на 11,9%. Однако в январе 2012 года по сравнению с январем 2011 года количество активных субъектов в МСП снизилось на 22,8%, что является следствием ухудшения условий кредитования в посткризисный период [3, 4].

В региональном разрезе картина выглядит следующим образом: в Алматинской области в 2011 году по сравнению с 2010 годом количество активных субъектов в МСП увеличилось на 17,5%. Вместе с тем в 2012 году по сравнению с 2011 годом количество активных субъектов в МСП в Алматинской области снизилось на 27%. Очевидно, негативное воздействие оказали такие факторы, как рост тарифов и цен на энергоносители, повышение таможенных пошлин как следствие вступления Казахстана в Таможенный союз (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика количества активных субъектов в РК за 2010–2012 гг., % *

Область	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Республика Казахстан	101,3	113,2	90,4
Акмолинская	100,2	110,6	91,31
Актюбинская	103,2	128	93,8
Алматинская	100,1	117,6	90,6
Атырауская	105,2	111,3	95,1
Западно-Казахстанская	102	119,7	94,3
Жамбылская	101,4	113,2	91,3
Карагандинская	100,2	109,5	91,5
Костанайская	100,5	113,7	91,4
Кызылординская	100,5	115	95,5
Мангистауская	101,1	109,4	96,3
Южно-Казахстанская	100,5	109,1	80,6
Павлодарская	100,2	108,3	91,3
Северо-Казахстанская	100	111,5	90,2
Восточно-Казахстанская	100,1	112	91,8
Астана	103	116,2	96
Алматы	106,4	113,3	91,3

* Составлена автором на основе источников [3, 4].

В 2011 году по сравнению с 2010 годом численность занятых в МСП увеличилась на 1,2 %, а в 2012 года по сравнению с 2011 годом она возросла на 0,5%. В Алматинской области в 2011 году по сравнению с 2010 годом численность занятых в МСП повысилась на 0,9%, а в 2012 году по сравнению с 2011 годом численность занятых в МСП выросла на 2,4% (таблица 2). Налицо положительное влияние МСП на уровень занятости в стране и соответственно повышение доходов [3, 4].

Отраслевая структура малого бизнеса характеризуется преобладанием сферы торговли и услуг, в то время как промышленность, сельское хозяйство, транспорт и связь в большинстве случаев являются уделом крупного бизнеса.

Основные причины, сдерживающие развитие в Казахстане малого и среднего бизнеса:

отсутствие или основательный недостаток у субъекта предпринимательства стартового капитала;

слабая ориентация предпринимателей в издержках производства;

поверхностное знание механизма ценообразования;

произвольное построение в конкретном бизнесе соотношений;

неумение четко выработать основные направления целевого использования не только собственных, но и привлекаемых заемных средств, особенно кредитов коммерческих банков.

Таблица 2 – Изменение численности занятых в МСБ по стране за 2010 – 2012 гг., % *

Область	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Республика Казахстан	101,3	102,5	102,0
Акмолинская	99,6	101,8	101,5
Актюбинская	103,7	105,5	104,2
Алматинская	100,5	101,4	103,8
Атырауская	104	100	102,6
Западно-Казахстанская	101,3	100	103,8
Жамбылская	100	114,9	102,6
Карагандинская	100,3	100,2	102,5
Костанайская	101,9	104,4	101,1
Кызылординская	100,1	102,8	104,1
Мангистауская	102	98	103,7
Южно-Казахстанская	100,4	102,9	95,3
Павлодарская	100,1	99,5	104,3
Северо-Казахстанская	100,2	105,5	100,6
Восточно-Казахстанская	100,2	103,9	100,2
Астана	102,5	102	103,9
Алматы	103,7	100,7	104,1

* Составлена автором на основе источников [3, 4].

В малом и среднем бизнесе имеются трудности, с которыми приходится сталкиваться предпринимателям:

неустойчивость и незавершенность законодательной базы деятельности предпринимательских структур;

налоговый прессинг и усложненность системы налогообложения;

нехватка первоначального капитала и собственных оборотных средств;

трудности с получением банковских кредитов;

сложности с помещениями и высокая арендная плата;

ограниченные возможности лизинговых услуг [4].

Развитие малого и среднего бизнеса – основа экономики любой страны. Без этого сложно говорить о стабильности макроэкономической ситуации государства. Из проведенного анализа видно, что стабилизация социально-экономического положения в стране в посткризисный период и реализация государственной программы «Дорож-

ная карта бизнеса-2020» оказали положительное влияние на развитие МСП, но вместе с тем интеграционные процессы замедлили рост объемов производства малого и среднего бизнеса из-за повышения таможенных пошлин.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кевеш А. Малое и среднее предпринимательство в России. – М.: Статистика России, 2012. – 215 с.
- 2 Отчеты маркетинговых исследований АО «Фонд развития предпринимательства “Даму”». <http://www.damu.kz>.
- 3 Малое и среднее предпринимательство. 2007–2011гг.: Статистический сборник. – Астана, 2012. <http://www.stat.kz>.
- 4 Казахстан в 2012 году: (статистический ежегодник). – Астана, 2013. <http://www.stat.kz>.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

КУАНЫШЕВА КЛАРА ЗЕЙНУЛЛОВНА

(К 80-летию со дня рождения)

10 февраля 2014 г. исполнится 80 лет со дня рождения **Куанышевой Клары Зейнулловны** – кандидата технических наук, члена-корреспондента Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

К. З. Куанышева после окончания Казахского горно-металлургического института, ныне Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, трудовую деятельность начала в 1956 г. на Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате, где проработала более 15 лет старшим инженером-исследователем. С 1971 по 1978 г. – старший инженер, младший научный сотрудник, старший научный сотрудник Института металлургии и обогащения АН Казахской ССР. С 1978 по 1992 г. – старший научный сотрудник, старший преподаватель, доцент Казахского политехнического института им. В. И. Ленина. С 1991 по 1993 г. – главный научный консультант Ассоциации «Казинтер СЭЗ», 1993 – 1995 гг. – заместитель председателя Исполкома ОПД «Союз инженеров Казахстана». С 1998 г. – член Консультативно-экономического совета при акиме Алматинской области по секции «промышленность и экономика».



К. З. Куанышева занималась фундаментальными и прикладными исследованиями по разработке теории, технологий и техники для металлургической отрасли. Это технологии кислотно-экстракционного способа производства металлического висмута высокой частоты, солей висмута и свинца из полупродуктов свинцового производства; кислотно-экстракционный способ получения товарной четырехокси ванадия из отработанных масс сернокислотного производства; мембранная экстракция рения; теория и практика ряда электрохимических процессов в металлургии ванадия, висмута, меди; процессы цементации кадмия и таллия с использованием центробежных реакторов-сепараторов и др.

К. З. Куанышева – автор 69 научных трудов, в том числе 4 монографий в соавторстве с академиком С. Т. Такежановым, 15 авторских свидетельств и патентов СССР. Работая в КазНТУ, она внесла большой вклад в подготовку квалифицированных специалистов для металлургической отрасли Казахстана.

За достигнутые успехи Клара Зейнулловна награждена юбилейной медалью «За доблестный труд» к 100-летию В. И. Ленина, медалью «Ветеран труда», медалями и дипломами ВДНХ СССР и КазССР за успехи в разработке и внедрении новых технологий. К. З. Куанышева принимает активное участие в работе Горно-металлургического отделения и деятельности НИА РК.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Клару Зейнулловну Куанышеву** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

МОЛДАБЕКОВ ШАЯХМЕТ МОЛДАБЕКОВИЧ

(К 75-летию со дня рождения)



10 января 2014 г. исполнится 75 лет со дня рождения **Молдабекова Шаяхмета Молдабековича** – доктора технических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии РК, члена-корреспондента Международной инженерной академии, лауреата Государственной премии РК в области науки, техники и образования.

Ш. М. Молдабеков окончил Московский институт химического машиностроения по специальности «инженер-механик», в 1961–1966 гг. работал ассистентом, старшим преподавателем Казахского химико-технологического института (КазХТИ). После окончания аспирантуры продолжил работу старшим преподавателем, заведующим кафедрой, профессором, проректором, ректором в КазХТИ. С 1989 по 1991 г. – ведущий научный сотрудник КазНИИгипрофосфора. В 1991–2005 гг. – заведующий кафедрой КазХТИ, ныне

Южно-Казахстанского государственного университета им. М. О. Ауэзова. С 2005 г. – профессор кафедры общей, неорганической и аналитической химии Международного казахско-турецкого университета им. Х. А. Яссави. В 1991–1996 гг. – председатель Южно-Казахстанского филиала Национальной инженерной академии РК.

Ш. М. Молдабеков известный ученый, талантливый педагог и организатор. Его научная деятельность посвящена разработке теоретических основ хемосорбционной очистки отходящих промышленных газов от вредных и ядовитых компонентов с получением товарной продукции, безотходной циклической технологии переработки низкосортных фосфоритов месторождения Жанатас на минеральные фосфорные удобрения, технологии получения кальцинированной и каустической соды из природного сульфата натрия и галита. Результаты исследований решили важные задачи по созданию безотходного Каратау-Джамбулского ТПК, были внедрены новые экономичные технологические процессы, замкнутые аппаратурно-технологические схемы для переработки многокомпонентных и малоконцентрированных газов производств фосфора, фосфорных удобрений и солей на Джамбулском суперфосфатном заводе, Джамбулском ПО «Хипром», Шымкентском ПО «Фосфор».

Профессором Ш. М. Молдабековым подготовлено 40 кандидатов, 6 докторов наук и 2 магистра. Опубликовано более 620 научных работ, в их числе 120 патентов США, СССР, патентов и предпатентов РК, более 60 книг, монографий и учебников. За открытие в области механики жидкости и газа имеет дипломом № 438 и серебряную медаль Международной ассоциации авторов научных открытий за работу «Явление вторичного пенообразования при встречном массовом истечении легкой фазы (газового потока) в тяжелую (жидкость) через перфорированную область».

За большой вклад в развитие науки и образования Ш. М. Молдабеков имеет звание «Почетный работник образования РК», грант «Лучший преподаватель вуза – 2007 г.», «Лучший ученый ЮКО – 2008 г.», нагрудный знак «Ы. Алтынсарин», медаль ЮКО «За внесенный труд в развитие области».

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Шаяхмета Молдабековича Молдабекова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

КУЛЬСАРТОВ ВАЛИХАН КУДУШЕВИЧ

(К 70-летию со дня рождения)

27 марта 2014 г. исполнится 70 лет со дня рождения **Кульсартова Валихана Кудушевича** – кандидата технических наук, члена-корреспондента Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

В. К. Кульсартов после окончания Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко трудовую деятельность начал в институте «Казмеханобр», где в 1968–1991 гг. занимал должности от инженера до ведущего научного сотрудника. В 1969–1971 гг. проходил службу в армии. С 1991 по 1997 г. работал в Министерстве промышленности, Министерстве промышленности и торговли РК начальником отдела разработки приоритетных программ, заместителем генерального директора Главного департамента промышленной и торговой политики, начальником Главного управления промышленной политики и развития экспорта. В 1997–2007 гг. – начальник Управления анализа, советник председателя Наблюдательного совета, помощник председателя совета директоров, менеджер по перспективному развитию ОАО «Казцинк», с 2007 г. – генеральный директор ТОО «Гипсо-Газ-Синтез».



Научная деятельность В. К. Кульсартова была посвящена изучению влияния физических полей на активацию водных систем в процессе приготовления твердеющей закладки горных выработок; разработке техники и технологий комплексной физико-химической активации процессов горно-обогажительных производств цветной металлургии. Технологии электрохимической интенсификации сгущения и электроосмотического вакуумфильтрации флотационных концентратов физико-химической активации твердеющей закладки успешно внедрены на Текелийском свинцово-цинковом комбинате. В последние годы проведены цикл исследований и разработка технологий получения синтетических вяжущих на минеральной основе и осуществлено практическое их применение в производстве строительных материалов, цемента, в твердеющей закладке горных выработок, в процессах кучного выщелачивания. Он автор более 70 научных работ, в том числе 24 изобретений. В научных трудах отражены результаты исследований и внедрения разработок в области совершенствования технологий закладочных работ, интенсификации процессов обогащения руд, сгущения и фильтрации концентратов.

В. К. Кульсартов внес значительный вклад в развитие металлургического комплекса Казахстана, принимал участие в разработке ГНП развития отраслей металлургического комплекса РК на 1993–2005 годы, в разработке Концепции промышленной политики и Программы промышленной политики РК на среднесрочную и долгосрочную перспективу (1990–1997 гг.); занимался анализом целевых проблем и оценкой перспектив развития горно-металлургических производств, результаты которых использованы при выполнении комплексных программ исследований и разработки инвестиционных программ развития ведущих предприятий отрасли. Награжден юбилейной медалью «За воинскую доблесть».

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Валихана Кудушевича Кульсартова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

БЕКТУРГАНОВ НУРАЛЫ СУЛТАНОВИЧ

(К 65-летию со дня рождения)



7 января 2014 г. исполнится 65 лет со дня рождения **Бектурганова Нуралы Султановича** – доктора технических наук, профессора, академика Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан, лауреата Государственной премии РК в области науки, техники и образования, Заслуженного инженера России.

Н. С. Бектурганов после окончания Казахского политехнического института им. В. И. Ленина с 1971 по 1992 г. работал в Химико-металлургическом институте АН КазССР, где прошел путь от инженера до заведующего отделом химико-металлургического обогащения. В 1992 г. – заместитель академика-секретаря Центрально-Казахстанского отделения АН КазССР. В 1992–1997 гг. – заместитель акима Карагандинской области, 1997–1998 гг. – директор Департамента внутренней политики, вице-министр информации и общественного согласия РК, 1999–2000 гг. – вице-министр культуры, информации и общественного согласия РК. С 2000 по 2002 г. – министр образования и науки РК, с 2002 по 2004 г. – вице-министр образования и науки РК. С 2004 – 2006 г. – генеральный директор РГП «Центр химико-технологических исследований», с 2006 г. – генеральный директор РГП «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», В 2008–2012 гг. – заместитель председателя правления АО «Национальный научно-технологический холдинг “Самгау”», председатель правления АО «Национальный научно-технологический холдинг “Парасат”». С 2008 г. – первый вице-президент Казахстанской национальной академии естественных наук.

Н. С. Бектурганов – крупный ученый-металлург, один из ведущих специалистов в области обогащения цветных металлов. Им исследованы процессы направленного и селективного минералообразования, разработаны комплексные технологии переработки высококремнистых окисленных бедных труднообогатимых руд тяжелых цветных металлов, развито новое научное направление – физико-химические методы в схемах обогащения. Он автор более 300 научных работ, в том числе 13 монографий, 57 изобретений. Под его руководством защищены 11 кандидатских диссертаций.

Н. С. Бектурганов – государственный, общественный деятель, внесший значительный вклад в развитие науки и образования Казахстана. Неоспоримы его заслуги в формировании национальных научных программ и определении приоритетов научно-технологического развития Республики Казахстан, повышении качества образования, расширении сети школ, их компьютеризации, введении процедуры государственной аккредитации организаций высшего образования, в придании статуса «национальный» восьми ведущим вузам страны, создании филиала МГУ им. М. В. Ломоносова при Национальном евразийском университете им. Л. Н. Гумилева и многое другое.

Возглавляемое Н. С. Бектургановым с 2009 г. акционерное общество «Национальный научно-технологический холдинг “Парасат”» является разработчиком ряда научно-технических программ по доведению лучших разработок отечественных ученых до стадии внедрения в производство. Особое внимание уделяется технологиям VI технологического уклада, определяющим стратегию III Индустриальной революции – возобновляемые источники энергии, энергосбережение, нанотехнологии, редкометаллическая отрасль, водная и сейсмическая безопасность, биотехнологии и др.

Благодаря усилиям Н. С. Бектурганова успехи холдинга «Парасат» по внедрению в промышленное производство разработок отечественных ученых изменили отношение к ним институтов развития и национальных компаний. Сегодня холдингом реализуется ряд совместных проектов с Национальным агентством технологического развития, НАК «Казатомпром», ТОО «Корпорация “Казахмыс”» и др.

Для научного обоснования и продвижения «Глобальной энергоэкологической стратегии» на РИО+20 Н. С. Бектурганов инициировал разработку и реализацию двух научно-технических программ: «Развитие возобновляемой энергетики в Республике Казахстан на 2008–2010 годы» и «Научно-технологическое обеспечение развития энергетического сектора экономики Республики Казахстан (возобновляемые источники энергии, энергосбережение) на 2011–2014 годы». В рамках последней программы по его инициативе разработана концепция «Стратегии устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года» как практическое развитие идей «Глобальной энергоэкологической стратегии» для отдельно взятой страны.

После принятия решения о проведении в г. Астане Международной специализированной выставки ЭКСПО-2017 «Энергия будущего» под руководством Н. С. Бектурганова холдинг «Парасат» отобрал лучшие разработки отечественных ученых по тематике выставки, разработав научно-техническую программу «Разработка “чистых” источников энергии в Республике Казахстан на 2013–2017 годы». Основной целью этой программы являются научно-технологическое обеспечение и создание «чистых» видов энергии в Республике Казахстан с последующей презентацией демонстрационных опытных образцов, макетов и установок на ЭКСПО-2017.

Подводя итог деятельности Н. С. Бектурганова в должности председателя правления АО «ННТХ “Парасат”» с 2008 по 2013 г., можно отметить его значительный вклад в экономическую независимость страны, основанную на технологиях отечественных ученых. Во многом благодаря его усилиям ученые Казахстана находятся на острие современной мировой науки и имеют солидные научные разработки практически по всем ее прорывным направлениям, оперативно реагируя на запросы страны.

За заслуги в развитии металлургической науки и реформировании научно-технической сферы Республики Казахстан Н. С. Бектурганов награжден юбилейными медалями «10-летие Независимости РК», «Тыңға 50 жыл», «10-летие Конституции РК», «Астананың 10 жылдығы», нагрудными знаками «За заслуги в развитии науки РК» и «Почетный работник образования РК».

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Нуралы Султановича Бектурганова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших творческих успехов!

МУСАЕВ ТЕМИРХАН СЫРБАЕВИЧ

(К 65-летию со дня рождения)



23 февраля 2014 г. исполнится 65 лет со дня рождения **Мусаева Темирхана Сырбаевича** – доктора технических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Т. С. Мусаев окончил Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. Трудовую деятельность начал в 1966 г. обрубщиком АЗТМ; в 1974–1975 гг. работал инженером по технике безопасности Алматинской дистанции пути КЖД. В 1975 г. – старший инженер Алматинского филиала Ташкентского института инженеров транспорта. С 1976 по 1996 г. – инженер, старший инженер, ассистент, старший преподаватель, доцент, декан строительного факультета, первый проректор Алматинского института инженеров железнодорожного транспорта. С 1996 г. – декан строительного факультета, с 2001 г. – проректор по учебной работе, с 2004 г. – ректор, заместитель председателя правления, с 2005 г. – проректор по учебной работе, с 2007 г. – профессор кафедры «мосты и туннели» Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева.

Т. С. Мусаев ведущий специалист в области технологий строительных материалов и изделий для железобетонных конструкций в дорожно-транспортном и жилищном строительстве с использованием эффективных заменителей цемента в виде имеющихся в большом количестве вторичных и попутных продуктов – отходов производства фосфорных минеральных удобрений; исследования механики грунтов с целью создания прочных сейсмостойких фундаментов и оснований при строительстве зданий и сооружений, изучения механической выносливости, несущей способности и влияния температурных воздействий в конструкциях железнодорожных мостов. Результаты его научных исследований внедрены на предприятиях Западно-Казахстанской железной дороги, где внедренные конструкции подтвердили высокую механическую коррозионную стойкость железобетонных свай для мостовых опор и их высокие прочностные свойства. Им опубликовано более 110 научных и научно-методических работ, издано 3 монографии, 4 учебника, получено 2 патента РК на изобретения.

Более 37 лет профессор Т. С. Мусаев преподает в Казахской академии транспорта и коммуникаций, он вносит большой вклад в подготовку высококвалифицированных инженеров для железнодорожного строительства, через аспирантуру и докторантуру готовит кадры высшей квалификации для железнодорожной отрасли республики.

За вклад в инженерное дело и подготовку инженерных кадров Т. С. Мусаев избран академиком Национальной инженерной академии РК. За достигнутые успехи он награжден нагрудными знаками «Почетный железнодорожник СССР», «Отличник образования Республики Казахстан», «90 лет Советской Армии и Военно-Морского флота», «50 лет единой Казахской железной дороги», удостоен медали «100 лет железной дороге Казахстана», «Почетный работник образования Республики Казахстан», является почетным гражданином г. Туркестана.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Темирхана Сырбаевича Мусаева** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

МУН ГРИГОРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

(К 60-летию со дня рождения)

17 марта 2014 г. исполнится 60 лет со дня рождения **Муна Григория Алексеевича** – доктора химических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

После окончания химического факультета Мордовского государственного университета в 1997–1980 гг. обучался в аспирантуре МГУ им. М. В. Ломоносова на кафедре высокомолекулярных соединений, где защитил кандидатскую диссертацию по специальности «химия высокомолекулярных соединений» в 1984 г. С 1988–1999 гг. – научный сотрудник, старший научный сотрудник, старший преподаватель кафедры химии высокомолекулярных соединений, докторант КазГУ им. аль-Фараби. В 2001–2009 гг. – профессор, заведующий кафедрой химической физики и химии ВМС, в 2009–2010 гг. – заведующий кафедрой коллоидной химии и химии ВМС, в 2011–2012 гг. – заместитель заведующего по научно-инновационной деятельности и международным связям кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров КазНУ им. аль-Фараби, с 2013 г. – профессор этой кафедры.



Профессор Г. А. Мун – признанный ученый в области химии и физики полимеров, химической технологии, полимерного материаловедения и нанотехнологии. Его высокая профессиональная квалификация и большой опыт научной деятельности, соответствующий международному уровню, подтверждается многочисленными публикациями в высокорейтинговых специализированных журналах России и дальнего зарубежья (свыше 90). Он имеет самый высокий индекс цитируемости среди всех ученых Казахстана (Sum of the Times Cited=987), а также самый высокий в РК индекс Хирша (h-index=18), который наиболее полно отражает вклад ученого в развитие глобальной науки. В 2010 г. он был удостоен награды компании Thomson Reuters за достижения международного уровня в научных исследованиях. По данным того же агентства Г. А. Мун на протяжении нескольких последних лет занимает первую позицию в мире по рейтингу среди всех ученых и специалистов в области интерполимерных комплексов, являющихся традиционным объектом исследования нанонауки и нанотехнологии.

Результаты его научных исследований широко применяются на практике. При его непосредственном участии разработаны и внедрены в медицинскую практику полимерная композиция “Полигель”, используемая в качестве контактной среды при проведении ультразвуковых диагностических исследований; “Дренаж полимерный водонабухающий” для лечения абсцедирующих ран и флегмон мягких тканей в офтальмохирургии. Под его руководством была разработана технология производства инъекционного полимерного имплантационного материала – ИПИМ, предназначенного для использования в качестве имплантационного материала мягких тканей в восстановительной и пластической хирургии, а также в детской урологии, в том

числе для эндоскопической коррекции пузырно-мочеточникового рефлекса – ПМР. Материал прошел клинические испытания и рекомендован к применению.

Г. А. Мун – автор двух научных открытий, свыше 500 научных работ, 2 учебных пособий, 4 монографий, опубликованных в серии «Библиотека нанотехнологии», в том числе одной монографии на английском языке (издана в г. Сеуле, Южная Корея). Под его руководством защищено 14 кандидатских диссертаций, а также 5 диссертаций доктора философии (PhD) в области химии.

Академик Г. А. Мун успешно сочетает плодотворную научно-педагогическую деятельность с общественной работой. Он является председателем диссертационного совета по защите диссертаций PhD по химическим специальностям. Является членом редколлегии Eurasian ChemTech Journal, включенного в международную информационную базу Scopus, журналов «Известия научно-технического общества “КАХАК”» и International Journal of Chemistry and Biology, входящих в список Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК. В 2011 г. включен в состав Высшей научно-технической комиссии при Правительстве РК.

В 2006 и 2011 гг. проф. Г. А. Муном был получен республиканский государственный грант «Лучший преподаватель вуза», в 2004 и 2008 гг. ему присуждалась Государственная научная стипендия для ученых и специалистов, внесших выдающийся вклад в развитие науки и техники. В 2011 году награжден медалью «Қазақстан Республикасының тәуелсіздігіне 20 жыл».

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Григория Алексеевича Муна** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

МАРАЛОВ АДИЛМЫРЗА БЕЙСЕБАЕВИЧ

(К 60-летию со дня рождения)

6 января 2014 г. исполнится 60 лет со дня рождения **Маралова Адилмырзы Бейсебаевича** – кандидата технических наук, профессора, члена-корреспондента Национальной инженерной академии Республики Казахстан, Заслуженного деятеля Республики Казахстан.

После окончания Джамбулского технологического института легкой и пищевой промышленности работал инженером Джамбулского областного управления хлебопродуктов, главным инженером Берликского хлебоприемного предприятия. В 1981–1983 гг. – инструктор промышленно-транспортного отдела Чуйского горкома Компартии Казахстана, 1983–1989 г. – директор Чуйской реалбазы хлебопродуктов. В 1989 г. – директор Алма-Атинского комбината хлебопродуктов им. XXIV съезда КПСС. Под его руководством в 1992 г. комбинат был преобразован в АО, в 1994 г. – в Акционерную промышленно производственную корпорацию «Алтын Диірмен». В 1992–1999 гг. – президент корпорации «Алтын Диірмен», с апреля 1999 г. по настоящее время – председатель совета директоров ОАО «Корпорация “Алтын Диірмен”».

За время работы в должности первого руководителя А. Б. Маралов смог сохранить основную направленность предприятия, уделяя огромное внимание более прогрессивным методам, что позволило вывести на новый, современный уровень производство всех видов продукции корпорации. В 90-е – 2000-е годы к действующим мощностям добавилось производство хлеба, кондитерских, макаронных и колбасных изделий. В дальнейшем объемы производства повышались за счет аренды земель для выращивания зерна пшеницы и приобретения свиного комплекса на 34 000 голов. Проведены полная реконструкция и переоборудование мукомольного комбината, макаронной фабрики, хлебозавода и комбикормового завода. Под руководством А. Б. Маралова АО «Корпорация “Алтын Диірмен”» освоено и направлено на техническое перевооружение производства более 16 млн долларов США, на развитие и подъем сельского хозяйства – более 568,0 млн тенге. Сегодня объем товарооборота достиг 5,6 млрд тенге. Большое внимание А. Б. Маралов уделяет социальным вопросам корпорации. За эти годы сданы в эксплуатацию четыре жилых дома общей площадью 3276,7 м². Сохранены и действуют дом отдыха «Огонек» и зона отдыха «Капшагай».

За особый вклад в развитие агропромышленного комплекса Казахстана А. Б. Маралову присвоено звание «Заслуженный работник промышленности Республики Казахстан». За внесенный вклад в развитие экономики РК он награжден орденом «Күрмет», юбилейными медалями. Ему вручена золотая медаль и именной сертификат Европейской ассоциации содействия промышленности (SPI) как свидетельство признания достижений в сохранении устойчивости и динамики в развитии организации и как символ оценки качества технологий и выпускаемой продукции.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Адилмырзу Бейсебаевича Маралова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!



НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

Сентябрь – декабрь 2013 г.

18–22 сентября в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете им. Д. Серикбаева состоялась Международная конференция «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании – 2013 (ВИТ-2013)». Целью конференции являются обмен опытом и обсуждение ведущими учеными и специалистами проблем в области применения информационно-вычислительных технологий в различных областях науки, техники, образовании и расширение сотрудничества между казахстанскими и зарубежными учеными.

Организаторами конференции выступили Министерство образования и науки Республики Казахстан, Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Институт вычислительных технологий СО РАН, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Научно-исследовательский институт математики и механики при КазНУ им. аль-Фараби, Национальная инженерная академия Республики Казахстан. Международный программный комитет конференции возглавил крупный казахстанский ученый-математик, академик Б. Т. Жумагулов.



Со вступительным словом выступил ректор Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева, академик НИА РК Н. М. Темирбеков. Приветствие от имени министра образования и науки РК А. Саринжипова зачитал заместитель Комитета науки МОН РК, академик НИА РК А. К. Тулешов. С приветствием к участникам конференции обратились аким Восточно-Казахстанской области Б. М. Сапарбаев и директор Института вычислительной техники Сибирского отделения Российской академии наук, академик РАН Ю. И. Шокин.

В работе конференции приняли участие ученые, специалисты, представители вузов, научно-исследовательских институтов, институтов развития, коммерческих и консалтинговых фирм, промышленных предприятий Казахстана, России, Германии, Сербии, Турции, Азербайджана, Узбекистана, Кыргызстана, Украины, Польши, а также Министерства образования науки Республики Казахстан, акимата и маслихата Восточно-Казахстанской области.



Работа конференции проходила по трем научным направлениям и 10 секциям:

1. Вычислительные технологии.

Секции: математическое и компьютерное моделирование сложных процессов и систем; вычислительная техника, автоматизация и радиоэлектроника; вычислительные технологии для обеспечения безопасности сложных технических систем горно-металлургического комплекса и природных объектов; моделирование технологических процессов в машиностроении и транспорте; вычислительная техника и IT-технологии строительной отрасли и в агропромышленном комплексе.

2. Информационные и телекоммуникационные технологии.

Секции: интеллектуальные системы поддержки принятия решений и технологии обработки пространственных данных; интеграция распределения информационных ресурсов, виртуальные порталы и сервисы; информационные системы и математические методы в экономике и инновационном менеджменте.



3. Вычислительная математика.

Секции: численные методы в области алгебры, математической логики, дифференциальных уравнений, математической физики; информационные технологии в методике обучения естественно-научным дисциплинам.

Было заслушано 267 докладов более 350 участников конференции.

После обсуждения и обмена мнениями была принята резолюция, в которой участники конференции отметили высокий научно-практический уровень докладов конференции, актуальность тематики секций, представленных практических результатов. По итогам конференции приняты рекомендации:

- активизировать работу по созданию отечественных программных продуктов, в том числе с поддержкой казахского языка;
- продолжить международное сотрудничество по выполнению совместных научных исследований, внедрению методик, IT-технологии и систем совместно с учеными других стран;
- активно внедрять инновационные IT-технологии в производство и образовательный процесс.

Было отмечено, что проведенная международная конференция является важным событием для развития вычислительных и информационных технологий в науке, технике и образовании. С целью совместного выполнения научно-исследовательских фундаментальных и прикладных исследований, а также участия в коммерциализации научно-технических разработок для организации производства наукоемкой продукции и создания комплексных проектов предполагается сотрудничество вузов и предприятий Республики Казахстан и других стран, участвующих в конференции с использованием их научно-технического потенциала. Область сотрудничества определяет совместную подготовку кадров для высокотехнологичных отраслей с развитием технологий дистанционного образования, проведение совместных научных исследований, развитие инновационной деятельности и коммерциализации результатов научных исследований, проведение научных конференций, семинаров и симпозиумов.

* * *

23–25 сентября 2013 г. в Исламабаде (Пакистан) состоялся V Всемирный инженерный конгресс «Прогресс в науке, технике и технологии: поддержка сотрудничества» – WEC-2013.

Конгресс был организован Федерацией инженерных организаций исламских стран – FEICS, Инженерным советом Пакистана (PES) при поддержке Национального университета науки и технологий (NUST), Института информационных технологий (СИТ) и Института инженеров Пакистана (IEP), а также Национальной инженерной академии Республики Казахстан (НИА РК) и проходил в крупном Национальном университете науки и технологии Пакистана.

В работе конгресса принимали участие свыше 600 ученых, элита самой созидательной части мирового сообщества – инженеров, конструкторов, технологов, преподавателей, ученых-исследователей.

Работа конгресса проходила в виде шести параллельных конференций. Плодотворная двухдневная работа конгресса придала новый импульс международному научному сотрудничеству между учеными и инженерами разных стран.

* * *

29–31 октября состоялось заседание Научно-технического совета Национальной инженерной академии Республики Казахстан – НТС НИА РК, на котором были заслушаны годовые отчеты за 2013 год о выполнении научно-исследовательских проектов НИА РК.

В состав НТС НИА РК входят **Надилов Н. К.** – председатель НТС, первый вице-президент, председатель Отделения нефти и химических технологий НИА РК, д.х.н., профессор, академик; **Шарипова Н. С.** – зам. председателя, секретарь НТС, директор Департамента научно-технических программ и международных связей НИА РК, к.х.н., доцент, член-корреспондент НИА РК; **Ахмедов Д. Ш.** – директор Института космической техники и технологий НЦ КИТ НКА РК, д.т.н., член-корреспондент НИА РК; **Бекмагамбетов М. М.** – президент ТОО «НИИ ТК», председатель Отделения транспорта и коммуникаций НИА РК, д.т.н., академик МИА и НИА РК; **Битимбаев М. Ж.** – заместитель председателя Правления ТОО «ДАТА ИНВЕСТ», председатель горно-металлургического отделения, д.т.н., профессор, академик МИА, НИА РК; **Болотов А. В.** – зав. кафедрой АУЭС, член Высшего совета при президенте НИА РК, д.т.н., профессор, академик МИА и НИА РК; **Данаев Н. Т.** – директор НИИ механики и математики КазНУ им. аль-Фараби, председатель Отделения ВИТ НИА РК, д.ф.-м.н., профессор, академик НИА РК; **Жунусов Т. Т.** – вице-президент НИА РК, д.т.н., профессор, академик НИА РК; **Козин А. И.** – директор Департамента производственных программ НИА РК, к.ф.-м.н., член-корреспондент НИА РК; **Мун Г. А.** – профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров КазНУ им. аль-Фараби, д.х.н., академик НИА РК; **Нурбатуров К. А.** – председатель Ассоциации «Индустриальные строительные технологии РК», д.т.н., профессор, академик НИА РК.

В 2013 году Национальная инженерная академия РК выполняла проекты по программам «Научно-технологическое обеспечение развития энергетического сектора экономики Республики Казахстан (возобновляемые источники энергии, энергосбережение) на 2011–2014 годы» и «Научно-технологическое сопровождение интенсификации производства золота в Республике Казахстан на 2011–2014 годы», администратором которых является НТХ «Парасат». Две целевые программы «Разработать научно-методические основы создания высокопроизводительных систем имитационного моделирования с использованием CUDA-технологии» и «Разработать технологию создания суперкомпьютерного гибридного кластера с применением GPU-процессоров» на 2012–2014 гг. и проекты по грантовому финансированию научных исследований на 2012–2014 гг. по приоритетам: информационные и телекоммуникационные технологии; энергетика; глубокая переработка сырья и продукции; интеллектуальный потенциал страны.

Заслушано 20 научно-технических отчетов. Все отчеты зарегистрированы в Национальном центре научно-технической информации, имеют рецензии и оформлены в соответствии с ГОСТами. После обсуждения и обмена мнениями все отчеты были утверждены.

* * *

В соответствии с Указом Президента Республики Казахстан от 29 октября 2013 года, № 679 трем работам, отобранным из 19 работ, поступивших на конкурс, присуждена **Государственная премия Республики Казахстан в области науки и техники**. Это работы в области математики, медицины и географии. Премия является высшим признанием заслуг ученых перед обществом и государством.

Государственная премия РК в области науки и техники присуждается за выдающиеся результаты, полученные в области фундаментальных и прикладных научных исследований; научные открытия, монографии и научные работы, получившие широкое общественное признание; разработку и организацию производства новых видов техники, материалов и технологий на уровне мировых аналогов.

В области математики премия присуждена известному ученому-математику Кальменову Тынысбеку Шариповичу – доктору физико-математических наук, профессору, академику Национальной академии наук и Национальной инженерной академии Республики Казахстан, генеральному директору Института математики и математического моделирования КН МОН РК за цикл работ «К теории начально-краевых задач для дифференциальных уравнений».

Это теоретические исследования, посвященные решению крупных проблем теории дифференциальных уравнений, которые связаны с математическими моделями процессов механики жидкости и газа, гидро- и газовой динамики, теплопереноса, физики плазмы, квантовой физики. Т. Ш. Кальменом разработан новый метод построения асимптотического решения, основанный на спектральной теории дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом, и новый принцип экстремума для уравнения смешанного типа, встречающийся в литературе под названием «Принцип максимума Кальменова». Благодаря этому принципу открыто

новое перспективное научное направление – спектральная теория уравнений смешанного типа.

Исключительно высокий научный уровень исследований подтвержден рядом (более 30) публикаций в зарубежных высокорейтинговых изданиях. Полученные результаты положили начало актуальным научным направлениям. На их основе развиваются целые области исследований. Автором создана крупная математическая школа в Казахстане, получившая мировое признание. Им подготовлено 9 докторов и 50 кандидатов наук.

На работу поступили отзывы от ученых из Казахстана (10) и 37 отзывов от ученых из России, США, Великобритании, Германии, Японии, Испании, Италии, Бразилии, Китая, Израиля и других стран.

В области географии премия присуждена за «Цикл научных работ в области атласного картографирования Республики Казахстан». Ее удостоен авторский коллектив Института географии национального Научно-технологического холдинга «Парасат» Министерства образования и науки Республики Казахстан: Медеу Ахметкал Рахметуллаевич, Акиянова Фариды Жианшиновна, Бейсенова Алия Сарсеновна, Благовещенский Виктор Петрович, Кунаев Миргали Сапаргалиевич, Мальковский Игорь Михайлович, Нурмамбетов Эмиль Исабаевич.

На премию были представлены три комплекта атласов: национальный (природа, общество, экология страны), региональный (Мангыстауская область) и отраслевой (чрезвычайные ситуации).

Впервые в Казахстане получен многофункциональный комплект атласов. Атласы составлены с использованием новейших геоинформационных технологий и отличаются высоким уровнем полиграфического исполнения, они выполнены на трех языках: казахском, русском и английском. На картах отражается информация о современном состоянии природы, социума и экономики, что позволяет использовать их при выполнении государственных, региональных и отраслевых программ социально-экономического развития и охраны природной среды.

Практическая польза и экономическая эффективность их применения определяются значительным повышением эффективности планирования развития территорий Казахстана, а карты по техногенным проблемам создают основу для разработки мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

На работу поступило 29 отзывов. Из них 14 отзывов – от ученых из ведущих зарубежных научных центров: Института географии Российской академии наук, МГУ им. М. Ломоносова, Геофизического института университета Аляска Фербенкс США, Департамента географии Мюнхенского университета, Китайской академии наук, Австрийской академии наук и других.

В области медицины высокой награды удостоен цикл работ на тему «Развитие высокотехнологичных инновационных методов лечения нейрохирургической патологии в Республике Казахстан», представленный коллективом авторов из Республиканского научного центра нейрохирургии Министерства здравоохранения Республики Казахстан. Его авторы – Акшулаков Серик Куандыкович, Керимбаев Талгат Тынышбаевич, Махамбетов Ербол Таргынулы, Нурпеисов Айса Захарович, Рабандияров Марат Рабандиярович, Рыскельдиев Нуржан Амирбекович. Сегодня центр является ведущей

клиникой не только в Казахстане, но и во всей Средней Азии и предоставляет весь комплекс лечебно-диагностических, хирургических и восстановительных услуг в области нейрохирургии по мировым стандартам.

Учеными-медиками представлены результаты, повышающие качество лечения нейрохирургической патологии в Казахстане до мирового уровня. Труд представляет собой итог многолетних комплексных исследований по инновационным методам лечения нейрохирургической патологии, благодаря которым стало возможным проведение сложнейших операций, ранее выполнявшихся только в условиях ведущих зарубежных клиник.

Актуальность определяется высокой распространенностью нейрохирургической патологии во всем мире, чрезвычайной сложностью операций, а также высоким уровнем смертности и инвалидности от заболеваний спинного и головного мозга. Авторами внедрено более 40 высокотехнологичных методов лечения нейропатологии, соответствующих мировым стандартам, с применением данных методик проведены 1394 операции. В 11 областных центрах и городах были внедрены инновационные технологии. Особого внимания заслуживает методика безхирургических разрезов и травматичных доступов во время операций, что сокращает количество осложнений, улучшает результаты лечения.

На цикл работ поступило 57 отзывов. Из них десять – от ученых крупнейших международных центров и специалистов по нейрохирургии из зарубежных стран (США, Израиль, Швейцария, Германия, Чехия, Япония, Россия). Работа получила наибольшее количество откликов в СМИ – 25 публикаций отечественных и зарубежных ученых, шесть телепередач.

Государственная премия Республики Казахстан в области науки и техники является показателем высоких достижений отечественных ученых, в последние годы она присуждалась известным ученым Казахстана за работы в области химии, биологии, ядерной физики, математики. Премия в области науки и техники вручается Президентом страны в День Независимости.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Абдолдина Ф. Н. – к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
2. Алдибекова А. Н. докторант PhD кафедры автоматизации и управления Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
3. Ахмед-Заки Д. Ж. – д.т.н., доцент, проректор по учебной работе Казахского национального университета им. аль-Фараби
4. Ахмедов Д. Ш. – д.т.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, директор ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
5. Ачабаев А. А. – д.т.н., профессор Казахской автомобильно-дорожной академии им. Л. Б. Гончарова
6. Байтуреев А. М. – к.т.н., доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры «стандартизация и сертификация технологических процессов» Таразского государственного университета им. М. Х. Дулати
7. Бисенов К. А. – д.т.н., профессор, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, ректор Кызылординского государственного университета им. Коркыт-Ата
8. Битимбаев М. Ж. – д.т.н., профессор, академик Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан, заместитель председателя правления ТОО «ДАТА ИНВЕСТ»

9. Буланбаева П. У. – магистр с.-х.н., докторант PhD кафедры «водное хозяйство и землеустройство» Кызылординского государственного университета им. Коркыт-Ата
10. Воронин А. М. – к.ф.-м.н., академик Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан, профессор кафедры высшей математики и физики Алматинского технологического университета
11. Елигбаева Г. Ж. – д.х.н., доцент, заведующая кафедрой химической технологии переработки нефти и газа Института ГНГД Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
12. Елпанова М. А. – к.э.н., доцент кафедры экономики и менеджмента Кызылординского государственного университета имени Коркыт-Ата
13. Елубаев С. А. – заведующий лабораторией имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
14. Жумагулов Б. Т. – д.т.н., профессор, академик Национальной академии наук и Национальной инженерной академии РК, Международной инженерной академии, лауреат Государственной премии РК в области науки, техники и образования, Заслуженный деятель науки РК, президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, главный редактор журнала «Вестник НИА РК»
15. Жунусов Т. Т. – д.т.н., профессор, академик, вице-президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан
16. Зайкин Ю. А. – д.ф.-м.н., профессор, главный технический директор PetroBeam.Inc., США
17. Зайкина Р. Ф. – к.ф.-м.н., главный научный сотрудник PetroBeam.Inc., США

-
18. Иманкулов Т. С. – докторант PhD кафедры информатики механико-математического факультета Казахского национального университета им. аль-Фараби
19. Исахов А. А. – докторант PhD, заместитель по научно-инновационной деятельности и международным связям заведующего кафедрой математического и компьютерного моделирования Казахского национального университета им. аль-Фараби
20. Казбекова Л. А. – к.э.н., доцент кафедры экономики и менеджмента Кызылординского государственного университета имени Коркыт-Ата
21. Королев А. А. – д.т.н., профессор кафедры «технология машиностроения» Саратовского государственного технического университета им. Ю. А. Гагарина.
22. Королев А. В. – д.т.н., профессор, член-корреспондент Инженерной академии РФ, заведующий кафедрой «технология машиностроения» Саратовского государственного технического университета им. Ю. А. Гагарина
23. Кошкаров С. И. – д.т.н., профессор кафедры «водное хозяйство и землеустройство» Кызылординского государственного университета им. Коркыт-Ата
24. Кулибаев А. А. – д.т.н., профессор, академик Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан, лауреат Государственной премии РК в области науки, техники и образования, президент «АКА групп», председатель попечительского совета Фонда «Мунайшы», президент Фонда «Совет мира и согласия Республики Казахстан»
25. Лухманова Г. К. – к.э.н., старший преподаватель кафедры «финансы» Жетысуского государственного университета им. И. Жансугурова
26. Медиева Г. А. – д.э.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии РК, главный ученый секретарь президиума НИА РК
27. Метакса Г. П. – д.т.н., профессор, ГНС отдела физико-химических проблем комплексного освоения недр Института горного дела им. Д. А. Кунаева

28. Музгина В. С. – д.т.н., профессор, ГНС отдела физико-химических проблем комплексного освоения недр Института горного дела им. Д. А. Кунаева
29. Мун Г. А. – д.х.н., профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров КазНУ им. аль-Фараби, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан
30. Муратов Д. М. – ведущий инженер-программист лаборатории имитационного моделирования космических систем ДТОО «Институт космической техники и технологий» АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
31. Мусаев Е. Л. – инженер Национальной инженерной академии Республики Казахстан
32. Мухамбетжанов С. Т. – д.ф.-м.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии РК, профессор кафедры дифференциальных уравнений и теории управления Казахского национального университета им. аль-Фараби
33. Надиров Н. К. – д.х.н., профессор, академик Национальной академии наук и Национальной инженерной академии РК, Международной инженерной академии, лауреат Государственной премии КазССР, Заслуженный деятель науки КазССР, первый вице-президент Национальной инженерной академии РК, генеральный директор НИЦ «Нефть»
34. Нурбатуров К. А. – доктор технических наук, профессор, академик НИА РК, лауреат Государственной премии РК в области науки, техники и образования, почетный строитель, председатель ОЮЛ «Ассоциация «Индустриальные строительные технологии РК»»
35. Орынгожин Е. С. – д.т.н., доцент, член-корреспондент и главный научный сотрудник Национальной инженерной академии Республики Казахстан
36. Пак Л. В. – начальник отдела оценки и развития кадров ТОО «Павлодарский нефтехимический завод»

-
37. Тюрин А. Н. – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «технология машиностроения» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана
38. Удербаяев С. С. – доктор технических наук, профессор Казахской автомобильно-дорожной академии им. Л. Б. Гончарова
39. Уркимбаева П. И. – к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров Казахского национального университета им. аль-Фараби
40. Хикметов А. К. – к.ф.-м.н., начальник учебно-методического управления Департамента по академическим вопросам Казахского национального университета им. аль-Фараби
41. Шалболова У. Ж. – д.э.н, профессор, академик НИА РК, проректор по научной работе и международным связям Кызылординского государственного университета имени Коркыт-Ата
42. Шайхудинова А. А. – докторант кафедры химической технологии переработки нефти и газа Института ГНГД Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
43. Ширяева О. И. – к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем и сетей Института проблем информатики и управления МОН РК

СОДЕРЖАНИЕ

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

V Всемирный инженерный конгресс «Прогресс в науке, технике и технологии: поддержка сотрудничества» – WEC-2013..... 5

Жумагулов Б. Т. Путь к прогрессу – развитие инженерного дела и инженерного образования в мире..... 10

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Жумагулов Б.Т., Мухамбетжанов С.Т., Ахмед-Заки Д.Ж., Иманкулов Т.С. Компьютерное моделирование неизотермического вытеснения нефти при гелеполимерном заводнении..... 14

Жумагулов Б.Т., Исахов А.А., Хикметов А.К. Численное моделирование разлива нефти на акватории Каспийского моря..... 23

Ахмедов Д.Ш., Елубаев С.А., Абдолдина Ф.Н., Муратов Д.М. Проектирование персональной гибридной вычислительной системы с вычислительным blade-процессором..... 31

Ширяева О.И. Анализ математической модели иммунной реакции организма на лекарственные препараты..... 39

НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ..... 45

ГОРНОЕ ДЕЛО И МЕТАЛЛУРГИЯ

Битимбаев М.Ж., Орынгожин Е.С., Метакса Г.П., Музгина В.С. Перспективы интенсификации кучного выщелачивания золотосодержащей руды месторождения Акжал..... 49

Битимбаев М.Ж., Орынгожин Е.С. Расчет цементации опорных и охранных целиков при инновационной технологии извлечения меди..... 55

Битимбаев М.Ж., Орынгожин Е.С., Мусаев Е.Л. Изучение и установление технологических параметров размыва породы при скважинной гидравлической добыче..... 63

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Кулибаев А.А., Нурбатуров К.А. Особенности применения щебня из дробленого бетона..... 71

Бисенов К.А., Удербаетов С.С., Ачабаев А.А. Электромеханохимический способ активации минеральных вяжущих веществ..... 76

ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 2013 года..... 82

ХИМИЯ

Зайкин Ю.А., Зайкина Р.Ф., Надиров Н.К. Усиленная радиационная изомеризация углеводородов..... 91

Мун Г. А., Шайхудинова А. А., Пак Л. В., Уркимбаева П. И., Елигбаева Г. Ж. Взаимодействие гидрогелей на основе сополимеров 2-гидроксиэтилакрилата и метилакрилата с ионными поверхностно-активными веществами 99

ФИЗИКА

Voronin A. M., Aldibekova A. N. Application of NMR in technological processes of dairy production..... 106

МЕХАНИКА

Байтуреев А.М., Жунусов Т.Т., Медиева Г.А. Исследование процесса сушки хлопка-сырца в сушильном барабане со смешанным режимом термообработки..... 113

Королев А.В., Тюрин А.Н., Королев А.А. Повышение качества разлома деталей типа колец с помощью ультразвуковой технологии..... 119

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ..... 124

ЭКОЛОГИЯ

Кошкарров С.И., Буланбаева П.У. Гидрогеохимический режим ландшафтов в низовьях Сырдарьи 128

ЭКОНОМИКА

Шалболова У.Ж., Елпанова М.А., Казбекова Л.А. Экономическая оценка ущерба от загрязнения окружающей среды нефтегазодобывающими предприятиями Кызылординской области..... 134

Лухманова Г.К. Развитие малого и среднего бизнеса Республики Казахстан в посткризисный период..... 140

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Куанышева Клара Зейнулловна (К 80-летию со дня рождения)..... 145

Молдабеков Шаяхмет Молдабекович (К 75-летию со дня рождения).... 146

Кульсартов Валихан Кудушевич (К 70-летию со дня рождения)..... 147

Бектурганов Нуралы Султанович (К 65-летию со дня рождения)..... 148

Мусаев Темирхан Сырбаевич (К 65-летию со дня рождения)..... 150

Мун Григорий Алексеевич (К 60-летию со дня рождения)..... 151

Маралов Адилмырза Бейсебаевич (К 60-летию со дня рождения)..... 153

ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ..... 154

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ..... 161

CONTENTS

THE KEY PROBLEMS of the DEVELOPMENT of SCIENCE and ENGINEERING ACTIVITY

- V World Engineering Congress: "Progress in science, technique and technology: support of cooperation" – WEC-2013 5
- Zhumagulov B. T.* Road to progress – development of engineering and engineering education in the world..... 10

INFORMATION TECHNOLOGIES AND APPLIED MATHEMATICS

- Zhumagulov B.T., Mukhambetzhano S.T., Akhmed-Zaki D.Zh., Imankulov T.S.* Computer simulation of nonisothermal oil displacement when flooding 14
- Zhumagulov B.T., Isakhov A.A., Khikmetov A.K.* Numerical simulation of oil spill on area of the Caspian Sea 23
- Akhmedov D. Sh., Yelubayev S. A., Abdoldina F. N., Muratov D. M.* Design of personal hybrid computer system with computing blade-processor..... 31
- Shiryayeva O.I.* Analysis of immune mathematical model of organism response on medicaments 39

NEWS of SCIENCE and TECHNOLOGY..... 45

MINING AND METALLURGY

- Bitimbayev M.Zh., Oryngozhin Ye.S., Metaksa G.P., Muzgina V.S.* Prospects of heap leaching intensification of gold-bearing ore of Akzhal deposit 49
- Bitimbayev M.Zh., Oryngozhin Ye.S.* Calculation of cementation of support and protective pillars when innovation technology of copper extraction using 55
- Bitimbayev M.Zh., Oryngozhin Ye.S., Mussayev Ye.L.* Studying and determination of technological parameters of rock washout when hydraulic mining by boreholes 63

CONSTRUCTION MATERIALS

- Kulibayev A.A., Nurbaturov K.A.* Features of using of broken stone from crushed concrete 71
- Bisenov K.A., Uderbayev S.S., Achabayev A.A.* Electro-mechanic-chemical method of mineral binders' activation 76
- NOBEL PRIZE WINNERS, 2013** 82

CHEMISTRY

Zaikin Yu.A., Zaikina R.F., Nadirov N.K. Intensified radiation isomerization of hydrocarbons 91

Mun G.A., Shaikhudinova A.A., Pak L.V., Urkimbayeva P.I., Yeligbayeva G.Zh. Interaction of hydro gels based on copolymers of 2-hydroxyethylacrylate and methyl acrylate with ionic surfactants 99

PHYSICS

Voronin A. M., Aldibekova A. N. Application of NMR in technological processes of dairy production 106

MECHANICS

Baitureyev A.M., Zhunusov T.T., Mediyeva G.A. Studying of process of raw cotton drying in drying can with mixed mode of heat treatment 113

Korolev A.V., Tyurin A.N., Korolev A.A. Increase of break quality of pieces ring type with the aid of ultrasonic technology 119

DO YOU KNOW 124

ECOLOGY

Koshkarov S.I., Bulanbayeva P.U. Hydrogeochemical condition of landscapes at the lower reaches of the Syr-Darya river 128

ECONOMY

Shalbolova U.Zh., Yelpanova M.A., Kazbekova L.A. Economic evaluation of environmental damage of oil and gas producers of Kyzylorda oblast 134

Lukhmanova G.K. Development of small and medium-sized businesses of the Republic of Kazakhstan in post-crisis period 140

JUBILEE DATE

Kuanysheva Klara Zeinullova (To 80-th birthday) 145

Moldabekov Shayakhmet Moldabekovich (To 75-th birthday) 146

Kulsartov Valikhan Kudushevich (To 70-th birthday) 147

Bekturganov Nuraly Sultanovich (To 65-th birthday) 148

Musayev Temirkhan Syrbayevich (To 65-th birthday) 150

Mun Grigoriy Alekseyevich (To 60-th birthday) 151

Maralov Adilmyrza Beisebayevich (To 60-th birthday) 153

THE CHRONICLE, EVENTS, FACTS 154

THE INFORMATION ABOUT AUTHORS 161

Редактор *Т.Н. Кривобокова*
Верстка на компьютере *Е.В. Огурцовой*

Адрес редакции:
Национальная инженерная академия РК
050010, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 80
Тел. 8(327)-2915290

Подписано в печать 09.12.2013 г.
Гарнитура Таймс. Формат 70x100 ¹/₁₆.
Уч.-изд. л. 10,8. Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии ТОО «Luxe Media Group»