



Қазақстан Республикасы
Ұлттық инженерлік академиясының

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

Национальной инженерной академии
Республики Казахстан

№ 2 (48)

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

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ФОРУМ «СТРАТЕГИЯ “КАЗАХСТАН-2050”: ОБРАЗОВАНИЕ – НАУКА – ИННОВАЦИИ»

12 апреля в день рождения великого ученого Каныша Имантаевича Сатпаева, заложившего основу казахстанской науки, научная общественность Казахстана отметила свой профессиональный праздник – День работников науки во второй раз, впервые ученые отметили этот праздник в 2011 году.

С 5 по 12 апреля Министерством образования и науки РК был проведен ряд мероприятий, направленных на обсуждение актуальных вопросов развития научной сферы республики для обеспечения конкурентоспособности Казахстана, определения перспектив дальнейшего развития науки в свете Стратегии «Казахстан – 2050». Особенностью мероприятий явились форма и масштабность их проведения: пленарные заседания, круглые столы, семинары, параллельные и индивидуальные сессии, международная конференция, выставка достижений науки и техники «ESI-2013», ярмарки вакансий в сфере науки и образования, презентации интерактивного каталога инновационных проектов, награждение молодых талантливых и уже известных ученых, концерт. Мероприятия прошли в Астане и Алматы.

В мероприятиях приняли участие представители Администрации Президента РК, Правительства РК, министерств и ведомств, ведущие ученые, депутаты Парламента РК, представители национальных холдингов, научных институтов и организаций, высших учебных заведений страны.

5–6 апреля в Назарбаев Университете прошел международный семинар «Обмен знаниями и формирование международного партнерства в науке».

Организаторами выступили Министерство образования и науки Республики Казахстан, Британский совет Великобритании, Назарбаев университет, Национальный центр государственной научно-технической экспертизы. Модератор – Уильямс Симон – директор представительства Британского совета в Казахстане.

Участники семинара обсудили важные вопросы развития образования, науки и международного сотрудничества: приоритеты Правительства Казахстана в области научно-технического развития и значимость международного сотрудничества; механизмы поддержки научного сотрудничества казахстанских и зарубежных ученых; роль Британского совета в развитии сотрудничества между Казахстаном и Великобританией в области науки и образования и Назарбаев Университета в казахстанской науке; возможности финансирования научных, научно-технических проектов и участия казахстанских ученых в программе «Болашак». Также прошли параллельные сессии по подготовке заявок на грантовое финансирование, презентация опыта британских ученых и индивидуальные сессии по повышению качества научных исследований: свободное обсуждение казахстанских и британских ученых.

10 апреля в Казахском национальном аграрном университете состоялся круглый стол «Развитие аграрной науки Казахстана», который обсудил ключевые вопросы

аграрной науки, проблемы взаимодействия фундаментальной и прикладной наук, образования и производства, а также вызовов XXI века.

Участники круглого стола обсудили вопросы выхода отечественных исследований на международный уровень; предложили целенаправленно создавать единую национальную информационную систему, развивая сотрудничество между университетской и фундаментальной наукой и ликвидируя разобщенность между фундаментальной и прикладной наукой; концентрирования аграрной науки в Национальном аграрном университете и обязательного внедрения научных результатов в агропромышленный комплекс. Были рассмотрены вопросы рационального использования, сохранения и потребностей страны в водных ресурсах, орошения и дренирования; задачи по разработке водосберегающих технологий; роста поголовья сельскохозяйственных животных и состояния площадей кормовых культур. Участники заседания отметили, что аграрный сектор нуждается не только в новых технологиях и технике, но и в законодательных и экономических стимулах для формирования класса предпринимателей на селе.

В своем выступлении ректор Казахского национального аграрного университета академик Т. И. Есполов сказал, что «в соответствии с новой Стратегией «Казахстан – 2050» Президент страны поручил Правительству принять новую Программу развития агропромышленного комплекса до 2020 года. На реализацию программы за восемь лет предусмотрено 3 трлн 122 млрд тенге. Это позволит к 2020 году увеличить финансовую поддержку сельского хозяйства в 4,5 раза». Он также рассказал о задачах, поставленных Президентом страны по созданию международной организации «Зеленый мост». Мощным импульсом к переходу страны на «зеленый» путь развития станет предстоящая выставка «ЭКСПО-2017» в Астане, где будут представлены лучшие мировые достижения науки и техники. Завершая заседание, ректор отметил, что все высказанные предложения будут включены в протокол и резолюцию круглого стола и переданы в Министерство образования и науки РК и другие заинтересованные инстанции.

Четыре круглых стола прошли 11 апреля. В Национальном центре научно-технической информации состоялся круглый стол «Перспективы развития научных изданий и повышения рейтинга научных публикаций», в Институте ФПР прошел круглый стол «Актуальные задачи гуманитарных наук в контексте Стратегии “Казахстан – 2050”». В Казахском национальном педагогическом университете им. Абая – «Развитие науки и участие ученых в масштабных международных проектах».

В Центре наук о Земле, металлургии и обогащения Министерства образования и науки РК прошел круглый стол «Национальные кластеры нового поколения и критические технологии для ГП ФИИР».

В работе круглого стола приняли участие ведущие ученые, специалисты-практики горно-металлургической, энергетической, фармацевтической, химической и нефтехимической отраслей, представители Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан, Министерства образования и науки Республики Казахстан, АО «Национальное агентство технологического развития», АО «НК СПК “Жетысу”» и других организаций, заинтересованных тематикой круглого стола.

Ведущие ученые страны обсудили такие вопросы, как «Третья промышленная революция: основные факторы влияния на Казахстан», «Развитие альтернативных и возобновляемых источников энергии и подготовка к ЭКСПО-2017», «Стратегическое видение формирования национальных инновационных кластеров», «Перспективные критические технологии для ГП ФИИР», «Формирование целевых научно-технических программ фундаментальных и прикладных исследований».

Как отмечали участники заседания, в рамках государственной кластерной политики в ведущих странах применяется широкий спектр механизмов и инструментов поддержки и стимулирования развития кластеров, включая поддержку исследований путем укрепления организационных связей в рамках государственно-частного партнерства. В Казахстане обсуждение актуальных вопросов развития кластерной стратегии и реализации инновационных технологий позволило выявить перспективы базовых отраслей экономики страны и возможные контуры формирования национальных кластеров нового поколения.

По итогам круглого стола даны рекомендации по разработке и реализации республиканских целевых научно-технологических программ и проектов для создания и развития в стране национальных кластеров в горно-металлургической, фармацевтической, энергетической и нефтехимической отраслях экономики, которые будут переданы в заинтересованные ведомства.

10–13 апреля в Казахском национальном техническом университете им. К. И. Сатпаева прошли Сатпаевские чтения. В рамках Сатпаевских чтений состоялась международная научно-практическая конференция «Подготовка инженерных кадров в контексте глобальных вызовов XXI века», круглый стол «Подготовка инженерно-технических кадров и создание независимых центров присвоения квалификации», 1-я Алматинская открытая городская геологическая олимпиада школьников и Международный молодежный нефтегазовый форум.

Участники круглого стола обсудили Концепцию развития инженерного образования в Республике Казахстан, роль работодателей в подготовке инженерно-технических кадров, а также взаимодействие работодателей и вузов по вопросам присвоения квалификации. Кроме того, были обсуждены вопросы, связанные с коренным пересмотром стандартов обучения, модернизацией системы технического и профессионального образования, созданием независимых центров подтверждения квалификации.

В докладе ректор КазНТУ им. К. И. Сатпаева академик Ж. М. Адилев остановился на вопросах, связанных с созданием образовательных программ, отвечающих современным потребностям инновационного развития экономики Казахстана, требованиям признанных международных аккредитационных агентств. Он отметил, что для подготовки высококвалифицированных профессионалов по инженерным специальностям необходимо повысить требования к преподавательскому составу технических вузов, создать новую и обновить имеющуюся учебно-лабораторную базу по всем циклам дисциплин и т. д.

12 апреля – в День работников науки торжества начались с возложения цветов к памятнику выдающегося казахстанского ученого Каныша Имантаевича Сатпаева.



Возложение цветов к памятнику
К. И. Сатпаева

Министр образования и науки РК Б. Т. Жумагулов отметил: «Главой государства Н. А. Назарбаевым перед нами поставлена конкретная задача – войти в число тридцати развитых стран мира. В таком бурно развивающемся мире войти в число развитых стран – задача непростая, достигнуть успехов можно только благодаря хорошему образованию, науке и внедрению результатов научных исследований и развитию инноваций. Стоя у памятника Канышу Имантаевичу Сатпаеву, основателю казахстанской Академии наук, я с большим удовольствием поздравляю казахстанских ученых с Днем работников науки. И пусть каждый год наша страна встречает этот праздник новыми успехами».

Затем в Ылым Ордасы МОН РК состоялось торжественное собрание – пленарное заседание республиканского форума «Стратегия “Казахстан – 2050”: образование – наука – инновации». В работе форума приняли участие депутаты Парламента РК, представители министерств, национальных

холдингов, научных организаций и вузов, ведущие ученые страны.

Открывая пленарное заседание, министр образования и науки РК Б. Т. Жумагулов зачитал приветствие Премьер-Министра Республики Казахстан Серика Ныгметовича Ахметова участникам форума. Далее Б. Т. Жумагулов поздравил всех работников казахстанской науки с профессиональным праздником и выступил с докладом «Новые векторы развития науки в реализации Стратегии “Казахстан – 2050”».

Министр образования и науки РК отметил, что главным достижением последнего времени является системное улучшение кадрового потенциала. «За последние три года нам удалось переломить ситуацию и добиться роста. Количество научных работников впервые за многие годы выросло больше чем на четверть – до 20 тысяч человек. При этом численность непосредственно специалистов-исследователей (ученых, докторантов, магистров) увеличилась почти на 50 процентов. Это стало важнейшим результатом перехода на новую систему подготовки научных кадров», – сказал министр.

Б. Т. Жумагулов отметил, что за два последних года финансирование науки увеличилось с 20,2 до 46,6 миллиарда тенге, то есть в 2,3 раза, и что планируется дальнейшее его увеличение. Поэтому главным является обеспечение эффективности вложенных средств. Министр также остановился на масштабных задачах, стоящих перед учеными. «В своем стратегическом послании Глава государства поставил очень серьезные задачи. В частности, развивать научно-исследовательскую деятельность в вузах, активно участвовать в масштабных международных научно-исследовательских



Пленарное заседание республиканского форума
«Стратегия “Казахстан – 2050”: образование – наука – инновации»

проектах, принять меры по полноценной кооперации науки и бизнеса. Этим требованиям мы с вами должны соответствовать», – сказал министр.

Мощный импульс к переходу страны на новый технологический, «зеленый» путь развития должна дать предстоящая в Астане ЭКСПО-2017, где будут представлены лучшие мировые достижения науки и техники. «И мы с вами должны хорошо подготовиться к этой выставке, достойно показать на ней лучшие результаты казахстанской науки», – подчеркнул министр.

Перед участниками форума выступил аким г. Алматы А. С. Есимов. Он поздравил его участников с праздником и поставил перед учеными задачи по развитию наукоемких производств на базе СЭЗ «Парк информационных технологий», улучшению экологической обстановки города, развитию и улучшению качества дорог, развитию промышленной зоны в Алатауском районе и др.

Председатель правления АО «НК Астана ЕХРО-2017» Талгат Амангельдиевич Ермагияев рассказал о задачах, стоящих перед казахстанцами по подготовке международной выставки «ЭКСПО-2017».

Также выступили президент Национальной академии наук РК М. Ж. Журинов, первый вице-президент Национальной инженерной академии РК Н. К. Надиров, первый вице-президент Казахской академии естественных наук РК Н. С. Бектурганов и ректор Казахского национального технического университета Ж. М. Адилов.

По окончании заседания в торжественной обстановке прошло награждение ведущих работников науки за высокий профессионализм и вклад в развитие науки дипломами, грамотами и памятными подарками.

От Национальной инженерной академии РК нагрудным знаком «**Почетный инженер Казахстана**» награждены академики НИА РК: **Айтимов Аксерик Сариевич**



Участники форума знакомятся с выставкой в павильоне
«Наука и инновации»

– председатель Западно-Казахстанского филиала НИА РК за активную инженерную деятельность в ЗКО; **Бекмагамбетов Мурат Махметович** – председатель Отделения транспорта и коммуникаций за проект «Модельное шоссе» для Центрально-Азиатского региона; **Тулбаев Копсекбай Раткулович** – председатель Отделения архитектуры и строительства за значительный вклад в строительство объектов г. Алматы.

Почетной грамотой НИА РК награждены: **Ахмедов Даулет Шафигулович** – заместитель председателя Отделения машиностроения за проект по созданию суперкомпьютеров и внедрение его в производство; **Изтаев Ауелбек Изтаевич** – заместитель председателя Отделения пищевой промышленности за активное участие в деятельности НИА РК; **Мун Григорий Алексеевич** – известный ученый в области химии за комплекс работ по разработке и применению нанотехнологий.

Здесь же прошла республиканская выставка достижений науки, техники и технологий «Образование – наука – инновации: ESI-2013». На выставке работали три павильона: «Наука и инновации»: инновационные проекты для зеленой экономики, ориентированные на ЭКСПО-2017; «Наука и образование»: были представлены достижения фундаментальной и прикладной науки, в ходе ее работы ученые представили 12 инновационных проектов, ориентированных на ЭКСПО-2017, 10 проектов по проекту «Коммерциализация технологий» и 36 проектов по фундаментальным и прикладным исследованиям Казахстана; «Образование и инновации»: прошла ярмарка вакансий в сфере науки и образования в целях мониторинга потребности в профессиональных кадрах для обеспечения приоритетных направлений экономики республики.

В рамках форума состоялось открытие наукоемких производств. Так, в Казахском национальном университете им. аль-Фараби было открыто малое наукоемкое производство наноструктурированных углеродсодержащих материалов.

Б. Т. ЖУМАГУЛОВ,
министр образования и науки РК.
Выступление на пленарном заседании
Республиканского форума ученых,
посвященного Дню работников науки.
12 апреля 2013 года

Уважаемые коллеги!

Сегодня мы отмечаем День работников науки. С этим праздником поздравляю всех работающих в сфере науки и образования.

Мы все знаем, что наука играет огромную роль в развитии человечества. Вспоминаются прекрасные слова Эмиля Золя: «Наука – это великая поэзия нашего века, с удивительным расцветом своих открытий, своим завоеванием материи, окрыляющая человека, чтоб удесятерить его деятельность». Именно такое «удесятирение» усилий нам необходимо, чтобы достичь масштабных целей, поставленных Лидером нации Н. А. Назарбаевым в Стратегии “Казахстан – 2050”. Это сегодня главная задача казахстанской науки.

Что мы для этого имеем?

Прежде всего, новую модель управления наукой, выдвинутую Главой государства и уже реализованную на практике. И главным достижением последнего времени я считаю системный прорыв в кадровом обеспечении науки. За последние 3 года нам удалось переломить ситуацию и добиться роста кадрового потенциала. За это время число научных работников впервые за многие годы выросло больше чем на четверть – до 20 тысяч человек. При этом численность непосредственно специалистов-исследователей (ученых, докторантов, магистров) увеличилась почти на 50%. Это стало важнейшим результатом перехода на новую систему подготовки научных кадров. Кроме того, сегодня к исследовательской работе привлекаются более 1500 студентов, что очень важно для воспитания научной смены. Молодежь пошла в науку. В результате идет ее омоложение. К примеру, доля ученых в возрасте до 35 лет в 2012 году выросла до 38%. А ученые до 45 лет уже составляют большинство – их сегодня 56%. Сегодня у нас действуют 345 научных организаций. В казахстанских вузах растет число научно-исследовательских подразделений – сейчас их уже 540.

Существенно повышается финансирование науки. За 2 последних года оно увеличилось с 20,2 до 46,6 миллиарда тенге, то есть в 2,3 раза. На 2013 год планируется дальнейший рост – практически до 50 миллиардов тенге. Внедрены новые формы – грантовое, программно-целевое и базовое финансирование. Думаю, вы уже реально ощутили их преимущества по сравнению с прежней системой.

И еще один важный факт – сильный рост числа публикаций в международных рейтинговых журналах. Только за один прошлый год их число увеличилось более чем вдвое – с 478 до 1143. Это в буквальном смысле рост вклада наших ученых в мировую науку. Казахстанским исследователям впервые открыт доступ к крупнейшим зарубежным ресурсам научно-технической информации. В их числе Thomson Reuters (США), Springer (Германия), Elsevier (Нидерланды). Это создает все более благопри-

ятные условия для повышения качественного уровня нашей науки, ее интеграции в мировую исследовательскую систему.

А впереди стоят еще более масштабные задачи. Остановлюсь только на нескольких направлениях, где нам с вами предстоит плотно поработать.

Первое – поднять уровень и статус научных объединений, куда входят самые авторитетные ученые страны. Прежде всего, Национальной академии наук и других академий – Национальной инженерной академии, Академии естественных наук, Сельскохозяйственной академии. Вы хорошо знаете, что им в последние 2–3 года уделяется все больше внимания. Есть и успехи, к примеру, Национальный доклад по науке, который сделан на новом уровне и представлен Президенту страны. Теперь именно от научных объединений мы ждем принципиального вклада в пропаганду новой Стратегии “Казахстан – 2050”. Эта задача вам по силам и будет иметь весомый политический результат.

Все мы знаем, что перед наукой Нурсултан Абишевич поставил задачу – стать реальной силой развития, приносить конкретную пользу экономике и обществу. В сфере естественных и инженерных наук это выход в инновации для производства, в новые технологии. Но хочу особо подчеркнуть и роль общественно-гуманитарных направлений. Они должны резко повысить свою результативность в политической и экономической сферах. Новые возможности и механизмы для этого дает Стратегия – 2050. Сейчас идет формирование нового государственного задания – плана общественно-гуманитарных исследований по приоритетам Стратегии. Конкретными заказчиками будут выступать государственные органы. Поэтому есть все условия, чтобы научные разработки стали реально внедряться в практику – в законодательство, госпрограммы, прогнозы развития, политические инициативы и т.д. Это станет новым уровнем результативности общественно-гуманитарных исследований. И вам надо активно подключаться к научному обеспечению Стратегии – 2050.

Второе – продолжить усиление роли вузовского сектора. Ректорский корпус сегодня очень сильный, хорошо ориентирован на решение важнейших задач. Сегодня наши университеты постепенно становятся преобладающей силой научного развития, как это принято в развитых странах. В количественном отношении это видно по результатам последних конкурсов, где вузы «отвоевали» больше половины проектов. Доля финансирования вузов в выполнении научных проектов в 2012 году составила 67%. Но это только начало – нужно добиться и адекватного выхода, результативности исследований, а значит ориентироваться на инновации, отвечающие потребностям экономики. Это важно для центральных вузов, важно и для регионов, где университеты должны стать ведущей базой инноваций для развития местного производства.

Потенциал у нас большой. В авангарде – Назарбаев Университет, который является моделью будущего развития науки и инновационных процессов. Очень хороший потенциал в КазНУ им. аль-Фараби, ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, КазНТУ им. К. И. Сатпаева, Национальном аграрном университете, КБТУ и других ведущих вузах.

Определены 10 вузов инновационной направленности, которые финансируются целевым образом. Это новый механизм развития науки и высшей школы в Казахстане. Мы вплотную подошли и к формированию исследовательских университетов, включенных в новое законодательство. Весь этот потенциал мы должны мобилизовать на решение новых стратегических задач.

Третье направление – это коммерциализация исследований и развитие инноваций. Известный английский физик и социолог науки Джон Бернал говорил: «Наука – не предмет чистого мышления, а предмет мышления, постоянно вовлекаемого в практику и постоянно подкрепляемого практикой. Вот почему наука не может развиваться в отрыве от техники».

В продвижении научных результатов в практику, в производство центральную позицию у нас занимает холдинг «Парасат». Коммерциализация исследований была одной из главных целей его создания. В последнее время он показывает серьезные подвижки в этом направлении. И директорский корпус НИИ в связке с «Парасатом» стал прорабатывать солидные вопросы практического выхода научных исследований.

Особенно это актуально для Алматы, где сконцентрирован наш основной научный потенциал, действует крупный производственный и финансовый бизнес. Поэтому не случайно, что и Форум ученых Казахстана мы проводим в этом городе. Здесь мы можем рассчитывать на серьезную поддержку акима города Алматы, доктора экономических наук А. С. Есимова. В 2010 году при его активной поддержке мы создали Инновационный конвент и Совет по инновациям города Алматы с участием авторитетных представителей науки, бизнеса и городского акимата. Думаю, сейчас в свете новых задач надо развивать подобные механизмы и в Алматы, и во всех регионах страны. Основными инициаторами в этом деле должны стать наши ведущие вузы. Они в регионах сегодня серьезно подтянулись в учебном процессе. Теперь надо осваивать и новое поле реальной инновационной деятельности. За этим – большое будущее, как и у всей казахстанской науки.

На науку сейчас выделяется все большее финансирование, создана современная законодательная база. В своем Послании «Стратегия “Казахстан – 2050”» Глава государства поставил очень серьезные задачи. В их числе развивать научно-исследовательскую деятельность в вузах, специализировать их на потребности экономики, активно участвовать в масштабных международных научно-исследовательских проектах, принять меры по полноценной кооперации науки и бизнеса. Этим требованиям мы с вами должны соответствовать.

Мощный импульс к переходу страны на новый технологический, «зеленый» путь развития должна дать предстоящая ЭКСПО-2017 в Астане. На ней будут представлены лучшие мировые достижения науки и техники. И мы с вами должны хорошо подготовиться к этой выставке, достойно показать на ней лучшие результаты казахстанской науки. К этой задаче надо отнестись очень ответственно.

Уважаемые коллеги!

В заключение еще раз поздравляю вас с Днем науки – маститых академиков и профессоров, молодых ученых и всех работников казахстанской науки. Уверен, что все задачи, поставленные Лидером нации Н. А. Назарбаевым, мы выполним.

Желаю вам плодотворной работы, здоровья, благополучия и успехов.

Спасибо за внимание.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

УДК 517.958:532.546

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ИСАР-II

**Б. Т. ЖУМАГУЛОВ, Н. Т. ДАНАЕВ, Д. Ж. АХМЕД-ЗАКИ,
Б. МАТКЕРИМ, А. БЕКТЕМЕСОВ**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Описываются основные результаты модернизации информационной системы анализа разработки нефтегазовых месторождений ИСАР-II. Созданы новые математические и компьютерные модели процессов. Разработаны последовательные и параллельные вычислительные алгоритмы с построением криволинейных сеток для учета неоднородности пористых структур, а также программный модуль для анализа закачки поверхностно-активных веществ в продуктивный пласт. Предлагается единая методология проектирования и верификации численных параллельных программ для решения задач нефтедобычи. Представлены результаты применения CUDA технологии для визуализации и обработки данных.

Ключевые слова: тепло- и массоперенос, фильтрация в пористой среде, технология гибридной параллелизации, Model Driven architecture, CUDA технология, Model-checking.

Мақалада мұнай-газ кен-орындарын игеруін талдайтын ИСАР-II ақпараттық жүйісінің оңтайландырудағы негізгі нәтижелер қарастырылады. Сүзілу процесінің жаңа математикалық және компьютерлік модельдері құрылған. Кеуек ортаның біртекті еместігін ескеретін қисық сызықты айрылымдық торларының негізіндегі тізбектелген және параллельді есептеу алгоритмдері жасалды. Беттік әсеретуші заттарды мұнай қыртысына еңгізуін талдайтын программалық модуль құрылды. Мұнай өндіру есептерін шешуге арналған сандық параллельді программаларды құру және верификациялау әдістемесі ұсынылады. Мәліметтерді визуализациялау мен өңдеуге бағытталған CUDA технологияны пайдалану нәтижелері келтірілген.

Түйін сөздер: Жылу және масса тасымалдау, кеуек ортада сүзілу, гибринді параллельдеу технологиясы, Model Driven architecture, CUDA технология, Model-checking.

In this paper the main results are described on modernizations of information system for analysis of oil and gas fields development (ISAD-II). New mathematical and computer models of filtration processes were created. Sequential and parallel computing algorithms were designed with curvilinear grids plotting for taking into account of heterogeneous porous structures. Software module was developed for analysis of surface-active reagent injection into productive strata. Unified methodology for design and verification of numerical parallel programs for oil extraction problems solution is proposed. The results of CUDA technology using for data visualization and processing is given.

Keywords: Heat and mass transfer, filtration in porous media, hybrid parallelization technologies, Model Driven architecture, CUDA technology, Model-checking.

Математическая модель. Физическая модель. На средних стадиях разработки высоковязких нефтяных месторождений неизменно встает комплексная проблема снижения нефтеотдачи пласта. Основными причинами этой проблемы являются падение пластового давления и температуры, повышение обводненности и т.д. Одним из подходов к их решению является закачка поверхностно-активных веществ (ПАВ) вместе с водой в виде активной примеси в продуктивный пласт для снижения вязкости нефти и поверхностных сил между фазами в системе «нефть – вода» [1, 2]. В потоке активная примесь может находиться в трех состояниях: растворенной в воде, растворенной в нефти и адсорбированной на стенках поровых каналов. Процесс проникновения в пласт активной примеси сопровождается ее диффузией с пластовой жидкостью и массообменом с двухфазными (жидкими и твердыми) компонентами пористой структуры [3]. Особую практическую важность имеет исследование механизмов теплообмена между флюидами (закачиваемыми, внутрипластовыми) и скелетом пористой среды для оценки влияния тепловых методов воздействия на пласт [4].

По отдельности процессы тепло- и массопереноса в пористой среде изучены достаточно хорошо [1–6]. В то же время задача построения адекватной математической модели, описывающей совместный учет процессов тепло- и массопереноса в анизотропной неоднородной пористой среде при применении «комбинированных» методов воздействия на пласт – закачка ПАВ при различных температурных режимах, все еще остается сложной технологической проблемой и исследована в неполной мере. С другой стороны, большинство [5–7] моделей и постановок задач фильтрации ориентированы на долгосрочный прогноз процессов в масштабах всего месторождения, тогда как процессы, протекающие непосредственно в прискважинной зоне пласта, имеют краткосрочный характер и существенно влияют на структуру решения в целом. Подобные процессы адекватно описываются кинетическими соотношениями, включенными в математические модели [8]. Дополнительно для анализа этой сложной задачи необходима разработка адекватной компьютерной модели с привлечением информационных ресурсов для «быстрого» расчета, оценки и прогнозирования показателей нефтедобычи. Последнее невозможно реализовать без использования технологий высокопроизводительных вычислений [9].

Целью наших исследований являлись построение сперва соответствующей математической модели процессов тепло- и массопереноса в анизотропной пористой среде при закачке ПАВ для различных температурных режимов, а также разработка вычислительного параллельного алгоритма и интерактивной программы в виде Web распределенного приложения с визуализацией данных и оперативным расчетом на доступных высокопроизводительных ресурсах.

Математическая модель. Система уравнений двухфазной фильтрации, состоящей из уравнений баланса воды и нефти в потоке, закона фильтрации Дарси, при рассмотрении течения несжимаемых жидкостей с активной примесью и учете теплопереноса без капиллярных и гравитационных сил в недеформируемой пористой среде – конечной области Ω с кусочно-гладкой границей $\partial\Omega$ и $Q_T = \Omega \times [0, \bar{T}]$ имеет вид:

$$m \frac{\partial s_i}{\partial t} + \operatorname{div}(\bar{u}_i) = 0 \quad (i = 1, 2), \quad (1)$$

$$s_1 + s_2 = 1, \quad \bar{u}_1 + \bar{u}_2 = V(t), \quad (2)$$

$$\bar{u}_i = -\frac{K_0 f_i(s_i)}{\mu_i(c, T)} \nabla p_i \quad (i=1, 2), \quad p_2 = p_1, \quad (3)$$

где $m, s_i, u_i, p_i, \rho_i, \mu_i, f_i, K_0$ и $p_c(s_2, c, T)$ – соответственно пористость среды, насыщенности, скорости фильтраций, давления, плотности фаз, вязкости жидкостей, относительные фазовые проницаемости, абсолютная проницаемость среды и капиллярное давление. Здесь индексы соответствуют: 0 – скелету пористой среды, 1 – водной фазе, а 2 – нефтяной и 3 – горной породе кровли и подошве пласта.

Уравнения для концентрации:

$$m \frac{\partial}{\partial t} (\cdot c \cdot s_1 \cdot \rho_1 + \varphi(c) \cdot \rho_2 (1 - s_1) + a(c)) + \operatorname{div}(c \cdot \bar{u}_1 \cdot \rho_1 + \varphi(c) \cdot \bar{u}_2 \cdot \rho_2) = \operatorname{div}(D \cdot \nabla c), \quad (4)$$

$$\frac{\partial a}{\partial t} = \frac{1}{\tau} \cdot (G(c) - a), \quad G(c) = \begin{cases} 1, & c > c^*, \\ [0, 1], & c = c^*, \\ 0, & c < c^*, \end{cases} \quad (5)$$

$$\alpha_T \frac{\partial T_p}{\partial t} = \eta(T) - T_p, \quad \text{при } \alpha_T \rightarrow 0 \Rightarrow \eta(T) = T = T_p,$$

$$\frac{\partial \{(c^* + 2\beta\sqrt{t})T\}}{\partial t} + \operatorname{div}(F_c V \cdot T) + (F_\varepsilon V) \cdot \nabla p = \operatorname{div}(\bar{\lambda}_{sum} \nabla T) - \frac{\beta}{\sqrt{t}} T, \quad (6)$$

$$c^* = (1 - m)\rho_0 C_0 + m(\rho_1 C_1 s_1 + \rho_2 C_2 s_2),$$

$$F_{cc} = \rho_1 C_1 u_1 + \rho_2 C_2 u_2 = \rho_1 C_1 F V + \rho_2 C_2 (1 - F) V = (\rho_1 C_1 F + \rho_2 C_2 (1 - F)) V = F_c V,$$

$$F_{\varepsilon\varepsilon} = \rho_1 c_1 F V \varepsilon_1 + \rho_2 c_2 (1 - F) V \varepsilon_2 = (\rho_1 c_1 F \varepsilon_1 + \rho_2 c_2 (1 - F) \varepsilon_2) V = F_\varepsilon V,$$

$$\bar{\lambda}_{sum} = (1 - m)\bar{\lambda}_0 + m(\bar{\lambda}_1 s_1 + \bar{\lambda}_2 (1 - s_1)), \quad \beta = \frac{1}{H} \sqrt{\frac{\lambda_3 c_3}{\pi}},$$

$$\bar{u}_1 + \bar{u}_2 = V(t), \quad F(s, \alpha) = \frac{f_1(s)}{f_1(s) + \alpha f_2(s)}, \quad \alpha = \mu_1 / \mu_2.$$

Начальные условия:

$$s_1|_{t=0} = s^0(x), \quad c|_{t=0} = c^0(x), \quad a|_{t=0} = a^0(x), \quad T|_{t=0} = T^0(x), \quad (7)$$

граничные условия:

$$(p, s_1, T, c) = (p_0, s_{10}, T_0, c_0), \quad (x, t) \in \Sigma^1 = \partial\Omega^1 \times [0, T], \quad (8)$$

$$-D \cdot \frac{\partial c}{\partial n} + \bar{u}_{1n} \cdot c = q_n \cdot c^*, \quad (x, t) \in \Sigma^2 = \partial\Omega^2 \times [0, T], \quad (9)$$

где q_n – заданный расход на единицу площади; c^* – известное значение концентрации примеси. Здесь \bar{n} – единичный вектор внешней нормали к $\partial\Omega$, участки $\partial\Omega^1$ и $\partial\Omega^2$ моделируют участки нагнетания и контакт с окружающей средой. Предполагается, что ПАВ, находящийся в растворе, влияет на его вязкость, а сорбированная пористой средой ПАВ изменяет относительную проницаемость и от температуры зависит только вязкость нефти [1].

Обозначим: $R_p(t)$ – фронт вытеснения, $R_T(t)$ – тепловой фронт, $R_C(t)$ – фронт концентрации. Тогда в пористой среде с практической точки зрения представимы следующие случаи:

- 1) $R_T(t) \leq R_C(t) < R_p(t)$,
- 2) $R_C(t) \leq R_T(t) < R_p(t)$,
- 3) $R_C(t) \leq R_p(t) < R_T(t)$.

Третий вариант соответствует случаю теплофизически неоднородных сред, степень влияния которых можно оценить, сравнив члены уравнения (6), отвечающие за конвективный теплоперенос и теплопроводность [6]:

$$\frac{\operatorname{div}(\bar{\lambda}_{total_1}\nabla T + \bar{\lambda}_{total_2}\nabla T_p)}{\operatorname{div}((\rho_1 C_1 u_1 + \rho_2 C_2 u_2)T)} \approx \frac{\operatorname{div}(\bar{\lambda}_{average}\nabla T_{average})}{\operatorname{div}(\rho_{mix} C_{mix} u_{mix} T_{average})} \approx \frac{\bar{\lambda}_{average}}{\rho_{mix} C_{mix} u_{mix} L_h} \approx \frac{\bar{\lambda}_{average} \mu_{mix}}{\rho_{mix} C_{mix} k_{average} \Delta p},$$

где представлены L_h – характерный размер, Δp – перепад давления и усредненные параметры скелета пласта и смеси флюидов. Из выражения можно заметить, что уменьшение скорости фильтрации смеси флюидов приводит к возрастанию роли теплопроводящих свойств системы «жидкость – пласт» и неоднородному распределению температурного поля. Последнее имеет особую практическую ценность при определении проницаемости слоев, подвергающихся тепловому воздействию до прохождения в них фронта вытеснения нефти водой [10].

Совокупность изложенного демонстрирует общую проблему адекватного моделирования всех трех случаев (10) процессов массо- и теплопереноса в неоднородном и анизотропном пласте с учетом «транзитных» переходов фронтов, сопровождаемых фазовыми изменениями. Последние две характерные черты присущи общему классу задач, известных как задачи типа Стефана [11] и Веригина [3].

Вычислительный метод. Для численного решения задачи (1)–(9) построены разностные адаптивные сетки [12], уже учитывающие свойства пористых сред в виде сеточных структур, согласованных с векторными полями, в частности со значениями проницаемости пористой среды, и градиенты давления, температуры и концентрации через управляющие мониторинговые метрики. Обычно при решении задач фильтрации используют методы раздельного определения полей давления и насыщенности (концентрации и температуры), такие, как IMPES, SS, SEQ [7,13,14] и т. д. Мы для решения исходной задачи применяли модифицированный вариант IMPES-метода. Общий

алгоритм нахождения параметров задачи воздействия на пласт для системы уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} p_{ij}^{k+1} = p_{ij}^k + \tau_i L_h^p \left(s_{2ij}^n, p_{ijk}^{k+1}, u_{ij}^n, v_{ij}^n, T_{ij}^n, c_{ij}^n \right), \\ T_{ij}^{n+1} = T_{ij}^n + \tau_i L_h^T \left(T_{ij}^n, p_{ij}^n, u_{ij}^{n+1}, v_{ij}^{n+1}, s_{2ij}^n, c_{ij}^n \right), \\ c_{ij}^{n+1} = c_{ij}^n + \tau_i L_h^c \left(T_{ij}^{n+1}, c_{ij}^n, p_{ij}^n, u_{ij}^{n+1}, v_{ij}^{n+1}, s_{2ij}^n \right), \\ s_{1ij}^{n+1} = s_{1ij}^n + \tau_i L_h^s \left(s_{2ij}^n, p_{ij}^n, u_{ij}^{n+1}, v_{ij}^{n+1}, T_{ij}^{n+1}, c_{ij}^{n+1} \right), \quad s_{2ij}^{n+1} = 1 - s_{1ij}^{n+1}, \end{cases} \quad (11)$$

которая решается неявным итерационным методом.

Устойчивость и сходимость разностной схемы проверялись путем сравнения с тестовыми данными решений при заданной суммарной скорости. При разработке программы использована гибридная технология организации параллельных вычислений OpenMP и MPI [15].

Разработка гидродинамического симулятора. Для рационального проектирования численной параллельной программы-анализатора и в целом распределенной системы решения технологической задачи закачки ПАВ с различными температурными режимами в продуктивный пласт нами использована единая методология на основе технологий Model Driven architecture (MDA) [16] и Model checking [17], т.е. предварительное формальное описание всех компонентов системы, применяя UML 2.0 и следуя методологии MDA. Далее реализуются детализация свойств и специфики задачи и учет характеристик высокопроизводительного кластера URSA [18], в завершении формируется «полуавтоматическая» генерация программного кода, реализующего параллельный численный алгоритм (11). Сконструированный параллельный код тестировался и формально верифицировался с помощью построенной дискретной модели на основе анализатора SPIN [17], реализующего методологию Model checking.

На базе построенной математической и компьютерной модели движения жидкости в пористой среде с учетом процессов тепло- и массопереноса предлагается прототип – Web гидродинамический симулятор – распределенная вычислительная система для анализа и разработки нефтегазовых месторождений ИСАР-II. Особенностью этой системы является то, что все расчеты численных моделей ведутся на распределенных высокопроизводительных вычислительных ресурсах, организуется распределенная обработка и хранение данных, а пользователь в промышленных условиях через Интернет (включая мобильные платформы) получает доступ к автоматизированному рабочему месту технолога-аналитика. Ввод-вывод данных, расчет и анализ результатов по выбранной модели решения технологической задачи можно осуществлять параллельно и оперативно из любой точки с доступом в Интернет. Таким образом, система дополняется новыми решениями моделей технологических задач нефтедобычи, оперативно обновляется и пользователь через авторизацию в системе имеет доступ к данным и результатам расчетов гидродинамического симулятора.

Результаты. Вычислительный эксперимент проводился в среде Java – Eclipse, графики получены на Tecplot 360 и разработанном симуляторе. Результаты расчетов для 2D и 3D случаев приведены на рис. 1 и 2.

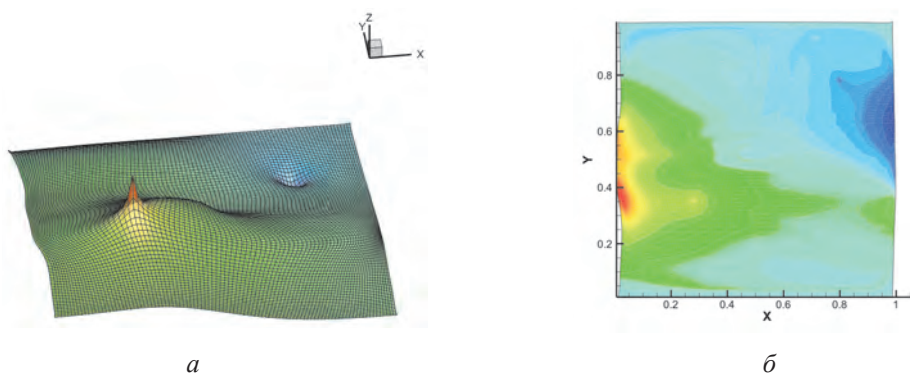


Рис. 1. 2D распределения: а – давления, б – насыщенности

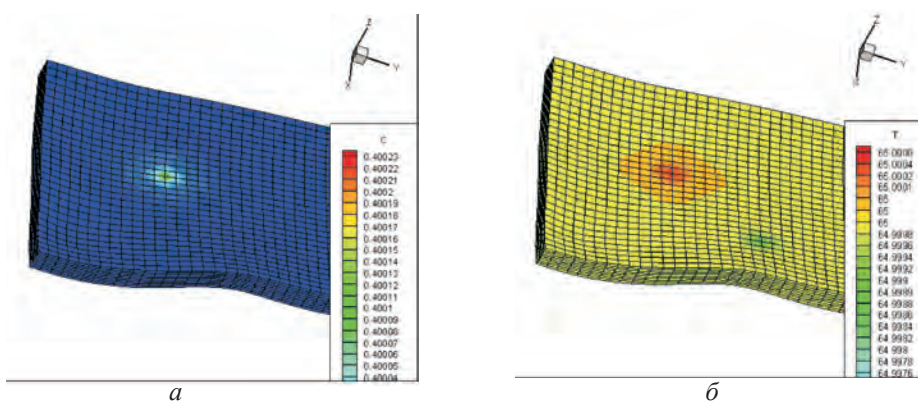


Рис. 2. 3D распределения: а – концентрации, б – температуры

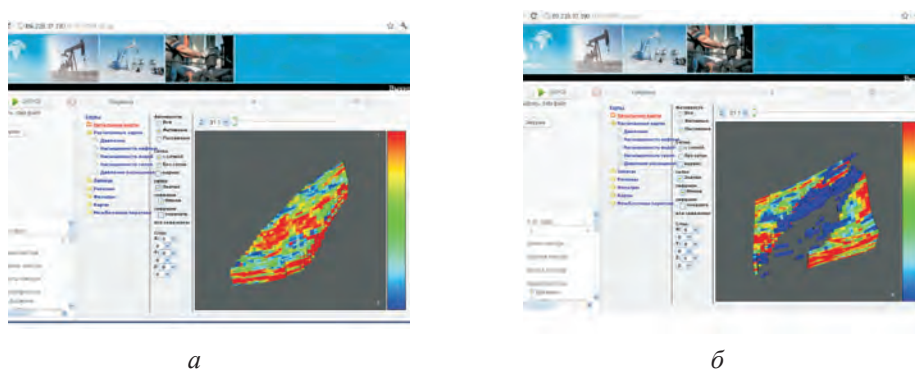


Рис. 3. Web симулятор нефтяного пласта –3D модель: а – активные, б – неактивные блоки

Система представляет собой интерактивный пакет для анализа и оценки технологической задачи гидродинамического моделирования нефтегазового пласта при закачке ПАВ с различными температурными режимами в продуктивный пласт и использованием многопроцессорной техники. Модуль визуализации представлен в виде Web-модуля, исполняющегося на сервере (кластере) и использующего аппаратные средства графической подсистемы (GPU) со стороны клиента (рис. 3).

Тем самым мы рассмотрели вопросы создания и исследования математической модели фильтрации жидкости в пористой среде с учетом процессов массо- и теплопереноса. Введение кинетических уравнений тепло- и массопереноса позволило выявить «транзитные» переходы фронтов (10), сопровождаемых фазовыми изменениями, и определить распределение параметров задачи закачки ПАВ с учетом температурных эффектов. Построены последовательный и параллельный вычислительный алгоритмы решения задачи. Представлена разработанная Web распределенная вычислительная система расчетов параметров рассматриваемой задачи в режиме реального времени, с разными уровнями детализации гидродинамического моделирования. Проведены вычисления и дан их анализ через удаленный доступ и Интернет с использованием высокопроизводительного кластера.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бабалян Г.А., Леви Б.И., Тумасян А.Б., Халимов Э.М. Разработка нефтяных месторождений с применением поверхностно-активных веществ. – М.: Недра, 1983. – 216 с.
- 2 Ентов В.М., Шыганаков Н. О капиллярной пропитке гидрофобных нефтенасыщенных пород раствором активной примеси // ПМТФ СО АН СССР. – 1981. – №4. – С.116-118.
- 3 Антонцев С.Н., Доманский А.В., Пеньковский В.И. Фильтрация в прискважинной зоне пласта и проблемы интенсификации притока. – Новосибирск: ИГиЛ СО АН СССР, 1989. – 190 с.
- 4 Чекалюк Э.Б. Термодинамика нефтяного пласта. – М.: Недра, 1965. – 238 с.
- 5 Buckley S.E., Leverett M.C. Mechanism of fluid displacement in sands // AIME. – 1942. – Vol. 146. – P. 107-115.
- 6 Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкостей и газов в природных пластах. – М.: Недра, 1984. – 211 с.
- 7 Азиз Х., Саггари Э. Математическое моделирование пластовых систем. – М.: Недра, 1982. – 507 с.
- 8 Данаев Н.Т., Корсакова Н.К., Пеньковский В.И. Массоперенос в прискважинной зоне и электромагнитный каротаж пластов. – Алматы: Казак университети, 2005. – 180 с.
- 9 Sunderam, V.S., Geist, G.A., Dongarra, J. et al. The PVM concurrent computing system - evolution, experiences, and trends // Parallel Computing. – 1994. - N 20(4). – P. 531-545.
- 10 Гиматутдинов Ш.К. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1983. – 615 с.
- 11 Мейрманов А.М. Задача Стефана. – Н.: Наука, 1986. – 239 с.
- 12 Liseikin V.D. Grid generation methods. – Berlin: Springer, 1999. – 231 p.
- 13 Коновалов А.Н. Задачи фильтрации многофазной несжимаемой жидкости. – Новосибирск: Наука, 1988. – 166 с.
- 14 Антонцев С.Н., Папин А.А. Приближенные методы решения задач двухфазной фильтрации // ДАН СССР. – 1979. – Т. 247, № 3. – С. 521-524.
- 15 Бахтин В.А. Гибридная модель параллельного программирования DVM/OpenMP: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2008. – 122 с.
- 16 Frankel D. Model Driven Architecture. Applying MDA to Enterprise Computing. – Indiana: Wiley Publishing, 2003. – 567 p.
- 17 Кларк Э., Грамберг О., Пелед Д. Верификация моделей программ: Model Checking. – М.: МЦНМО, 2002. – 416 с.
- 18 ursa.kaznu.kz

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОЛЕ

**А. А. БАЙМУХАМЕТОВ, Н. И. МАРТЫНОВ, М. А. РАМАЗАНОВА,
А. Г. ТАНИРБЕРГЕНОВ, А. А. ЧУПРАСОВ**

Институт механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова МОН РК

Проведено численное моделирование формирования соляных диапиров в температурном поле. Рассмотрены двух- и трехслойные модели. В виде последовательности иллюстраций для разных моментов времени показаны стадии эволюции диапира в обоих случаях. Построены поля девиаторов касательных напряжений и температур. Отмечено, что распределение напряжений во времени согласуется с механизмом формирования соляного диапира. Количественно определено, что углеводородные коллекторы приурочены к областям, прилегающим к диапиру. Установлено, что повышенные термоградиенты существенно способствуют концентрации углеводородов.

Ключевые слова: соляной диапир, нефтегазовый коллектор, компьютерное моделирование, термоградиент, напряженно-деформированное состояние.

Температуралық өрісте тұзды диапирлердің қалыптасуының сандық моделдеуі жүргізілді. Екі және үш қабатты модельдер қарастырылды. Әртүрлі уақыт кезеңдері үшін екі жағдайда да диапирдің эволюция сатылары көрнектелудің тізбегі түрінде көрсетілді. Жанама кернеу мен температура жанамаларының девиаторлар өрістері жасалды. Кернеудің уақыт бойынша үлестірілімі тұзды диапирлердің қалыптасу тетігімен қабысатыны белгіленді. Диапирге іргелес аймаққа ұитасқан көмірсутекті коллекторлар сандық түрде анықталды. Жоғарылаған термоградиенттер көмірсутек шоғырларының пайда болуына елеулі түрде мүмкіндік беретіні анықталды.

Түйін сөздер: тұзды диапир, мұнай-газ коллекторы, компьютерлік модельдеу, термоградиент, кернеулі-деформацияланған күй.

Numerical simulation of salt diapirs forming in a temperature field was carried out. Two- and three-layer models are considered. Stages of diapir evolution for both cases were shown in a form of sequence of illustrations for different points of time. Fields of deviators of tangential stresses and temperatures were constructed. It was noted, that stresses distribution in time is consistent with mechanism of salt diapir forming. It is quantitatively established that hydrocarbonic collectors are located in areas, adjoining to diapir. It was established, that the increased thermogradients promote significantly hydrocarbons concentration.

Keywords: salt diapir, oil and gas collector, computer simulation, thermogradient, stressed-deformed condition.

Изучение формирования солянокупольных структур и мантийных диапиров имеет большое научное и практическое значение, поскольку с последним связано распределение месторождений нефти и газа, а также полезных ископаемых в земной коре. Кроме того, соляные структуры используются в качестве подземных хранилищ нефти и газа, а также «хранилищ-консерваторов» термоядерных отходов.

Модель релей-тейлоровской неустойчивости, учитывающая инверсию плотностей горных пород и основанная на базовых уравнениях ползущих течений Стокса неоднородной несжимаемой жидкости, позволяет с помощью компьютерного моделирования не только оценить характерное время формирования соляного диапириз-

ма, но и дать развернутую во времени количественную оценку основных параметров этого процесса, что другими методами затруднительно.

В Казахстане многие задачи солянокупольной тектоники были поставлены академиком Ж. С. Ержановым, и под его руководством решены учениками. Были разработаны и обоснованы несколько численных методов, позволяющих корректно проследить эволюцию поверхности раздела слоев вплоть до образования соляных линз. Численное моделирование позволило провести детальный анализ механизма формирования солянокупольных структур, выявить закономерности и особенности их формирования, описать фазы развития и вид основных характеристик в зависимости от различных физико-геометрических параметров среды. В статье [1] подведен итог этих многолетних исследований.

В работах [2,3] показана возможность существования мелкомасштабной тепловой конвекции в верхних горизонтах земной коры, оказывающей существенное влияние на распределение и формирование соляных диапиров в осадочном чехле.

В настоящем исследовании обсуждаются результаты численного моделирования напряженно-деформированного состояния осадочного комплекса и подсолевого ложа, формирования нефтегазовых ловушек. Показано, что области нефтегазовых ловушек приурочены к повышенным термическим градиентам.

Математическая модель и ее реализация. Система уравнений, описывающая движения вязкой несжимаемой жидкости в поле силы тяжести и перенос тепла, имеет вид:

$$\rho \frac{\partial V_i}{\partial t} + \rho V_k \frac{\partial V_i}{\partial x_k} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k} + \rho g_i, \quad (1)$$

$$\frac{\partial V_k}{\partial x_k} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho V_k) = 0, \quad (3)$$

$$\rho C_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} + V_k \frac{\partial T}{\partial x_k} \right) = \frac{\partial}{\partial x_k} \left(k \frac{\partial T}{\partial x_k} \right) + \sigma_{ik} \dot{\varepsilon}_{ik}, \quad (i, k = 1, 2). \quad (4)$$

Здесь σ_{ik} – девиатор напряжений; $\dot{\varepsilon}_{ik}$ – тензор скоростей деформации; P – давление; V_k – компоненты скорости; g_i – компоненты ускорения силы тяжести; ρ – плотность; C_p – удельная теплоемкость при постоянном давлении; k – коэффициент теплопроводности; T – абсолютная температура.

Система уравнений (1)–(4) замыкается реологическим соотношением, связывающим тензор напряжений и тензор скоростей деформаций, а также уравнением состояния, отражающим зависимости плотности и вязкости от температуры и давления. Из результатов работ [4, 5] следует, что в верхних горизонтах земной коры плотность и динамическая вязкость практически не зависят от давления, а их величины опреде-

ляются значением абсолютной температуры. С высокой степенью точности жидкость можно принять ньютоновской. В качестве уравнения состояния для плотности принимается линейное соотношение:

$$\rho = \rho^* (1 - \alpha(T - T_*)) , \quad (5)$$

где ρ_* – невозмущенная плотность, зависящая от химического состояния материала или плотности при температуре T_0 . Кроме того, сохраняется динамическая вязкость локальной жидкой частицы:

$$\frac{\partial \mu}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_k} (\mu V_k) = 0 . \quad (6)$$

Далее воспользуемся приближением Буссинеска: зависимость плотности от температуры учитывается только в выражении для архимедовой силы в уравнении импульса (1). Коэффициенты k, C_p, α приняты постоянными во всей области и равными их средним значениям для горных пород: $k = 2,4 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$, $C_p = 1,1 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°С)}$, $\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ °С}^{-1}$. В приведенных расчетах плотности осадочного чехла и подсолевого ложа полагались равными: $\rho_1 = \rho_3 = 2,6 \text{ г/см}^3$; галита $\rho_2 = 2,2 \text{ г/см}^3$. Кроме того, ось Oy выбрана вертикальной вверх, а T_* полагалась равной нулю (по Цельсию).

Обозначим характерные параметры индексом нуль. Положим $\rho_0 = \rho_1, \mu_0 = \mu_1 = \rho_1 \nu_1$. За характерную скорость и время примем $u_0 = k / H_0 \rho_0 C_p, t_0 = H_0 / u_0$. Здесь H_0 – характерный размер области. Отнесем давление к $p_0 = \rho_0 g H_0$, а температуру к T_0 . Тогда система уравнений в безразмерных переменных запишется в виде:

$$0 = -Ra \frac{\partial p}{\partial x} + 2 \frac{\partial}{\partial x} \left(2\mu \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right\}, \quad (7)$$

$$0 = -Ra \left(\frac{\partial p}{\partial y} + \rho^* (1 - \alpha_0 T) \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \right\} + 2 \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial V}{\partial y} \right), \quad (8)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0, \quad (9)$$

$$\frac{\partial \rho^*}{\partial t} + u \frac{\partial \rho^*}{\partial x} + V \frac{\partial \rho^*}{\partial y} = 0, \quad (10)$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial t} + u \frac{\partial \mu}{\partial x} + V \frac{\partial \mu}{\partial y} = 0, \quad (\mu = \rho^* \nu), \quad (11)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + V \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{1}{\rho^*} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + \text{Div} \left[2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial V}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right)^2 \right]. \quad (12)$$

Здесь u, V – горизонтальная и вертикальная составляющие скорости соответственно; $\alpha_0 = \alpha T_0$; число Релея $Ra = g H_0^3 \rho_0 C_p / (\nu_0 k)$; число Прандтля $\text{Pr} = \nu_0 \rho_0 C_p / k$;

безразмерный параметр диссипации $Di = \nu_0 k / (T_0 H_0^2 C_p^2 \rho_0)$. Число Прандтля входит множителем Pr^{-1} в левую часть безразмерных уравнений импульса (7), (8). При характерном перепаде температур $T_0 = 300^0$ С имеет порядок 10^{23} , поэтому левые части уравнений (7), (8) можно положить равными нулю. Число Релея Ra имеет порядок 10^4 , а $Di \approx 10^{-6}$.

В работе [6] показано, что при малых скоростях можно пренебречь диссипацией, но из методических соображений при разработке численного метода она была оставлена. К системе уравнений (7)–(11) добавляются начальные и граничные условия. При $t = 0$ задаются распределения ρ , μ и температуры T . Граничные условия могут быть разнообразными. В данном исследовании на боковых стенках ставились условия скольжения (или прилипания), а на верхней и нижней стенках – условия прилипания. Кроме того, на нижней стенке задавалась температура $T(x)$, а на верхней стенке температура полагалась равной нулю.

Для расчета чисто динамической задачи формирования соляных структур авторами был разработан и реализован численный метод [1]. В тепловой задаче (7)–(12) в уравнениях импульса добавляется член, пропорциональный температуре, и уравнение (12), выражающее баланс энергии с соответствующими граничными и начальными условиями. Поэтому алгоритм расчета динамической части остается прежним (в дискретных уравнениях импульса добавляется архимедова сила, связанная с температурой, которая определяется в центре ячейки). Уравнение энергии аппроксимировано неявной абсолютно устойчивой схемой переменных направлений, которая реализуется продольно-поперечной немонотонной прогонкой. При этом конвективные члены в левой части уравнения (12) аппроксимировались схемой против потока, гарантирующей ее монотонность.

Реализация разностной начально-краевой задачи (7)–(12) проводится следующим образом. При $t = 0$ известны начальные значения плотности, динамической вязкости и температуры, по которым вычисляются объемные силы в уравнениях импульса. Разрешается разностный аналог уравнений (7)–(11), позволяющий определить значения компонентов скорости и давления в начальный момент времени, а также распределение вязкостей и плотностей на первом временном слое. Разрешается разностный аналог уравнения (12), который дает распределение температуры по пространству на первом временном шаге. Затем процесс повторяется и вычисления проводятся до необходимого временного слоя.

Расчет напряженно-деформированного состояния. На фоне гидростатического давления, обусловленного залеганием слоев горных пород, формирование соляного диапиризма происходит за счет изменения во времени напряженно-деформированного состояния слоев горных пород и сопровождается образованием повышенных и пониженных зон концентраций напряжений и деформаций. Каменная соль (галит) представляет собой достаточно пластичный материал. Осадочный чехол и подсолевое ложе – это хрупкие горные породы, механизмом разрушения которых является хрупкое растрескивание (разрушение), сопровождающееся дилатансией.

Именно благодаря тому, что горные породы обладают хрупким разрушением, в зонах повышенных концентраций напряжений происходит разрушение с образова-

нием порового пространства, снимаются избыточные напряжения. В результате образуются локальные зоны пониженных напряжений (нефтегазовые ловушки), куда и мигрируют находящиеся в пластах горных пород углеводороды. Для соляных куполов нефтегазовые ловушки формируются в областях их крыльев (надкрылового и подкрылового пространства), а также в области подкупольного пространства подсолового ложа, что было обнаружено глубинным бурением соляных диапиров.

При расчете на прочность горных пород обычно используется критерий прочности, достаточный для практики, который гласит: если девиатор касательных напряжений τ меньше определенного предела τ_{np} , то разрушение горной породы не происходит; если девиатор касательных напряжений τ больше или равен τ_{np} , то горная порода разрушается. Для плоской деформации он выглядит так:

$$\tau = \sqrt{(\sigma_{22} - \sigma_{11})^2 + 4\sigma_{12}^2} \leq \tau_{np}.$$

Заметим, что $\tau_{np} \ll \tau_T = 0,1G$, где τ_T – теоретическая прочность при сдвиге, G – модуль сдвига верхнего горизонта земной коры. Условие $\tau_{np} \ll \tau_T = 0,1G$ связано с тем, что в кристаллических твердых телах имеются дефекты – дислокации, трещины и их комбинации, что и понижает практический предел прочности горных пород относительно теоретического.

Схема расчета была принята следующей. Сначала численным моделированием определяется поле давлений, скоростей и температуры. Затем численным дифференцированием (через центральные разности на разнесенных сетках) строились поля напряжений σ_{11} , σ_{22} , σ_{12} и τ . Выделялись зоны повышенных концентраций девиатора касательных напряжений и по ним определялись наиболее вероятные зоны нефтегазовых ловушек. Для изотропного упругого (вязкого) тела тензоры напряжений и деформаций (тензоры скоростей деформации) соосны, поэтому зонам повышенных или пониженных напряжений соответствуют зоны повышенных или пониженных компонентов тензора деформаций (тензора скоростей деформаций). Следовательно, достаточно выделить зоны концентраций напряжений. Схема расчета пространственной модели аналогична плоской (с соответствующим пересчетом девиатора касательных напряжений для пространственного случая). В данном исследовании авторы ограничились рассмотрением плоской модели с выделением нефтегазовых ловушек на основе оценки зон, где максимален девиатор касательных напряжений.

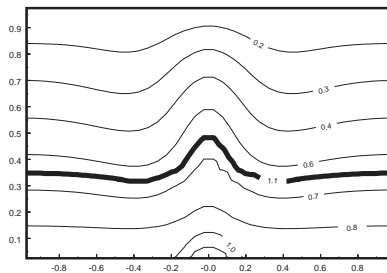
Результаты численного моделирования. На рис. 1 показано формирование основного соляного диапира и вторичных диапиров в различные моменты безразмерного времени. Первоначальное распределение температуры по пространству было задано линейной функцией вертикальной координаты. На верхней стенке поддерживалась нулевая температура, на нижней – 250°C . В двух точках расчетной сетки, моделирующих локальный источник тепла, температура задавалась на 50°C выше. Первоначальная граница раздела – прямая линия. Кроме того, на рис. 1, а, в, д изображены изотермы $T = \text{const}$, а на рис. 1, б, г, е – изолинии девиатора касательных напряжений $\tau = \text{const}$.

Расчеты показали, что компоненты напряжений для развитой фазы примерно в 2–2,5 раза больше, чем для менее развитой фазы. Верхняя часть надкупольного

пространства и самого купола представлена растягивающими горизонтальными напряжениями и сжимающими вертикальными напряжениями. Нижняя часть купола представлена сжимающими напряжениями, нижняя центральная часть купола – примерно одинаковой интенсивностью вертикальных напряжений, а наибольшее различие в интенсивности характерно для ее периферийной части. Величина касательных напряжений изменяется в 1–1,5 раза, что связано с формированием вихревой зоны. Следует отметить, что распределение напряжений во времени согласуется с механизмом и формированием соляного купола. Аналогичная картина наблюдается в области формирования периферийных куполов.

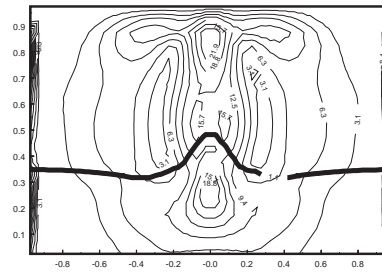
Сопоставление рис. 1, б, з, е показывает, что развитая фаза солянокупольного диапиризма характеризуется более интенсивными девиаторами касательных напряжений, чем менее развитая фаза. Отличие местами составляет в 3 раза и более. Наибольшие по величине девиаторы касательных напряжений в развитой фазе наблюдаются в областях надкрылового, подкрылового и нижней центральной частях купола. Следовательно, вероятные нефтегазовые ловушки образуются в примыкающих к крыльям куполов областях. Простая оценка площадей этих областей и дает возможные вероятные объемы углеводородов.

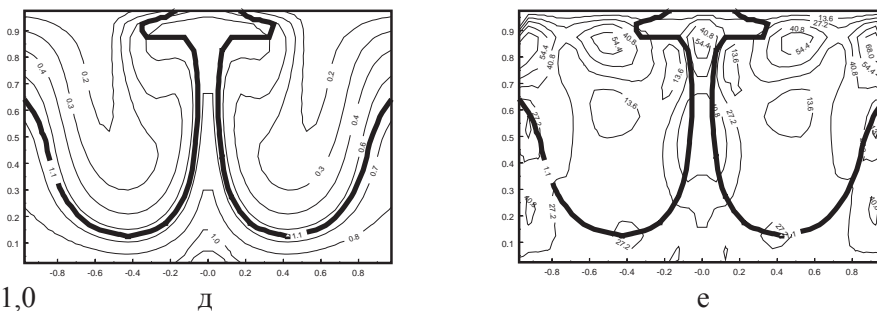
На рис. 1, а, в, д изображены изотермы, соответствующие процессу формирования диапиров. Как видно, изотермы высоких температур изогнуты сильнее, чем низких, что указывает на концентрацию движения в областях с повышенной температурой. При развитой гравитационной неустойчивости изотермы сильно изогнуты и диоморфны профилю соляного диапира. Изотермы от 0,3 до 0,5 заполняют область, прилегающую к крыльям соляного купола, поэтому в этих областях температура повышена на 30 – 90°C относительно соседних областей осадочного чехла.



t = 0,3

а





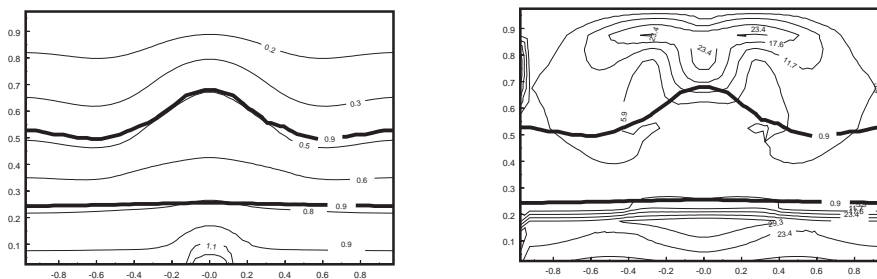
t = 1,0

д

е

Рис. 1. Формирование диапиров во времени (двухслойная модель) и распределение изотерм и изолиний девиатора касательных напряжений.

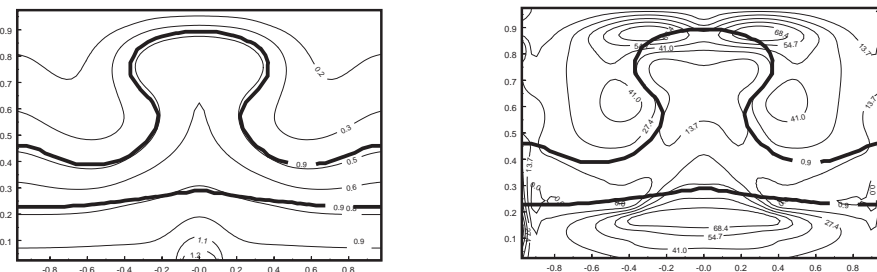
Динамические вязкости слоев: $\mu_1 = 10^{18}$ П, $\mu_2 = 5 \cdot 10^{17}$ П



t = 0,2

а

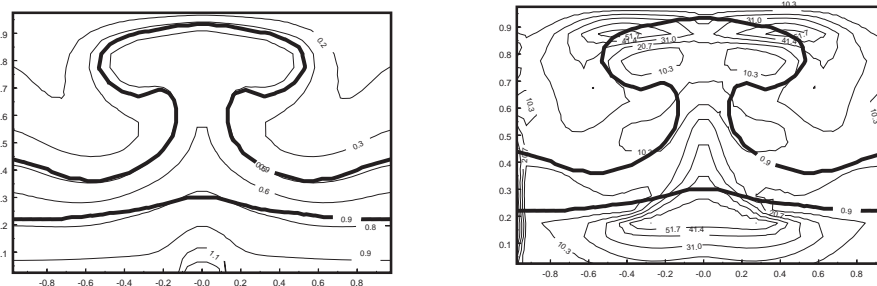
б



t = 0,8

в

г



t = 1,1

д

е

Рис. 2. Формирование соляного купола во времени (трехслойная модель) и распределение изотерм и изолиний девиатора касательных напряжений.

Динамические вязкости слоев: $\mu_1 = 2,6 \cdot 10^{19}$, $\mu_2 = 2,2 \cdot 10^{18}$, $\mu_3 = 2,6 \cdot 10^{20}$

Хорошо известно, что величина геотермического градиента является одним из главных параметров и признаков генерации полезных ископаемых [7]. Повышение температуры на 10°C увеличивает скорость химической реакции в два раза в средах, благоприятных для выделения углеводородных соединений, в том числе нефти. В работе [7] построены карты распределений геотермического градиента верхней части земной коры и теплового потока Казахстана.

Анализ этих карт показал, что месторождения Западного Казахстана и акватория Аральского моря расположены в зонах с повышенным уровнем геотермического градиента. Распределение изотерм на рис. 1, *a, в, д* и зон повышенных девиаторов касательных напряжений на рис. 1, *з, е* количественно подтверждает, что углеводородные запасы привязаны к областям с повышенными температурными градиентами.

Расчеты показали, что на формирование диапиров существенное влияние оказывают локальные источники тепла. При нулевой начальной температуре в осадочном чехле изотермы изгибаются в процессе формирования диапиров, но остаются в теле куполов. Это говорит о том, что процесс гравитационной неустойчивости преобладает над тепловыми эффектами. Конвекция просто не успевает развиваться.

На рис. 2 показана эволюция формирования соляного диапира в глубоко залегающих осадочных комплексах (на глубинах 6–15 км).

Первоначальное распределение температуры по пространству было задано линейной функцией вертикальной координаты. На верхней стенке поддерживалась нулевая температура, на нижней – 380°C . В трех точках расчетной сетки, моделирующих локальный источник тепла, температура задавалась на 70°C выше. Рис. 2, *a, в, д* дают представление о распределении изотерм как в осадочном чехле, так и в теле купола и подсолевого ложа, а рис. 2, *б, з, е* – о распределении изолиний девиаторов касательных напряжений. Как видно, термические градиенты оказывают существенное влияние на формирование подсолевого ложа, сильно деформируя подкупольное пространство (области границ раздела «галит – подкупольные осадочные породы»). В подсолевом ложе наблюдаются обширные области, в которых повышены и достаточно большие по абсолютной величине девиаторы касательных напряжений. В нижней центральной части купола за счет динамического давления и повышенной температуры осуществляется значительный подсос подсолевого ложа. Поэтому если в подсолевом ложе присутствуют большие запасы углеводородов, то они будут вследствие дилатансии мигрировать в центральную часть подкупольного пространства. Количественная оценка этих объемов позволяет определить вероятные запасы углеводородов.

Отметим, что численный метод с небольшими изменениями переносится на осесимметричные и трехмерные задачи, а с небольшими модификациями – и на задачи по расчету астеносферного диапиризма [8].

ЛИТЕРАТУРА

1 Мартынов Н.И., Танибергенов А.Г. Численное моделирование условий формирования солянокупольных структур в земной коре // Математический журнал. – 2006. – Т.6, №1 (191). – С.67–73.

2 Жантаев Ж.Ш., Мартынов Н.И., Танибергенов А.Г. Формирование соляных диапиров в температурном поле // Проблемы эволюции открытых систем. – 2009. – Т.2, вып.14. – С.11.

3 Мартынов Н.И., Танибергенов А.Г. Влияние температурных градиентов на формирование соляных диапиров //Труды межд. науч.-практ. конф. «Механика и строительство транспортных сооружений», посв.75-лет. акад. НАН РК Айталиева Ш. М. – Алматы, 2010. – С.273–276.

4 Karato S. Grain size distribution and rheology of the upper mantle //Tectonophysics. – 1984. – V.104. – P.155–176.

5 Ranalli G., Fisher B. Diffusion creep, dislocation creep and mantle rheology // Phys. Earth Planet Inter. – 1984. – V.34. – P.77–84.

6 Ландау Л.Д., Лифшиц Е.Н. Гидродинамика. – М.: Наука, 1986.–736 с.

7 Жантаев Ж.Ш. О характере изменения мощности земной коры в зависимости от величины геотермического градиента //Материалы Российско-Казахстанского симпозиума по вопросам геодинамики. Алматы, 2007. – С.14–23.

8 Малевский А.В. Численная модель астеносферного диапиризма //Физика Земли. – 1986. – №9. – С.37–44 .

К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ ЦЕННОСТЕЙ ПРИ ОТБОРЕ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ*

Ж. С. ЕСЕНГАЛИЕВА

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Обсуждаются результаты формирования системы ценностей научно-инновационного проекта. Разработана система ценностей научно-инновационного проекта, которая служит внутренним компасом, направляющим инновационную деятельность на реализацию научно-инновационных проектов с учетом обеспечения экологической безопасности в целях повышения производительности труда и стимулирования развития приоритетных секторов экономики. Сформированы показатели критериев инновационности и конкурентоспособности. Формализован системный подход к математической модели по показателям критериев и приоритетным направлениям в контексте оценки научно-инновационных проектов.

Ключевые слова: научно-инновационный проект, система ценностей, инновационность, конкурентоспособность.

Мақалада ғылыми-инновациялық жобаның құндылықтар жүйесінің қалыптасу нәтижелері талданады. Еңбек өндірісін жоғарылату мақсатында экологиялық қауіпсіздікті және экономиканың басым секторларының дамуын ынталандыруды қамтамасыз етеуді ескере отырып, инновациялық әрекетті ғылыми-инновациялық жобаларды жүзеге асыруға бағыттайтын ішкі компас ретінде қызмет ететін ғылыми-инновациялық жобалардың құндылықтар жүйесі дамытылды. Инновациялық пен бәсекеге қабілеттіліктің өлшем көрсеткіштері қалыптасты. Ғылыми-инновациялық жобаларды бағалау контекстінде өлшем көрсеткіштер мен басым бағыттар бойынша математикалық модельге жүйелік амал нысандырылды.

Түйін сөздер: ғылыми-инновациялық жоба, құндылықтар жүйесі, инновациялық, бәсекеге қабілеттілік.

In the paper results are discussed of system of scientific-innovation project values forming. System of scientific-innovation project values was worked out, which may be used as an internal compass directing innovative activity on implementation of scientific and innovation projects with due account of ensuring of ecological safety for increase of labor productivity and ensuring of stimulation of priority sectors of economy development. Indicators of criteria of innovativeness and competitiveness were formed. The system approach to mathematical model by indicators of criteria and the priority directions was formalized in context of scientific and innovation projects evaluation.

Keywords: scientific and innovative project, system of values, innovativeness, competitiveness.

Научно-инновационный проект (НИП) представляет собой сложную систему мероприятий, взаимообусловленных и взаимосвязанных по ресурсам, срокам и исполнителям, направленных на достижение конкретных целей (задач) по приоритетным направлениям развития науки и техники.

Особенностью инновационных процессов, формируемых в виде инновационных программ и проектов, является то, что они относятся к категории объектов наиболее высокого риска для инвестиций [1].

* Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научно-технических программ и проектов Комитетом науки МОН РК, грант № 1150/ГФ, 2012–2014 гг.

Оценка НИП – важная и сложная процедура на стадии НИОКР, но она также представляет собой непрерывный процесс, предполагающий возможность остановки проекта в любой момент в связи с появляющейся дополнительной информацией, основанной на экспертных оценках.

Принятие решений о выполнимости НИП акцентируется на ценностях и приоритетах, на базе которых осуществляется функционально-структурное планирование. Рассматривается система ценностей НИП, в основе которой сформированы и интерпретированы все известные теоретические и эмпирические знания.

Разработка критериев системы ценностей научно-инновационного проекта.

Набор критериев, представленных в различных методиках отбора НИП, не позволяет однозначно оценить инновационные проекты из-за их высокой неопределенности и отсутствия комплексного подхода.

Поскольку на каждом конкретном предприятии существуют свои факторы, влияющие на эффективность научно-инновационных проектов, то универсальной системы оценки проектов нет. Все эти факторы оказывают влияние на результативность научно-инновационного проекта, но оценить их количественно очень трудно, а в некоторых случаях и невозможно, поэтому их необходимо учитывать на стадии отбора проектов. На основе этих факторов следует выделить определенные критерии для оценки научно-инновационных проектов [2].

Для обеспечения измеримости целей выделим систему показателей для идентификации нужной информации. Все принятые показатели должны соответствовать критериям качества, количества и времени. Качество критериев оценки НИП определяется посредством установления норм, которые формировались на основе мониторинга и анализа имеющейся информации.

Критерии, необходимые для оценки НИП, могут различаться в зависимости от конкретных особенностей организации-исполнителя НИП, ее отраслевой принадлежности и стратегической направленности.

Многочисленными предлагаются разработанные показатели критериев НИП, которые приведены в табл. 1–3.

Таблица 1. Критерии инновационности

№ п/п	Критерии инновационности
1	Актуальность исследования, уникальность и перспективность проекта (отсутствие аналогов)
2	Научная новизна, научно-технический уровень, технологический уровень (новая технология), перспективность предлагаемых в проекте решений
3	Оценка применяемой методологии для научных исследований и технологического уровня проекта
4	Степень научно-методологической, технической и технологической разработанности проекта
5	Оценка ожидаемых результатов научных исследований/проектов

Окончание табл. 1

6	Оценка возможности выполнения/создания будущих НИОКР/новых технологий на базе данного научного исследования/проекта
7	Оценка вероятности научного/технического/технологического успеха проекта
8	Оценка преимущества проекта по сравнению с существующими аналогами в мире
9	Оценка соответствия цитируемости использованных научных трудов и литературы, научных и опытно-конструкторских разработок

Таблица 2. Критерии конкурентоспособности

№ п/п	Группа маркетинговых и финансовых критериев конкурентоспособности
1	Оценка экономической обоснованности запрашиваемого объема финансирования по смете расходов и календарному плану работ/времени разработки проекта
2	Оценка вероятности коммерческого успеха научного/технического/технологического результата исследования/проекта
3	Оценка инвестиционной привлекательности научного/технического/технологического результата исследования/проекта
4	Оценка потенциального годового размера прибыли предлагаемого НИП
5	Оценка соответствия проекта четко определенным потребностям потребительского рынка и общества
	Группа производственной и научно-технической обеспеченности критериев конкурентоспособности
1	Оценка кадровой обеспеченности профессиональной квалификацией и опытом работ в области предлагаемого исследования/проекта
2	Оценка материально-технической обеспеченности исследования/проекта
3	Оценка степени патентно-лицензионной обеспеченности исследования/проекта
4	Оценка научно-практической значимости предлагаемых решений исследования/проекта
5	Оценка социально-экономической значимости и уровня экологического эффекта на общество предлагаемого исследования/проекта
6	Оценка уровня импортозамещения, повышения экспортного потенциала страны, предлагаемых решений данного исследования/проекта

Инновационное развитие является важным направлением повышения обоснованности инвестиционных стратегий особенно для предприятий реального сектора экономики и приоритетных направлений индустриально-инновационного развития страны.

В результате анализа состояния инновационного развития в Республике Казахстан выявлены особенности регионального инновационного развития внутри страны, где все большее значение приобретает развитие национального потенциала Казахстана, определяемого совокупностью соответствующих операций по обеспечению реализации нововведений. В этой связи в целях модернизации и технологического развития

Республики Казахстан и повышения ее конкурентоспособности в соответствии с законодательством определены приоритетные направления инновационного развития страны[3]:

1. Прогрессивные технологии поиска, добычи, транспортировки и переработки минерального и углеводородного сырья.
2. Прогрессивные технологии в горно-металлургическом комплексе.
3. Прогрессивные технологии в агропромышленном комплексе.
4. Биотехнологии.
5. Прогрессивные технологии химии и нефтехимии.
6. Прогрессивные технологии машиностроения, включая использование новых материалов.
7. Альтернативная энергетика и технологии энергоэффективности.
8. Инфокоммуникационные технологии.

Далее используем разработанные показатели критериев и определенные приоритетные направления инновационного развития для системного подхода к математической модели оценки НИП.

Системный подход в экономико-математическом анализе позволяет разработать научно обоснованные эффективные варианты решения задач, что дает основание для выбора наиболее целесообразных управленческих решений. Для формализации структуры системы ценностей научно-инновационного проекта использованы труды [1,4], в которых выделены элементы системы и связи между ними.

Формализованная система ценностей научно-инновационного проекта представляет собой:

$\bar{D} = (d_1 \quad \dots \quad d_j \quad \dots \quad d_m)^T$ – вектор приоритетных направлений,

$$\bar{G} = \bar{X} + \bar{Y} = (g_1 \quad \dots \quad g_i \quad \dots \quad g_n)^T = (x_1 \quad \dots \quad x_i \quad \dots \quad x_n)^T + (y_1 \quad \dots \quad y_i \quad \dots \quad y_n)^T. \quad (1)$$

Здесь (1) – это вектор показателей критериев, где g_i – значение i -го приоритетного направления научного исследования $i = \overline{1, n}$;

\underline{x}_i – составляющие значения показателей инновационности i -го направления $i = \overline{1, n}$;

\underline{y}_i – составляющие значения показателей конкурентоспособности i -го направления $i = \overline{1, n}$;

d_j – значения критериев инновационности и конкурентоспособности j -го направления научного исследования $j = \overline{1, m}$.

Модель объекта моделирования, т.е. систему S , можно представить в виде множества величин, описывающих процесс функционирования реальной системы и образующих следующие подмножества:

– совокупность входных воздействий (направления и показатели критериев) на систему $d_j \in D, j = \overline{1, m_N}$; $g_i \in G, i = \overline{1, n_p}$; $x_i \in X, i = \overline{1, n_j}$; $y_i \in Y, i = \overline{1, n_k}$;

– коэффициент информационной неоднородности $f_l \in F, l = \overline{1, n_F}$;

– совокупность значений свойства открытости системы $a_k \in A, k = \overline{1, n_A}$;

– совокупность значений свойства комплексности системы $b_k \in b, k = \overline{1, n_b}$;
 – совокупность выходных характеристик системы $d'_j \in D', j = \overline{1, m_N}; g'_i \in G', i = \overline{1, n_p};$
 $x'_i \in X', i = \overline{1, n_I}; y'_i \in Y', i = \overline{1, n_K}$.

Исследование позволило сделать вывод о том, что система критериев должна быть дополнена свойством, которое характеризуется информационной неоднородностью для повышения качества экспертизы НИП. Под информационной неоднородностью понимаются неопределенность и риск реализации НИП, а также возможные дополнительные затраты, предпринимаемые с целью их снижения, непосредственно учитывающиеся в составе критериев в виде дополнительных или(и) основных потоков.

Критерии, необходимые для оценки научно-инновационных проектов, могут различаться в зависимости от конкретных особенностей организации, ее отраслевой принадлежности и стратегической направленности. Проекты, получающие высокую оценку с позиции одних целей, стратегий и задач, могут не получить ее с точки зрения других. В этой связи свойства комплексности и открытости для каждого критерия инновационности и конкурентоспособности способствуют более эффективному оцениванию при отборе научно-инновационных проектов.

Свойство *открытости* означает, что включаемые индикаторы не являются неизменными, а, напротив, допускают многовариантность, различные способы установления связи между исследуемыми направлениями и назначенными критериями для достижения значимых результатов.

Под комплексностью понимается комплексное системное управление научно-инновационными проектами.

Таким образом, сформирована система ценностей НИП, а также формализован системный подход к математической модели, который способствует организации прогнозных действий, выявляющих закономерности и взаимосвязи с целью их более эффективного использования.

Важным аспектом формализованного системного подхода к математической модели системы ценностей НИП является выработка принципа использования разработанной системы для создания нового, единого и более оптимального подхода к познанию ожидаемых результатов НИП с гарантированной целью получить целостное представление об исследуемом материале.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мутанов Г. Экономико-математические методы и модели. Изд. 2-е, доп. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 473 с.
- 2 Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Пер. с англ. / Науч. ред. А.В.Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. Изд. 2-е – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 360 с.
- 3 Закон Республики Казахстан от 9 января 2012 года «О государственной поддержке индустриально-инновационной деятельности».
- 4 Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. – М.: Высшая школа, 1998. – 574 с.

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ РЕАЛИЗАЦИИ КРИПТОСИСТЕМЫ ЭЛЬ-ГАМАЛЯ

С. ЖУНИСБЕКОВ¹, А. Н. ШЕВЦОВ²

¹Таразский технический институт

²Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати

Исследуются некоторые особенности построения алгоритмов криптосистем на основе открытого и закрытого ключей и их реализация на Delphi. Рассмотрена проблема частичного восстановления закодированных сообщений для модулей простых чисел, выбранных в качестве открытого ключа. Реализованы автоматическое определение функции Эйлера и нахождение всех примитивных корней по модулю введенного числа. Разработаны алгоритмы и компьютерная программа для практического кодирования сообщений с применением метода Эль-Гамала. Полученные алгоритмы могут быть использованы в различных криптосистемах для шифрования текстов.

Ключевые слова: криптосистемы, метод Эль-Гамала, открытый ключ, закрытый ключ, примитивные корни, функция Эйлера, разработка программ.

Бұл жұмыста ашық және тұйық кілті және оның Delphi-де іске асуы негізінде криптожүйелердің алгоритмдерін құрудың кейбір ерекшеліктері зерттелген. Ашық кілт ретінде таңдалынып алынған жай сандар модулі үшін кодталған хабарламалардың ішінара қалпына келтіруі мәселесі қарастырылған. Енгізілген сандардың модулі бойынша барлық алғашқы түбірлерді табу мен Эйлер функциясын автоматты түрде анықтау жүзеге асырылды. Эль-Гамаль әдісін қолданумен хабарламаларды тәжірибелік кодтау үшін компьютерлік бағдарлама мен алгоритмі жасалды. Алынған алгоритмдерді мәтіндердің мағынасын ашу үшін әр түрлі криптожүйелерде қолдануға болады.

Түйін сөздер: криптожүйе, Эль-Гамаль әдіс, ашық кілт, тұйық кілт, алғашқы түбірлерді, Эйлер функциясы, компьютерлік бағдарлама.

In this paper some features are studied of algorithms of cryptosystems elaboration based on public and private keys and their implementation in Delphi. The problem was studied of partial recovery of coded messages for modules of prime numbers selected as a public key. Automatic determination of Euler's function and determination of all primitive roots on modulus of entered number were realized. Algorithms and computer program were worked out for practical coding of messages with El-Gamal's method using. These algorithms may be used in various cryptosystems for texts encoding.

Keywords: cryptosystems, El-Gamal's method, public key, private key, primitive roots, Euler's function, program development.

Требования к современным криптографическим технологиям передачи данных с каждым днем только возрастают. Наиболее распространенными и используемыми в настоящее время являются шифр Эль-Гамала (DSA, ECDSA), шифр Ривеста-Шамира-Алдемана (RSA) и потоковое шифрование (A3, A5, A8, MUGI, PIKE, RC4, SEAL). Нами для исследований был выбран шифр Эль-Гамала (ECDSA) как самое перспективное и современное направление развития криптосистем, исследуемый многими ведущими математиками [1, с.1]. Криптостойкость алгоритма и скорость его работы (выше, чем у RSA) более чем $2,7 \cdot 10^{28}$ для ключа 1300 бит, а максимально до 4090 бит.

Цель исследований – совершенствование как самого алгоритма DSA, так и разработка алгоритмов и программ для его дальнейшей практической реализации.

Несмотря на то, что сам алгоритм Эль-Гамала (криптосистема с открытым ключом, основанная на трудности вычисления дискретных логарифмов в конечном поле) хорошо описан в различных источниках [1, с.1; 2, с.318], его реализация представляет довольно большие трудности. Это связано с областью существования (применимости) алгоритма, а точнее правильности выбора ключей. Для его исследования создадим кодировщик на Delphi – реализующий метод Эль-Гамала (рис.1).

Для шифрования необходимо вычислить открытый и закрытый ключи, а также шифротекст:

$$(p, g, y), \quad (x), \quad (a, b).$$

Для расшифровки достаточно воспользоваться формулой

$$M = b \cdot a^{p-1-x} \pmod{p}. \quad (1)$$

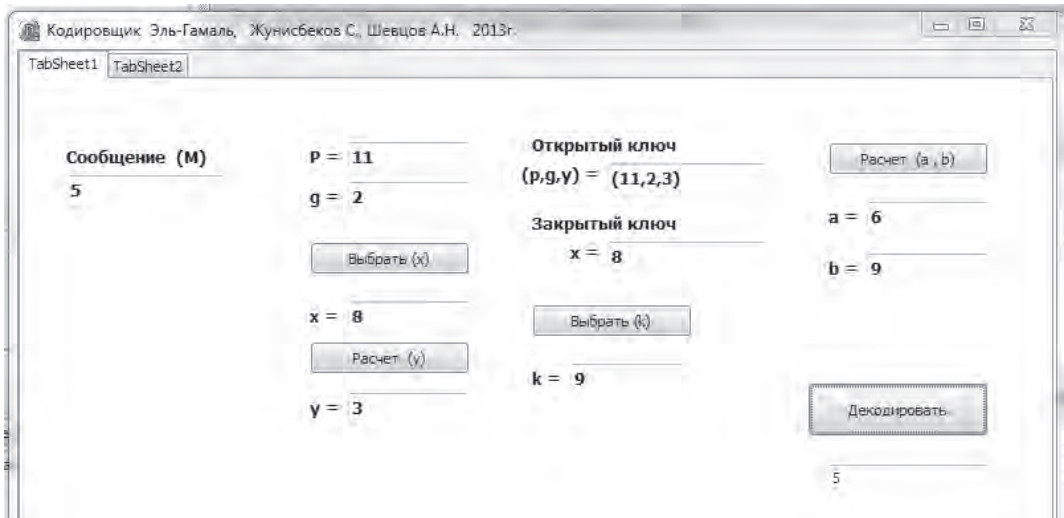


Рис. 1. Программа кодирования сообщений методом Эль-Гамала

Формула дешифрования исходного сообщения (1) может показаться неверной (так как она описана в малом количестве источников). Но ее использование обусловлено целью – избежать вычисления мультипликативной инверсии в (2) в соответствии с малой теоремой Ферма [3–5]:

$$P = \left[b(a^x)^{-1} \right] \pmod{p}. \quad (2)$$

Основу криптосистемы составляют числа p и g , где p – большое простое число, g – первообразный корень в циклической группе $(\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}^*)$ [6]. Разработаем алгоритм нахождения первообразного корня:

code: Delphi

```

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var no, i, j, m, s :integer; bol:boolean;
begin
m:=strtoint(edit4.Text); memo5.Clear; memo6.Clear;
s:=0;
for I := 1 to m - 1 do
begin
no:=NOD(m,i);
if no=1 then
begin
s:=s+1;
memo5.Lines.Add(inttostr(i));
end;
end;
label5.Caption:='fi( '+inttostr(m)+' ) = '+inttostr(s);
for I := 0 to 1000 do for j :=0 to 1000 do StringGrid2.Cells[i,j]:="";
StringGrid2.RowCount:=m;
StringGrid2.ColCount:=s+1;
for I := 1 to m-1 do
begin StringGrid2.Cells[0,i]:=inttostr(i); StringGrid2.Cells[i,0]:=inttostr(i);
end;

for I := 1 to m-1 do
begin
bol:=true;
for j := 1 to s do
begin
prim[j]:=trunc(newpower(i,j,m))mod m;
StringGrid2.Cells[j,i]:=inttostr(prim[j]);

for k := 1 to j-1 do if prim[j]=prim[k] then bol:=false;
end;
if bol then memo6.Lines.Add(inttostr(i));
end;
end;
end;

```

Здесь функция **NOD** вычисляет наибольший общий делитель двух чисел, а **newpower** возводит число в степень для очень больших чисел с учетом последующего вычисления остатка процедуры **mod** по модулю **m**.

Приведем результаты расчета функции с учетом ограничений, вводимых по методу Эль-Гамала для p (рис.2). Получим следующие значения примитивных корней, что соответствует [7] (табл. 1).

Таблица 1. Примитивные корни

	Модуль m (простое число)																
	1	3	5	7	11	13	17	19	23	29	31	37	41	43	47	53	59
Функция Эйлера	0	2	4	6	10	12	16	18	22	28	30	36	40	42	46	52	58
Примитивные корни		2	2	3	2	2	3	2	5	2	3	2	6	3	5	2	2
					6	6	5	3	7	3	11	5	7	5	10	3	6
					7	7	6	10	10	8	12	13	11	12	11	5	8
					8	11	7	13	11	10	13	15	12	18	13	8	10
							10	14	14	11	17	17	13	19	15	12	11
							11	15	15	14	21	18	15	20	19	14	13
							12		17	15	22	19	17	26	20	18	14
							14		19	18	24	20	19	28	22	19	18
									20	19		22	22	29	23	20	23
									21	21		24	24	30	26	21	24
										26		32	26	33	29	22	30
										27		35	28	34	30	26	31
												29			31	27	32
													30		33	31	33
													34		35	32	34
													35			38	37
															39	34	38
															40	35	39
															41	39	40
															43	41	42
															44	45	43
															45	48	44
																50	47
																51	50
																	52
																	54
																	55
																	56

Разработаем процедуру **NewPower**, которая будет отличаться от встроенной в библиотеку **Math** функции **Power** дополнительным отбрасыванием целых частей делителей модуля m . Необходимость внедрения этой функции определяется ограничениями класса `Integer` и невозможностью оперирования числами более 20 порядка точности. Нам известно, что $a < m$, а значит рассмотрим только те случаи, когда $a^2 > m$. Например, для $x = 2..8$ получим

$$a^2 \bmod m = (a^2 - m) \bmod m,$$

в дальнейшем модуль будем опускать,

$$a^3 = a^3 - ma = a(a^2 - m),$$

$$a^4 = a^4 - ma^2 = a^2(a^2 - m) - m(a^2 - m) = (a^2 - m)^2,$$

$$a^5 = a^5 - ma^3 = a^3(a^2 - m) - ma(a^2 - m) = a(a^2 - m)^2,$$

$$a^6 = a^6 - ma^4 = a^4(a^2 - m) - ma^2(a^2 - m) = a^2(a^2 - m)^2 - m(a^2 - m)^2 = (a^2 - m)^3,$$

$$a^7 = a^7 - ma^5 = a^5(a^2 - m) - ma^3(a^2 - m) = a^3(a^2 - m)^2 - ma(a^2 - m)^2 = a(a^2 - m)^3,$$

$$a^8 = a^8 - ma^6 = a^6(a^2 - m) - ma^4(a^2 - m) = a^4(a^2 - m)^2 - ma^2(a^2 - m)^2 = \\ = a^2(a^2 - m)^3 - m(a^2 - m)^3 = (a^2 - m)^4,$$

.....

В общем виде получим две различные формулы для четного и нечетного значения степени x .

Для нечетного и четного значений соответственно имеем:

$$a^x \pmod{m} \equiv a(a^2 - m)^{\frac{x-1}{2}} \pmod{m},$$

$$a^x \pmod{m} \equiv (a^2 - m)^{\frac{x}{2}} \pmod{m}.$$

Разработаем алгоритм на Delphi:

code: Delphi

```
function NewPower(a, x, m: integer): integer; //abs(y*log2(x))<990
var p, k: integer;
begin
  k:=trunc(a*a/m);
  if (a*a<k*m) then
    p:=trunc(power(a,x))
  else
    if (x mod 2)=0 then
      p:=trunc(power((a*a-k*m),(x/2)))
    else
      p:=trunc(a*power((a*a-k*m),(x-1)/2));
  result:=p;
end;
```

Для $m = 13$ расчет примитивных корней g показан на рис.2.

Исследуем задачу аналогично [8] при следующих данных (см. табл.1). Получаем независимо от введенных Эль-Гамалем ограничений плавающий процент успешного восстановления сообщений.

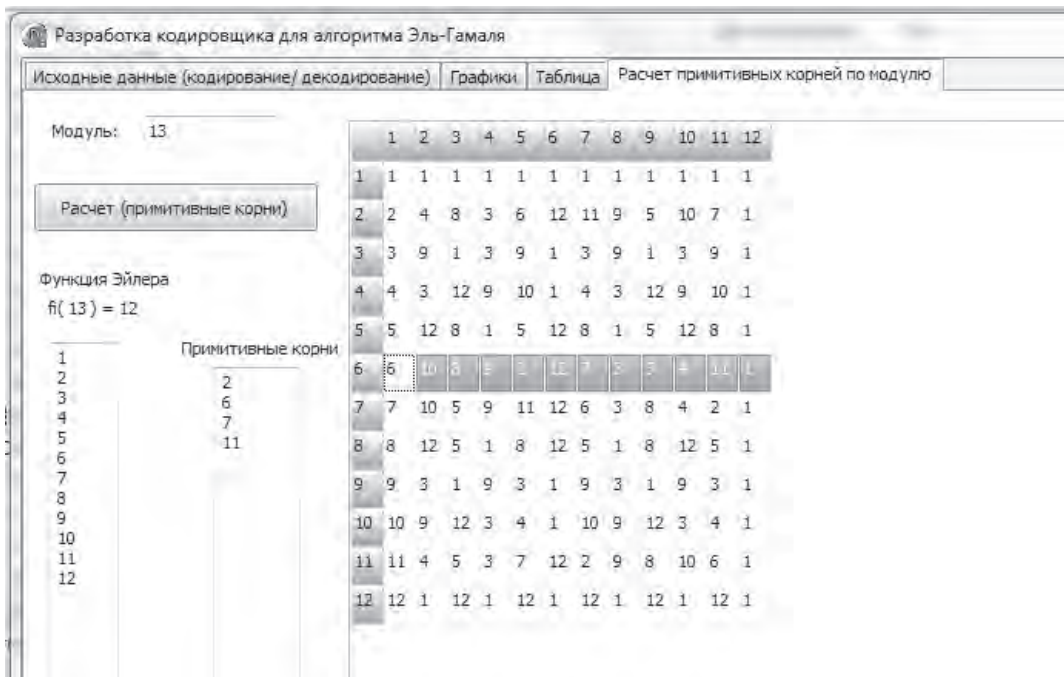


Рис. 2. Программа расчета примитивных корней

Таблица 2. Процент успешного восстановления закодированных сообщений

p=11								
g	2	6	7	8				
% восстановления	100	100	100	100				
p=13								
g	2	6	7	11				
% восстановления	72-85	75-88	74-89	63-82				
p=17								
g	3	5	6	7	10	11	12	14
% восстановления	16-28	15-23	9-17	11-32	10-20	16-28	7-20	3-16

Изменим алгоритмы расчета делителей по модулю следующим образом:

code: Delphi

```
function TForm1.AXmodM(a, x, m: integer): integer;
var p,i,k:integer;
begin
```

```

p:=a;
for I := 2 to x do p:=p*a mod m;
result:=p;
end;

function TForm1.NewAXmodM(MM,a, x, m: integer): integer;
var p,i,k:integer;
begin
p:=a;
for I := 2 to x do p:=p*a mod m;
result:=p*MM mod m;
end;

procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
var
i,j: Integer;
s,sum:string;
begin
p:=strtoint(ComboBoxEx1.Text);
g:=strtoint(ComboBoxEx2.Text);
randomize;
x:=random(p-3)+2;
y:=AXmodM(g,x,p); // (p,g,y) // x // (a,b)
randomize;
k:=random(p-4)+2;
memo2.Clear;
for i := 0 to memo1.Lines.Count - 1 do
begin
s:=memo1.Lines.Strings[i];
for j := 1 to length(s) do
begin
M:=strtoint(s[j]);
a:=AXmodM(g,k,p) ;
b:=NewAXmodM(M,y,k,p);
memo2.Lines.Add(inttostr(a)+' '+inttostr(b));
end;
end;
sum:="";
for i := 0 to memo2.Lines.Count - 1 do
begin
s:=memo2.Lines.Strings[i];
a:=strtoint(GetToken(s,' ',1)); b:=strtoint(GetToken(s,' ',2));
m:=NewAXmodM(b,a,p-1-x,p);

```



```

sum:=sum+inttostr(m);
end;
memo3.Lines.Add(sum);
end;

```

Полученный результат дает 100% восстановление всех зашифрованных сообщений при любых значениях p и g (рис.3). Такие алгоритмы могут быть использованы в различных криптосистемах для шифрования текстов.

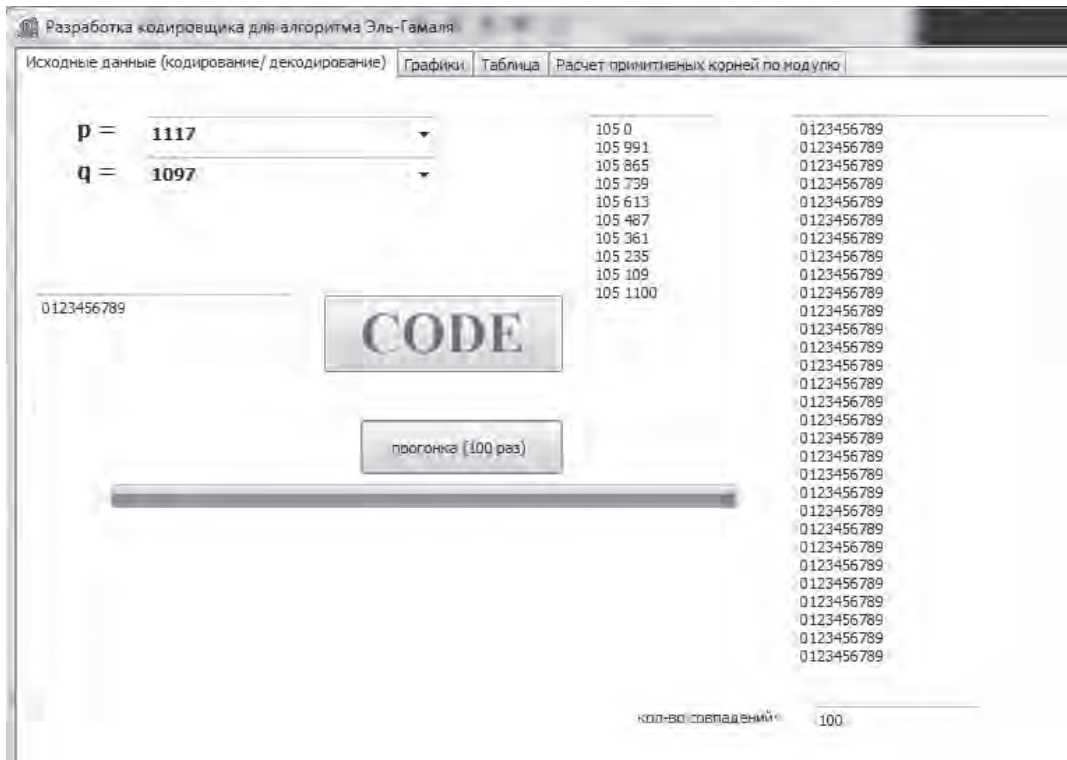


Рис. 3. Программа в работе
(полное восстановление всех зашифрованных сообщений)

Отдельные результаты и алгоритмы были доложены авторами и обсуждены на Международной научной конференции в Польше, г.Краков, 30 янв. 2013 г., посвященной теоретическим и практическим научным инновациям.

Таким образом, разработанные алгоритмы, модели и созданные компьютерные программы для практического шифрования сообщений с применением DSA послужат основой для создания более совершенных криптосистем на базе ECDSA.

ЛИТЕРАТУРА

1 Схема Эль-Гамала. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%F5%E5%EC%E0%DD%EB%FC-%C3%E0%EC%E0%EB%FF>

2 Алфёров А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В Основы криптографии. –Гелиос АРВ, 2002. – 402 с.

3 Фороузан Б. А. Криптография и безопасность сетей. Интернет-университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру », Эком », БИНОМ. Лаборатория знаний » Серия:Основы информационных технологий »-2010. 784 с.

<http://www.intuit.ru/department/security/mathcryptet/15/2.html>

4 Лапонина О.Р. Основы сетевой безопасности: криптографические алгоритмы и протоколы взаимодействия. – М.: Изд-во «Интернет-университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру», 2005. – 608 с.

5 Системы с открытым ключом. XServer.ru. On-Line библиотека.

<http://www.xserver.ru/computer/raznoe/bezopasn/7/>

6 Стройникова Е.Д., Походенько Н.Д. О реализации криптосистемы Эль-Гамала.

http://www.rusnauka.com/ESPR_2006/Informatica/4_stroynikova%20e.d..doc.htm

7 Бруханский А.В. Первообразные (примитивные) корни. 2с.

<http://kaf401.rloc.ru/Criptfiles/primroots.htm>

8 Шевцов А.Н., Туймебаева А.Е., Шенгелбаева У.К. Разработка кодировщика на Delphi для алгоритма Эль-Гамала // Международная научно-практическая конференция «Теоретические и практические научные инновации». – Краков, 2013.

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОСТИ: АУТСОРСИНГ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С СЕКРЕТНЫМИ ДАННЫМИ

Е. Н. СЕЙТКУЛОВ¹, М. М. ТАТУР², Г. Б. УЛЮКОВА¹, Ж. Н. СЕЙТКУЛОВА³

¹Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

³Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева

Рассматриваются способы безопасного аутсорсинга вычислительно-сложных алгебраических задач с секретными данными. Установлено, что приведенные протоколы являются безопасными, т. е. скрытые элементы клиента остаются защищенными от злоумышленников. В качестве объекта исследования рассматриваются модели глобального прогнозирования. При этом изучены три способа прогнозирования: линейное, квадратичное и обобщенное. Для всех этих методов получены эффективные протоколы безопасного аутсорсинга. Результаты работы рекомендуется использовать в прикладных задачах, связанных с коммерческой тайной.

Ключевые слова: защита информации, облачные вычисления, моделирование, безопасный аутсорсинг, прогнозирование.

Бұл жұмыста құпия деректері бар есептеу қиын алгебралық есептердің қауіпсіз аутсорсингі әдістері қарастырылады. Жұмыста келтірілген хаттамалар қауіпсіз екендігі дәлелденген, яғни Клиенттің жасырын параметрлері қаскүнемдерден қорғалған болып қалады. Зерттеу объектісі ретінде галамдық болжау моделдері қарастырылады. Және де болжаудың үш әдісі қарастырылды: сызықтық, квадраттық және жалпыланған. Осы барлық әдістер үшін қауіпсіз аутсорсингінің тиімді хаттамалары алынды. Жұмыс нәтижелерін коммерциялық құпиямен байланысты қолданбалы есептерде қолдану ұсынылады.

Түйін сөздер: ақпарат қорғау, бұлтты есептеулер, пішіндеу, қауіпсіз аутсорсинг, болжау.

In this paper methods of safe outsourcing of computing and complex algebraic problems with secret data are described. It was established, that presented protocols are safe that is Client's hidden items are protected from intruders. As an object of studying models of global forecasting are considered. Thus, three methods of forecasting were considered: linear, quadratic and generalized programming. For all of these methods effective protocols of safe outsourcing were obtained. Results of this work are recommended for using in applied commercial secrets-related problems solving.

Keywords: information security, cloud computing, modeling, secure outsourcing, forecasting.

Эта статья является продолжением исследовательской работы [1]. Рассмотрим задачу практической реализации абстрактной модели глобального прогнозирования, описанной в [2–4], суть проблемы которой редуцирована к нахождению решения системы алгебраических уравнений. Ввиду того, что размерности указанных уравнений оказываются большими, нахождение их решения возможно только с использованием технологии облачных вычислений. Однако облако – это внешние ресурсы, поэтому возникает проблема безопасности аутсорсинга указанных задач. Например, при экономическом прогнозировании возникают проблемы с защитой коммерческой тайны, поэтому мы изучаем методы нахождения решения уравнений с секретными данными. Для полноты изложения материала подробно приведем основные абстрактные методы, изложенные в работах [2–4], и покажем, как возникшие вычислительно-сложные проблемы могут быть эффективно и безопасно реализованы в облаке.

Итак, пусть

$$n-1, n-2, n-3, \dots, n-l, \dots$$

– убывающая последовательность единиц времени, к которым соответственно в каждый момент времени определены вектора:

$$b_j = (b_{j,1}, \dots, b_{j,k}) ,$$

где k – мерный векторный показатель экономического состояния в j -й момент времени.

$$b_{n-1}, b_{n-2}, b_{n-3}, \dots, b_{n-l}, \dots$$

Фиксируем число l как можно большим, таким образом, чтобы у нас были все данные с $n-1$ до $n-kl$ момента времени. Обозначим

$$b(i) = (b_{n-i,1}, \dots, b_{n-i,k}, b_{n-1,1}, \dots, b_{n-1,k}, \dots, b_{n-i-l+1,1}, \dots, b_{n-i-l+1,k}) .$$

Длина вектора $b(i)$ равна kl . Введем прямоугольную матрицу X

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} x_{12} \dots x_{1,kl} \\ x_{21} x_{22} \dots x_{2,kl} \\ \dots \dots \dots \\ x_{k1} x_{k2} \dots x_{k,kl} \end{pmatrix}$$

Матрица X имеет k строк и kl столбцов. Эту матрицу будем искать так, чтобы выполнялись равенства

$$b_{n-1} = X \cdot b(i+1) .$$

Эти равенства показывают зависимость вектора b_r от предыдущих l векторов:

$$b_{r-1}, b_{r-2}, b_{r-3}, \dots, b_{r-l} ,$$

поэтому матрицу X назовем прогнозирующей матрицей. Здесь матрица X имеет k^2l неизвестных элементов, поэтому для их определения нужно составить столько же уравнений:

$$\begin{cases} b_{n-i} = X \cdot b(i+1) , \\ i = 1, \dots, kl. \end{cases} \quad (1)$$

Систему (1) приведем к удобному виду, обозначив через x вектор длины k^2l

$$x = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1,kl}, \dots, x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{k,kl}) ,$$

перепишем (1) в виде

$$B \cdot x = g , \quad (2)$$

где B – матрица системы (1) размера $k^2l \times k^2l$, а g – свободные члены.

Клиенту необходимо решить уравнение (2). В уравнении (2) и матрица B , и вектор g являются секретными элементами клиента. Предположим, что определитель матрицы B не равен нулю.

Протокол Q_1

1. Клиент берет произвольную квадратную невырожденную матрицу P размера $k^2l \times k^2l$. Теперь умножает слева уравнение (2) на эту матрицу $P: P \cdot B \cdot x = P \cdot g \equiv f$.

Вычислив $P \cdot B \equiv Y$ и $P \cdot g \equiv f$, клиент получит уравнение $Yx = f$. Далее, берет случайный вектор w и вычисляет $f - Yw = q$. Теперь уравнение $Yz = q$ передается серверу.

2. Сервер решает уравнение $Yz = q$ и передает клиенту его решение z .

3. Клиент получает решение x уравнения (2) по формуле $x = w + z$.

Покажем еще один способ решения уравнения (2) с помощью сервера.

Протокол Q_2

1. Клиент берет произвольную ортогональную матрицу D и произвольную невырожденную матрицу K размера $k^2l \times k^2l$. Перепишем (2) в виде $K \cdot B \cdot D^{-1} \cdot D \cdot x = K \cdot g$. Обозначив $L = K \cdot B \cdot D^{-1}$, $f^* = K \cdot g$, $q = D \cdot x$, клиент посылает серверу уравнение $L \cdot q = f^*$.

2. Сервер решает уравнение $L \cdot q = f^*$ и передает клиенту его решение q .

Так как D – ортогональная матрица, то клиент получает решение x уравнения (2) по формуле

$$x = D^{-1} \cdot q = D^* \cdot q,$$

где D^* – матрица, сопряженная к D .

Утверждение 1. Протоколы Q_1 и Q_2 являются:

- 1) абсолютно стойкими к активной атаке;
- 2) безопасными.

Доказательство. Данное утверждение является частным случаем результатов работы [1].

Итак, по вектору x легко восстановить матрицу X . Зная матрицу X , теперь можно будет прогнозировать параметры состояния экономики на следующие n , $n + 1$, $n + 2$ и т.д. единицы времени по рекуррентной формуле

$$b_n = X \cdot b(1), b_{n+1} = X \cdot b(0), b_{n+2} = X \cdot b(-1), b_{n+3} = X \cdot b(-2)$$

и т.д.

Можно несколько модифицировать рассмотренную задачу линейного прогнозирования добавлением еще нескольких параметров в вектор $b(i)$. Такие параметры добавляются главным образом тогда, когда более точное прогнозирование существенно зависит от этих параметров. Рассмотрим теперь случай, когда прогноз b_{n-i} ищется как полином не выше второй степени от вектора $b(i+1)$. Эту задачу назовем задачей квадратичного прогнозирования. Определим вектор $b(i)$ следующим образом:

$$b(i) = (b_{n-i,1}, \dots, b_{n-i,k}, b_{n-i-1,1}, \dots, b_{n-i-1,k}, \dots, b_{n-i-l+1,1}, \dots, b_{n-i-l+1,k}, a_{kl+1,i}, \dots, a_{C_{kl}^2+kl,i}),$$

где числа

$$a_{kl+1,i}, \dots, a_{C_{kl}^2+kl,i}$$

определяются как всевозможные произведения по два элемента из совокупности:

$$\{b_{n-i,1}, \dots, b_{n-i,k}, b_{n-i-1,1}, \dots, b_{n-i-1,k}, \dots, b_{n-i-l+1,1}, \dots, b_{n-i-l+1,k}\}.$$

Длина вектора $b(i)$ равна $C_{kl}^2 + 2kl$, где $C_p^q = \frac{p!}{q!(p-q)!}$. Например, при $i = 3$ и $k = l = 2$ имеем

$$b_2 = \begin{pmatrix} b_{2,1} \\ b_{2,2} \end{pmatrix}, b_1 = \begin{pmatrix} b_{1,1} \\ b_{1,2} \end{pmatrix}$$

и

$$b(3) = b_{2,1}, b_{2,2}, b_{1,1}, b_{1,2}, (b_{2,1})^2, (b_{2,2})^2, (b_{1,1})^2, (b_{1,2})^2, b_{2,1}b_{2,2}, b_{2,1}b_{1,1}, b_{2,1}b_{1,2}, b_{2,2}b_{1,1}, b_{2,2}b_{1,2}, b_{1,1}b_{1,2}.$$

Длина этого вектора равна $C_{2,2}^2 + 2 \cdot 2 \cdot 2 = 14$. В дальнейшем будет удобно предположить, что квадраты в векторе $b(i)$

$$\{(b_{n-i,1})^2, \dots, (b_{n-i+l+1,k})^2\}$$

находятся в векторе $b(i)$ сразу после элемента $b_{n-i-l+1,k}$, как в рассмотренном примере при $i = 3$ и $k = l = 2$, а затем все остальные элементы в определенной последовательности. Далее ищется матрица X , имеющая k строк и $C_{kl}^2 + 2kl$, столбцов, из системы

$$\begin{cases} b_{n-i} = X \cdot b(i+1), \\ i = 1, \dots, C_{kl}^2 + 2kl. \end{cases} \quad (3)$$

Можно было бы решать систему (3) по той же схеме, что и в случае линейного прогнозирования, приведя ее к удобному виду

$$B \cdot x = g,$$

где x – вектор, длины $k(C_{kl}^2 + 2kl)$.

Однако можно представить систему (3) в ином виде. Для этого обозначим через $x^j, (j = 1, \dots, k)$ – вектор, составленный из j -й строки матрицы $X : x^j = (x_{j,1}, \dots, x_{j,C_{kl}^2+2kl})$.

Тогда систему (3) можно переписать в следующем виде:

$$\begin{cases} B_j x^j = g_j, \\ j = 1, \dots, k, \end{cases} \quad (4)$$

где B_j – квадратная матрица порядка $C_{kl}^2 + 2kl$. Предположим, что все матрицы B_j невырожденны.

Протокол Q_3

1. Клиент берет невырожденные матрицы $R_j, (j = 1, \dots, k)$ и делает линейную замену $x^j = R_j y^j$. Далее вычисляет $B_j \cdot R_j \equiv T_j$ и получает уравнения $T_j \cdot y^j = g_j$ при $j = 1, \dots, k$. Теперь берет случайные вектора w_j , вычисляет $g_j - T_j w_j = f_j$ при каждом $j = 1, \dots, k$ и посылает серверу уравнение

$$T_j \cdot y^j = f_j. \quad (5)$$

2. Сервер решает уравнение (5) и передает их решения y_j клиенту при каждом $j = 1, \dots, k$.

3. Клиент получает решение $x_j (j = 1, \dots, k)$ задачи (4) по формуле

$$x^j = R_j y^j.$$

Утверждение 2. Протокол Q_3 является:

- 1) абсолютно стойким к активной атаке;
- 2) безопасным.

Доказательство. Клиент проверяет полученное от сервера решение y^j подстановкой в уравнение (5). Сервер получает произведение двух секретных матриц $B_j \cdot R_j \equiv T_j$, а к правой части уравнения $T_j \cdot y^j = g_j$ применен метод сдвига, поэтому протокол безопасен. Корректность вытекает из того, что клиент решает только прямые задачи.

Теперь перейдем к общему случаю. В случаях линейного и квадратичного прогнозирования искали матрицу X , используя вектора $b(i)$ специального вида. Более общно прогнозирующую матрицу X можно искать из системы

$$\begin{cases} b_{n-i} = X \cdot b(i+1), \\ i = 1, \dots, kl + s, \end{cases}$$

где вектор $b(i)$ имеет вид

$$b(i) = (b_{n-i,1}, \dots, b_{n-i,k} b_{n-i-1,1}, \dots, b_{n-i-1,k}, \dots, b_{n-i-l+1,1}, \dots, b_{n-i-l+1,k}, f_{1,i}(w), \dots, f_{s,i}(w)), \\ w = (b_{n-i,1}, \dots, b_{n-i,k} b_{n-i-1,1}, \dots, b_{n-i-1,k}, \dots, b_{n-i-l+1,1}, \dots, b_{n-i-l+1,k}).$$

Здесь $f_{1,i}, \dots, f_{s,i}$ – функции, зависящие от векторов $b_{n-i}, \dots, b_{n-i-l+1}$. Необходимость добавления таких функций зависит от специфики рассматриваемой задачи.

Замечание 1. В задачах линейного и квадратичного прогнозирования предположили, что системы (2) и (4) однозначно разрешимы. Если это условие не выполняется и если предположить существование решения, то x можно искать как вектор, для которого

$$\inf_y |By - g|^2 = |Bx - g|^2.$$

Замечание 2. При выборе секретных матриц считали, что каждый элемент этих матриц недоступен серверу. Однако можно было считать, что некоторые элементы этих матриц известны серверу. Например, в задаче квадратичного прогнозирования заметим, что группа чисел

$$a_{kl+1,i}, \dots, a_{C_{kl}^2 + kl, i}$$

состоит из попарных произведений секретных данных, первые из которых представляют квадраты

$$(b_{n-i,1})^2, \dots, (b_{n-i-l+1,k})^2.$$

Если допустим, что отличные от нуля числа u_1, u_2 секретны, а сервер знает их произведение $u_1 * u_2$, то все же определить числа u_1 и u_2 не сможет. Используя это обстоятельство, обозначим через $a(i)$ вектор, состоящий из вектора $b(i)$, в котором удалены числа $a_{kl+1,i}, \dots, a_{C_{kl}^2 + kl, i}$, кроме квадратов $(b_{n-i,1})^2, \dots, (b_{n-i-l+1,k})^2$, т.е.

$$a(i) = (b_{n-i,1}, \dots, b_{n-i,k} b_{n-i-1,1}, \dots, b_{n-i-1,k}, \dots, b_{n-i-l+1,1}, \dots, b_{n-i-l+1,k}, (b_{n-i,1})^2, \dots, (b_{n-i-l+1,k})^2).$$

В системе (4) в матрице B_j каждая строка состоит из одного вектора $b(t)$, при котором вполне определенном t , первые $2kl$ компоненты которых составляют вектор $a(t)$. Остальные элементы матрицы B_j представляют собой всевозможные попарные

произведения секретных данных. Используя этот момент, можно выбрать матрицы R_j так, что при применении сервера некоторые элементы этих матриц считать серверу известными.

Отметим, что проблема безопасного аутсорсинга научных вычислений также была обсуждена в работах [5–8].

В заключение отметим, что все приведенные протоколы проверены на практике, а именно проделана сравнительная работа на вычислительной технике с использованием внешних вычислителей. Результаты теоретических исследований могут найти применение в прогнозировании экономических показателей, а также в других областях науки и техники.

ЛИТЕРАТУРА

1 Seitkulov Y.N. New methods of secure outsourcing of scientific computations // The Journal of Supercomputing. – 2012. – V.62. – P. 1-14. ISSN 09208542 (Print), 1573-0484 (Online).

2 Отелбаев М., Сейткулов Е.Н., Искакова А. Математическое моделирование корреляционной геокосмической зависимости и методы прогнозирования // Вестник ЕНУ им. Л. Н. Гумилева. Сер. естественно-технические науки. – 2012. – № 4. – С. 6–14.

3 Отелбаев М., Сейткулов Е.Н. Линейная модель геокосмического прогнозирования // Вестник Каменец-Подольского национального университета им. И. Огиенко. Сер. технические науки: математическое и компьютерное моделирование. – 2012. – Вып. 7. – С. 165–171.

4 Отелбаев М., Сейткулов Е.Н. Криптографические методы защиты экономических прогнозов // Математический журнал. – 2004. – Т.4, № 4 (14). С. 75–80.

5 Seitkulov Y.N., Otelbaev M. Cloud computing technology: secure outsourcing of scientific computations // Сборник трудов международной конференции «Функциональный анализ и его приложения». – Астана, 2012. – С. 302–303.

6 Сейткулов Е.Н., Ергалиева Б.Б. Один метод хранения информации в облаке в зашифрованном виде с использованием технологии разделения секрета // Сборник трудов международной конференции «Функциональный анализ и его приложения». – Астана, 2012. – С. 283–284.

7 Atallah M., Frikken K. Securely outsourcing linear algebra computations // Proc. of ASIACCS. – 2010. – P. 48–59.

8 Atallah M., Pantazopoulos K., Rice J., Spafford E. Secure outsourcing of scientific computations // Advances in Computers. – 2001. – Vol. 54. – P. 216–272.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬФАНДА – ЛЕВИТАНА

Л. Н. ТЕМИРБЕКОВА

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Рассматривается двумерная обратная задача для уравнения гиперболического типа по восстановлению источника по дополнительной информации о решении прямой задачи. Дана постановка прямой задачи, в которой одним из начальных условий является дельта-функция Дирака. Прямая задача заменена задачей Гурса, которая имеет классические производные. Задача Гурса с данными на характеристиках численно решена конечно-разностным методом. Двумерная коэффициентная обратная задача численно решена методом интегрального уравнения Гельфанда – Левитана. При численном решении интегрального уравнения Гельфанда – Левитана, которое является частным случаем интегрального уравнения Фредгольма первого рода, применяется метод регуляризации М. М. Лаврентьева в сочетании с методом итерации Ландвебера.

Ключевые слова: гиперболическое уравнение, двумерная коэффициентная обратная задача, метод Гельфанда – Левитана, уравнение Фредгольма первого рода, метод итерации Ландвебера, метод регуляризации М. М. Лаврентьева, параметр регуляризации, тэта-функция Хэвисайда, дельта-функция Дирака.

Бұл жұмыста екі өлшемді гиперболалық теңдеу үшін кері есеп қарастырылған, кері есеп тура есептің шешімінің қосымша мәліметі арқылы дереккөзді орынына келтіру болып табылады. Бастапқы шарттың бірі Дирак дельта-функциясы болатын тура есеп берілген. Тура есеп классикалық туындыға ие Гурса есебімен алмастырылған. Сипаттамаларда берілген мәндерімен Гурса есебі ақырлы-айырымды әдіспен сандық шешілген. Екі өлшемді коэффициентті кері есеп Гельфанд – Левитан интегралдық теңдеуі арқылы сандық шешілген. Гельфанд – Левитан интегралдық теңдеуі бірінші реттік Фредгольм интегралдық теңдеуінің жеке түрі болып табылады. Бұл теңдеудің сандық шешімін алу үшін М.М. Лаврентьев регуляризациясымен Ландвебер итерация әдісі қолданылады.

Түйін сөздер: гиперболалық теңдеу, екі өлшемді коэффициентті кері есеп, Гельфанд – Левитан әдісі, бірінші реттік Фредгольм теңдеуі, Ландвебер итерация әдісі, регуляризация параметрі, Хэвисайд тэта функциясы, Дирак дельта функциясы.

In this paper two-dimensional inverse problem is considered for hyperbolic-type equation using for source restoring of additional information about the direct problem solving. The direct problem definition was given, in which one of the initial conditions is Dirac's delta-function. Direct problem was replaced with Goursat's problem, which has classical derivatives. Goursat's problem with data on the characteristics was numerically solved by finite-difference method. Two-dimensional inverse coefficient problem was numerically solved by method of Gelfand–Levitan's integral equation. When numerical solution of the Gelfand–Levitan's integral equation taking place, which is a special case of integral Fredholm's equation of the first kind, M.M. Lavrentiev's method of regularization is used in combination with the Landweber's iteration method.

Keywords: hyperbolic equation, two-dimensional inverse problem, the method of Gelfand–Levitan's, the Fredholm's equation of the first kind, the Landweber's iteration method, M. M. Lavrentiev's regularization method, regularization parameter, Heaviside's step function, Dirac's delta function.

Наиболее важные результаты по определению коэффициента одномерной обратной задачи для уравнения гиперболического типа представлены в работе И. М. Гельфанда и Б. М. Левитана [1]. В ней рассмотрен спектральный вариант поста-

новки, даются методы восстановления дифференциального уравнения второго порядка по его спектральной функции. Решение этой обратной задачи сводится к решению некоторого линейного интегрального уравнения, называемого уравнением Гельфанда – Левитана. С подробной библиографией работ по двумерным коэффициентным обратным задачам для уравнения гиперболического типа можно ознакомиться в монографиях В. Г. Романова [2], С. И. Кабанихина [3]. Отметим, что из результатов В. Г. Романова [2] для двумерной обратной задачи для гиперболического уравнения следуют теорема о локальной однозначной разрешимости и теорема единственности в классе функций, аналитических по переменной y и непрерывных по переменной x . Также в работе А. С. Благовещенского [4] доказаны теоремы об однозначной разрешимости. Для многомерной постановки необходимо отметить подход к определению коэффициента волнового уравнения, изложенный в работе М. И. Белишева [5]. Предлагаемый подход к обратным задачам основан на схеме по восстановлению спектральной функции в трехмерной области с границей ограниченной кривизны. В статье М. И. Белишева и А. С. Благовещенского [6] изложены некоторые аспекты теории многомерных обратных задач для дифференциальных уравнений, описывающих, главным образом, волновые процессы.

Настоящая статья посвящена разработке численного метода решения коэффициентной обратной задачи для двумерного уравнения гиперболического типа, основанная на методе Гельфанда – Левитана.

Постановка и решение двумерной коэффициентной обратной задачи. Рассмотрим последовательность прямых задач [3]:

$$u_{tt}^{(k)} = u_{xx}^{(k)} + u_{yy}^{(k)} + q(x, y)u^{(k)}, \quad x > 0, \quad y \in [-\pi, \pi], \quad t \in R, \quad k \in Z, \quad (1)$$

$$u^{(k)}|_{t=0} = 0, \quad u_t^{(k)}|_{t=0} = h(y)\delta(x), \quad (2)$$

$$u^{(k)}|_{y=\pi} = u^{(k)}|_{y=-\pi}. \quad (3)$$

Предполагаем, что след решения прямой задачи (1) – (3) существует и может быть измерен. В обратной задаче требуется восстановить непрерывную функцию $q(x, y)$ по дополнительной информации о решении прямой задачи (1) – (3)

$$u^{(k)}(0, y, t) = f^{(k)}(y, t), \quad y \in (-\pi, \pi), \quad t > 0, \quad k \in Z, \quad (4)$$

где R – множество вещественных чисел; Z – множество всех целых чисел; δ – дельта-функция Дирака; k – некоторое фиксированное целое число; $h(y) = e^{iky}$. Здесь и всюду в дальнейшем предполагаем, что все рассматриваемые функции являются достаточно гладкими и 2π -периодическими по переменной y .

Необходимое условие существования решения (1) – (4) является следующим:

$$f^{(k)}(y, 0) = 0.$$

Обобщенное решение прямой задачи (1) – (3) является кусочно-непрерывным решением интегрального уравнения

$$u^{(k)}(x, y, t) = \frac{h(y)}{2} \theta(t - |x|) - \frac{1}{2} \iint_{\Delta(x, y, t)} q(\xi, y) u^{(k)}(\xi, y, \tau) d\xi d\tau. \quad (5)$$

Здесь $\theta(t)$ – тэта-функция Хэвисайда. Из интегрального уравнения (5) следует

$$u(x, y, t) \equiv 0, \quad t < |x|, \quad (x, t) \in R \times R_+. \quad (6)$$

При $t > |x|$ имеем формулу

$$u^{(k)}(x, y, t) = \frac{h(y)}{2} - \frac{1}{2} \iint_{\square(x, y, t)} q(\xi, y) u^{(k)}(\xi, y, \tau) d\xi d\tau. \quad (7)$$

Здесь $\square(x, y, t) = \{(\xi, y, \tau) : |\xi| \leq \tau \leq t - |x - \xi|\}$.

Из формулы (6) следует, что

$$u^{(k)}(x, y, |x|) = \frac{h(y)}{2}. \quad (8)$$

Таким образом, для решения прямой задачи в классе обобщенных функций имеем задачу Гурса (1), (8) (рис. 1), которая определяет классическое решение задачи (1) – (3).

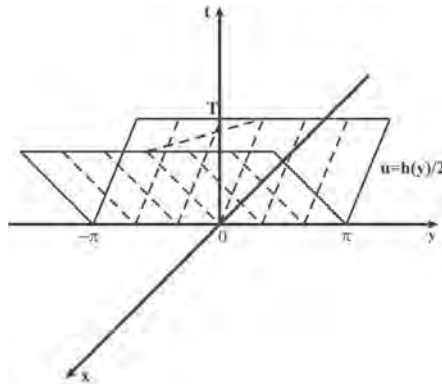


Рис.1. Схема решения прямой задачи (1), (8)

Введем последовательность вспомогательных прямых задач:

$$\omega_{\pi}^{(m)} = \omega_{xx}^{(m)} + \omega_{yy}^{(m)} + q(x, y) \omega^{(m)}, \quad x > 0, \quad y \in [-\pi, \pi], \quad t \in R, \quad m \in Z, \quad (9)$$

$$\omega^{(m)}(0, y, t) = e^{imy} \delta(t), \quad \frac{\partial \omega^{(m)}}{\partial x}(0, y, t) = 0, \quad (10)$$

$$\omega^{(m)}|_{y=\pi} = \omega^{(m)}|_{y=-\pi}. \quad (11)$$

Решение задачи (9) – (10) удовлетворяет следующему уравнению:

$$\omega^{(m)}(x, y, t) = \frac{1}{2} e^{imy} [\delta(x+t) + \delta(x-t)] + \frac{1}{2} \iint_{\Delta(x, y, t)} q(\xi, y) \omega(\xi, y, \tau) d\xi d\tau, \quad (12)$$

где $\Delta(x, y, t) = \{(\xi, y, \tau) : 0 < \xi \leq x, \quad t - x + \xi < \tau < t + x - \xi\}$ – треугольник, образованный характеристиками, проходящими через точку (x, y, t) , и осью t .

В работе [3] показано, что

$$\omega(x, y, t) \equiv 0, \quad 0 < x < |t|. \tag{13}$$

Поэтому фактической областью интегрирования в уравнении (12) для точек $(x, y, t) \in D = \{(x, y, t) : x \geq |t|\}$ будут прямоугольники $\square(x, y, t) = \{(\xi, y, \tau) : |\tau| \leq \xi \leq x - |t - \tau|\}$, образованные характеристиками, выходящими из точек $(0, y, 0)$, (x, y, t) (рис.2).

Обозначим

$$\tilde{\omega}^{(m)}(x, y, t) = \omega^{(m)}(x, y, t) - \frac{1}{2} e^{imy} [\delta(x-t) + \delta(x+t)]. \tag{14}$$

Кусочно-непрерывная функция $\tilde{\omega}(x, y, t)$ есть решение уравнения

$$\begin{aligned} \tilde{\omega}^{(m)}(x, y, t) = & \frac{h(y)}{4} \theta(x - |t|) \left[\int_0^{\frac{x+t}{2}} q(\xi, y) d\xi + \int_0^{\frac{x-t}{2}} q(\xi, y) d\xi \right] + \\ & + \frac{1}{2} \iint_{\square(x, y, t)} q(\xi, y) \tilde{\omega}(\xi, y, \tau) d\xi d\tau, \quad x > 0. \end{aligned} \tag{15}$$

Чтобы вычислить $\tilde{\omega}(x, y, x-0)$, в (15) следует положить $t = x$, тогда $\int_0^{\frac{x-t}{2}} q(\xi, y) d\xi = 0$ и $\iint_{\square(x, y, t)} q(\xi, y) \tilde{\omega}(\xi, y, \tau) d\xi d\tau = 0$, так как $\square(x, y, t)$ превращается в отрезок при каждом фиксированном y .

Таким образом,

$$\tilde{\omega}^{(m)}(x, y, x-0) = \frac{h(y)}{4} \int_0^x q(\xi, y) d\xi, \quad x > 0. \tag{16}$$

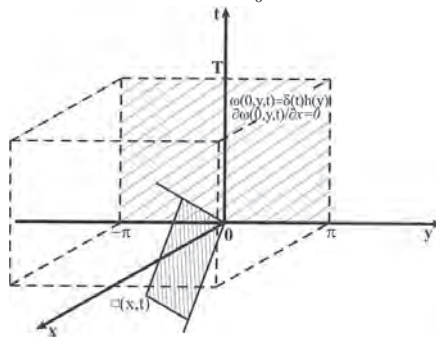


Рис. 2. Область решения обратной задачи (1) – (4)

Очевидно, что

$$\begin{aligned} u^{(k)}(x, y, t) &= \int_R f^{(k)}(y, s) \omega^{(m)}(x, y, t-s) ds = \\ &= \int_R \left(\sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t) e^{imy} \right) \omega^{(m)}(x, y, t-s) ds = \int_R \left(\sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) e^{imy} \right) \omega^{(m)}(x, y, s) ds = \end{aligned}$$

$$= \int_R \sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) \omega^{(m)}(x, y, s) ds.$$

при $x > 0$, $y \in R$ и $k \in Z$. Здесь $f_m^{(k)}(t)$ – коэффициенты Фурье-функции $f^{(k)}(y, t)$ при $\omega^{(m)} = e^{imy} \delta(t)$.

Решение задачи (1), (4) может быть представлено в виде

$$u^{(k)}(x, y, t) = \int_R \sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) \omega^{(m)}(x, y, s) ds. \tag{17}$$

Используя (8), получаем

$$u^{(k)}(x, y, t) = \int_R \sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) \{ e^{imy} (\delta(x+t) + \delta(x-t)) + \tilde{\omega}^{(m)}(x, y, s) \} ds.$$

С учетом (9) и (10) преобразуем формулу (12):

$$u^{(k)}(x, y, t) = \frac{1}{2} [f^{(k)}(y, t+x) + f^{(k)}(y, t-x)] + \int_{-x}^x \sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) \tilde{\omega}^{(m)}(x, y, s) ds.$$

При $x > |t|$ имеем

$$\frac{1}{2} [f^{(k)}(y, t+x) + f^{(k)}(y, t-x)] + \int_{-x}^x \sum_{m=1}^{\infty} f_m^{(k)}(t-s) \tilde{\omega}^{(m)}(x, y, s) ds = 0. \tag{18}$$

При каждом фиксированном $x > 0$ соотношение (18) является интегральным уравнением первого рода относительно функции $\tilde{\omega}(x, y, t)$, $t \in (-x, x)$.

Дискретизация уравнения Гельфанда – Левитана. В уравнении Гельфанда – Левитана (18) интеграл заменим суммой и при $t = t_j$, $j = -N, -N+1, \dots, 0, \dots, N-1, N$ получим систему, состоящую из $(2N+1)$ уравнений с $M \times (2N+1)$ неизвестными $\tilde{\omega}^{(m)}(x, y, s_i)$, $m = 1, 2, \dots, M$; $i = -N, -N+1, \dots, N-1, N$;

$$\sum_{m=1}^M \sum_{i=-N}^N f_m^{(k)}(t_j - s_i) \tilde{\omega}^{(m)}(x, y, s_i) \tau = -\frac{1}{2} [f^{(k)}(y, t_j + x) + f^{(k)}(y, t_j - x)]. \tag{19}$$

Уравнение (19) в матричной форме можно записать в следующем виде:

$$\sum_{m=1}^M F_m \vec{\omega}^{(m)} = \vec{f}^{(k)}, \tag{20}$$

где $F_m = \{f_m^{(k)}(t_j - s_i)\}_{i=-N, N, j=-N, N}$, $m = 1, 2, \dots, M$, матрица размерности $(2N+1) \times (2N+1)$.

Искомые векторы

$$\vec{\omega}^{(m)} = \{\tilde{\omega}^{(m)}(x, y, s_i)\}_{i=-N, N}, m = 1, 2, \dots, M. \tag{21}$$

Правая часть

$$\vec{f}^{(k)} = \{-0,5(f^{(k)}(y, t_j + x) + f(y, t_j - x))\}_{j=-N, N}. \tag{22}$$

Перепишем уравнение (19) в операторной форме при $m = 1$

$$A^{(k)} \tilde{\omega}(x, y, t) = f^{(k)}. \tag{23}$$

Для численного решения уравнения Гельфанда – Левитана (19) используются метод простой итерации (в теории некорректных задач – метод итераций Ландвебера) в сочетании с регуляризацией М. М. Лаврентьева, метод сопряженных градиентов, метод квадратного корня. Уравнение (23) заменяется следующим корректным уравнением:

$$(\mu E + A^{(k)}) \tilde{\omega} = f_\gamma^{(k)}, \quad (24)$$

где $f_\gamma^{(k)} = f^{(k)} + \mu \tilde{\omega}_0$; E – единичная матрица; μ – положительный параметр регуляризации М. М. Лаврентьева; $\tilde{\omega}_0$ – пробное решение, т.е. некоторое приближение к искомому решению.

Итерационный процесс с регуляризацией М. М. Лаврентьева примет вид

$$\frac{\tilde{\omega}_{n+1} - \tilde{\omega}_n}{\tau} + (\mu E + A^{(k)}) \tilde{\omega} = f_\gamma^{(k)}.$$

Численные эксперименты. На основе методов итерации Ландвебера, сопряженного градиента и квадратного корня решения двумерной коэффициентной обратной задачи по восстановлению источника $q(x, y)$ разработаны эффективные алгоритмы численной реализации и написаны программные коды. Проведены многочисленные расчеты нахождения искомой функции $\tilde{\omega}(x, y, t)$, $t \in (-x_L, x_L)$, $x \in (0, x_L)$, $y \in (0, x_L)$, и по ней восстановлены коэффициенты $q(x, y)$.

Прямая задача (1) – (3) заменяется эквивалентной задачей, которая состоит из множества задач Гурса (1), (8) для каждого заданного y . Для получения дополнительной информации (4) о решении прямой задачи при численном решении задачи (1), (8) разностной схемой необходимо использовать более мелкую сетку разбиения расчетной области (см. рис.1).

В ходе реализации численного эксперимента по алгоритму метода итерации Ландвебера начальное приближение было выбрано равным правой части системы линейных уравнений (24). В качестве задаваемых данных были взяты следующие параметры: отрезок $[-x_L, x_L]$ по оси t , отрезок $[0, x_L]$ по оси x , количество слоев n , параметр регуляризации μ метода М. М. Лаврентьева (выбирается способом подбора).

На рис. 3 – 6 показаны результаты численных расчетов при $e = 0,001$ функции

$$q(x, y) = \frac{e}{(x-0,51)^2 + (y-0,51)^2}$$

и

$$\tilde{\omega}(x, y, x-0) = \frac{e}{4(y-0,51)} \left(\operatorname{arctg} \frac{x-0,51}{y-0,51} - \operatorname{arctg} \frac{-0,51}{y-0,51} \right).$$

В ходе вычисления в данном примере количество слоев n было взято равным 40, параметр регуляризации $\mu = 0,5$, $x_L = 1$, при этом были получены следующие данные: погрешность $\|\tilde{\omega}_\tau - \tilde{\omega}_{np}\| = 0,00037957728$, количество итераций 214, количество машинного времени 2 мин 10,48 с.

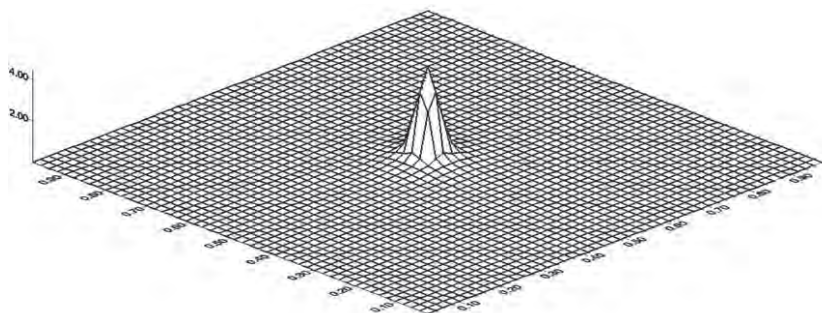


Рис.3. График точного решения функции $q(x, y)$ при $n = 40$

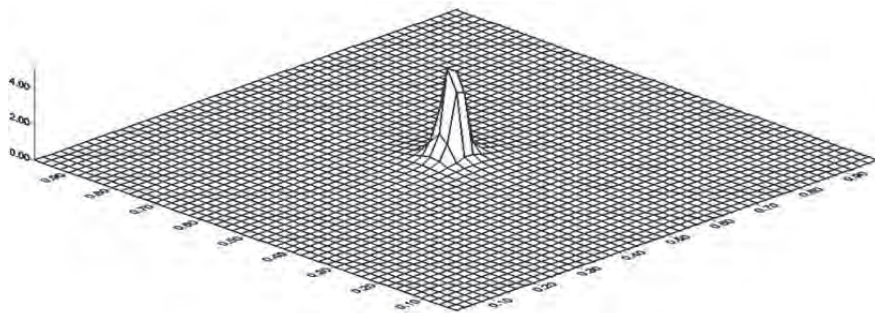


Рис.4. График приближенного решения функции $q(x, y)$ при $n = 40$

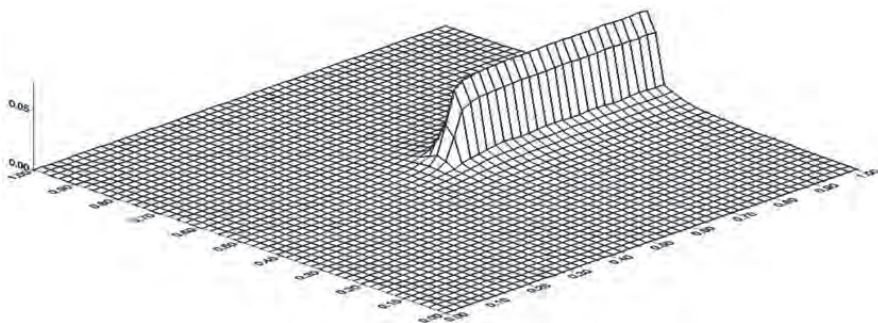


Рис.5. График точного решения функции $\tilde{w}(x, y, x)$ при $n = 40$

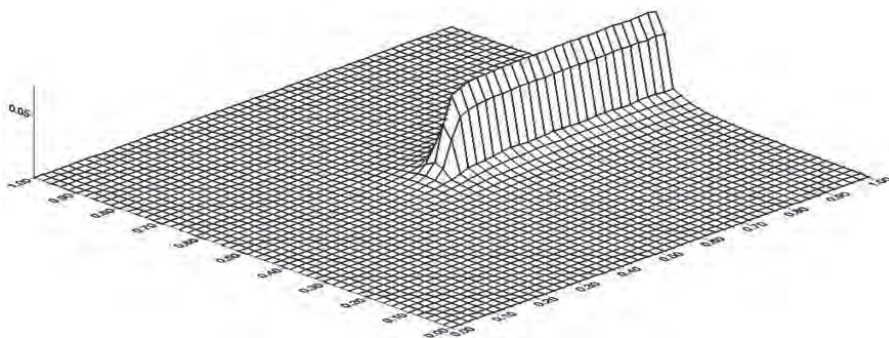


Рис.6. График приближенного решения функции $\tilde{w}(x, y, x)$ при $n = 40$

Сравнительный анализ численного решения интегрального уравнения Гельфанда – Левитана различными методами при количестве узлов сетки $n = 10$, $\mu = 0,5$, $\varepsilon = 0,000001$

$$\text{для } q(x, y) = \frac{e}{(x - 0,51)^2 + (y - 0,51)^2}, \text{ где } e = 0,001$$

Метод	Количество итераций	Норма погрешности $\ \tilde{\omega}_T - \tilde{\omega}_{np}\ $	Количество машинного времени, с	Сходимость
Ландвебера с регуляризацией М.М. Лаврентьева	245	0,00031857757	6,78	Сходится
Сопряженных градиентов	3	0,000004144269	29,25	»
Квадратного корня	-	0,0000000149011	4,05	»

Результаты расчетов таблицы показывают, что по количеству итераций метод сопряженных градиентов является наиболее эффективным из тех методов, которые были реализованы. Для решения методом квадратного корня требуется меньшее количество машинного времени, а метод Ландвебера с регуляризацией М. М. Лаврентьева прост в реализации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гельфанд И.М., Левитан Б.М. Об определении дифференциального уравнения по его спектральной функции // Изв. АН СССР. Сер. мат. – 1951. – Т.15, №4. – С.309–360.
- 2 Романов В.Г. Обратные задачи математической физики. – М.: Наука, 1984. – 263 с.
- 3 Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. – Новосибирск, 2009. – 457с.
- 4 Благовещенский А.С. О локальном методе решения нестационарной обратной задачи для неоднородной струны // Тр. Мат. ин-та АН СССР. – М., 1971. – Т. 115. – С. 28-38.
- 5 Белишев М.И. Об одном подходе к многомерным обратным задачам для волнового уравнения // Докл. АН СССР. – 1987. – Т.297, №3. – С.524–527.
- 6 Белишев М.И., Благовещенский А.С. Многомерные аналоги уравнений типа Гельфанда – Левитана – Крейна в обратной задаче для волнового уравнения // Условно-корректные задачи математической физики и анализа. – Новосибирск: Наука, 1992. – С.50–63.

УДК 541.64+678.744

ПОВЕДЕНИЕ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИ(АКРИЛАМИДА) И ГЕЛЛАНА В ВОДО- И СОЛЕНАСЫЩЕННЫХ ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

**И. Ш. ГУСЕНОВ, Р. Ш. ИБРАГИМОВ, А. В. ШАХВОРОСТОВ,
Ж. НУРАХМЕТОВА, С. Е. КУДАЙБЕРГЕНОВ**

Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева

Описаны результаты лабораторных экспериментов, направленных на решение проблемы увеличения нефтеотдачи на месторождениях поздней стадии разработки. Эксперименты проведены на насыпной модели пласта. Протестирована степень снижения проницаемости пористой среды при фильтрации через нее поли(акриламида) (ПАА) и геллана. Охарактеризовано поведение кривых, отражающих давление нагнетания полимерных растворов при фильтрации через насыщенную модель. Высказано теоретическое обоснование колебательного поведения давления нагнетания при фильтрации полимера геллана. Показано, что геллан обладает большей способностью к снижению проницаемости по сравнению с поли(акриламидом).

Ключевые слова: методы повышения нефтеотдачи, полимерное заводнение, потокоотключающие технологии, поли(акриламид), геллан, гелеобразование.

Мақалада соңғы сатыдағы кен орындарында мұнай өнімділігін арттыру мәселесін шешуге бағытталған зертханалық тәжірибелердің нәтижелері сипатталған. Тәжірибелер қабаттың ұнтақ модельдерінде жүргізілді. Ұнтақ модельдер арқылы поли(акриламид) (ПАА) пен гелланды фильтрлеу бойынша өткізгіштікті төмендету дәрежесі сынақтан өткізілді. Ұнтақ модель арқылы фильтрлеу кезінде полимер ерітінділерінің ығыстыру қысымын көрсететін қисық күйі сипатталды. Геллан полимерін фильтрлеу кезінде ығыстыру қысымының тербелмелі күйінің теориялық негіздемесі айтылды. Нәтижесінде гелланның поли(акриламидпен) салыстырғанда өткізгіштікті төмендету бойынша жоғарғы қасиетке ие екені анықталды.

Түйін сөздер: мұнай өндіруді арттырудың әдістері, полимерлік ығыстыру, ағынды қайтару технологиялары, поли(акриламид), геллан, гель түзілу.

In this paper results are described of laboratory tests, directed to solve problems of oil recovery increasing on oilfields of late stages of development. All experiments were carried out with sand packet model using. Level of permeability decreasing was tested when porous medium filtration of poly(acrylamide) and gellan taking place. Behavior of the curves was characterized describing pressure of polymer solutions injection when bulk model filtrating. Theoretical substantiation was offered of oscillation behavior of injection pressure when gellan polymer filtrating. It have been shown that gellan has more ability to decrease permeability in comparison with poly(acrylamide).

Keywords: methods of oil recovery increasing, polymer flooding, diverter technologies, poly(acrylamide), gellan, gel forming.

При эксплуатации нефтяных месторождений на поздней стадии разработки возникает проблема, связанная с прорывом нагнетаемой воды к добывающим скважинам. Для снижения обводненности продукции необходимо добиться увеличения сопротивления фильтрации в каналах с наибольшей проницаемостью [1], так как именно через них и происходит прорыв воды к забоям добывающих скважин.

В настоящей статье показана возможность применения геллана в качестве потокоотклоняющего агента и сравнивается его эффективность с традиционно используемым в нефтедобыче поли(акриламидом) для снижения проницаемости горной породы.

Экспериментальная часть. В качестве полимерных веществ использовали геллан – продукт фирмы Zhejiang DSM Zhongken Biotechnology Co., Ltd (Китай) и поли(акриламид) (ПАА) с молекулярной массой 10^6 Д фирмы Sigma-Aldrich. Для приготовления растворов полимеров с концентрацией 0,05 и 0,1% применяли дистиллированную и модельную пластовую воду (содержание NaCl равно $75 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$). Для приготовления насыпной модели использовали песок с размерами гранул 0,125–0,25 мм. Принципиальная схема насыпной песчаной модели показана на рис. 1.



Рис. 1. Принципиальная схема насыпной песчаной модели

Насыпная модель представляет собой цельнометаллический стальной цилиндр длиной 25 см и диаметром 4,3 см. Проницаемость насыпных моделей во всех экспериментах поддерживалась одинаковой – 3,7–3,8 и 4,2 Д. Через насыпную модель прокачивали несколько поровых объемов (1 поровый объем равен 100 см^3) раствора полимера или воды со скоростью $1 \text{ см}^3/\text{мин}$.

Перед началом экспериментов водные растворы ПАА и геллана фильтровали через водо- или соленасыщенные насыпные модели (спрессованный песок, насыщенный предварительно дистиллированной или минерализованной водой), постоянно регистрируя изменение давления нагнетания. Степень снижения проницаемости по воде была измерена до и после фильтрации полимерного раствора через насыпную модель. Это крайне важно, так как уменьшение проницаемости в фильтрационных

каналах, через которые прорывается вода на первой стадии заводнения, приводит к перераспределению фильтрационных потоков и увеличению охвата пласта.

Снижение проницаемости, вызванное адсорбцией полимера (или гидродинамическим и механическим захватом макромолекул в пористой среде) при его фильтрации через песчаную забивку, характеризуется коэффициентом остаточного сопротивления (RRF) и выражается как $RRF = K_b/K_f$, где K_b – начальная проницаемость по воде до фильтрации полимера, K_f – проницаемость по воде после фильтрации полимера [2].

Все эксперименты были проведены в следующей последовательности:

1. Насыщение песчаной забивки водой (минерализованной или дистиллированной) для определения пористости.
2. Измерение проницаемости по воде.
3. Нагнетание полимерного раствора в песчаную забивку при расходе $1 \text{ см}^3/\text{мин}$.
4. Нагнетание воды (минерализованной или дистиллированной) в песчаную забивку для измерения остаточной проницаемости после фильтрации полимера.

Результаты и их обсуждение. В целях изучения потокоотклоняющих свойств полимеров и получения воспроизводимых результатов первая серия экспериментов была проведена с дистиллированной водой (рис. 2).

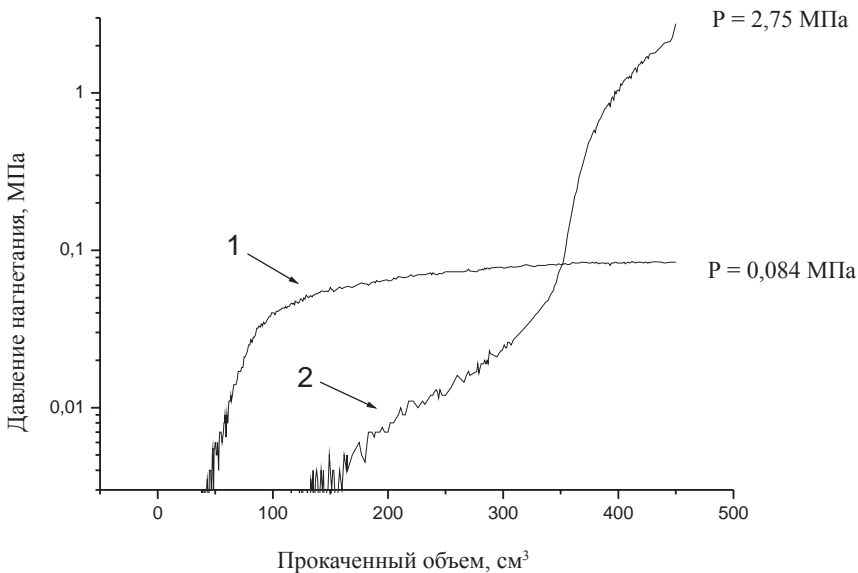


Рис. 2. Изменение давления нагнетания полимерных растворов.

1 – геллан 0,05 % ($K_{пр} = 4,2 \text{ Д}$); 2 – ПАА 0,05 % ($K_{пр} = 4,2 \text{ Д}$)

На рис. 2 представлены кривые, характеризующие поведение ПАА и геллана при фильтрации через насыпную модель, насыщенную дистиллированной водой. Для сравнения экспериментальных кривых оси ординат выражены в логарифмическом масштабе.

В случае водного раствора геллана с вязкостью $1,5\text{--}2,0 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ давление нагнетания монотонно возрастает до прокачки 350 см^3 раствора полимера ($3,5$ поровых объе-

ма). Однако после прокачки 3,5 поровых объема раствора геллана наблюдается резкое увеличение давления нагнетания, обусловленное, вероятно, адсорбцией полимера на частицах песка, а также гидродинамическим и механическим захватом макромолекул пористой средой [3,4]. Конечное давление нагнетания после прокачки 450 см³ раствора геллана составляет 2,75 МПа. В аналогичных условиях при использовании раствора ПАА давление нагнетания возрастает линейно и достигает предельного значения при 0,084 МПа.

Для определения остаточного сопротивления RRF, т.е. для оценки степени уменьшения первоначального значения проницаемости после фильтрации водных растворов полимеров, на следующем этапе проводилась прокачка дистиллированной воды через насыпную модель (рис. 3).

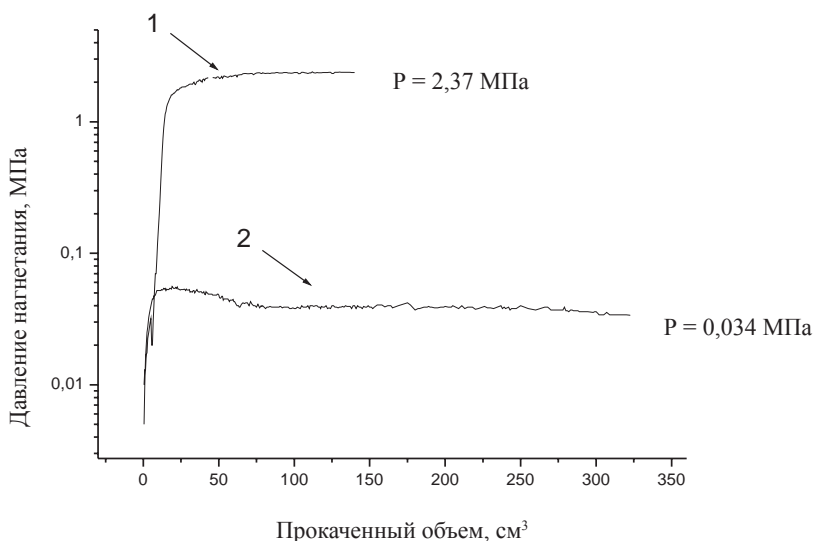


Рис. 3. Изменение давления нагнетания дистиллированной воды после прокачки через насыпную модель, насыщенную дистиллированной водой, 0,05% водных растворов геллана и ПАА. 1 – дистиллированная вода после геллана 0,05 % (RRF = 128); 2 – дистиллированная вода после ПАА 0,05 % (RRF = 4,46)

Как видно из рис. 3, давление нагнетания дистиллированной воды после прокачки раствора геллана резко возрастает до 2,37 МПа и на протяжении всего периода фильтрации изменяется незначительно. Первоначальное значение проницаемости уменьшается в 128 раз, что свидетельствует о закупоривании определенной части порового пространства насыпной модели раствором геллана, тогда как давление нагнетания дистиллированной воды после прокачки ПАА возрастает до 0,034 МПа, а проницаемость уменьшается всего в 4,46 раза. Фактор остаточного сопротивления после фильтрации геллана почти в 30 раз выше фактора остаточного сопротивления после фильтрации ПАА, что свидетельствует о более эффективном закупоривании порового пространства гелланом.

Вторая серия экспериментов была проведена с использованием минерализованной воды с концентрацией NaCl 75 г/л. Результаты фильтрации полимеров через пористую среду представлены на рис. 4.

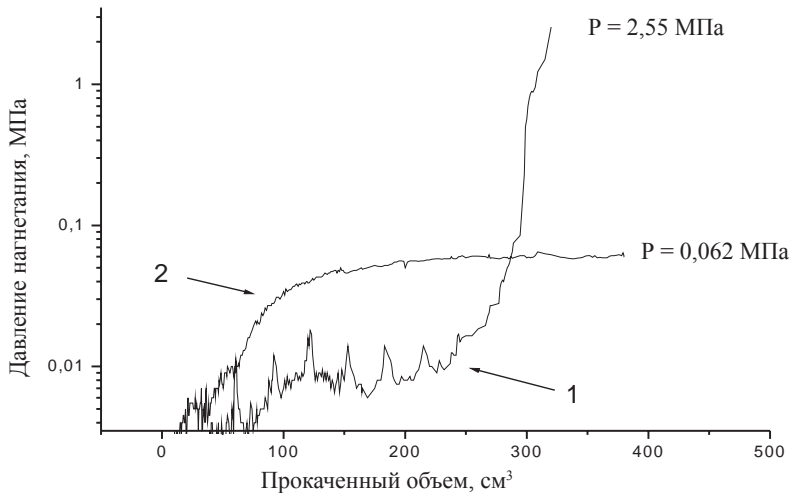


Рис. 4. Изменение давления нагнетания при прокачке 0,1% растворов геллана и ПАА через насыпную модель, насыщенную минерализованной водой. 1 – геллан 0,1 % ($K_{пр} = 3,8$ Д); 2 – ПАА 0,1 % ($K_{пр} = 3,7$ Д)

Как видно из рис. 4, давление нагнетания существенно не изменяется при фильтрации 250 см³ раствора геллана (2,5 поровых объема). Однако на данном участке наблюдаются колебательные скачки давления со средней амплитудой 0,006 МПа. Они характерны только для раствора геллана, который фильтруется через насыпную модель, насыщенную минерализованной водой. После прокачки 3 поровых объемов 0,1% раствора геллана давление резко возрастает. На момент прокачки 315 см³ давление повышается до 2,55 МПа. В случае ПАА кривая монотонно возрастает до давления 0,062 МПа и в дальнейшем изменяется незначительно. Таким образом, при очень близких значениях проницаемости среды (коэффициент проницаемости 3,7–3,8 Д) и одинаковой концентрации полимеров на момент прокачки трех поровых объемов полимера через модель геллан повышает давление нагнетания в 40 раз больше, чем ПАА.

Скачки давления при фильтрации геллана обнаружены нами впервые и, вероятно, связаны с фазовым золь-гель переходом, имеющим место в пористой среде с высокой минерализацией. Это предположение подтверждается тем, что раствор геллана при контакте с соленасыщенным песком претерпевает золь-гель переход [5].

Золь-гель переход геллана в минерализованной воде может быть целесообразным с точки зрения увеличения нефтедобычи на обводненных месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки (например, Узень). Прежде всего, закачка геллана в состоянии золя (раствора) в нагнетательную скважину облегчается благодаря низкой концентрации и вязкости раствора геллана. Во-вторых, гелевая оторочка (или

пробка, поршень), которая образуется после контакта с подземным солевым раствором, может двигаться к глубоким слоям и блокировать большие поры и тем самым уменьшить пропускную способность каналов с высокой проницаемостью, не затрагивая при этом менее проницаемые продуктивные зоны. Следовательно, инжестируемая вода будет проникать в менее проницаемые зоны, вытесняя остаточную нефть.

Для фиксации изменения давления нагнетания и определения фактора остаточного сопротивления RRF проводилась фильтрация минерализованной воды через насыпную модель, насыщенную полимером. Результаты представлены на рис. 5.

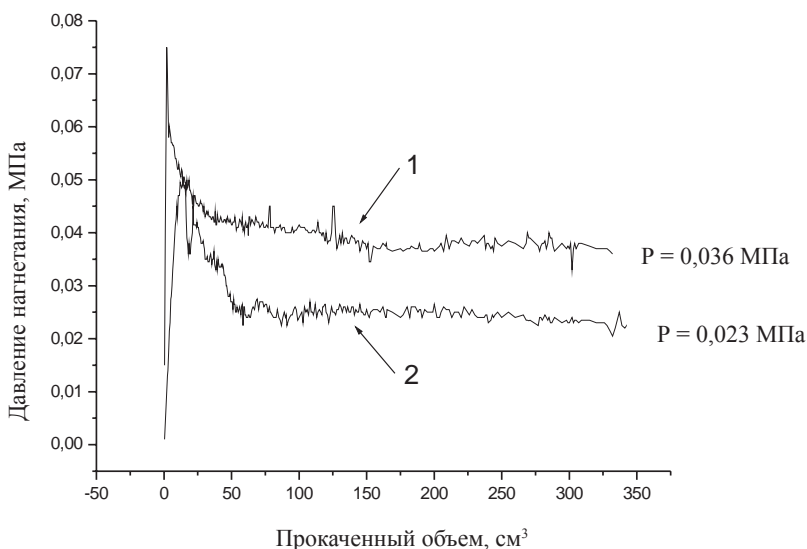


Рис. 5. Изменение давления нагнетания минерализованной воды после прокачки через насыпную модель 0,1% растворов геллана и ПАА. 1 – минерализованная вода после геллана 0,1 % (RRF = 14,42); 2 – минерализованная вода после ПАА 0,1 % (RRF = 4,11)

Давление нагнетания минерализованной воды через насыпную модель после прокачки 0,1% раствора геллана колеблется в пределах 0,036 МПа. При этом начальная проницаемость уменьшается в 14,42 раза, тогда как давление нагнетания минерализованной воды после прокачки 0,1% раствора ПАА равно 0,023 МПа. При этом фактор остаточного сопротивления RRF составляет 4,11. Фактор остаточного сопротивления геллана превышает таковой ПАА более чем в 3 раза. Это свидетельствует о более эффективном действии геллана в закупоривании порового пространства по сравнению с ПАА.

Таким образом, модельными экспериментами показано, что при фильтрации разбавленных растворов геллана и поли(акриламида) через водо- и соленасыщенную пористую среду происходит повышение давления нагнетания в результате закупоривания определенной части порового пространства насыпной модели растворами полимеров. При одинаковых условиях эксперимента давление нагнетания и фактор остаточного сопротивления по геллану в 30–40 раз больше по сравнению с этими параметрами при фильтрации ПАА.

Таким образом, изложенное позволяет сделать следующие выводы:

1. Изучено поведение геллана и ПАА в водо- и соленасыщенной пористой среде, моделирующей нефтяные месторождения на поздней стадии разработки.

2. Показано, что при фильтрации разбавленных растворов полимеров через пористую среду происходит повышение давления нагнетания в результате образования полимерной оторочки в определенной части насыпной модели.

3. Установлено, что при одинаковых проницаемости пористой среды и концентрации полимеров давление нагнетания геллана в 30 раз больше, чем таковое ПАА.

4. При фильтрации геллана через пористую среду, насыщенную минерализованной водой, впервые обнаружено колебательное изменение давления с определенной амплитудой, что связано с фазовым золь-гель переходом полимера в солевом растворе.

5. Обнаружено потокоотклоняющее свойство геллана в пористой среде с высоким содержанием соли.

Работа выполнена в рамках проекта «Коммерциализация технологий» (проект № 161) при финансовой поддержке МОН РК и Всемирного банка.

ЛИТЕРАТУРА

1 Moffitt P.D. Long-Term Production Results of Polymer Treatments in Producing Wells in Western Kansas // Journal of Petroleum Technology – 1993. – N 4 – С. 356 – 362.

2 Ogunberu A.L., Asghari K. Water permeability reduction under flow-induced polymer adsorption // 5-th Canadian International Petroleum Conference. – Calgary, 2004.

3 Ибрагимов Р.Ш., Гусенов И.Ш., Татыханова Г.С., Адилов Ж.М., Абдуллин Х.А., Кудайбергенов С.Е. Изучение процессов вытеснения нефти из кернов раствором геллана // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2012. – № 1 (43). – С. 95–101.

4 Адилов Ж.М., Кудайбергенов С.Е., Татыханова Г.С., Садакбаева Ж.К., Берилло Д.А. Изучение адсорбции нефти и водорастворимых полимеров на кернах // Нефть и газ. – 2010. – № 6. – С. 34–42.

5 Morris E.R., Nishinari K., Rinaudo M. Gelation of gellan – a review // Food Hydrocolloids. – 2012. – № 28. – С. 373–411.

НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Ученые обнаружили новую форму жизни – электрические бактерии

Как сообщается в последнем номере научного журнала «Нейчер», датские ученые из Орхусского университета обнаружили не известную до сих пор форму жизни – электрические бактерии. Вместе с исследователями университета Южной Калифорнии они нашли в донных отложениях в Орхусском порту микроорганизмы, способные служить электропроводником. Это мириады бактерий, которые живут в иле и функционируют как «электрокабели».

Интересно, что электроток в биологических процессах на морском дне ученые Орхуса обнаружили еще несколько лет назад. Им даже удалось его измерить, однако объяснить этот феномен тогда они не смогли.

В ходе дальнейших исследований они открыли, что там, где измерялся электроток, всегда присутствовали многоклеточные бактерии с нитчатой структурой. Так родилась гипотеза, согласно которой эти бактерии представляют собой своего рода «электрокабели». «Каждая такая бактерия длиной несколько сантиметров, но диаметром лишь тысячные доли миллиметра переносит электроток из одной точки в другую, – сообщил профессор Орхусского университета Ларе Петер Нильсен. – На квадратном метре морского дна, где они находятся, насчитываются многие тысячи километров такого электрокабеля. Это большой организм, состоящий из множества клеток, которые сохраняют связи между собой, даже когда их физически разделяют». Так, разрезая образцы отложений, исследователи получали «эффект экскава-

тора с пробитым кабелем». «Мы нашли эти бактерии в Орхусе, но, очевидно, их много повсюду на морском дне, – отметил Нильсен. – Это кажется фантастикой, однако это реальность».

Ранее Дни.Ру писали о том, что американские ученые обнаружили на дне калифорнийского озера Моно взвешенную форму жизни. Необычные микроорганизмы исследователям удалось обнаружить в водах калифорнийского вулканического озера. Вода озера по своему составу, скорее, напоминает отбеливатель – в щелочной воде растворено огромное количество мышьяка. В этой воде, не предназначенной для жизни, и смогли выжить данные бактерии.

Исследователям удалось обнаружить бактерии, которые в своем составе имеют ДНК, которой нет ни у одного живого существа на нашей планете. Ученые представили миру необычное существо – бактерию, которая может выживать в условиях, которые не способен вынести ни один живой организм.

По словам астробиолога Вольф-Саймон, все живые существа на Земле состоят из шести химических элементов: углерода, водорода, азота, кислорода, фосфора и серы. Однако это не относится к обнаруженной сенсации. Найденные бактерии ученые поместили в раствор мышьяка, в котором они неожиданно смогли не только выжить, но и продолжать нормальное существование.

При ближайшем рассмотрении выяснилось, что бактерии заместили жизненно важный фосфор в своей ДНК мышьяком. Подобного, по словам ученых, в своей практике они еще не встречали. Специалисты уточнили, что бактерии, способные совершить такую подмену,

благодаря своим свойствам могут выживать в непригодных для жизни условиях, например при смертельно холодных температурах на окраине Солнечной системы.

«Если существует микроорганизм, который может функционировать принципиально иначе, чем все прочие, это означает, что могут быть и другие формы жизни и на Земле, и в совсем иных условиях за ее пределами. Это означает, что мы открыли дверь в бездну. Миллионы вопросов о том, что еще мы можем искать и что еще мы можем найти», – заявила Вольф-Саймон.

Как мозг выделяет нужные звуки из фонового шума

Находясь в шумной компании, мы обычно без труда концентрируемся на словах собеседника. Разумеется, если шум вокруг слишком сильный, то разговор вряд ли получится, но у нашего мозга все равно есть довольно эффективная система фильтрации посторонних шумов. И с середины прошлого века нейробиологи пытаются разобраться, как она работает.

Исследователи из Колумбийского университета (США) записали активность мозга у шести пациентов с эпилепсией, которым перед операцией в мозг вживили электроды для выяснения того, какая зона мозга отвечает за припадки. Это самая обычная процедура при терапии тяжелых форм эпилепсии, и ученые все чаще пользуются случаем, получая с помощью таких пациентов самые разнообразные сведения о работе мозга.

Чтобы выяснить, как мозг фильтрует шум, исследователи показывали одновременно два видео, где два человека рассказывали в течение 9–12 секунд какую-то историю, при этом каждый

свою. Участники эксперимента должны были сконцентрироваться на ком-то одном. В кипучей работе мозга ученые сумели вычленить активность, которая соответствовала восприятию речи; кроме того, удалось определить, какая активность нейронов соответствует игнорированию, а какая – направленному вниманию. Как пишут исследователи в журнале *Neuron*, человек слышал одновременно и нужный разговор, и ненужный, то есть оба вызывали в мозгу какую-то активность. Однако распределялась она по-разному: звуки речи, к которой нужно было прислушиваться, запускали высшие области коры – к примеру нижнюю фронтальную кору, которая относится к центрам речи и языка. Причем активность этих зон усиливалась по мере продолжения речи. То есть чем дольше мы слушаем собеседника на шумной вечеринке, тем лучше его слышим.

На самом деле ранее уже выдвигалась гипотеза о том, что мозгу достаточно один раз уцепиться за что-то значимое, а дальше его фильтр будет работать все лучше и лучше. Но команде Чарльза Шредера впервые удалось подтвердить эту теорию на практике.

Стоит, однако, заметить, что и сама гипотеза, и эксперимент, ее подтверждающий, имеют дело с уже установленным положением, то есть когда мозг уже сделал выбор, на что обращать внимание, а на что – нет. А вот как происходит сам выбор между тем, кого слушать, и тем, что можно отбросить как незначительный шум, еще только предстоит выяснить.

У девочек «ген речи» более активен

Результаты исследований ученых показали, что в изучении языков девушки

гораздо чаще показывают лучшие результаты, чем мальчики. Исследователи, изучающие ген, связанный с эволюцией языка, впервые обнаружили четкую половую разницу в его активности как у грызунов, так и у людей. Оказалось, этот ген вырабатывает больше белка у девочек.

В 2001 году мир всколыхнуло открытие гена, названного FOXP2, который, по мнению ученых, играет существенную роль в формировании речи. Исследователи предупреждали, что, возможно, FOXP2 – всего лишь один из многих генов, вовлеченных в процесс изменения лингвистического аппарата, однако позднейшие открытия показали, что его важность недооценивали. Например, человеческая версия белка, вырабатываемого этим геном, отличается от белка шимпанзе на две аминокислоты. Она прошла естественный отбор после того, как линии шимпанзе и человека разделились примерно 5–7 миллионов лет назад. В течение следующих лет исследования показали, что ген FOXP2 задействован в вокализации других животных, включая мышей, певчих птиц и даже летучих мышей.

В это же время ряд работ подтвердили предыдущие исследования, где выдвигались предположения о том, что девушки быстрее и раньше, чем мальчики, изучают язык, раньше начинают говорить первые слова и быстрее накапливают словарный запас. Но объявленные причины этих результатов были очень спорными, поскольку трудно отделить природные эффекты влияния воспитания, а с возрастом разница постепенно уменьшается.

Как сообщают новости науки и техники, команда ученых из Школы медицины Университета Мэриленд в Балтиморе пыталась узнать, действительно ли FOXP2 задействован в этом возможном различии полов. Они начали искать ответ

с помощью молодых крысят, которые питают в ультразвуковом диапазоне – эти частоты выше возможностей человеческого уха, если их отделить от матери. У крысят-самцов уровень белка был вдвое больше в областях мозга, ответственных за вокализацию и другие когнитивные функции: в миндалине, коре головного мозга и мозжечке, однако в незадействованных в вокализации областях разницы в уровнях белка не было (например, в гипоталамусе).

Наконец, исследователи провели небольшое исследование на человеческих детях в возрасте от 4 до 5 лет, умерших в результате несчастного случая. В мозгу пяти мальчиков и пяти девочек команда исследовала уровень протеина FOXP2 в левой передней части коры, которую люди связывают с языком, сообщает mirnt.ru. Исследователи обнаружили прямо противоположную ситуацию, чем у крыс. Оказалось, что белка FOXP2 на 30% больше у девушек по сравнению с мальчиками.

Команда сделала вывод, что у крыс и людей пол, который называют «более коммуникативным», имеет высокие уровни FOXP2, что можно было ожидать, если бы ген и его белок играли значительную роль в возможностях вокализации.

Найден новый «гормон счастья»

Ученые из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (США) обнаружили еще один «гормон счастья»: им оказался нейромедиатор гипокретин. Этот пептид время от времени появляется в сводках с научных фронтов, и обычно о нем говорят как об активаторе мозга, который участвует в чередовании периодов сна и бодрствования. Однако на сей раз исследователи впервые попробовали гипокретин на роль регулятора настроения, причем особое значение этим выво-

дам придает то, что работа выполнялась на человеке.

Еще в 2000 году из лаборатории Джерома Сигела вышла статья, в которой указывалось, что у больных нарколепсией уровень гипокретина понижен на 95%. Грубо говоря, этого нейропептида у них почти нет. Один из самых известных симптомов нарколепсии – неконтролируемые чередования сна и бодрствования, но, кроме того, нарколепсия тесно связана с депрессией.

Ученым оставалось только проверить, как обстоят дела с гипокретином у тех, кто страдает от депрессии. В исследовании участвовали эпилептики, которым перед операцией в мозг вживляли электроды, чтобы определить эпилептический участок мозга. Процедура по вживлению электродов позволила взять образцы для анализа содержания нейропептидов в мозге, результаты анализа подтвердили мнение ученых.

Вкус сладкого и горького зависит от одного и того же молекулярного канала

Современные люди в разных странах кроме сладкого, горького, кислого, соленого вкуса выделяют также умами, терпкий, жгучий, мятный, щелочной, металлический и другие вкусы.

Чувство вкуса обеспечивают вкусовые рецепторы и нейроны, которые передают сигнал от рецептора в мозг. Вещество, попадая на вкусовую почку, передает сигнал некоей молекуле-посреднику, а та вызывает нейрохимический импульс. Но это в общих чертах, молекулярные подробности не были известны долгое время. Исследователям из Пенсильванского университета (США) удалось обнаружить ионный канал, от которого зависит передача вкусовых ощущений. Тем самым они слегка прояснили, какие молекулярно-клеточные события лежат в

основе чувства вкуса.

У млекопитающих во вкусовых почках есть клетки, отвечающие за основные вкусы: горький, сладкий и т. д. Исследователи изучали три типа таких клеток: «сладкие», «горькие» и клетки, чувствительные к вкусу умами. Когда клетки чувствуют «их» вкус, они высвобождают молекулы АТФ, которые служат сигналом для нервных клеток, передающих сообщение в мозг. Обычно нервные клетки соединяются с другими синапсами, но между чувствительными клетками и проводящими нейронами никаких синапсов нет. Тогда возникает вопрос: как АТФ от рецепторов действует на проводящие нейроны?

Ученым удалось найти особый канал во вкусовых нейронах, сформированный белком CALHM1. Сразу же появилось предположение, что именно от CALHM1 зависит передача вкусовой информации. Дальнейшие эксперименты это подтвердили. Во-первых, пишут исследователи в журнале Nature, АТФ без проблем помещалась в этом транс-мембранном канале. Во-вторых, и это главное, когда у мышей выключали ген CALHM1, животные переставали чувствовать три вида вкуса: горький, сладкий и умами.

Очевидно, воздействуя на этот молекулярный канал, можно менять восприимчивость к вкусу, и это могло бы пригодиться, например, когда человеку нужно есть меньше сладкого. Впрочем, авторы работы считают, что этот канал важен, но он, скорее всего, не один обеспечивает передачу вкусовых ощущений в мозг, и что сладкий и горький вкус должны иметь какие-то индивидуальные молекулярные особенности уже на уровне рецепторов и передающих клеток.

По материалам СМИ

УДК 539.3

МЕХАНИЗМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ В ШАРИКОВОМ ПОДШИПНИКЕ

А. В. КОРОЛЕВ¹, А. А. КОРОЛЕВ¹, А. Н. ТЮРИН²

¹Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина

²Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана

Исследованы вероятностные параметры технологического разрушения твердых тел. Показано, что вероятность разрушения тела зависит от параметров распределения числа и величин дефектов материала и от разрушаемого объема. Доказано, что с увеличением объема разрушаемой части тела возрастает число участвующих в разрушении дефектов материала и, следовательно, повышается число дефектов на разрушенной поверхности тела. Показано, что качество механической обработки можно характеризовать затратами подводимой при обработке энергии, причем эта связь носит случайный характер, так как внутренняя энергия насыщения материала твердых тел является случайной величиной.

Ключевые слова: опоры качения, комбинированная внешняя нагрузка на подшипник, угол контакта между дорожками качения колец и шариками.

Бұл мақалада қатты денелердің технологиялық бұзылу ықтималдық параметрлері зерттелген. Дененің ықтималдық бұзылу мүмкіндігі материал ақауының аумағына және сан таратушылығының параметрлеріне және бұзылу көлеміне тәуелді екені анықталды. Дененің бұзылу бөлігінің көлемі материал қатынасушының ақауының санына қатысты, ақаудың саны заттың бетінің бұзылуына қатысты екені дәлелденді. Осыған байланысты механикалық өңдеудің сапасын энергиямен сипаттауға болады. Бұл байланыстың кездейсоқ сипаттамасы бар, себебі қатты дене материалының ішкі энергиясы кездейсоқ көлденең аумақ болып табылады.

Түйін сөздер: тербелу тіректері, подшипникке түсірілген түйдектелген ішкі жүк-салмақ, сақина мен кішкене шарлардың тербелу жолдары арасындағы түйісі бұрышы.

Probabilistic parameters of technological failure of solid bodies were studied. It was shown that probability of body destruction depends on parameters of distribution of quantity and values of defects in material and crushable volume. It was proved that when volume of crushable parts of the body increasing number of participating in destruction defects in material increases too and, therefore, number of defects on the broken surface of the body increases. It was shown that quality of machining may be characterized by energy consumption when processing, and this relationship is random in character, as well as the internal energy saturation of material solid bodies is a random quantity.

Keywords: rolling-contact bearing, combined external load on bearing, contact angle between raceways of rings and balls.

Известно, что распределение нагрузки между телами качения оказывает существенное влияние на грузоподъемность и долговечность подшипника. Поэтому предпринимались многочисленные попытки [1–6 и др.] решить эту задачу, но строгое решение этой специфической контактной задачи пока не удавалось. На практике в основном использовались решения для случая воздействия на подшипник однонаправленной нагрузки.

Механизм воздействия на шарики комбинированной внешней нагрузки гораздо более сложен, чем при воздействии однонаправленной нагрузки, и поясняется схемой, приведенной на рис. 1.

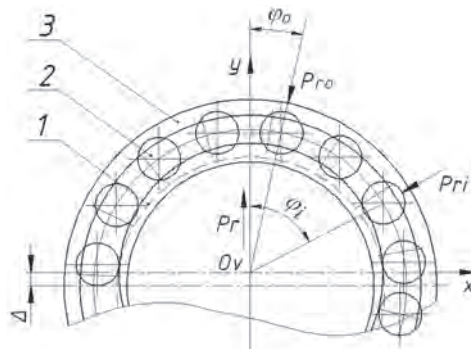


Рис. 1. Схема распределения нагрузки между шариками под действием внешней радиальной нагрузки на подшипник

Из центра O_v внутреннего кольца подшипника проведем декартовую систему координат xO_vy . Ось O_vy расположим в направлении действия радиальной нагрузки R , ось xO_v – в перпендикулярном направлении в плоскости действия радиальной нагрузки. Угол φ_i определяет положение шариков относительно оси O_vy .

Под действием радиальной нагрузки R внутреннее кольцо 1 подшипника смещается относительно наружного кольца 2 на величину Δ , а зона контакта шариков 3 и дорожек качения деформируется на величину, зависящую от угла φ_i расположения шариков.

На рис. 2 показана схема деформации шариков и дорожек качения в поперечном сечении подшипника.

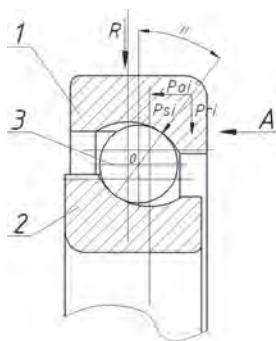


Рис. 2. Поперечное сечение подшипника

Под действием осевой внешней силы A шарики и дорожки качения деформируются в осевом направлении. Будем полагать, что соотношение между радиальной силой R и осевой силой A таково, что все шарики находятся в контакте с дорожками качения колец. Под действием осевой нагрузки A кольца 1 и 2 смещаются в осевом направлении, а между дорожками качения колец 1 и 2 и шариками 3 образуется угол контакта β . Линия контакта проходит через центр O шарика 3 .

Для определенности число шариков примем за n , а нумерацию шариков будем вести с нулевого номера от оси O_v по часовой стрелке, т.е. $i = 0 \dots n - 1$.

Связь силы воздействия на произвольный шарик с возникающей под действием этой силы деформацией определяется равенством

$$p_{si} = \left(\frac{\delta_{si}}{k} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad (1)$$

где k – коэффициент пропорциональности между деформацией и нагрузкой, зависящий от упругих свойств материала деталей и геометрических параметров контакта; δ_{si} – деформация i -го шарика и дорожек качения вдоль линии контакта; p_{si} – сила, действующая на i -й шарик вдоль линии контакта.

Как видно из выражения (1), связь силы, действующей на шарик, деформация шарика и дорожек качения, вызванная этой силой, не является линейной. Это существенно усложняет механизм влияния геометрических параметров подшипника на распределение внешней комбинированной нагрузки между шариками.

Разложим силу p_{si} на две составляющие:

$$\begin{aligned} p_{ri} &= \left(\frac{\delta_{si}}{k} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sin \beta ; \\ p_{oi} &= \left(\frac{\delta_{si}}{k} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \cos \beta , \end{aligned} \quad (2)$$

где p_{ri} и p_{oi} – соответственно радиальная и осевая составляющие нагрузки p_{si} , действующие на i -й шарик под действием внешней комбинированной нагрузки на подшипник.

Действующая на подшипник осевая нагрузка A передается равномерно всем шарикам независимо от их положения вдоль дорожек качения и вызывает относительное смещение колец подшипника в осевом направлении. Действующая на подшипник радиальная нагрузка R воздействует на шарики не равномерно и только на те, которые расположены в направлении действия этой нагрузки. Эта сила вызывает относительное смещение колец подшипника в радиальном направлении, и поэтому составляющая деформации шариков и дорожек качения, вызванная действием радиальной нагрузки, зависит от положения шариков вдоль дорожек качения (см. рис.1).

Исходя из этого деформацию шарика (1), возникающую под действием нагрузки на шарик, также разложим на две составляющие – переменную, зависящую от порядкового номера шарика, и постоянную, не зависящую от положения шарика вдоль окружности дорожек качения:

$$\delta_{si} = \delta_{sRi} + \delta_{sA} , \quad (3)$$

где δ_{sA} – составляющая деформации i -го шарика и дорожек качения в направлении линии контакта, не зависящая от положения шарика относительно направления действия радиальной нагрузки; δ_{sRi} – составляющая деформации i -го шарика и дорожек качения вдоль линии контакта, зависящая от положения шарика относительно действия радиальной нагрузки.

В дальнейшем будем рассматривать деформацию шариков и дорожек качения в радиальном направлении подшипника. Так как деформация шарика и дорожек качения вдоль линии контакта δ_{si} связана с составляющей этой деформации, действующей в радиальном направлении δ_{rsi} , зависимостью

$$\delta_{si} = \frac{\delta_{rsi}}{\sin \beta},$$

то в соответствии с равенством (3) выражения (2) примут вид:

$$\begin{aligned} p_{ri} &= \left(\frac{\delta_{rRi} + \delta_{rA}}{k \cdot \sin \beta} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sin \beta; \\ p_{oi} &= \left(\frac{\delta_{rRi} + \delta_{rAi}}{k \cdot \sin \beta} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \cos \beta, \end{aligned} \quad (4)$$

где δ_{rRi} – переменная составляющая деформации i -го шарика, зависящая от его положения вдоль дорожек качения, возникающая под действием комбинированной нагрузки на подшипник и действующая в радиальном направлении подшипника; δ_{rA} – постоянная составляющая деформации i -го шарика, не зависящая от его положения вдоль дорожек качения, возникающая под действием комбинированной нагрузки на подшипник и действующая в радиальном направлении подшипника.

Деформация дорожек и тел качения в диаметральной плоскости подшипника определяется равенством

$$\delta_{rRi} = \Delta \cdot \cos \varphi_i,$$

где φ_i – угол между i -м шариком и осью $O_v y$.

После подстановки этого выражения в формулы (4) получим:

$$\begin{aligned} p_{ri} &= \left(\frac{\Delta \cdot \cos \varphi_i + \delta_{rA}}{k \cdot \sin \beta} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sin \beta; \\ p_{oi} &= \left(\frac{\Delta \cdot \cos \varphi_i + \delta_{rA}}{k \cdot \sin \beta} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \cos \beta. \end{aligned} \quad (5)$$

Максимальные радиальная и осевая нагрузки на шарик, как следует из равенства (5), соответствуют $\varphi_0 = 0$:

$$\begin{aligned} p_{rb} &= \left(\frac{\Delta + \delta_{rA}}{k \cdot \sin \beta} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sin \beta, \\ p_{ob} &= \left(\frac{\Delta + \delta_{rA}}{k \cdot \sin \beta} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \cos \beta, \end{aligned} \quad (6)$$

а минимальные соответствуют углу $\varphi = \pi$:

$$p_{rm} = \left(\frac{\delta_{rA} - \Delta}{k \cdot \sin \beta} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sin \beta , \quad (7)$$

$$p_{om} = \left(\frac{\delta_{rA} - \Delta}{k \cdot \sin \beta} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \cos \beta .$$

Как видно из равенства (7), при действии на подшипник комбинированной нагрузки не всегда образуется зазор между дорожками качения и шариками, расположенными вне поля действия радиальной нагрузки, как это имеет место при действии чисто радиальной нагрузки. При

$$\delta_{rAi} - \Delta \geq 0 \quad (8)$$

между всеми шариками и дорожками качения сохраняется контакт. Смещение внутреннего кольца под действием радиальной нагрузки компенсируется действием осевой нагрузки. Но при этом нагрузка на все шарики действует не равномерно.

Разделим равенства (5) на максимальные значения соответствующих нагрузок (6) и получим:

$$p_{ri} = p_{rb} \cdot \left(\frac{\Delta \cos \varphi_i + \delta_{rA}}{\Delta + \delta_{rA}} \right)^{\frac{3}{2}} ; \quad (9)$$

$$p_{oi} = p_{ob} \cdot \left(\frac{\Delta \cos \varphi_i + \delta_{rA}}{\Delta + \delta_{rA}} \right)^{\frac{3}{2}} .$$

После операции суммирования равенств (9) по всем шарикам можно найти значения взаимно перпендикулярных нагрузок на шарики. При этом нагрузку p_{ri} , действующую на шарик в радиальном направлении, разложим на две составляющие, а именно действующую в направлении радиальной нагрузки и в поперечном направлении. Нагрузки, действующие в поперечном направлении, уравниваются между собой. Нагрузки, действующие в направлении радиальной нагрузки и равные $p_{ri} \cdot \cos \varphi_i$, уравниваются радиальной нагрузкой R . Поэтому:

$$R = p_{rb} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} \left(\left(\frac{\Delta \cos \varphi_i + \delta_{rA}}{\Delta + \delta_{rA}} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \cos \varphi_i \right) ; \quad (10)$$

$$A = p_{ob} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} \left(\frac{\Delta \cos \varphi_i + \delta_{rA}}{\Delta + \delta_{rA}} \right)^{\frac{3}{2}} .$$

Величины углов φ_i можно найти из выражения (см. рис. 1)

$$\varphi_i = \varphi_o + \frac{2 \cdot \pi}{n} \cdot i , \quad 0 \leq \varphi_o < \frac{2\pi}{n} ,$$

где φ_o – угол расположения нулевого шарика, ближайшего к направлению действия радиальной нагрузки (см. рис. 1).

Тогда из равенства (10) получим:

$$R = p_{rb} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} \left(\left(\frac{\Delta \cos \left(\varphi_0 + i \cdot \frac{2\pi}{n} \right) + \delta_{rA}}{\Delta + \delta_{rA}} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \cos \left(\varphi_0 + i \cdot \frac{2\pi}{n} \right) \right);$$

$$A = p_{ob} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} \left(\frac{\Delta \cos \left(\varphi_0 + i \cdot \frac{2\pi}{n} \right) + \delta_{rA}}{\Delta + \delta_{rA}} \right)^{\frac{3}{2}}.$$

Вынесем из-под корня этих выражений величину деформации δ_{rA} дорожек качения и шарика в радиальном направлении и обозначим

$$c = \frac{\Delta}{\delta_{rA}}.$$

Тогда равенство (10) примет вид:

$$R = p_{rb} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} \left(\left(\frac{c \cdot \cos \left(\varphi_0 + i \cdot \frac{2\pi}{n} \right) + 1}{c + 1} \right)^{\frac{3}{2}} \cos \left(\varphi_0 + i \cdot \frac{2\pi}{n} \right) \right);$$

$$A = p_{ob} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} \left(\frac{c \cdot \cos \left(\varphi_0 + i \cdot \frac{2\pi}{n} \right) + 1}{c + 1} \right)^{\frac{3}{2}}. \quad (11)$$

Обозначим:

$$m_r = \frac{n \cdot (c + 1)^{\frac{3}{2}}}{\sum_{i=0}^{n-1} \left(\left(c \cos \left(\varphi_0 + i \cdot \frac{2\pi}{n} \right) + 1 \right)^{\frac{3}{2}} \cos \left(\varphi_0 + i \cdot \frac{2\pi}{n} \right) \right)};$$

$$m_a = \frac{n \cdot (c + 1)^{\frac{3}{2}}}{\sum_{i=0}^{n-1} \left(c \cos \left(\varphi_0 + i \cdot \frac{2\pi}{n} \right) + 1 \right)^{\frac{3}{2}}}. \quad (12)$$

Назовем m_r и m_a коэффициентами радиальной и осевой максимальной нагрузки на шарики. Тогда равенство (11) примет вид:

$$R = \frac{n \cdot P_{rb}}{m_r} ; \tag{13}$$

$$A = \frac{n \cdot P_{ob}}{m_a} .$$

Если известно число шариков n в подшипнике, то, задавшись значением c ($0 \leq c \leq 1$), из равенства (12) не сложно определить коэффициенты максимальной нагрузки m_r и m_a .

В случае неограниченного роста числа шариков угол между шариками есть величина непрерывная и в этом случае можно перейти к интегрированию. При $n \rightarrow \infty$, $\frac{2\pi}{n} \rightarrow 0$ выражения (12) примут следующий вид:

$$m_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot (c+1)^{\frac{3}{2}}}{\int_0^{2\pi} \left(\cos \varphi \cdot (c \cdot \cos \varphi + 1) \right)^{\frac{3}{2}} d\varphi} ; \tag{14}$$

$$m_a = \frac{2 \cdot \pi \cdot (c+1)^{\frac{3}{2}}}{\int_0^{2\pi} (c \cdot \cos \varphi + 1)^{\frac{3}{2}} d\varphi} .$$

Из равенств (12) и (14) видно, что численные значения m_r и m_a зависят от неизвестного нам значения c . В таблице даны величины коэффициентов m_r и m_a от числа шариков в подшипнике и от значения c , вычисленные по формулам (12) в зависимости от числа шариков n и по формулам (14) для $n \rightarrow \infty$.

Значения коэффициентов m_r , m_a и m_r/m_a

Коэффици- циенты	n	c										
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
m_r	5	∞	15,39	8,77	6,61	5,55	4,94	4,55	4,29	4,11	3,99	3,91
m_a		1	1,15	1,31	1,46	1,61	1,75	1,89	2,03	2,15	2,26	2,36
m_r/m_a		∞	13,36	6,72	4,53	3,45	2,82	2,40	2,12	1,91	1,76	1,66
m_r	10	∞	15,39	8,77	6,61	5,55	4,94	4,55	4,29	4,12	4,00	3,93
m_a		1	1,15	1,31	1,46	1,61	1,75	1,89	2,03	2,15	2,26	2,36
m_r/m_a		∞	13,36	6,72	4,53	3,45	2,82	2,40	2,12	1,92	1,77	1,67
m_r	∞	∞	15,39	8,77	6,61	5,55	4,94	4,55	4,29	4,12	4,00	3,93
m_a		1	1,15	1,31	1,46	1,61	1,75	1,89	2,03	2,15	2,26	2,36
m_r/m_a		∞	13,36	6,72	4,53	3,45	2,82	2,40	2,12	1,92	1,77	1,67

Как видно из таблицы, при $n > 5$ значения коэффициентов практически не зависят от числа шариков n .

Напомним, что суммарную нагрузку, действующую на i шарик, можно представить в виде

$$\overline{P_{si}} = \overline{P_{ri}} + \overline{P_{oi}},$$

откуда

$$P_{si} = \sqrt{P_{ri}^2 + P_{oi}^2} = \left(\frac{\Delta \cdot \cos \varphi_i + \delta_{rA}}{k} \right)^{\frac{3}{2}}.$$

В частности, если обозначим через p_{sb} максимальное значение p_{si} нагрузки на шарик, то $P_{sb} = \sqrt{P_{rb}^2 + P_{ob}^2}$ и с учетом (6)

$$P_{sb} = \left(\frac{\Delta + \delta_{rA}}{k} \right)^{\frac{3}{2}} = \frac{m_r R}{n \cdot \sin \beta}. \quad (15)$$

Из выражений (13) и (6) определим

$$\frac{m_r}{m_a} = \frac{A \cdot p_{rb}}{R \cdot p_{ob}} = \frac{A \cdot p_{ms} \cdot \sin \beta}{R \cdot p_{ms} \cdot \cos \beta} = \frac{A}{R} \operatorname{tg} \beta.$$

По таблице из заданного отношения m_r/m_a и числа шариков n можно найти значения c , а из выражений (12), в свою очередь, – m_r и m_a . Тогда из выражения (15) несложно установить максимальную нагрузку на шарик. Несложно составить программу расчета значений c , m_r , m_a и p_{sb} и в таком случае не понадобятся данные таблицы.

Пример: $A = 9950 \text{ Н}$, $R = 1254 \text{ Н}$, $\beta = 20^\circ$, $n = 46$.

$$\frac{m_r}{m_a} = \frac{9950 \cdot \sin 20^\circ}{1255 \cdot \cos 20^\circ} = 2,89.$$

По таблице находим $c = 0,48$. Тогда $m_r = 5,01$

$$P_{sb} = 5,01 \frac{1254}{46 \cdot \sin 20^\circ} = 400 \text{ Н}.$$

При $\beta = 35^\circ$ $m_r/m_a = 5,56$, $m_r = 7,57$, а $p_{sb} = 360 \text{ Н}$.

При $\beta = 50^\circ$ $m_r/m_a = 9,46$, $m_r = 11,4$, а $p_{sb} = 406 \text{ Н}$.

Следовательно, диапазон углов контакта $20 - 50^\circ$ слабо влияет на величину нагрузки на шарики. Но в этом диапазоне находится оптимальный угол контакта, обеспечивающий минимальную нагрузку на шарики.

Распределение внешней комбинированной нагрузки между шариками определим по формуле (9). С учетом равенства (15) получим

$$P_{si} = \frac{P_{ob}}{\cos \beta} = m_a \frac{A}{n \cdot \cos \beta} \cdot \left(\frac{c \cdot \cos \varphi_i + 1}{c + 1} \right)^{\frac{3}{2}}. \quad (16)$$

Таким образом, равенство (16) является решением поставленной задачи.

Выполненные исследования позволят подшипниковым предприятиям осуществлять расчет допустимых пределов колебания угла контакта в подшипниках при их

производстве. Как было показано, при некоторых соотношениях осевых и радиальных нагрузок на подшипник диапазон допустимых колебаний угла контакта очень велик, в то время как производители необоснованно затрачивают значительные материальные и трудовые ресурсы на обеспечение угла контакта в узком диапазоне его значений. Результаты исследований будут полезны при разработке конструкций различных механизмов и машин, так как позволят более обоснованно определить эксплуатационные параметры опор качения, уменьшить затраты при производстве машин, повысить их надежность и долговечность.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Stribeck, R. Kugellager für beliebige Belastungen // Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure VDI Zeitschrift. – Berlin, 1901. – Vol. 45, N3. – P. 73–79, 118–125.
- 2 Решетов Д.Н. Совместное действие на шариковые подшипники радиальной и осевой нагрузок // Подшипник. – 1936. – № 10.
- 3 Белянчиков М.П. К вопросу о методике расчета радиально-упорных шарикоподшипников // Технология подшипникоостроения. – 1956. – № 8.
- 4 Спришевский А.И. Подшипники качения. – М.: Машиностроение, 1968. – 632 с.
- 5 Подшипники качения: Справочник-каталог /Под ред. В.Н. Нарышкина и Р.В. Коросташевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.

ЗАЩИТА ЖЕЛЕЗНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОТ СНЕЖНЫХ И ПЕСЧАНЫХ ЗАНОСОВ

З. М. РАХИМБЕКОВА, М. Н. ПИРНАЗАРОВ

Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева

Представлена модель снегозащитного забора, структура которой последовательно присоединяет диаду с основным треугольником, представляющую простейшую пространственную ферму. Пространственная ферма опирается на основание с помощью шести стержней, поставленных по определенным правилам, сохраняет геометрическую неизменяемость и статическую определенность. Построена секция простейшей пространственной фермы, которая присоединена горизонтальным стержнем диады к триаде. Представлены расчетная схема и эпюра одноконсольной однопролетной балки, принимающая внешние нагрузки (давление снежной массы, ветровая нагрузка, ледовая нагрузка, собственный вес элементов, вес железобетонных досок), которая позволит увеличить прочность конструкции.

Ключевые слова: пространственная ферма, шарнир, изгибающий момент, поперечная сила, продольная сила, силовое ребро, балка.

Мақалада қарға қарсы қорғау қаралады, оның құрылымы диад негізгі үшбұрышка қосылып, қарапайым кеңдік фермасын көрсетеді. Белгілі ережелермен алты сырықтарға сүйенетін кеңдік ферма, геометриялық өзгеріссіздікті және статистикалық айқындылықты сақтайды. Диада мен триадаға көлденең қосылып қарапайым кеңдік фермасының секциясі жасалды. Конструкцияның беріктігін арттыратын, сыртқы жүк-салмақты қабылдайтын (қардың массасының қысымы, соққан желдің күші, мұздың күші, элементердің өз салмағы, темір бетон тақтайдың салмағы), бір консольды бір рет ұшатын арқалықтың эпюрасы мен есептесу сызбасы ұсынылды.

Түйін сөздер: кеңістік ферма, топса, шо сәті, көлденең күш, бойлық күш, күш қабылдайтын қабырға, арқалық.

In this paper model of snow fence is presented, structure of which consistently adds dyads to the main triangle, representing elementary space truss. Space truss supports on basis by means of six rods, put by special rules, and saves stability of geometrical shape and static definability. Section of elementary space truss was constructed which added by horizontal rod of dyad to triad. Calculated scheme was described and orthographic epure of single-span beam with overhang was presented, taking external loads (snowpack pressure, load due to wind, ice load, dead load of constructions, and weight of concrete planks) which will allow increasing structural strength.

Keywords: space truss, hinge, bending moment, cross-force, longitudinal force, force ridge, beam.

Значительный объем перевозок пассажиров и грузов осуществляют железные и автомобильные дороги. К их эксплуатации предъявляются особые требования [5]. Железные и автомобильные дороги в любое время года, независимо от состояния погоды, должны обеспечивать выполнение плана перевозок пассажиров и грузов с установленными скоростями при безусловном обеспечении безопасности движения. Зимой, когда происходят метели, полоса движения дороги покрывается снегом, что усложняет передвижение транспортных средств. Сегодня существует множество видов снегозащитных заборов, но многие из них считаются далеко не оптимальными. В основном снегозащитные заборы имеют слабые прочностные характеристики, т.е. не выдерживают внешние нагрузки или собственный вес, обрушиваются. И анализ снего-

защитных заборов показывает необходимость разработки новых видов конструкций, улучшающих их прочностные характеристики.

Главная цель исследования – свести к минимуму метелевые отложения и в соответствии с «Инструкцией по снегоборьбе на автомобильных дорогах» [5] разработать статически устойчивые, надежные по прочности, экономичные и эффективные в эксплуатации, технологичные при строительстве типы снегозащитных заборов.

Система простейшей плоской фермы. Простейшей, плоской геометрически, неизменяемой и статически определимой стержневой системой, как известно, является шарнирный треугольник. Последовательное присоединение к этому треугольнику шарнирных узлов с помощью двух связей (диады) не нарушает геометрической неизменяемости и статической определимости системы. Плоская структура, образованная путем последовательного присоединения диад к основному треугольнику, представляет собой простейшую плоскую ферму (рис. 1) [2].

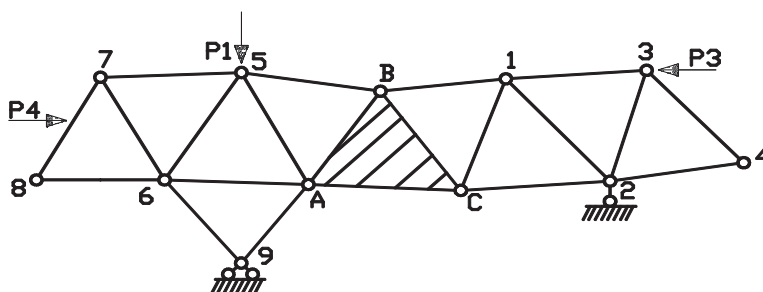


Рис. 1. Схема простейшей плоской фермы. ABC – основной (базовый) треугольник; 1 – 9 – последовательность присоединения диад; P1 – P4 – внешние силы [2]

При узловой передаче нагрузки (силы P1 – P3) в элементах фермы возникают только продольные силы – растягивающие или сжимающие. При внеузловой передаче нагрузки в соответствующем элементе, кроме продольной силы, возникают еще изгибающие моменты и поперечные силы. Так, при действии силы P4 в стержне 7–8 появляются продольные, поперечные силы и изгибающие моменты. Обычно конструктивными мерами всегда можно добиться, чтобы передача внешней нагрузки на ферму осуществлялась только в узлах. В этом случае материал фермы используется наиболее рационально, так как в поперечных сечениях элементов действуют только нормальные напряжения. Присоединение плоской фермы к основанию тремя связями, не пересекающимися в одной точке, сохраняет ее статическую неопределимость и геометрическую неизменяемость. На рис.1 ферма прикреплена к основанию двумя стержнями в узле 9 и одним стержнем в узле 2 [1].

Построение стержневого тетраэдра. Стержневой тетраэдр является простейшей пространственной геометрически неизменяемой и статически определимой стержневой системой, узлами которой служат пространственные шарниры (рис. 2) [3].

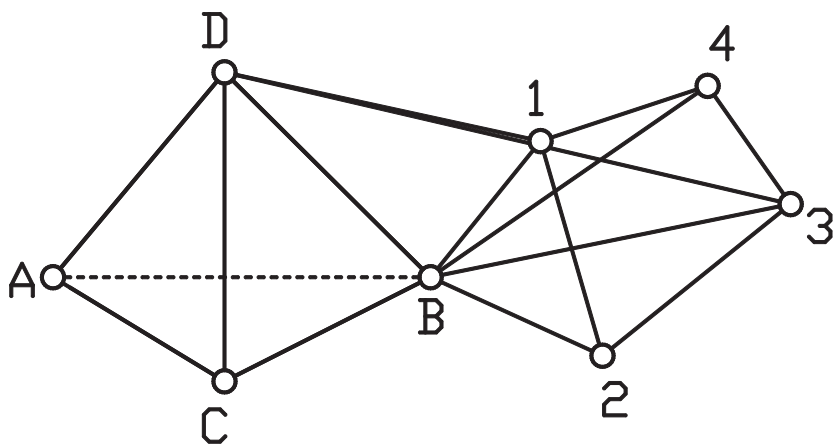


Рис. 2. Схема стержневого тетраэдра и простейшей пространственной фермы. ABCD–тетраэдр; 1–4 – присоединенные узлы триад [3]

Если три стержня основания удалить (стержни AB, BC и AC на рис. 2), то получим пространственный трехстержневой узел D (триаду), в котором сходятся стержни AD, CD и BD. Если эти стержни не лежат в одной плоскости, то шарнирное соединение триады с основанием образует простейшую пространственную геометрически неизменяемую и статически определимую стержневую систему (ферму). Последовательное шарнирное присоединение триад к базовому тетраэдру ABCD не нарушает геометрической неизменяемости и статической определимости пространственной фермы. Пространственная ферма, опирающаяся на основание с помощью шести стержней, поставленных по определенным правилам, сохраняет геометрическую неизменяемость и статическую определимость. Как и в плоских фермах, при узловой передаче нагрузки в стержнях пространственной фермы возникают только продольные силы, при внеузловой передаче нагрузки на стержень в нем возникают изгибающие моменты, поперечные и продольные силы. При исследовании снегозащитных заборов (СЗ) предложенная идеализированная триада может служить основной структурной единицей системы. Другой, вспомогательной единицей СЗ является плоская диада.

Рассмотрим секцию простейшей пространственной фермы, предлагаемой в этой статье. Диада, присоединенная к триаде с помощью стержня, образует секцию простейшей пространственной фермы (рис. 3).

Если бы внешние нагрузки передавались на секцию только в узлах D и H, то во всех элементах триады и диады возникали бы только продольные силы. Однако в силу функционального назначения СЗ элемент CDG триады и элемент FHI диады работают в условиях сложного сопротивления, а подпорки – в условиях продольного изгиба. Элементы CDG и FHI являются наиболее нагруженными и потому наиболее ответственные. Назовем эти элементы силовыми ребрами (СР).

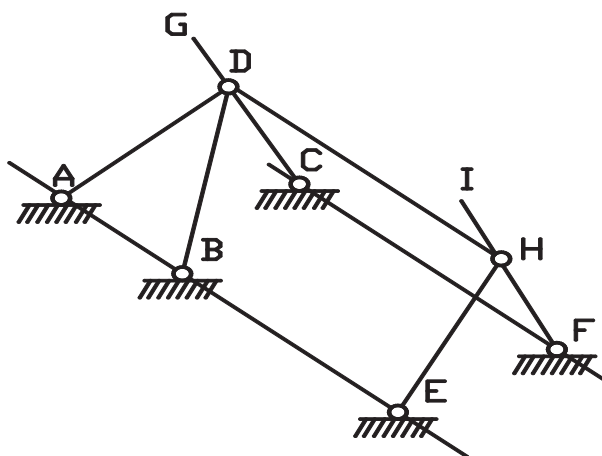


Рис. 3. Секция простейшей пространственной фермы. ABCDG – триада; EFHI – диада; DH – горизонтальный соединяющий элемент; AD, BD – подпорки триады; EH – подпорка диады

Силовые ребра. На СЗ действуют следующие внешние нагрузки: давление снежной массы, ветровой напор, собственный вес элементов, ледовые нагрузки (сосульки), вес железобетонных досок или других конструктивных элементов, навешиваемых на СР. Так как все внешние нагрузки приводятся к равномерно распределенным, расчетную схему СР назначим в виде простой одноконсольной однопролетной балки, равнопрочной в опасных сечениях при действии равномерно распределенной нагрузки q (рис. 4).

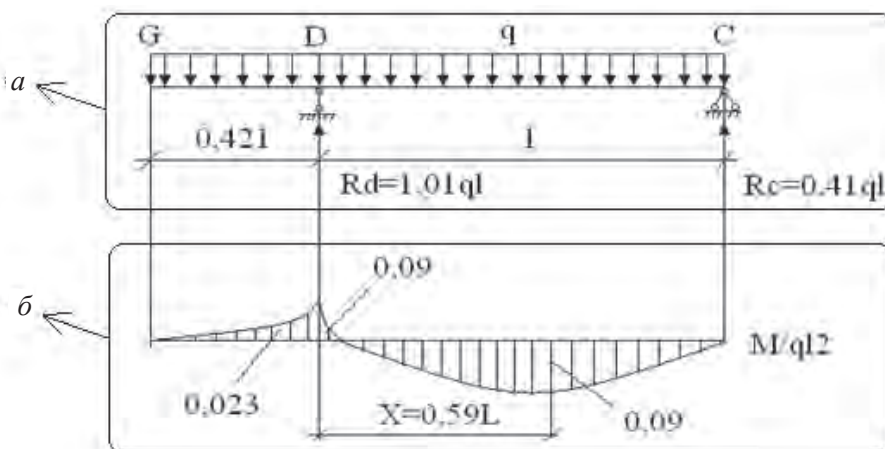


Рис. 4. Одноконсольная балка, равнопрочная в опасных сечениях:
а – расчетная схема; б – эпюра изгибающих моментов

Как отмечалось, в сечениях СР кроме изгибающих моментов возникают поперечные и продольные силы. Однако определяющим силовым фактором является изгибающий момент. При расчете по предельным состояниям условие прочности имеет вид

$$M_{np} > M_p, \quad (1)$$

где M_{np} – предельный изгибающий момент, воспринимаемый материалом балки; M_p – расчетный изгибающий момент в опасных сечениях балки при наименее выгодном сочетании внешних нагрузок.

Аналогично записываются условия прочности по поперечной и продольной силе:

$$\left. \begin{array}{l} Q_{np} \geq Q_p, \\ N_{np} \geq N_p. \end{array} \right\} \quad (2)$$

Расчет ветровой нагрузки. Нормативное значение ветровой нагрузки определяется по формуле [6]

$$w_m = w_0 k c, \quad (3)$$

где w – нормативное значение ветрового давления; k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте; c – аэродинамический коэффициент.

По табл. 5 из [6]

$$w_0 = 38 \text{ кгс/м}^2.$$

На основании табл. 6 из [6]

$$k = 0,75 + \frac{1,0 - 0,75}{5} = 0,80.$$

По схеме 2 приложения 4 из [6] при $\gamma = 60^\circ c = 0,8$. Следовательно, $w_m = 38 \times 0,8 \times 0,8 = 25 \text{ кгс/м}^2$.

Расчет снеговой нагрузки. Полное нормативное значение нагрузки определяется по формуле

$$S = S_0 \mu, \quad (4)$$

где S_0 – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли; μ – переходный коэффициент от веса снегового покрова на поверхности земли к его весу на данном уровне в зависимости от угла наклона поверхности конструкции.

По табл. 4 из [6] $S_0 = 150 \text{ кгс/м}^2$.

В соответствии с приложением 3 из [6]

$$\mu = \frac{1}{60 - 25} \cdot 5 = 0,15.$$

В запас прочности примем $\mu = 0,25$:

$$S = 150 \times 0,25 = 37 \text{ кгс/м}^2.$$

Расчет ледовой нагрузки. Как запас прочности и устойчивости примем, что льдом покрыта вся поверхность доски на толщину 1 см при коэффициенте сплошности $0,5$. Тогда с учетом требований п. 7.2 из [6] имеем

$$W_c = 7,35 \times 0,5 \times 0,01 \times 0,9 = 0,033 \text{ тс/м}^2.$$

Собственный вес конструкций. На защитный забор действует его собственный вес и давление железобетонных досок. Принимая сечение СР 7 x 7 см, при объемном весе железобетонной конструкций 2,5 тс/м³ вычислим

$$q_p = \frac{0,072 \cdot 2,5}{0,577} = 0,021 \text{ тс/м}^2.$$

Таким образом, расчет показывает, что конструкция может удерживать собственный вес и противостоять внешним нагрузкам.

Итак, на основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Особенность предложенного снегозащитного забора состоит в том, что устройство дает максимальный эффект снегозадержания, даже под забором образуются взаимопересекающие снежные валы, которые способствуют торможению нижнего слоя перемещения снежных частиц, а снегозащитный забор, регулируя движение снежного потока, сталкивает их направления между собой, за счет чего происходит отложение до 70–90% снежной массы.

2. Приняв оптимальные решения при выборе материала и технологию возведения исследуемой конструкции, можно проанализировать ее работоспособность в эксплуатации.

3. Предлагаемая конструкция может использоваться для защиты от песчаных заносов и других природных воздействий: селей, лавин, камнепадов и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1 Байнатов Ж. Усиление конструкций мостов и барьеров безопасности автодорог. – Алма-Ата: КазНИИНКИ, 1992. – 100 с.

2. Каро-Маде В. А., Малинин П. К. Методика расчета дорожных сооружений барьерного типа: Сб. трудов – М.: Союздорнии, 1982. – С. 62–74.

3 Байнатов Ж., Каро-Маде В. А., Рахимбекова З. М. Приложение теории упругопластического изгиба к расчету энергопоглощающих барьеров безопасности: Сб. трудов. – М.: Транспорт: наука, техника, управление, 1994. – С. 42–49.

4 Рахимбекова З.М. Нелинейные стержневые системы за пределом упругости. – Алматы: Эверо, 2002. – 220 с.

5 Кунгерцев А. А. Методические рекомендации по зимнему содержанию автомобильных дорог в Казахстане. – Алма-Ата: Министерство автомобильных дорог в Казахской ССР, 1973. –123 с.

6 СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. – 1985. – 210 с.

OPTIMIZATION OF CYCLOGRAM MECHANISMS AUTOMATIC MACHINE

G. UALIYEV, A. A. JOMARTOV, Z. G. UALIYEV

Institute of Mechanics & Mechanical Engineering

Cyclogram of mechanisms of automatic machine may be represented in a form of vector polygons, saving at the same time visualization of existing linear cyclogram and possibility of computers using for optimization of cyclogram of mechanisms with due account of accuracy of their production and operation and also interaction with each other. As a result of multi-criteria problem solving we obtain the optimal point, coordinates of which are phase operating angles of mechanisms, i.e. we obtain optimal cyclogram of mechanisms of automatic machine.

Keywords: cyclogram, model, mechanism, automatic machine, vector

Сызықтық циклограмманы сақтай отырып және оларды дайындау мен іске қосылу дәлдігін, сонымен қатар механизмдердің бір-бірімен әсерлесуін ескере отырып ЭЕМ-ді мүмкіншілігін қолданып механизм циклограммасын оптимизациялау үшін машина-автомат механизмінің циклограммасы векторлы көп бұрыш түрінде келтірілді. Көп өлшемді есептерді шешу нәтижесінде механизмнің іске қосылу фазалары координата болып табылатын нүктесін, яғни машина-автомат механизмінің оптималды циклограммасын аламыз.

Түйін сөздер: циклограмма, модель, механизм, машина-автомат, вектор.

Циклограмма механизмов машины-автомата представлена в виде векторных многоугольников, при этом сохраняются наглядность существующих линейных циклограмм и возможности использования ЭВМ для оптимизации циклограммы механизмов с учетом точности их изготовления и работы, а также взаимодействия механизмов друг с другом. В результате решения многокритериальной задачи получаем оптимальную точку, координатами которой являются фазовые углы срабатывания механизмов, т. е. получаем оптимальную циклограмму механизмов машины-автомата.

Ключевые слова: циклограмма, модель, механизм, машина-автомат, вектор

Theory of cyclogram, including the synthesis and analysis of cyclic diagrams of machines and automatic lines, is one of the main parts of the theory of design of automatic machines [1]. Cyclogram machine-automaton is a sequence of operations performed by mechanisms depending on the angular displacement of the main shaft. Cyclogram makes it possible to determine the state of dwell or motion of each mechanisms for any position of the main shaft.

The most modern methods of modeling cyclogram are two methods: the network [2] and the presentation cyclogram in the form of associated directed graph [3].

Cyclogram mechanisms machine-automaton can be represented as vector polygons [4], while maintaining the visibility of existing linear cyclogram and the possibility of using computers to optimize cyclogram mechanisms of machines, taking into account the accuracy of their production and work, as well as the mechanisms of interaction with each other. To obtain a mathematical model of the interaction mechanisms of machine-automaton with each other instead of segments, we introduce cyclogram of the vector (fig. 1) which are connected to each other, with the vector directed sequentially from one position to another – is

denoted by the letter of the vector $\vec{\ell}_{ij}$, n – number of mechanisms, i – number of mechanisms, j – number of position i -mechanism, m_j – number of position i -mechanism.

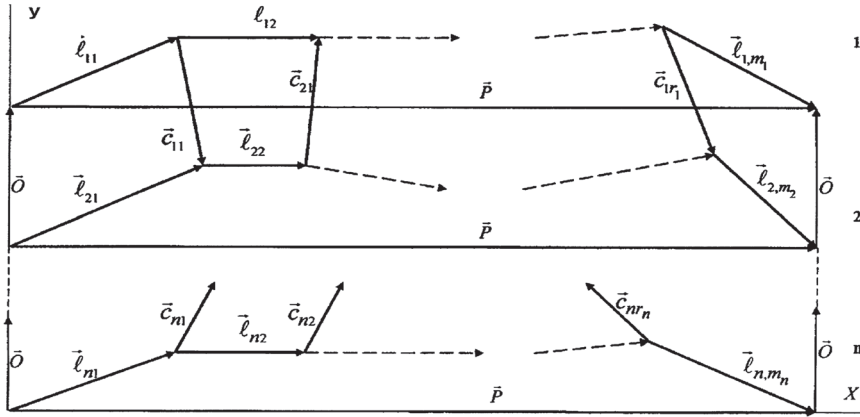


Fig. 1. Vector model cyclogram

Moreover, the projection of the vectors $\vec{\ell}_{ij}$ on the X axis describes a_{ij} -phase angle triggering mechanisms, and the projection on the Y-axis indicates the value of movement δ_{ij} , j – position of i -mechanism, introduced as a dimensionless quantity

$$\delta_{ij} = \frac{S_{ij}}{S_{\max}}, \quad S_{\max} = \max S_{ij}, \quad i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m_i,$$

where S_{ij} – movement of j -position of i -mechanism (dimensional quantity).

Introduce vector \vec{P} connecting point of beginning and end of the cycle. Projection vector \vec{P} on the X axis is equal 2π , on the Y axis is zero. In research cyclogram machine-automaton must take into account technological and structural constraints, ie precision manufacturing and work mechanisms, as well as connections of work mechanisms among themselves. Interaction mechanisms with each other reflected in the form of vectors of connection \vec{c}_{ik} , where $k = 1, \dots, r_i$, r_i – number of vectors connection of i -mechanism emerging from j -position. Direction vectors connection refers to the sequence of triggering mechanisms. The projection vectors connection to the X axis describes the time lag trigger mechanism, and the projection on the Y axis – the difference between the maximum displacement mechanisms.

Impose cyclogram mechanisms at each other with zero vectors \vec{O} (fig. 1) connecting the boundary points of cyclogram mechanisms for Y axis.

Up a system of vector equations, describing the mechanisms of machine-automaton in accordance (fig. 1).

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1}^{m_i} \vec{\ell}_{ij} = \vec{P}, i = 1, \dots, n, \quad \vec{c}_{ik} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} b_{ij} \cdot \vec{\ell}_{ij}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

where $b_{ij} \in \{0, \pm 1\}$.

Vector equations (1) describe the joint operation of mechanisms of machine-automaton. Project vector equations (1) on the axis X and Y.

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1}^{m_i} \alpha_{ij} = 2\pi, \quad \sum_{j=1}^{m_i} \delta_{ij} = 0, \quad c_{ik}^x = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} b_{ij} \alpha_{ij}, \quad c_{ik}^y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} b_{ij} \delta_{ij}, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

at a_{ij} – phase angle triggering mechanisms, and movement imposes constraints

$$\alpha_{ij} \geq \alpha_{ij}^m, \quad \delta_{ij}^b \geq \delta_{ij} \geq \delta_{ij}^h, \quad (3)$$

where α_{ij}^m – the minimum allowable phase angles triggering mechanisms, determined from the condition of efficiency mechanisms, $\delta_{ij}^b, \delta_{ij}^h$ – upper and lower limits of the designated designer.

On the projection vectors of connection imposes constraints

$$c_{ik}^{xb} \geq c_{ik}^x \geq c_{ik}^{xh}, \quad c_{ik}^{yb} \geq c_{ik}^y \geq c_{ik}^{yh}, \quad (4)$$

where $c_{ik}^{xh} = e_{ik}^x + \Delta c_{ik}^x$, $c_{ik}^{yh} = e_{ik}^y + \Delta c_{ik}^y$; e_{ik}^x, e_{ik}^y – the minimum allowable projection vectors of connection, defined by the technological conditions, $\Delta c_{ik}^x, \Delta c_{ik}^y$ – error projection vectors of connection, c_{ik}^{xb}, c_{ik}^{yb} – upper limit imposed by the designer.

Equations (2) and constraints (3) and (4) describe the joint work mechanisms (cyclogram) machine-automaton. In steady motion machine-automaton with a centralized control system main shaft rotates at a constant speed $\omega = const$, then a transition to the times of operation mechanisms t_{ij} formula $t_{ij} = \alpha_{ij}/\omega$, and the period of the cycle $T = 2\pi/\omega$.

Optimization of cyclogram mechanisms allows to solve the task of raising the actual productivity machine-automaton by increasing the reliability of its mechanisms. Here we choose the mechanisms that need to reduce the dynamic loads in order to increase their durability. The target functions assign the maximum stresses in the links of the selected mechanisms (contact, bending, twisting, etc.)

$$\Phi_\nu(A) = \max \sigma_\nu(A), \quad (5)$$

where ν – number of selected mechanisms, A – a point with Cartesian coordinates. The result is a multicriteria problem

$$\min_{A \in D} \Phi_1(A), \min_{A \in D} \Phi_2(A), \dots, \min_{A \in D} \Phi_\nu(A), \quad (6)$$

where D – the feasible region, which is determined by constraints (2–4).

To solve the multi – objective task (6) using the methodology proposed by in [5], and finally obtain the optimum point A_{opt} , whose coordinates are the phase angles of triggering mechanisms, ie, we obtain the optimal cyclogram of the mechanisms of machine-automaton. In addition to the objective functions (6) can be used, and others.

Example. For, when optimizing cyclogram mechanisms involved in paving weft yarn loom STB1-330PN to increase its actual productivity were taken two criteria: the reliability of transmission of weft thread microshuttles and switch time change color weft thread. In the

process of paving the weft thread comprises three mechanisms: mechanism of compensator weft, mechanism of lift micro shuttles, and mechanism of opening spring micro shuttles. Vector model cyclogram mechanisms is shown in fig. 2.

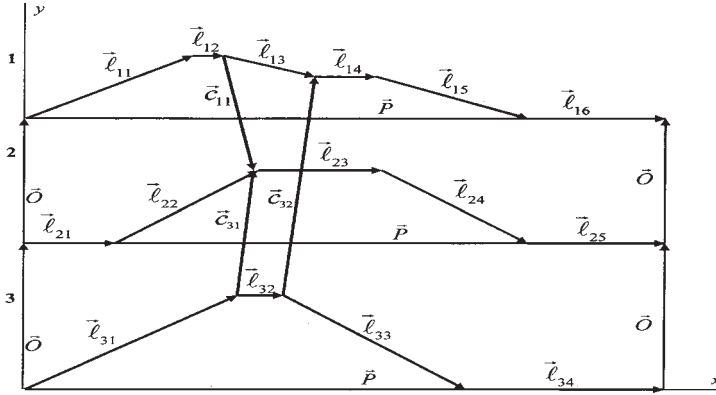


Fig. 2. Vector model cyclogram mechanisms involved in paving weft yarn loom STB1-330PN

Up a system of vector equations, describing the work of mechanisms loom STB1-330PN (fig. 2):

$$\left. \begin{aligned} \bar{l}_{11} + \bar{l}_{12} + \bar{l}_{13} + \bar{l}_{14} + \bar{l}_{15} + \bar{l}_{16} = \bar{P}, \quad \bar{l}_{21} + \bar{l}_{22} + \bar{l}_{23} + \bar{l}_{24} + \bar{l}_{25} = \bar{P}, \quad \bar{l}_{31} + \bar{l}_{32} + \bar{l}_{33} + \bar{l}_{34} = \bar{P}, \\ \bar{c}_{11} = \bar{l}_{21} + \bar{l}_{22} - \bar{l}_{11} - \bar{l}_{12} - \bar{O}, \quad \bar{c}_{31} = \bar{l}_{21} + \bar{l}_{22} - \bar{l}_{31} + \bar{O}, \quad \bar{c}_{32} = \bar{l}_{33} + \bar{l}_{34} - \bar{l}_{14} - \bar{l}_{15} - \bar{l}_{16} - \bar{O}. \end{aligned} \right\} (7)$$

We project the vector equation (7) on the axis x

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{11} + \alpha_{12} + \alpha_{13} + \alpha_{14} + \alpha_{15} + \alpha_{16} = 2\pi, \quad \alpha_{21} + \alpha_{22} + \alpha_{23} + \alpha_{24} + \alpha_{25} = 2\pi, \quad \alpha_{31} + \alpha_{32} + \alpha_{33} + \alpha_{34} = 2\pi, \\ c_{11}^x = \alpha_{21} + \alpha_{22} - \alpha_{11} - \alpha_{12}, \quad c_{31}^x = \alpha_{21} + \alpha_{22} - \alpha_{11} - \alpha_{12}, \quad c_{32}^x = \alpha_{33} + \alpha_{34} - \alpha_{14} - \alpha_{15} - \alpha_{16}. \end{aligned} \right\} (8)$$

At phase angles triggerin α_{ij} of mechanisms imposes restrictions

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{11} \geq 50^\circ, \alpha_{12} \geq 0^\circ, \alpha_{13} \geq 15^\circ, \alpha_{14} \geq 5^\circ, \alpha_{15} \geq 100^\circ, \alpha_{16} \geq 80^\circ, \alpha_{21} \geq 20^\circ, \alpha_{22} \geq 60^\circ, \\ \alpha_{23} \geq 0^\circ, \alpha_{24} \geq 70^\circ, \alpha_{25} \geq 120^\circ, \alpha_{31} \geq 70^\circ, \alpha_{32} \geq 0^\circ, \alpha_{33} \geq 70^\circ, \alpha_{34} \geq 100^\circ. \end{aligned} \right\} (9)$$

On the projection vectors of connection imposes constraints

$$1^\circ \leq c_{11}^x \leq 7^\circ, \quad 1^\circ \leq c_{31}^x \leq 8^\circ, \quad 1^\circ \leq c_{32}^x \leq 6^\circ. \quad (10)$$

From the experiment found that for more reliable feeding and capture threads of tracer should increase the time of issue threads, ie, the need to increase the phase angle α_{12} corresponding section of issue threads. To improve the reliability of the switching mechanism of color change must be expanded phase angles α_{13} .

As a result, we have the following optimization problem: subject to constraints (8) – (10):

$$\Phi_1 = 1/\alpha_{12} \rightarrow \min, \quad \Phi_2 = 1/\alpha_{13} \rightarrow \min. \quad (11)$$

A solution of problem (11) is an approximate compromise curve (fig. 3). From the analysis of this curve, we find that the most plausible point A_{2429} .

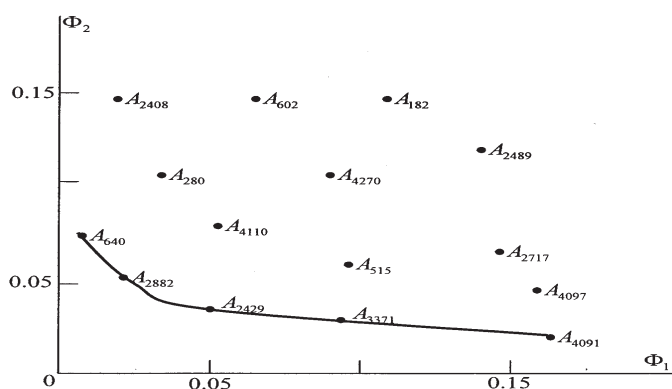


Fig. 3. Approximate compromise curve

This point corresponds to the following values of the phase angle triggering mechanisms:

$$\alpha_{11} = 76^\circ, \alpha_{12} = 15^\circ, \alpha_{13} = 16^\circ, \alpha_{14} = 18^\circ, \alpha_{15} = 150^\circ, \alpha_{16} = 87^\circ, \alpha_{21} = 23^\circ, \alpha_{22} = 63^\circ, \\ \alpha_{23} = 38^\circ, \alpha_{24} = 80^\circ, \alpha_{25} = 146^\circ, \alpha_{31} = 86^\circ, \alpha_{32} = 16^\circ, \alpha_{33} = 75^\circ, \alpha_{34} = 181^\circ.$$

Conclusion. Optimization cyclogram mechanisms can solve the problem of elevated actual productivity of machine-automaton due to an increase reliability discounts its mechanisms. In this case, we are selected mechanisms, which is necessary to reduce dynamic loads in order to increase their durability. The objective functions set a maximum stress in the links of the selected mechanisms (contact, bending, torsion, etc.)

As a result of multi-objective optimization decision problem, we obtain the optimum point, whose coordinates are the phase angles of triggering mechanisms, i.e., we obtain the optimum cyclogram mechanisms of machine-automaton.

Compared with other methods of optimizing cyclogram mechanisms [2, 3], this method takes into account the accuracy of manufacturing and operation mechanisms, to carry out optimization on several criteria.

REFERENCES

- 1 Petrokas L.V., Reviews of cyclogram manufacturing machines and automatic production lines // Theory of automatic machines and pneumatic. – M.: Mashinostroenie, 1970. – P. 22–36.
- 2 Zeitlin G.V. Cyclogram of complex technology of automatic machines // Engineering Science. – 1975. – N 3. – P. 49–53.
- 3 Novgorodtsev V.A., Cyclogram machines are represented in the form of associated directed graph. – Harkov, 1982. – Iss. 33. – P. 57–60.
- 4 Jomartov A.A., Ermolov A.A. Optimization cyclogram machine-automaton // Engineering Science. – 1987. – N 6. – P. 42–45.
- 5 Sobol I.M., Statnikov R.V. Selection of optimal parameters in problems with many of the criteria. – M.: Nauka, 1981. – 110 p.

ФИЗИКА

УДК 615.471:681.31

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

Д. В. РИТТЕР, А. Н. ШЕКИЖАНОВ

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева

Подробно рассматриваются способы возбуждения поверхностных волн. Показаны достоинства и недостатки каждого способа, даны рекомендации для расчетов. Приведены результаты исследования процесса возбуждения поверхностной волны в проводе одним или несколькими вибраторами. Показана высокая эффективность возбуждения при использовании нескольких вибраторов, среди них бесконтактный способ возбуждения, возможности возбуждения в любой точке провода, установки рефлектора и т.д. Рассматриваемое устройство из совокупности вибраторов и способы возбуждения поверхностных волн позволяют существенно расширить возможности конструирования ряда радиотехнических систем и устройств и решить ряд важных для практики задач.

Ключевые слова: поверхностный волновод, вибратор, рупор, рефлектор, устройство возбуждения, волна фидер.

Мақалада үстіңгі толқынның пайда болу жолдары егжей-тегжейлі қарастырылады.

Әрбір тәсілдің жетістіктері мен кемшіліктері көрсетілді, есепуге ұсыныс берілді. Бір немесе бірнеше дірілдеткіштерді сымда жүргізу кезіндегі үстіңгі толқынның пайда болу үдерісін зерттеу нәтижелері келтірілді. Бірнеше дірілдеткіштерді пайдалану кезінде толқынның пайда болуының жоғары тиімділігі анықталды. Олардың ішінде: түйісусіз толқынның пайда болу тәсілі, сымның кез-келген нүктесінде толқынның пайда болу мүмкіндігі, рефлекторды қондыру мүмкіндігі және т.б. Мақалада қарастырылып отырған дірілдеткіштер жиынтығынан жасалған қондырғы мен үстіңгі толқынның пайда болу жолдары радиотехникалық жүйелер мен қондырғылар қатарындағы түрлі конструкциялау мүмкіндігін елеулі түрде кеңейтуге және тәжірибе үшін маңызды тапсырамаларды шешуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: аталмыс толқындауыш, дірілдеткіш, рупор, рефлектор, қоздыру құрылымы, толқын, фидер.

In the paper methods of surface waves excitation are considered in detail. Advantages and disadvantages of studied methods are shown; the recommendations for calculations are given. The results of the study of process of surface wave excitation in a wire by one or more vibrators are presented. High efficiency is shown of excitation when some vibrators using. Among them: non-contact method of excitation, possibility of excitation at any point of wire, possibility of reflector installation and so on. Considered in the paper device from a set of vibrators and methods of excitation allow to extend possibilities of constructing a set of radio systems and devices and allows solving a set of important for practice problems

Keywords: surface waveguide, vibrator, horn, reflector, the exciter, wave, feeder.

Устройства возбуждения могут быть построены по принципу создания составляющих электрических и магнитных полей, обеспечивающих структуру поля открытого поверхностного волновода. Например, классический коаксиальный рупор при определенной длине обеспечивает плавный переход от структуры волны Т к волне E_{00} . Это устройство, предложенное Goubau в [1], как раз и обеспечивает указанный переход.

Подчеркнем, что предложенный коаксиальный рупор используется не в качестве антенны, а исключительно как трансформатор структуры поля из Т-типа в волну E_{00} .

Дальнейшее развитие теории возбуждения ПВ представлено в работе [2]. В частности, теоретически решены задачи возбуждения ПВ нитью магнитного тока $i_m = I_m \delta(r - r_0) \delta(r)$, где $\delta(r - r_0)$, $\delta(r)$ – дельта-функции.

Что касается известной общей теории возбуждения ПВ, то она представляет ряд вариантов, которые в той или степени при определенных соотношениях могут переходить друг в друга. Итак, ПВ могут быть возбуждены:

1. Нитью магнитного тока $i_m = I_m \delta(r) \delta(r)$, что эквивалентно бесконечно узкой кольцевой щели в бесконечно большом экране. Этот способ возбуждения носит гипотетический характер и свидетельствует о том, что система возбуждения в виде замкнутых линий напряженности магнитного поля может иметь успех.

2. Кольцевой щелью конечной ширины. Это предыдущий вариант с кольцевой щелью конечной ширины $i_m = I_m \delta(r - r_0) \delta(r)$.

3. Коаксиальным рупором, т.е. структурой поля, аналогичной Т волне.

Упомянутый коаксиальный рупор является идеальной системой для возбуждения ПВ в проводе с диэлектрическим покрытием или без него.

В качестве устройств возбуждения обычно применяют рупорные или рупорно-диэлектрические возбудители, создающие поверхностную волну. Рупорно-диэлектрические возбудители поверхностной волны представляют собой рупорный возбудитель с диэлектрической вставкой, надетой на провод. Диэлектрическая вставка играет роль замедляющего устройства для замедления и концентрации электромагнитного поля при переходе от коаксиального кабеля к плоскости апертуры рупора с дальнейшим постепенным уменьшением концентрации поля. В [3] в качестве замедляющего устройства применена диэлектрическая вставка из полистирола в виде двух конусов, соединенных основаниями.

Наиболее распространено устройство возбуждения поверхностной волны в виде конического рупора, диаметр раскрытия которого составляет $D > 2\lambda$. Отметим, что применение конических рупоров для возбуждения имеет ряд недостатков: небольшая механическая прочность в местах крепления конического рупора и натянутого провода поверхностного волновода, а также относительно большие размеры рупора, объемная конструкция. Пожалуй, только конструктивные недостатки делают эту систему возбуждения малоприменимой.

В [4] предложен альтернативный вариант системы возбуждения в виде ряда вибраторов, располагаемых вокруг провода вдоль радиальных линий напряженности электрического поля E_r – составляющих компонентов волны E_{00} (рис. 1).

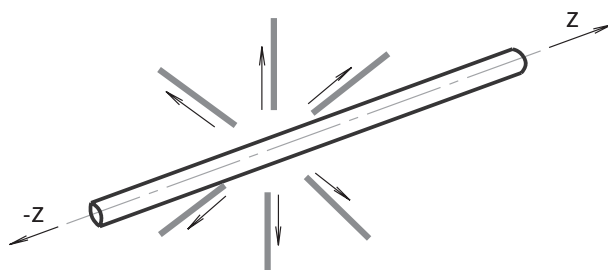


Рис. 1. Схема системы возбуждения, состоящей из совокупности радиальных вибраторов

Указанная система образует в проводе бегущие в разные стороны поверхностные волны. Положительным моментом этой системы возбуждения является то, что в сущности она сосредоточена в одном сечении. Дальнейшее ее развитие шло по пути упрощения. В частности, ее эффективность не снижается в случае уменьшения количества вибраторов. Так, система возбуждения из трех вибраторов, определенным образом связанных друг с другом, оказалась наиболее оптимальной с конструктивной точки зрения (рис. 2).

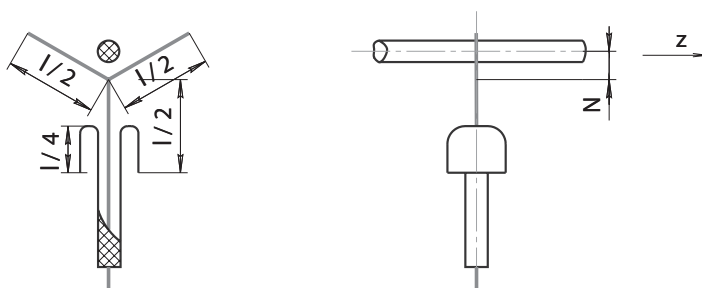


Рис. 2. Система возбуждения поверхностной волны из трех вибраторов

Наибольшие преимущества проявляются в случае установки около рассматриваемой системы плоского отражателя. При этом достигаются однонаправленное возбуждение поверхностных волн, а также возможность механического крепления возбуждающих элементов непосредственно к отражателю (рис. 3).

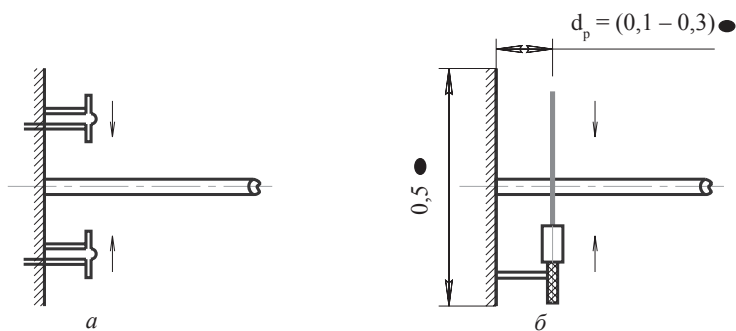


Рис. 3. Устройство возбуждения поверхностной волны с рефлектором

Устройство возбуждения состоит из совокупности вибраторов (см. рис.2), расположенных вблизи плоского рефлектора (см. рис.3) и размещенных перпендикулярно и симметрично проводу поверхностного волновода. Симметричные вибраторы находятся в одной плоскости в соответствии с круговой симметрией составляющей электрического поля E_r относительно провода поверхностного волновода. Питание к каждому вибратору подведено таким образом, чтобы потенциал на ближнем к проводу конце вибратора был одного знака. Расстояние между вибратором и рефлектором d составляет $d < \frac{\lambda}{4}$.

Устройство возбуждения работает следующим образом. Мощность сигнала, поступающая от генератора, равномерно распределяется между каждым вибратором из всей совокупности. Излучение совокупности вибраторов приводит к возбуждению и распространению в обе стороны провода поверхностной волны. Рефлектор отражает падающую на него поверхностную волну, и в целом в системе «провод-рефлектор» происходит однонаправленное распространение поверхностной волны, обусловленное излучением совокупности вибраторов. Степень связи определяется непосредственно расстоянием концов вибраторов до провода. Обычно размеры отражателя должны быть не менее половины длины волны, а расстояние до рефлектора выбирают $d_p = (0,1 + 0,3)\lambda$ и оно определяет согласование вибраторов с фидером. Такие устройства возбуждения поверхностной волны работают и на прием, и на передачу, являются конструктивно простыми в исполнении и обуславливают получение положительных результатов. Предложенное в [4] устройство возбуждения существенно более простое, так как применение плоского рефлектора в виде диска с совокупностью вибраторов, расположенных вблизи него на расстоянии $\approx 0,1\lambda$, существенно проще создает поверхностную волну, чем использование конического рупорного перехода с узлом крепления фидера к его горловине. Кроме того, возбуждение поля в одном направлении от плоского рефлектора в сочетании с возможной гальванической развязкой провода и рефлектора позволит использовать в качестве поверхностного волновода любой однородный участок проводной сети.

Подчеркнем, что особое место занимает область контакта провода с рефлектором. Как показали результаты дополнительных исследований, совершенство этого контакта в значительной степени определяет эффективность возбуждения. В этой связи механический контакт, пайка или сварка делают это соединение крайне неустойчивым, зависящим не только от качества исполнения, но и от внешних факторов: температуры, влажности, механических воздействий. В этой связи решение в виде разомкнутого четвертьволнового отрезка линии представляется необходимым. Преимущества этого способа развязки очевидны. Прежде всего, исчезает гальваническая связь системы возбуждения и рефлектора с проводом, что расширяет возможности проектирования и обеспечивает стабильность в работе системы возбуждения.

На рис. 4 представлен фрагмент линии поверхностной волны, где видно, что механические нагрузки, связанные с натяжением провода, не передаются на систему возбуждения, гальванически развязанную от провода.

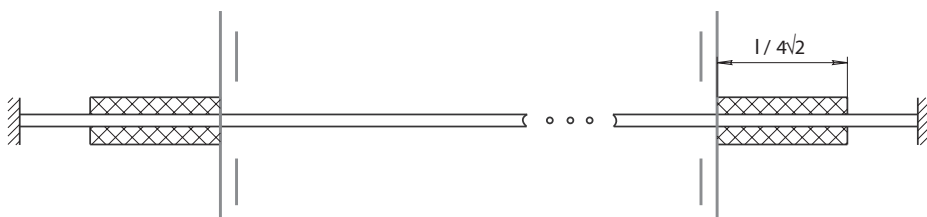


Рис. 4. Фрагмент линии поверхностной волны

Таким образом, в проблеме возбуждения поверхностных волн представляют интерес следующие решения:

- сосредоточенные системы возбуждения в виде радиальных вибраторов;
- установка рефлектора около системы вибраторов;
- механическая и гальваническая развязка рефлектора и возбуждающих элементов от провода.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шевченко В.В. Плавные переходы в открытых волноводах. – М.: Наука, 2002. – 191 с.
- 2 Семенов В.В. Экспериментальное исследование поля излучателя возбуждителей линии поверхностной волны // Труды учебных институтов связи. – Л., 2001. – Вып. 30. – С. 19–25.
- 3 Кузнецов Д.С. Специальные функции. – М.: Высшая школа, 2001. – 247 с.
- 4 Патент № 2144720. Россия Н01 Q 9/00, 9/44. Устройство возбуждения поверхностной волны / В.П. Кисмерешкин, Г.Н. Лобова (Россия). – 6 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ КОМПЕНСАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

А. А. САВОСТИН

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева

Исследован процесс автоматизации электрокардиологических измерений. Предложен подход к электрокардиологическим исследованиям с позиции теории сигналов и систем и сформулирована техническая сторона прямой и обратной задач электрокардиографии. Введено понятие электрокардиографической идентификации и предложен общий алгоритм ее осуществления. Рассмотрен механизм создания параметрических моделей исследуемого сигнала. Применение описанных методов позволит повысить качество автоматизированного анализа электрокардиосигналов.

Ключевые слова: автоматизация, анализ, электрокардиограмма, идентификация, электрокардиосигнал, моделирование, биообъект.

Мақала электрокардиологиялық өлшеудің автоматты үрдісін зертеуге арналған. Электрокардиологиялық зертеуге жүйе және сигнал теориялық ұстаным жағынан әдістеме ұсынылды, электрокардиографияның кері және тура есептерінiң техникалық жағы қалыптасты. электрокардиографиялық сәйкестілік түсінігі енгізілді және оны іске асырудың жалпы алгоритмді ұсынылды. Зерттеліп отырған сигналдың параметрлік үлгісін құру механизмі қарастырылды. Сипатталған әдістерді қолдану электросигналдардың автоматтандырылған талдау үдерісінің сапасын арттырады.

Түйін сөздер: автоматтандыру, талдау, электрокардиограмма, сәйкестілік, электрокардиосигнал, үлгілеу, био нысана.

The paper is devoted to studying of process of electrical cardiological measurements automation. The approach was offered to electrical cardiological researches from perspectives of theory of signals and systems; technical aspect was formulated of direct and inverse problems of electrocardiography. Concept was introduced of electrocardiographic identification and general algorithm was given for its realization. Mechanism was considered for creation of parametric models of the studied signal. These methods using will allow increasing quality of the automated analysis of electrocardiosignals.

Keywords: automation, analysis, electrocardiogram, identification, electrocardiosignal, modeling, biological object.

Электрокардиология принадлежит к области науки, где пересекаются интересы ученых различных специальностей, использующих разную терминологию при изложении научных результатов, а также различные методики анализа. К ним относятся электрофизиологи, медики, физики, математики, инженеры по электронике и схемотехнике. Задача последних заключается в разработке современных диагностических комплексов, позволяющих предоставлять наиболее полную информацию о состоянии пациента и своевременно реагировать на ее изменение. С этой точки зрения к электрокардиологическим исследованиям целесообразно подходить с позиции теории сигналов и систем. Тогда под электрокардиосигналом (ЭКС) следует понимать разность потенциалов, изменяющуюся во времени в соответствии с колебаниями величины и направления электрического поля, возникающего между различными точками на поверхности тела при возбуждении и реполяризации сердца. Такая разность потенциалов, вызванная биоэлектрической активностью сердечной мышцы, регистрируется при помощи поверхностных электродов на электрокардиограмме (ЭКГ). Та-

ким образом, ЭКГ является электрическим проявлением сократительной активности сердца в виде внесердечной графической записи ЭКС. В связи с этим совокупность инструментальных методов исследования изменяющихся во времени ЭКС называют электрокардиографией.

Технические аспекты компьютеризированных медико-биологических исследований – это, прежде всего, измерительная аппаратура и программное обеспечение, методология проведения измерений и автоматизированный анализ результатов. Поэтому с позиции теории сигналов и систем предлагается следующая постановка прямой и обратной задачи электрокардиографии [1, 2]. Прямая задача заключается в регистрации ЭКС, их распознавании, классификации и выработке медицинского заключения рекомендательного характера, а обратная – в создании математической имитационной модели ЭКС, которая рассматривается как суммарная равнодействующая электрической активности (трансмембранных потенциалов) отдельных клеток миокарда либо как совокупность морфологических признаков ЭКГ с известными параметрами [3].

Можно утверждать, что решение обратной задачи электрокардиографии в рамках теории сигналов и систем будет способствовать созданию эффективных методик анализа ЭКС, позволяющих автоматизировать исследования в области кардиологии, повысить качество и точность диагностики, расширить функциональные возможности кардиологического оборудования. В частности, наличие адекватной модели ЭКС даст возможность адаптировать к электрокардиологическим исследованиям аппарат теории идентификации сигналов и систем.

Следуя данным путем, введем понятие электрокардиографической идентификации. В рамках подхода к электрокардиологическим исследованиям с позиции теории сигналов и систем под электрокардиографической идентификацией будем понимать имитацию структуры ЭКГ на основе идентификации отдельных морфологических элементов. Рассмотрим основные аспекты электрокардиологической идентификации подробнее.

Электрофизиологические процессы, протекающие в сердечной мышце и регистрируемые в форме ЭКГ, могут быть аналитически описаны некоторым оператором $H_0(\mathbf{a}, x, u, t)$, где $\mathbf{a} = (a_p, \dots, a_p, \dots, a_n)^T$ – вектор параметров морфологических элементов ЭКГ или сигнала в целом; a_i – i -параметр; x – импульсный сигнал, соответствующий периодичности возбуждения синусного узла миокарда; u – внешнее возмущение в виде артефактов, возникающих при регистрации ЭКС; t – время [4].

Идентификация структуры ЭКГ – это задача моделирования оператора H_0 : если имеется некоторый объект (рис. 1), описываемый оператором $H_0(\mathbf{a}, x, u, t)$ и принадлежащий некоторому классу операторов Ψ_{H_0} , то необходимо выбрать некоторый оператор $\hat{H}_0(\mathbf{a}, x, u, t)$ из множества операторов $\Psi_{\hat{H}_0}$, который будет достаточно близким к оператору $H_0(\mathbf{a}, x, u, t)$, т.е. будет описывать процессы на выходе объекта с требуемой точностью при входном сигнале x .

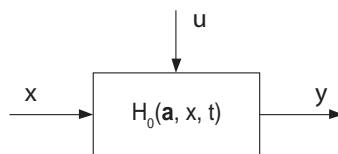


Рис. 1. Биообъект как объект идентификации

Таким образом, задача идентификации ЭКГ сводится к задаче аппроксимации неизвестного оператора $H_0 \in \Psi_{H_0}$ оператором $\hat{H}_0 \in \Psi_{\hat{H}_0}$. Оператор \hat{H}_0 называется оценкой оператора H_0 и является решением задачи электрокардиографической идентификации. При условии стационарности объекта и определении класса операторов Ψ_{H_0} задача электрокардиографической идентификации упрощается и сводится к идентификации параметров \mathbf{a} – характеристик компонентов ЭКГ, т.е. будет иметь место параметрическая идентификация.

В общем случае оценки, удовлетворяющие необходимым требованиям, ищутся обычно на основе специально подобранных функционалов $J(\hat{\mathbf{a}})$. На практике преимущественно используют функционал в виде среднего квадрата отклонения

$$J = \overline{\varepsilon^2}, \quad (1)$$

где ε – разность между выходным сигналом объекта (ЭКС) и моделью (оценкой) выходного сигнала.

Все методы идентификации по принципам технической реализации можно разделить на две большие группы: аналитические и компенсационные.

Аналитические методы сводятся к решению соответствующих дифференциальных уравнений. Недостатком этих методов является то, что для их реализации необходимо математическое описание входных и выходных сигналов. Нестационарность параметров объекта и наличие помех (что имеет место при электрокардиографической идентификации) существенно сказываются на точности вычислений.

При компенсационных методах применяют модели объекта, соединенные с ним определенным образом. На практике обычно используют схемы компенсационных систем идентификации с параллельной моделью, как представлено на рис. 2.

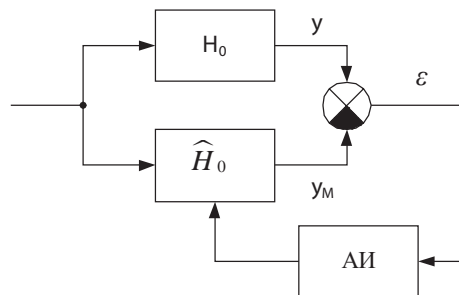


Рис. 2. Схема компенсации с параллельной моделью

Компенсационные методы относятся к замкнутым методам, так как идентификация происходит на основе слежения за мерой качества J (на рис. 2 за этот процесс отвечает блок AI – алгоритм идентификации). При этом, применительно к идентификации ЭКГ, можно ожидать уменьшения погрешности, связанной с нестационарностью ЭКС. Быстродействие компенсационных методов зависит в основном от типа выбранного алгоритма оптимизации J и скорости его сходимости [5].

Таким образом, принцип электрокардиографической идентификации заключается в представлении процессов, протекающих в миокарде, при помощи явной мате-

матической модели. В этом случае исследуются параметры модели с целью их последующего использования в анализе сигналов, распознавании образов и в процессе принятия решений. Параметры модели приобретают связь с физиологическими или патологическими аспектами сердечно-сосудистой системы (ССС).

Подход, основанный на параметрическом моделировании, позволяет получить компактное и эффективное представление исследуемых сигналов. Несмотря на то, что упор делается на моделирование, окончательной целью методов является анализ исследуемых сигналов.

Методы моделирования сигнала ЭКС для реализации алгоритмов электрокардиологической идентификации в рамках теории сигналов и систем можно представить в виде структуры (рис. 3).

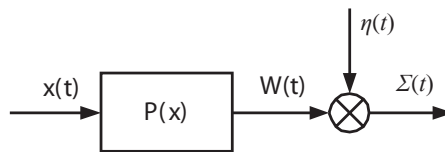


Рис. 3. Структурная схема формирования ЭКГ

Входной сигнал $x(t)$ содержит информацию о частоте сердечных сокращений, т.е. периодичности возбуждения синусового узла миокарда. Процесс возбуждения описывается нелинейным и нестационарным оператором P . Выходной сигнал $W(t)$ представляет собой нормальную ЭКГ, зарегистрированную на поверхности тела человека при помощи электродов и отображаемую на дисплее или ЭКГ-ленте.

Патологические изменения в ССС, т.е. отклонения ЭКГ от нормы, можно интерпретировать как некоторую аддитивную составляющую $\eta(t)$, складывающуюся с полезным сигналом $W(t)$. Таким образом, сигнал $\Sigma(t) = W(t) + \eta(t)$ является результирующим ЭКС. В общем случае сигналы $\Sigma(t)$, $W(t)$ и $\eta(t)$ на схеме рис. 3 представляют собой независимые случайные функции времени: $W(t) = m_w + W_0(t)$, $\eta(t) = m_\eta + \eta_0(t)$, $\Sigma(t) = m_\Sigma + \Sigma_0(t)$, где m – математическое ожидание, а $W_0(t)$, $\eta_0(t)$ и $\Sigma_0(t)$ – центрированные случайные процессы.

Величина m_w является нормальной ЭКГ, т.е. математическим ожиданием для ЭКГ пациентов, без патологических изменений в ССС. Дисперсию D_w процесса $W_0(t)$ можно рассматривать как возможные отклонения отдельных реализаций ЭКГ [6]. Соответственно m_η является математическим ожиданием изменений в ЭКГ при возникновении патологий, а D_η – математическое ожидание разброса этих отклонений.

Таким образом, при создании адекватной модели, имитирующей биоэлектрическую активность сердца (ЭКС), необходимо обеспечить возможность синтеза ЭКС в соответствии со следующим условием:

$$\Sigma(t) = (m_w + m_\eta) + (W_0(t) + \eta_0(t)). \quad (2)$$

С учетом многообразия и изменчивости морфологического состава ЭКС в пределах нормы и при патологиях [7] нельзя ожидать, что математическая модель имитации биоэлектрической активности сердца в соответствии с формулой (2) может исполь-

зоваться как универсальное средство для идентификации всех элементов сигнала, т.е. всего комплекса диагностических признаков. Можно утверждать, что для идентификации отдельного морфологического элемента ЭКС или решения отдельно взятой исследовательской задачи потребуется специфическая автоматизированная система, использующая подстраиваемую модель соответствующего компонента (или группы компонентов) сигнала [8].

В заключение отметим, что изложенный подход к автоматизированному анализу ЭКС, основанный на принципах идентификации сигналов и систем, может быть использован при проектировании и построении систем контроля и автоматизированного анализа электрокардиографической информации для повышения качества их диагностических и функциональных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Биотехнические системы: Теория и проектирование: Учебное пособие / Под ред. В. М. Ахутина. –Л.: ЛГУ, 1981. – 220 с.
- 2 Теоретические основы электрокардиологии/ Под. ред. К.В. Нельсона, Д.В. Гезеловица: Пер. с англ. – М.: Медицина, 1973. – 470 с.
- 3 Ивель В. П., Мутанов Г. М. Автоматизированные системы измерения и анализа электрокардиологических сигналов – Алматы: НИЦ «Ғылым», 2002. – 241 с.
- 4 Растрингин Л.А., Маджаров Н.Е. Введение в идентификацию объектов управления. – М.: Энергия, 1977. – 216 с.
- 5 Ивель В.П., Герасимова Ю.В. Анализ и идентификация низкочастотных объектов и систем. – Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2007. – 215 с.
- 6 Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2000. – 463 с.
- 7 Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография: Учебное пособие. 5-е издание. – М.: МЕДпресс-информ, 2001. – 312 с.
- 8 Савостин А.А., Савостина Г.В. Компенсационная система идентификации компонентов электрокардиосигнала // Материалы межд. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы физики небесных тел и плазменного состояния вещества: Эксперимент и математическое моделирование». – Петропавловск, 2011. – С. 287 – 290.

ГОРНОЕ ДЕЛО И МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 622.281 (574.32)

ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ АНКЕРНОМ КРЕПЛЕНИИ ВЫРАБОТОК НА ШАХТАХ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

**В. Ф. ДЕМИН, А. Д. МАУСЫМБАЕВА, Т. В. ДЕМИНА,
А. К. ТУРСУНБАЕВА**

Карагандинский государственный технический университет

В результате проведенных исследований создана методика расчета проявлений горного давления и установлен расчетный путь на базе данных экспериментальных замеров в натуральных условиях. Показаны обоснованные параметры крепления горных выработок на глубоких горизонтах угольных шахт. Исследования с учетом геомеханической ситуации и опыта использования дают возможность обоснованно принимать параметры крепления. Полученные результаты показали эффективность крепления подготовительных выработок комбинированной анкерно-арочной крепью для обеспечения их устойчивости поддержания. Предложено дополнительное крепление для ослабленных зон или зон с неустойчивыми боковыми породами.

Ключевые слова: анкерное крепление, горное давление, напряженно-деформированное состояние, горная выработка, Карагандинский угольный бассейн.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде тау қысымының пайда болуын есептеу әдістері жасалды және табиғи жағдайларда эксперименталды өлшемдердің дерекқорларында есептеме жолы анықталды. Көмір шахталарының терең көкжиектерінде тау өндірулерін бекітулерінің негізделген параметрлері анықталды. Геомеханикалық жағдайды және пайдалану тәжірибесін есепке ала отырып зерттеу бекіту параметрлерін дәлді түрде қабылдауға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер бекітулердің тұрақтылығын сақтауды қамтамасыз ету үшін акерлі-аркалы бекітумен құрамдастырылған даярлық өндірулердің бекітілу тиімділігін көрсетті. Әлсіреген аймақ үшін және тұрақсыз бүйірлік тау-кен жыныстары бар аймақтар үшін қосымша бекіту нұсқаулығы ұсынылды.

Түйін сөздер: анкер бекітуі, тау-кен қысымы, дүбірлі-деформациялы күй, тау-кен өндіруі, Қарағанды көмір алабы.

As a result of carried out researchs method was created for calculation of rock pressure manifestations and design way was established on the basis of experimental data of field measurements. Proved parameters of support of mine workings at deep levels of coal mines were shown. Researches, taking into account geomechanical situation and practical experience, allow taking proved parameters of support. Received

results have shown effectiveness of support of development workings by combined anchor-arch support for their stable maintenance ensuring. Additional support was proposed for weak zones or areas with unstable enclosing rocks.

Key words: roof bolting, rock pressure, stressed-deformed condition, mine working, Karaganda coal basin.

В зарубежной практике на угольных шахтах неуклонно увеличиваются объемы использования анкерного крепления, доля которого сегодня в Австралии составляет 87, в Китае – 83, в США – 52, в России – 60 %, что приводит к снижению расхода металлопроката в 2–3 раза, бетона, лесоматериалов; повышению производительности работ при креплении выработок в 1,5–2,0 раза и темпов их проходки в 2–3 раза; сокращению вдвое затрат на крепление и поддержание крепи в рабочем состоянии во время эксплуатации. Применение анкерной крепи на шахтах Карагандинского бассейна в настоящее время не превышает 35 км (или 54 % от годового объема проводимых выработок), что обусловлено усложнением горно-геологических и горнотехнических условий с переходом на глубину разработки более 600 м. При этом существенно увеличились размеры зон опорного (в зонах влияния очистных работ) и повышенного (от ранее оставленных целиков на вышележащих пластах) горного давления на 20–30% и его интенсивность проявлений в 1,2–1,3 раза, в особенности в выемочных выработках на границе с выработанным пространством, при расположении их в зонах сдвижения и обрушения пород отработанных лав [1–3].

Одной из проблем для расширения области применения анкерного крепления является недостаточная изученность развития геомеханических процессов в породах вокруг выработок на нижних горизонтах.

Исследование закономерностей деформирования породного массива с учетом времени обнажения пород, вмещающего выработки с анкерным креплением, является основой для определения рациональных параметров крепления.

Деформирование массива, вмещающего горные выработки с анкерной крепью, происходит в следующей последовательности. В период проведения выработки до момента установки анкеров образуются зоны мгновенного разрушения и идет перераспределение напряжений, что приводит к развитию фронта разрушения от контура выработки в глубь массива. Установка анкерной крепи замедляет разрушение массива, вплоть до момента образования несущей породно-анкерной конструкции. После этого расслоение пород вблизи контура прекращается, а образованная породно-анкерная конструкция воспринимает на себя нагрузку от разрыхления пород, сдерживает развитие фронта разрушения в глубь массива и смещения пород в направлении контура выработки.

Основными видами деформаций горных пород являются обрушение, высыпание, выдавливание, куполение, отжим угля, выбросы угля и пучение пород почвы. Совокупность неблагоприятных факторов (глубина расположения выработки, проведение ее в зоне повышенного горного давления, увеличение концентрации работ), влияющих на состояние приконтурного массива, приводит к ухудшению условий поддержания выработки, при этом практически отсутствует возможность ведения горных работ (рис. 1).

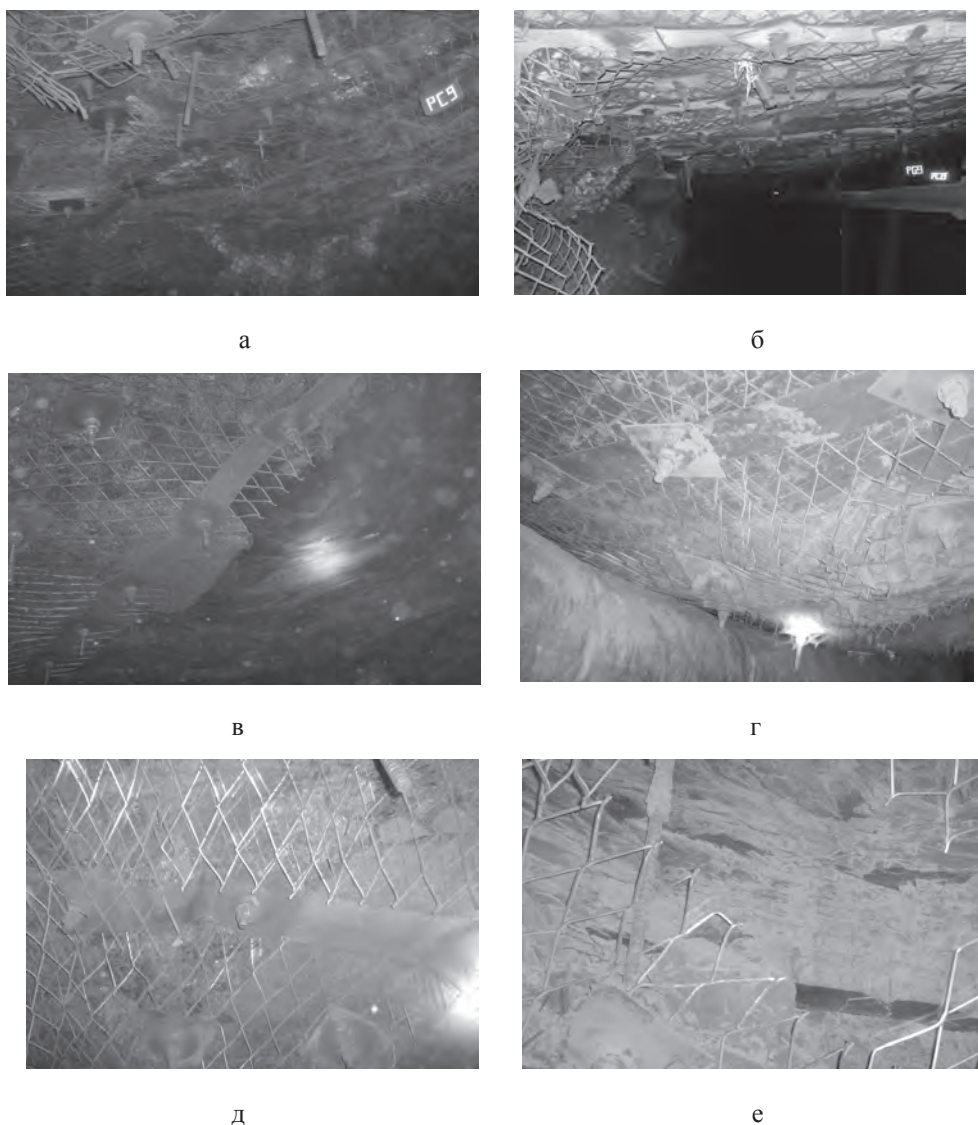


Рис. 1. Проявления горного давления при использовании анкерного крепления горных выработок:

а – нестабильное состояние кровли выработки; *б* – панорама укрепления углов выработки; *в* – купол, образовавшийся в кровле выработки; *г* – просевшая кровля выработки; *д* – деформация стержня анкера; *е* – трещины в кровле выработки

Основной причиной ухудшения состояния подготовительных выработок является снижение отношения прочности пород к геостатическому давлению с ростом глубины горных работ. Дополнительный фактор влияния – наличие целиков и краевых частей угольных пластов, расположенных над выработками. В Карагандинском угольном бассейне в зону воздействия повышенного горного давления (ПГД) попадает ежегодно от 20–30 % всех поддерживаемых выработок. Их состояние оценивается от удовлетворительного до весьма плохого.

Подготовительные выработки шахт Угольного департамента «АрселорМиттал Темиртау» прямоугольной, применяемой преимущественно (шириной 5 м и высотой 3,0–3,3 м), и арочной формы (высотой и шириной 4,7х3,3 м), поперечного сечения при комбинированной крепи (конвейерные штреки и бремсберги) закреплены анкерной крепью, которая включает 12–14 сталеполимерных кровельных с шагом установки 0,5 между рядами (через один под штрипс) и 0,65 м в рядах и 4–6 стеклопластиковых боковых анкеров, преимущественно под штрипс (швеллер № 10, полосу 150х5 мм) с сетчатой затяжкой типа ММ поддерживаемого пространства. Кровельные анкера типа АМВ длиной 2,4 м, а боковые типа АМ длиной 1,6 м под углом 35–40° к напластованию, устанавливаемые с сеткой 1х1 м для полного заполнения шнура на 4 химические ампулы АМК-М. При арочной форме выработок применяется комбинированная крепь, состоящая из металлоарочной крепи из арок СВП 27 через 0,5 м и анкерной через 0,5 м в количестве 9 кровельных и 2 боковых (длиной 1,8 м) анкеров или без них с затяжкой металлической сеткой. В ослабленных зонах или с неустойчивыми боковыми породами дополнительно устанавливаются боковые стойки из профилей СВП27 с закреплением анкерами к бокам выработки через 1 м [4].

Прочность пород кровли изменяется от 20 до 40 МПа. Объем крепления равен при креплении анкерной крепью в чистом виде полевых выработок 100–140 м/мес, пластовых 130–200 м/мес по углю на невыбросоопасных забоях и 90–120 м/мес по углю на выбросоопасных забоях, 120–180 м/мес по смешанным забоям. Объем крепления составляет при креплении смешанной крепью полевых выработок 60–100 м/мес, пластовых 140–200 м/мес. Для разрезных печей (ширина – 6,5 м, высота – 2,5 м) темпы проходки – 50–80 м/мес. Срок службы выработок – 3–4 года.

В тех случаях, когда применение анкеров нецелесообразно (трещиноватые, неустойчивые, обводненные породы, наличие тектонических нарушений и др.), используются другие способы усиления крепи.

Для установления влияния горно-технологических факторов и параметров заложения выработок относительно элементов залегания угольных пластов на их устойчивость на шахтах Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау» были проведены наблюдения 28 выработок – шахты им. Кузембаева, им. Костенко, «Саранская», «Тентекская», «Абайская», «Шахтинская», им. Ленина, «Казахстанская» (табл. 1).

Таблица 1. Плотность установки анкерного крепления в зависимости от площади поперечного сечения горной выработки

Площадь сечения выработки в свету, м ²	Параметры горного крепления	Количество анкеров на 1м ² , анк/м ² :						
		0,1	1,25	1,35	1,5	1,75	1,85	2,0
	Расстояние между анкерами в ряду и рядами анкеров, м	1,0	0,9	0,85	0,8	0,75	0,72	0,7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12,8	Анкеров в ряду, анк/м	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0
	Анкеров, анк на 1 м, анк/м	4,0	4,4	5,9	6,2	6,7	8,4	8,6

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14,4	Анкеров в ряду, анк/м	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0
	Анкеров в ряду, анк на 1 м, анк/м	5,0	5,6	5,9	7,5	8,0	9,7	10,0
17,6	Анкеров в ряду, анк/м	5,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0
	Анкеров, анк на 1 м, анк/м	5,0	6,7	7,0	7,5	9,4	9,7	10,0
20,3	Анкеров в ряду, анк/м	6,0	6,0	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0
	Анкеров, анк на 1 м, анк/м	6,0	6,7	7,9	8,8	10,6	11,1	11,4

Анализ результатов проводился с учетом следующих факторов:

– расположение выработки: в целике, в присечку, в зоне влияния очистных работ, вне ее;

– вид крепления: металлическое рамное, смешанное (металлоанкерное) и анкерное.

Анализ и обобщение состояния подготовительных выработок шахт бассейна показали, что на стадии проходки примерно в 25–30 % из них происходят опасные деформации и потери устойчивости породных обнажений, в этом числе 40% из них вне зоны влияния очистных работ и 60% в зоне влияния. Потери устойчивости породных обнажений приводят к снижению скорости проведения выработок на 40–45 % и увеличению расхода крепежных материалов. Кроме того, 35–40 % несчастных случаев на горно-подготовительных работах обусловлены потерей устойчивости породных обнажений и обрушением пород кровли и боков выработок [5].

С ростом глубины разработки (до 750–800 м), увеличением сечения горных выработок (до 18–20 м²) при сроке поддержания 3–5 лет растут смещения пород кровли (0,3–0,5 м и более), почвы (0,4–0,6 м и более) на их контуре при нагрузке на крепь (до 800–900 кН), что требует повышенной плотности рамной крепи (2,6–2,7 рам/пог. м и применения смешанного крепления) и обуславливает повышенные затраты на проведение горных выработок (табл. 2).

Результаты натурных исследований и проведенных расчетов при различных схемах развития горных работ свидетельствуют о более сложных условиях поддержания выработок, формируемых позади лавы в 1,3–2,5 раза и повторно используемых в 1,7–3,5 раза по сравнению с присечными и выработками, пройденными в угольном массиве. Если давление вдоль выемочной выработки возросло, например, на 60 МПа, то конвергенция составляет в отстающей выработке 16%, в выработке, пройденной одновременно с лавой, растет на 26%, а в опережающей выработке – около 37% первоначальной высоты. Отстающая выработка имеет более высокое сопротивление при возрастающем давлении, чем другие выработки, и крепь в ней в два раза устойчивее, чем при опережающей выработке [6, 7].

Обнаружено влияние плотности установки анкеров на развитие вокруг выработки деформаций при влиянии фронта очистных работ воздействием анкерной крепи путем создания вокруг выработок упрочненной зоны.

На пучение пород почвы существенное влияние оказывает применение анкерной крепи в комбинации с металлоарочной податливой крепью. В выработке с комбини-

рованной и анкерной крепью пучение составило 0,1–0,15 м, а в выработке с металлоарочной крепью (МПК) – 0,4–0,5 м. Опускание кровли при этом в обоих случаях мало отличается – 1,0–1,1 м.

Таблица 2. Ожидаемые смещения кровли и почвы в выработках

Характер проведения выемочной выработки	$V_{оч}$, мм/сут	V_y , мм/сут	R_{01} , мм	R_{02} , мм	R_a , мм	R_o , мм
Пройденная в массиве	0,6	-	60	-	-	250
Присечная	1,2	-	110	-	-	500
Оформляемая за лавой	-	1,5	-	110	160	680
Поддерживаемая за лавой	0,6-0,9	0,8 – 1,6	60	110	140-160	850

Примечание. $V_{оч}$ и V_y – скорости смещений пород соответственно вне зоны влияния очистных работ и в зоне установившегося горного давления; R_{01} , R_{02} , R_a , R_o – смещения пород в зоне соответственно временного опорного давления впереди первой, второй лавы; активных сдвижений кровли за первой лавой; общая величина ожидаемой конвергенции.

Начало интенсивных смещений пород наблюдается на расстоянии 80–120 м от лавы (при максимуме нагрузки 250–350 кН и допустимой 260 кН, шаге крепи МПК – 0,95 м) от линии очистного забоя с максимальным смещением кровли 0,5–1,1 м по кубической параболе при изменении мощности пласта от 1,5 до 4,0 м. Смещения боковых стенок на 20–45% меньше смещений кровли. При этом смещения боков со стороны выемочного столба на 25–45% больше, чем со стороны нетронутого массива [8].

Расслоение пород на глубине 2,0–2,5 м составило 0,2–0,25 м при мощности пласта 1,5–2,0 м и соответственно 0,5–0,55 м при мощности пласта 3,5–4,5 м.

Нагрузка на крепь при мощности пласта 2,0 и 4,0 м была со стороны кровли 50 и 80 кН, со стороны выемочного столба – 45 и 70 кН, со стороны нетронутого массива – 40 и 65 кН (меньше на 7–8 %). Трещинообразование на пластах мощностью 1,5–2,0 и 3,5–4,0 м развивалось под влиянием опорного давления на глубину 2,5 и 4,5 м, в боках – 0,9 и 1,2–1,7 м с расстоянием между трещинами 0,1–0,3 м, что позволяет применять анкерную крепь длиной 2,3–2,4 м с установкой ее под углом к напластованию.

Использование анкерного крепления дает возможность существенно снизить смещения кровли (рис. 2) в выработке соответственно в 0,55 и 0,45 раза.

Для пород почвы получены экспериментальные зависимости, которые однотипны по интенсивности с изменением смещений почвы при анкероании пород кровли выработки. Отличие состоит в том, что по величине проявления горного давления в виде пучения почвы превышают в 1,25–1,27 раза деформации пород кровли.

При обработке статистических экспериментальных данных установлены эмпирические зависимости скорости поддутия почвы (U_n , м) от расстояния от лавы ($L_{лп}$, м) при комбинированной крепи выработки:

$$U_n = 0,7 - 0,003 \times L_{лп}, \quad (1)$$

а также зависимость влияния анкерования на смещения пород почвы (U_k^a , м) от расстояния от лавы ($L_{лп}$, м):

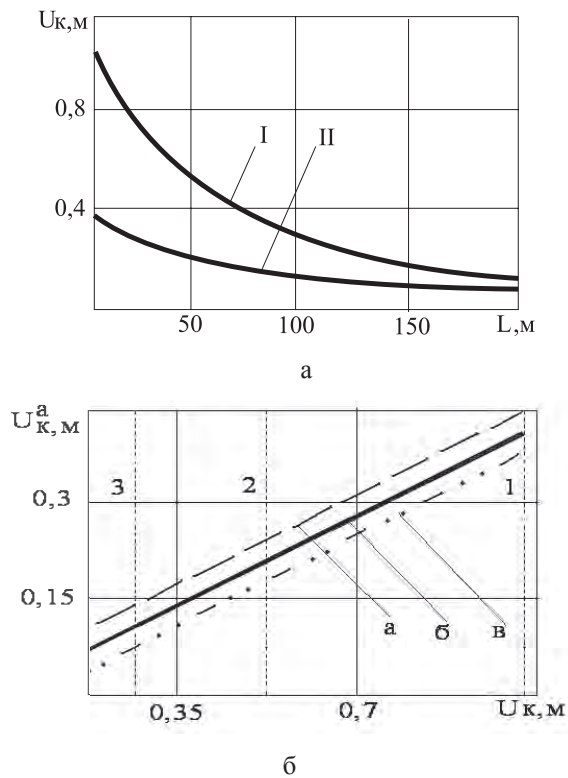


Рис. 2. Зависимость коэффициента влияния анкерования ($U_k - б$) на смещения пород кровли ($U_k^a - а$) от расстояния от лавы к плотности установки анкеров (Π_a , анк/м²). I – с металлоарочной (МРК); II – с анкерной и МРК.

Шифр кривых – плотность анкеров, анк/м², Π_a : а – 0,8; б – 1,0; в – 1,2

$$U_n^a = 0,7 - 0,003 \times L_{л}. \quad (2)$$

Установка анкеров уменьшает смещения пород кровли и почвы за счет снижения размеров зон расслоения в среднем в 1,25 раза. Плотность установки анкеров в пределах рассматриваемых изменений (0,8–1,2 анк/м²) не существенно влияет на деформацию выработок.

При повышении прочности пород кровли за счет крепи усиления в виде анкерной крепи растет прочность вмещающих пород за счет их «сшивки» анкерами (увеличилась в 1,2–1,3 раза). Величина общей деформации боков выработки при металлоарочной крепи составляла в среднем 0,55 м, или в 2 раза больше деформаций, чем при анкерной усиливающей крепи [8].

Экспериментально-теоретические исследования показали эффективность крепления подготовительных выработок комбинированной анкерно-арочной крепью для обеспечения их устойчивости поддержания, так как в этих условиях максимальные смещения боков выработки в 3 раза, а пучение пород почвы в 4 раза меньше, чем при применении только металлоарочной крепи.

В последующем результаты проведенных исследований с накоплением оценки параметров эксплуатации различных видов крепления позволят создать методику рас-

чета проявлений горного давления и устанавливать расчетным путем на базе данных экспериментальных замеров в натуральных условиях обоснованные параметры крепления горных выработок на глубоких горизонтах угольных шахт.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Задавин Г.Д., Коршунов Г.И., Шик В.М. Крепление подготовительных выработок канатными анкерами. – СПб., 2007. – 200 с.
- 2 Козел А.М. О работе анкеров в системе крепи // Горный журнал. – 2003. – № 11. – С. 31–35.
- 3 Матуше Т., Штратманн Т. Проходка горизонтальных выработок арочного сечения с одновременным анкерованием (AVSA) // Глюкауф. – 2002. – № 2(3). – С. 7–13.
- 4 Атрушкевич О.А. Научная оценка соответствия конструкций анкерной крепи горно-геологическим условиям ее применения и обоснование комбинированных видов анкеров для большинства горно-геологических условий // Уголь. – 2001. – № 3. – С. 60–64.
- 5 Перс Г. Анкерная крепь как средство повышения скорости буровзрывной проходки // Глюкауф. – 1987. – № 9. – С. 16–18.
- 6 Казанин О.И., Задавин Г.Д. Интенсивная отработка высокогазоносных угольных пластов на больших глубинах. – Санкт-Петербург; Воркута, 2007. – 200 с.
- 7 Цай Б.Н., Демин В.В., Бахтыбаев Н.Б. и др. Образование зон неупругих деформаций в массиве горных пород выемочных выработок в зависимости от горно-технических условий разработки // Горный журнал Казахстана. – 2009. – № 1. – С. 14–17.
- 8 Задавин Г. Д. Установление параметров анкерной крепи при проведении подготовительных выработок в условиях шахт Карагандинского бассейна: Дис. ... канд. техн. наук. – Караганда: КарГТУ, 2008. – 130 с.

ИЗУЧЕНИЕ ФЛОТАЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ОБЖИГА ПИРИТСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Т. А. ЧЕПУШАНОВА

Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева

Сульфидирующий обжиг в печи кипящего слоя труднообогатимой цинк-олигонитовой окисленной руды с дополнительным извлечением свинца и цинка значительно повышает эффективность переработки пиритного сырья. Результаты магнитного обогащения огарков показали, что при мокрой магнитной сепарации (напряженность 1380 Э) извлечение железа в магнитный продукт в виде пирротина – более 90 %. Определены величины электрокинетических потенциалов пирротинов состава $Fe_{0,855}S - Fe_{0,89}S$. Установлено, что флотуемость пирротинов при уменьшении содержания серы в его составе снижается; сульфидирующий обжиг цинк-олигонитовой руды способствует увеличению извлечения цинка в 3 раза и составляет 80–90 %.

Ключевые слова: цинк-олигонитовая окисленная руда, магнитная сепарация, пирротин, электрокинетический потенциал, флотуемость, извлечение.

Қайнау қабаты пешіндегі қиын байытылатын цинкті қышқылды кеніштер қосымша қорғасын және цинкті бөліп алумен жүретін сульфидті кәдірә пиритті шикізаттың қайта өңдеу тиімділігін бірішама жоғарылатады. Магнитті байыту нәтижелері ылғалды магнитті сепарация кезінде (кернеуі 1380 Э), магнитті өнімнен темірді пирротин түрінде бөліп алу шамамен 90% болатындығын көрсетті. $Fe_{0,855}S - Fe_{0,89}S$ құрамды пирротиндердің электрокинетикалық потенциалдар шамасы анықталды. Күкіртті азайту кезінде оның құрамындағы пирротин флотациясының төмендейтінгі дәлелденді; цинкті олигонитті кендерді сульфидті кәдірә цинкті 3 есеге бөліп алуды жоғарылатуға мүмкіндік береді және 80–90 % құрайды.

Түйін сөздер: мырыш-олигонитті тотыққан кен, магнитті сепарация, пирротин, электрокинетикалық потенциал, флотацияланғыштық, бөліп алу.

Sulfidizing roasting in fluidized bed furnace of rebellious zinc-oligonite oxidized ore with additional lead and zinc extraction increases significantly efficiency of pyrite raw materials processing. The results of cinders magnetic separation showed that when wet magnetic separating (magnetic-field strength 1380 Oe), iron extraction in magnetic product in the form of pyrrhotite is more than 90%. The values of electro kinetic potentials of pyrrhotites $Fe_{0,855}S - Fe_{0,89}S$ were established. It was defined that pyrrhotites floatability decreases when sulfur content in their composition decreasing; sulfidizing roasting of zinc-oligonite ore promotes increasing zinc extraction in three times and it achieves 80–90%.

Keywords: zinc-oligonite oxidized ore, magnetic separation, pyrrhotite, zeta potential, floatability, extraction.

Проблема рациональной и комплексной переработки труднообогатимых полиметаллических руд, например, Жайремского, Коксуйского и других месторождений занимает важное место в актуальных направлениях развития металлургии в Казахстане, что обусловлено масштабами добычи и разнообразием соединений, содержащихся в рудах ценных компонентов. Согласно ГП ФИИР РК на 2010–2014 годы приоритетным направлением развития металлургического сектора является рациональная и комплексная переработка труднообогатимых полиметаллических руд, направленная на увеличение извлечения цветных металлов.

В настоящее время значительная часть рудных материалов не перерабатывается. Это связано со сложным минеральным составом сырья, представленного такими труд-

нофлотуруемые минералами, как плюмбоярозит, каламин, бендатит и т.д., сложной ассоциацией их с пустой породой и между собой в виде тонких примазок или периферийных пленок, низким содержанием цветных металлов 1–3,5 %, что предопределяет значительные потери их с отвальными хвостами [1–3].

Актуальным является применение технологии сульфидирующего обжига в печи кипящего слоя труднообогатимой цинк-олигонитовой окисленной руды с дополнительным извлечением свинца и цинка. Такой обжиг значительно повышает эффективность переработки пиритного сырья. Установленные параметры управляемого пирротинизирующего обжига в среде с ограниченным количеством кислорода делают необходимым теоретическое обоснование и разработку технологий переработки пиритного сырья в таких условиях.

Целью работы стало определение возможности флотационного разделения продуктов обжига пиритсодержащих материалов (промпродуктов флотационного обогащения) и изучение электрокинетических характеристик пирротинов различного состава.

Исходные материалы. Исследования сульфидирующего обжига проводились с пробами цинк-олигонитовой руды Жайремского месторождения. Содержание сфалерита в пробе 0,053 %, что составляет 2 % от общего содержания цинка. Остальной цинк представлен карбонатами – 47,7 %, алюмосиликатами – 45,07 % и другими сложными оксидными минералами – 5,15 % (цинковый олигонит – 15 %). В качестве сульфидизатора использовался риддерский пиритный концентрат (46,8 % Fe и 52,25 % S).

Методика экспериментов и анализа продуктов. Исследования термического разложения пирита проводились на дифференциальном сканирующем калориметре STA 409 PC/PG компании NETZSCH в инертной и окислительной атмосферах со скоростью нагрева 10 °C/мин. Исходные материалы и продукты разложения анализировались рентгенографическим и химическим методами анализа.

Электрофоретическую подвижность суспензии пирротинов измеряли с помощью видеоизмененного прибора Рабиновича и Фодиман методом подвижных границ. Электрокинетический потенциал рассчитывали по уравнению Смолуховского:
$$\zeta = \frac{4\pi\eta}{H\varepsilon} \cdot U \cdot 300^2$$
, где U – электрофоретическая скорость; η – вязкость среды; H – градиент потенциала, В/см; ε – диэлектрическая постоянная среды.

Результаты исследований и их обсуждение. Сульфидирование карбоната цинка и свинца пиритом термодинамически возможно выше 873 К с образованием ZnS и PbS ($\text{PbSO}_4 \cdot \text{PbO}$, PbSO_4) в зависимости от температуры. Термогравиметрические и кинетические исследования на термоанализаторе STA 409 PC показали, что процесс разложения карбонатов и диссоциация пирита не оказывают принципиального влияния на процесс сульфидирования. Сульфидирование протекает на границе «оксид-серосодержащая газовая фаза» и лимитируется диффузионными факторами.

Для характеристики флотационных свойств сульфидов цветных металлов использовался дзета-потенциал.

Результаты электрокинетических потенциалов пирротинов различного состава, определенных методом макроэлектрофореза. Были исследованы 4 образца

пирротинов состава: 1 – $\text{Fe}_{0,85}\text{S}$, 2 – $\text{Fe}_{0,86}\text{S}$, 3 – $\text{Fe}_{0,87}\text{S}$, 4 – $\text{Fe}_{0,89}\text{S}$. Суспензию готовили для каждого образца пирротинов в зависимости от pH среды: 5, 7, 9, 11, 13. Данные электрокинетических измерений образцов пирротина в зависимости от pH среды, $\eta(\text{воды}) = 0,01$ сПз, $\varepsilon = 81$, $H = 4$ В/см приведены в табл. 1–4, а также на рис.

Таблица 1. Данные электрокинетических измерений № 1 образца 1% суспензии пирротина состава $\text{Fe}_{0,85}\text{S}$

pH	Смещение подвижной границы, см	Время смещения границы, с	Электрофоретическая скорость U , см/с	ξ -потенциал, мВ
5	0,2	134, 136, 132 Средн. 134	0,001492	– 52,1
7	0,2	121, 123, 125 Средн. 123	0,001626	– 56,7
9	0,2	104, 106, 105 Средн. 105	0,001905	– 66,4
11	0,2	94, 96, 95 Средн. 95	0,00211	– 73,4

Таблица 2. Данные электрокинетических измерений № 2 образца 1% суспензии пирротина состава $\text{Fe}_{0,86}\text{S}$

pH	Смещение подвижной границы, см	Время смещения границы, с	Электрофоретическая скорость U , см/с	ξ -потенциал, мВ
5	0,2	154, 156, 155 Средн. 155	0,001290	– 45,0
7	0,2	145, 147, 144 Средн. 145,3	0,001376	– 48,0
9	0,2	137, 136, 135 Средн. 136	0,001471	– 51,3
11	0,2	128, 126, 127 Средн. 127	0,001575	– 54,9
13	0,2	124, 126, 125 Средн. 125	0,001600	– 55,8

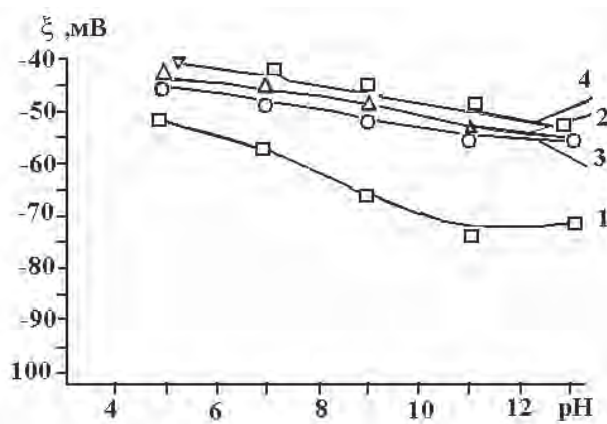
Таблица 3. Данные электрокинетических измерений № 3 образца 1% суспензии пирротина состава $\text{Fe}_{0,87}\text{S}$

pH	Смещение подвижной границы, см	Время смещения границы, с	Электрофоретическая скорость, U , см/с	ξ -потенциал, мВ
1	2	3	4	5
5	0,2	162, 160, 161 Средн. 161	0,001242	– 43,3
7	0,2	152, 153, 151 Средн. 152	0,001316	– 45,9

1	2	3	4	5
9	0,2	144, 146, 144 Средн. 144,67	0,001382	- 48,2
11	0,2	132, 130, 129 Средн. 130,3	0,001535	- 53,5
13	0,2	126, 125, 128 Средн. 126,3	0,001584	- 55,2

Таблица 4. Данные электрокинетических измерений № 4 образца 1% суспензии пирротина состава $Fe_{0,89}S$

pH	Смещение подвижной границы, см	Время смещения границы, с	Электрофоретическая скорость U , см/с	ξ -потенциал, мВ
5	0,2	91, 93, 92 Средн. 92	0,002174	- 40,8
7	0,2	88, 90, 89 Средн. 89	0,002247	- 42,4
9	0,2	81, 78, 79 Средн. 79,3	0,002522	- 45,0
11	0,2	74, 75, 76 Средн. 75	0,002667	- 48,0
13	0,2	70, 72, 69 Средн. 70,3	0,002845	- 50,2



Изменение электрокинетического потенциала 1% суспензии пирротинов различного состава в зависимости от pH среды: 1 – $Fe_{0,85}S$; 2 – $Fe_{0,86}S$; 3 – $Fe_{0,87}S$; 4 – $Fe_{0,89}S$

Из результатов измерения электрокинетического потенциала суспензии пирротинов можно сделать следующие выводы: ξ -потенциал во всех пирротинах увеличивается при повышении pH от 5 до 13, электрофоретическая скорость также растет при

повышении рН от 5 до 13. С уменьшением содержания серы в пирротине ξ -потенциал снижается с $-52,1$ мВ у пирротина $\text{Fe}_{0,85}\text{S}$ до $-40,8$ мВ у пирротина $\text{Fe}_{0,89}\text{S}$. Таким образом, флотуемость пирротинов при уменьшении содержания серы в его составе снижается. Значит с учетом того, что ξ -потенциал сульфидов свинца и цинка равен $-15,6$ и $-13,8$ мВ возможно флотационное разделение низкосернистого пирротина и сульфидов цветных металлов.

Сульфидирующий обжиг цинк-олигонитовой окисленной руды. Обжиг в трубчатой печи проводился в неподвижном слое без доступа воздуха – в атмосфере выделяющихся газов. Степень сульфидирования увеличивается при повышении температуры от 923 до 1023 К и расхода пиритного концентрата 50 %, достигая 58,3–77,4 %. Образуются магнитные пирротины состава $\text{Fe}_{0,86}\text{S} - \text{Fe}_{0,89}\text{S}$.

Повышение технологических показателей сульфидирования возможно при поддержании постоянного состава газовой фазы, что осуществимо при непрерывном процессе, в частности, в печи КС. Укрупнено-лабораторные испытания в печи КС в непрерывном режиме показали, что степень сульфидирования достигает 83–86 %, при этом образуются сильно магнитные пирротины различного состава.

Магнитное обогащение огарков проводилось мокрой магнитной сепарацией при напряженности 1380 Э, извлечение железа в магнитный продукт в виде пирротина – более 90 %.

Флотационное разделение хвостов магнитной сепарации осуществлялось по схеме прямого цикла с использованием стандартных реагентов (флотомашина ФА – 237, Ж:Т = 2,5:1). Результаты показали, что без сульфидирующего обжига флотационному обогащению цинк-олигонитовая руда практически не поддается. При активировании процесса извлечение цинка возрастает почти в 3 раза и составляет 86–90 % при содержании его в пенном продукте 20–23 %, при этом в хвостах содержание цинка 0,35–0,34 %.

Таким образом, ξ -потенциал в пирротинах $\text{Fe}_{0,855}\text{S} - \text{Fe}_{0,89}\text{S}$ увеличивается при повышении рН от 5 до 13. В зависимости от состава пирротинов с уменьшением содержания серы ξ -потенциал уменьшается с $-52,1$ мВ у пирротина $\text{Fe}_{0,85}\text{S}$ до $-40,8$ мВ у пирротина $\text{Fe}_{0,89}\text{S}$, т.е. флотуемость пирротинов при уменьшении содержания серы в его составе снижается.

Экспериментальные результаты технологии сульфидирующего обжига цинк-олигонитовой руды в печи кипящего слоя с пиритным концентратом показывают достаточно высокие результаты по извлечению цинка из огарка в цинковый концентрат; перечистные операции позволяют добиться получения концентрата с содержанием цинка 45 – 47 % при извлечении 80 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 Wang, T., Zhang, H., Liu, Q., Yang, H., Experimental studies on phase transformation during pyrite concentrate oxidation under circulating fluidized bed (CFB) roasting conditions // Industrial and Engineering Chemistry Research Journal. – 2011. – Vol. 50, issue 24. – P. 14168–14174.

2 He, M.-F., Qin, W.-Q., Li, W.-Z., Jiao, F. Flotation performances of polymorphic pyrrhotite // Journal of Central South University of Technology (English Edition). – 2012. – Vol. 19, issue 1. – P. 238–243.

3 Moslemi, H., Shamsi, P., Habashi, F. Pyrite and pyrrhotite open circuit potentials study: Effects on flotation // Minerals Engineering. – 2011. – Vol. 24. – P. 1038–1045.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ...

2012 год вошел в десятку самых теплых в истории наблюдений

Минувший 2012 год вошел в десятку самых теплых за более чем 130 лет инструментальных наблюдений и стал самым жарким в истории для всей территории США за исключением Гавайев и Аляски. Об этом пишет РИА «Новости» со ссылкой на совместные отчеты американского космического агентства НАСА и Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA) США.

Методики, которые используют специалисты Центра космических исследований им. Годдарда в НАСА и NOAA, незначительно различаются. По данным НАСА, 2012 год занимает девятое место в рейтинге самых теплых со средней глобальной температурой около 14,6 градуса Цельсия, что на 0,6 градуса выше нормы, установленной на уровне середины прошлого века. NOAA ставит 2012 год на 10-ю позицию со средней температурой 14,5 градуса Цельсия и отклонением от исторической нормы 0,57 градуса.

По данным НАСА, всего с 1880 года средняя глобальная температура поверхности планеты выросла на 0,8 градуса, при этом за этот же период концентрация углекислого газа в атмосфере из-за деятельности человека увеличилась с 285 частей на миллион объема до более чем 390. По данным американских метеорологов, в среднем в последние 130 лет глобальная средняя температура росла на 0,06 градуса Цельсия в десятилетие. В среднем с 1970 года – почти в три раза быстрее, на 0,16 градуса в десятилетие.

Как отмечает NOAA, 2012 год стал 36-м годом подряд, в котором глобальная

средняя температура была выше исторической нормы. При этом попасть на восьмую позицию списка самых теплых лет 2012 году не дал лишь аномально холодный декабрь в Северном полушарии.

Для территории 48 штатов США, за исключением Гавайев и Аляски, минувший год стал самым жарким с 1895 года – он побил предыдущий рекорд 1936 года почти на 0,6 градуса Цельсия.

С точки зрения количества осадков 2012 год в среднем для всего земного шара был близок к норме, однако в отдельных регионах условия были экстремальными. Так, от засухи в минувшем году пострадали Россия, Украина и Казахстан, центральная часть североамериканского континента, северо-восток Бразилии. Напротив, на западе и в центральной части Африки, в Великобритании и Финляндии количество осадков превысило норму.

NOAA также напоминает, что в сентябре 2012 года были обновлены рекорды минимальной площади ледового покрова в Арктике и, напротив, ледового максимума в Антарктике на уровне 3,41 и 19,44 миллиона квадратных километров соответственно.

Первый солнечный парусник

Комитет Книги рекордов Гиннеса официально признал японский космический аппарат *IKAROS* первым в мире настоящим солнечным парусником.

Согласно квантовой теории свет состоит из «пакетов» энергии, называемых фотонами. Если они на своем пути встречают какой-то объект, то испытывают взаимодействие, толкая объект в ту же сторону. По теории относительности Эйнштейна можно использовать работу

светового излучения, оказывающего давление на некую поверхность. Конечно, это давление совсем слабое: на земной орбите оно составляет примерно одну миллиардную от земного атмосферного давления. Но солнечному парусу и этого будет достаточно – при большой площади самого паруса он может уловить достаточно солнечного «бриза», чтобы преобразовать его в ускорение, т.е. ему достаточно небольшой, но постоянной энергии, испускаемой фотонами Солнца. Солнечный парус покрыт крошечными зеркалами, от которых фотоны отскакивают и толкают спутник, преодолевая сопротивление космической пустоты. Теоретически оно было описано еще в 20-е годы прошлого века советским ученым Фридрихом Цандером. Эта технология считается одной из самых перспективных для будущих межпланетных путешествий в пределах Солнечной системы, поскольку такому аппарату не требуется большого количества топлива на борту.

Первый солнечный парус был успешно испытан когда японские ученые оснастили спутник *IKAROS* таким парусом площадью 14 м². Корабль получил свое название от Икара, персонажа греческой мифологии, который необдуманно близко подлетел к Солнцу и разбился. Стремясь избежать этой ассоциации, Японское агентство аэрокосмических исследований (*ДЖАКСА*) стремится подчеркнуть, что их Икарус представляет межпланетный космический корабль, ускоряемый излучением Солнца, и летит от него.

Впервые *IKAROS* был запущен в космос в мае 2010 года с помощью ракеты Mitsubishi H-IIA с японской стартовой площадки Танэгасима. Специалистам *ДЖАКСА* удалось успешно раскрыть парус аппарата, после чего начались его ходовые испытания, которые продолжа-

лись 6 месяцев и в итоге были признаны успешными. Аппарат сумел «поймать ветер» и начать ускорение.

В настоящее время солнечный парусник *IKAROS* движется по орбите вокруг Солнца и в ближайшие годы может достичь района Юпитера.

Площадь солнечного паруса аппарата *IKAROS* составляет 200 квадратных метров. В целом парус имеет толщину целлофанового сэндвича 32,5 микрона и покрыт слоем второго экспериментального материала – «тонким слоем» солнечных батарей, которые могут найти применение и на Земле.

Покрытие паруса панелями нужно для того, чтобы *IKAROS* имел источник электроэнергии. Он может использоваться для ионизации газа и излучать эти струи от небольших двигателей – такой способ движения используется на обычных спутниках. Японский эксперимент должен дать ответ: насколько быстро и эффективно будет двигаться корабль за счет фотонов и при этом хорошо управляться.

В теории большие паруса могут давать хорошую тягу, но за достаточно длительное время. Ученые США рассчитали, что парус в милю в поперечнике придаст такую скорость кораблю, которая позволит за 5 лет пересечь Солнечную систему. Если парус будет обстреливаться при помощи направленного лазерного луча, то солнечная яхта теоретически может достичь скорости 500 тысяч миль в час.

В своем романе «Последняя теорема» ныне покойный Артур Кларк изобразил солнечный рейс яхты с космонавтами на борту, которая достигла Луны и вернулась обратно при помощи силы фотонов.

Япония – не единственная страна, которая обладает техникой создания космических парусов. Россия близка к про-

изводству полной версии космической яхты, также большая часть научных трудов о солнечных парусах разработана в Соединенных Штатах Америки.

Даже если перспектива отправки парусных кораблей пока остается отдаленной, применяемая технология могла бы непосредственно уже сейчас изменить обычные спутники. Без потребности в топливе и громоздких двигательных установках такие паруса позволят строить спутники меньшего размера и веса, что потребует меньших затрат энергии для их запуска на орбиту.

В лидеры среди экспортеров кофе

Впервые в истории Вьетнам стал крупнейшим в мире экспортером кофе. В первой половине 2012 г. по данным Международной организации кофе Вьетнам на 13% обогнал по объемам экспортных поставок Бразилию – лидера мирового кофейного бизнеса на протяжении последних лет.

По данным Министерства сельского хозяйства и аграрного развития заработки вьетнамских экспортеров ароматного напитка за этот период превысили 2,5 млрд долларов, что на 25% больше, чем за аналогичный период прошлого года.

Основное место в структуре вьетнамского экспорта занимают зерна сорта «робуста», но в последние годы уверенно растет экспорт и более дорогой «арабики». Так, если в 2009 г. страна поставляла на мировой рынок 24 тыс. тонн, то по итогам 2011 г. поставки зерен «арабики» выросли до 50 тыс. тонн. Наибольшей популярностью вьетнамский кофе пользуется в США, Германии, Японии, Бельгии.

Кофе благодаря французским колонизаторам появился во Вьетнаме два столетия назад. В качестве эксперимента они культивировали его в нескольких провинциях. Сегодня производству кофе

в республике придается большое значение, так как он наряду с нефтью, рисом и натуральным каучуком входит в число основных продуктов, экспортируемых из страны.

В 1997 г. Вьетнам впервые вошел в четвертку крупнейших мировых производителей и поставщиков кофе после Бразилии, Колумбии и Мексики. Сегодня же он возглавил этот список.

Кофе для вьетнамцев – не только продукт экспорта, но и неотъемлемая часть их жизни, так как они потребляют его в больших количествах. Признанными кофеманами считаются жители Ханоя и крупнейшего города юга Вьетнама – Хошимина.

Без преувеличения можно сказать, что пить кофе в небольших уличных кафе за столиками, стоящими прямо на тротуаре, стало теперь одной из самых распространенных привычек горожан СРВ.

Корзина сама бежит за мусором

Бросить скомканную бумажку в корзину для мусора и точно в нее попасть могут не все. Теперь это не понадобится: в Японии придумали «умную» мусорную корзину, которая умеет вычислить траекторию летящего мусора и поймать его.

С виду такая корзина ничем не выделяется, она снабжена колесами и управляющим электронным устройством, которое определяет «баллистику» мусора и перехватывает его как ракета ПРО.

Имя создателя инновационной корзины неизвестно, он скрывается под аббревиатурой FRP из скромности или от того, что является сотрудником режимного японского НИИ.

Корзина является креативным инженерным решением автора – имеет моторчик, движущий колеса и сопряженный с печатной платой, которая крепится на дне устройства. По беспроводному ка-

налу корзина связана с компьютером, имеющим устройство для мониторинга помещения на предмет запущенных в нем «снарядов». Программа, написанная FRP, рассчитывает полетную траекторию такого «снаряда» и управляет мусорной корзиной, совмещая ее центр с точкой падения мусора.

Действие корзины было продемонстрировано в ролике, запущенном на YouTube. Система работает, но по признанию FRP требует обработки некоторых деталей.

Появление в Японии умной корзины можно отнести к общеизвестному факту отношения японцев к чистоте, порой стерильной. Известно, что владельцы магазинов в Стране Восходящего солнца по утрам моют дорогу перед своими заведениями, уборщики на улицах протирают мусорные урны, смахивается пыль с линий парковок автомобилей. Дома никогда не ходят в уличной обуви и даже перед местами общего пользования у японцев часто стоят специальные тапочки с надписью «туалет».

Таким образом, создатель необычной корзины – FRP действовал в соответствии с национальной устремленностью своих соотечественников к чистоте, которое недавно нашло себя в новом проявлении. Так, Япония совместно с Россией договорилась решать проблему космического мусора – удаления его с давно существующей «свалки» на околоземной орбите. Возможно, принцип «умной» корзины FRP сможет найти применение в этом проекте.

Робот увидит вас изнутри

Современная лапароскопическая хирургия может быть минимально инвазивной, но все же требует нескольких разрезов. Чтобы сделать ее еще менее травматичной с меньшим числом раз-

резов, ученые и хирурги из Колумбийского университета и Университета Вандербильта создали робота, назвав его Insertable Robotic Effector Platform (*IREP*), который может проникать в тело через единственный разрез 15 мм или естественное отверстие, например через рот. Внутри тела этот робот, которому еще предстоит клинические испытания на людях, будет разворачиваться подобно космическому аппарату. Он будет передавать по проводу, соединенному с компьютером, сведения о своем местоположении в теле и выполнять команды на дальнейшее движение, остановку, связывание кетгута и другие действия. Робот снабжен видеокамерой, которая отслеживает движения хирургических инструментов и передает изображение на компьютерную консоль. Разработчики считают, что этот робот может выполнять операции аппендэктомии (удаления червеобразного отростка), гистерэктомии (удаления матки), некоторые виды операций на почках и, возможно, на ухе и горле.

Сейчас начинаются испытания на животных и предполагается, что он может поступить на вооружение хирургов в ближайшие пять лет. И хотя сегодня ни одно исследование не представило убедительных доказательств того, что хирургия с использованием роботов может превзойти традиционные лапароскопические методы, создатели *IREP* утверждают, что он легче и дешевле самой современной хирургической системы *da Vinci*. «Он, несомненно, перспективен», – считает Уильям Лоуренс – специалист по роботохирургии из Университета штата Юта, так как робот может оказаться проворнее и точнее традиционных лапароскопических инструментов.

По материалам СМИ

УДК 691.175.746

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗВЕСТКОВЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ СОСТАВОВ

В. И. ЛОГАНИНА, Л. В. МАКАРОВА, Р. В. ТАРАСОВ, К. А. СЕРГЕЕВА

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Одним из перспективных направлений является использование в рецептуре сухих строительных смесей минеральных наполнителей на основе силикатов кальция. Выявлено оптимальное соотношение компонентов, вида, количества и концентрации раствора добавки-осадителя, участвующей в синтезе наполнителя, установлены оптимальная плотность и модуль жидкого стекла. Найдены закономерности влияния условий синтеза на гранулометрический состав получаемых наполнителей. Установлено, что использование минеральных наполнителей в рецептуре сухих строительных смесей приводит к повышению функциональных свойств получаемых покрытий. Разработан обобщенный критерий качества покрытий и определен оптимальный отделочный состав в широком диапазоне значений коэффициентов весомости.

Ключевые слова: сухие строительные смеси, наполнители, гидросиликаты кальция, дисперсность, модельное исследование, обобщенный показатель качества.

Құрғақ құрылыстық аралас рецептурасына перспективалық бағыттардың бірі болып силикат кальций негізіндегі минералдық толтырғыштар жатады. Жұмыс барысында компоненттердің, түрлерінің тиімді қатынастары, талықтырғыш синтезіне қатысатын қоспа-шөктіру ерітдісінің концентрациясы мен саны анықталды, тиімді тығыздық пен сұйық әйнек модулі анықталды. Алынатын толықтырғыштың түйіршік құрамына синтез талабы әсерінің заңдылықтары анықталды. Құрғақ құрылыстық аралас рецептурасында минералдық толтырғыштарды қолданған кезде алынатын жабынның функционалдық қасиеттері жоғарылайтыны анықталды. Жабын сапасының жинақталған критерийлері жасалды және салмақтылық коэффициентінің кең диапазонды мәнінде тиімді өңдеулік құрамны жасалынды.

Түйін сөздер: құрғақ құрылыстық аралас, толтырғыштар, силикат кальций негізі, дисперсиясы, модельді зерттеу, сапаның жиынтық көрсеткіші.

One of perspective directions is using mineral fillers based on calcium silicates in formulation of dry construction mixtures. In the paper optimal proportion was brought to light of components, type, quantity and concentration of solution of additives-precipitating agent, taking part in synthesis of filler; optimal density and module of liquid glass were established. Behaviors of influence of synthesis conditions on granularity of received fillers were determined. It was established, that mineral fillers using in the formulation of dry construction mixtures, causes the increase of functional properties of the receiving coatings. The generalized criterion of quality of coverings was developed and optimal finishing composition was established in the wide range of values of coefficients of ponderability

Keywords: the construction mixtures, fillers, calcium hydro silicates, dispersion, model experiments, the generalized indicator of quality.

В практике отделочных работ часто применяют известковые сухие строительные смеси (ССС), обеспечивающие вследствие высокой паропроницаемости покрытий оптимальный микроклимат зданий и сооружений. Однако недостаточная водостойкость и прочность известковых покрытий сдерживают более широкое применение известковых ССС при наружной отделке. Решение этой проблемы в целом будет способствовать увеличению срока службы покрытий на основе известковых ССС.

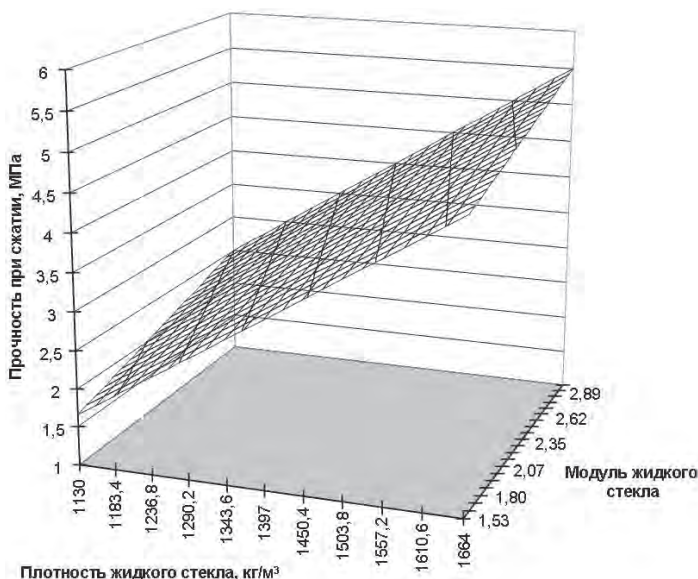
Повышение эксплуатационных свойств покрытий на основе известковых ССС может быть обеспечено путем введения в их рецептуру компонентов, способных регулировать структурообразование материала. Одним из перспективных решений является использование в составе известковых ССС минеральных наполнителей на основе силикатов кальция (ГСК).

При изучении закономерностей синтеза ГСК применяли натриевое жидкое стекло различной плотности и модуля. В качестве добавки-осадителя использовали хлористый кальций. При разработке технологии производства наполнителей учитывались следующие факторы: плотность и модуль жидкого стекла, количество, вид и концентрация раствора добавки-осадителя, режим высушивания осадка, время его хранения [1].

Для определения оптимальной плотности и модуля жидкого стекла был спланирован полный факторный эксперимент. В результате обработки полученных экспериментальных данных была получена линейная модель для состава известь+ГСК (см. рис.):

$$R_{\text{сис}} = 3,57 + 0,95x_1 + 1,18x_2.$$

Установлено, что оптимальная плотность жидкого стекла – 1130–1663 кг/м³ при модуле $M = 1,53$ – $2,9$.



Зависимость прочности при сжатии от плотности и модуля жидкого стекла в системе «известь – гидросиликаты кальция»

В ходе исследований было выявлено оптимальное содержание добавки-осадителя при синтезе наполнителя, которое составляет 30–50% от массы жидкого стекла в виде 7,5–15%-го раствора в зависимости от плотности и модуля жидкого стекла (табл. 1).

В ходе работы исследовалось влияние скорости введения, концентрации раствора добавки CaCl_2 , температуры жидкого стекла на гранулометрию наполнителя. Установлено, что применение разбавленных растворов приводит к замедлению выпадения осадка и появлению более крупных кристаллов. Так, при введении добавки-осадителя CaCl_2 в форме 7,5% раствора содержание частиц размером 0,05–5 мкм равно 5,58%, а частиц размером 10–45 мкм – 53,46%. Менее 5% составляют частицы диаметром 6,677 мкм. Содержание частиц размером 45–100 мкм составляет 32,62%, появляются кристаллы с размерами частиц 100–200 мкм, их содержание 0,04%. Удельная поверхность наполнителей равна $S_{\text{уд}} = 4309 \text{ см}^2/\text{см}^3$ [2, 3].

Таблица 1. Прочность при сжатии известковых композитов

Модуль жидкого стекла	Плотность жидкого стекла, кг/м ³	Количество добавки-осадителя CaCl_2 от массы жидкого стекла, %	Концентрация раствора добавки-осадителя, %	Прочность при сжатии известковых композиций в присутствии ГСК, МПа	Выход ГСК, %		
2,9	1335	15	7,5	2,42	54		
			15	2,34	55		
		30	7,5	4,72	100		
			15	4,60	85		
		50	7,5	4,84	100		
			15	4,76	85		
		90	7,5	5,07	90		
			15	4,98	67		
		1,53	1663	15	7,5	1,71	38
					15	1,78	36
				30	7,5	3,24	55
					15	3,28	53
50	7,5			3,64	95		
	15			3,72	88		
90	7,5			4,28	85		
	15			3,86	70		

Повышение температуры в процессе осаждения ускоряет формирование кристаллической решетки и тормозит образование зародышевых центров кристаллизации, в результате формируются более крупные кристаллы. При медленном введении добавки-осадителя CaCl_2 (по каплям) в виде 15% раствора образуется небольшое число мелких частиц в осадке. Данные гранулометрического состава свидетельствуют, что содержание частиц размером 0,05–10 мкм составляет 18,35%, преобладают

частицы размером 20–45 мкм, которых содержится 38,52%. Среднеарифметический размер частиц наполнителя, синтезированного при медленном введении добавки-осадителя CaCl_2 , – 29,35 мкм.

Для дальнейшей оптимизации рецептуры и свойств предлагаемого отделочного состава нами разработан обобщенный критерий качества покрытий. Качество отделочных покрытий в соответствии с декомпозицией системы критериев качества оценивали по показателям, приведенным в табл. 2.

Таблица 2. Показатели качества ССС и тонкослойной штукатурки

Показатели	Формула	Примечание
Критерий прочности	$k_R = \frac{R_{\kappa}}{R_{\kappa, \max}}$	R_{κ} – предел прочности при сжатии образца покрытия, МПа; $R_{\kappa, \max}$ – предел прочности при сжатии образца-эталона (5 МПа)
Критерий паропроницаемости	$k_n = \frac{R^n}{R_{\kappa}^n}$	R^n – коэффициент паропроницаемости образца, мг/м·ч·Па; R_{κ}^n – базовое значение коэффициента паропроницаемости покрытия, мг/м·ч·Па
Критерий адгезионной прочности	$k_{\text{адз}} = \frac{R_{\text{адз}}}{R_{\text{э.адз}}}$	$R_{\text{адз}}$ – адгезионная прочность покрытия, МПа; $R_{\text{э.адз}}$ – адгезионная прочность образца-эталона
Критерий времени высыхания до степени «5» при $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$	$k_{\text{в}} = \frac{T_{\text{в}}}{T_{\text{э.в}}}$	$T_{\text{в}}$ – время высыхания материала до степени «5» при $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, мин; $T_{\text{э.в}}$ – время высыхания материала образца-эталона до степени «5» при $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, мин ($T_{\text{в}}$ мин)
Критерий жизнеспособности при хранении в открытых емкостях	$k_{\text{жс}} = \frac{T_{\text{жс}}}{T_{\text{э.жс}}}$	$T_{\text{жс}}$ – жизнеспособность материала покрытия, ч; $T_{\text{э.жс}}$ – жизнеспособность материала покрытия-эталона ($T_{\text{э.жс}} = 8$), ч
Критерий водоудерживающей способности	$k_w = \frac{W_n}{W_{\text{э}}}$	W_n – водоудерживающая способность покрытия, %; $W_{\text{э}}$ – водоудерживающая способность базового образца (не менее 95 %)
Критерий класса качества внешнего вида	$k_{\kappa} = \frac{K_n}{K_{\text{э.н}}}$	K_n – класс качества внешнего вида отделочного покрытия; $K_{\text{э.н}}$ – класс качества внешнего вида образца-эталона; k_{κ} – если класс качества покрытия не удовлетворяет установленным требованиям; k_{κ} – если класс качества покрытия удовлетворяет установленным требованиям; k_{κ} – если класс качества покрытия превосходит установленные требования

Выделенные критерии (свойства) сгруппированы в обобщенном критерии качества следующего вида:

$$\Phi_n = \alpha_1 K_{\text{фм}} + \alpha_2 K_{\text{мех}} + \alpha_3 K_{\text{эст}} = \alpha_1 \sqrt[3]{k_r k_n k_{\text{адг}}} + \alpha_2 \sqrt[3]{k_e k_{\text{эс}} k_w} + \alpha_3 k_k,$$

где $K_{\text{фм}}$ – коэффициент, характеризующий физико-механические свойства (предел прочности при сжатии, адгезионная прочность, паропроницаемость), вычисляемый по формуле $K_{\text{фм}} = \sqrt[3]{k_r k_n k_{\text{адг}}}$; $K_{\text{мех}}$ – коэффициент, характеризующий технологические свойства [водоудерживающая способность, время высыхания материала до степени «5» при $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и жизнеспособность материала отделочного покрытия], рассчитываемый по формуле $K_{\text{мех}} = \sqrt[3]{k_e k_{\text{эс}} k_w}$, k_k – коэффициент, характеризующий класс качества внешнего вида.

Результаты расчета обобщенного критерия качества для отделочных составов с учетом коэффициентов весомости и вида подложки приведены в табл. 3. Как видно, в широком диапазоне значений коэффициентов весомости оптимальным является следующий состав: соотношение компонентов наполненное вяжущее:песок = 1:4 и 1:3, водовяжущее отношение В/В = 1,0 при введении наполнителя 5–30% от массы вяжущего.

Таблица 3. Результаты расчета обобщенного критерия качества

Соотношение основных компонентов	Коэффициенты весомости			
	$\alpha_1 = 0,25$ $\alpha_2 = 0,25$ $\alpha_3 = 0,5$	$\alpha_1 = 0,25$ $\alpha_2 = 0,5$ $\alpha_3 = 0,25$	$\alpha_1 = 0,5$ $\alpha_2 = 0,25$ $\alpha_3 = 0,25$	$\alpha_1 = 0,33$ $\alpha_2 = 0,33$ $\alpha_3 = 0,33$
Вяжущее (известь:наполнитель =1:0,3):песок=1:1, С-3, Neolith 7200 В/В = 1,0	0,84	0,72	0,86	0,78
Вяжущее (известь:наполнитель =1:0,3):песок=1:2, С-3, Neolith 7200 В/В = 1,0	0,85	0,74	0,84	0,76
Вяжущее (известь:наполнитель =1:0,3):песок=1:3, С-3, Neolith 7200 В/В = 1,0	0,93	0,85	0,93	0,89
Вяжущее (известь:наполнитель =1:0,3):песок=1:4, С-3, Neolith 7200В/В = 1,0	0,89	0,78	0,90	0,82
Вяжущее (известь:наполнитель =1:0,15):песок=1:3, С-3, Neolith 7200 В/В = 1,0	0,93	0,85	0,93	0,89
Вяжущее (известь:наполнитель =1:0,05):песок=1:3, С-3, Neolith 7200В/В = 1,0	0,89	0,78	0,90	0,82

Для улучшения эксплуатационных характеристик покрытий в состав ССС рекомендуется вводить добавку суперпластификатора С-3 и диспергируемого порошка Neolith 7200.

Отделочный состав на основе разработанной ССС и покрытие на его основе обладают следующими свойствами: прочность при сжатии – 3–4 МПа; адгезионная прочность – 0,6–0,9 МПа; морозостойкость – не менее 50 циклов; время высыхания до степени «5» при $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ – 15–20 мин; водоудерживающая способность – 98–99%; водопоглощение по массе – 10–12 %; водостойкость – 0,68–0,74; усадочные деформации – 0,26–0,38 мм/м; коэффициент паропроницаемости – 0,05 мг/м·ч·Па; расход отделочного состава при нанесении в 1 слой толщиной 1 мм – 1–1,2 кг/м²; жизнеспособность – 1–1,5 ч; срок хранения – 6–12 мес.

Таким образом, применение в рецептуре известковых составов наполнителя на основе ГСК позволяет получить достаточно прочные покрытия, обладающие более высокой водостойкостью.

ЛИТЕРАТУРА

1 Логанина В.И., Макарова Л.В. Штукатурные составы для реставрационных работ с применением окрашенных наполнителей//Региональная архитектура и строительство. – 2009. – №1. – С. 38–40.

2 Логанина В.И., Макарова Л.В., Сергеева К.А. Повышение водостойкости известковых составов//Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2012. – №1. – С. 28–30.

3 Логанина В.И., Макарова Л.В., Тарасов Р.В., Сергеева К.А. Оптимизация состава композитов общестроительного назначения, модифицированных наноразмерными добавками// Региональная архитектура и строительство. – 2010. – №2. – С. 53–57.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИЦЕВОЙ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО СЫРЬЕВОГО СОСТАВА

С. А. МОНТАЕВ, Н. Б. АДИЛОВА, А. С. МОНТАЕВА

*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
им. Жангир хана*

Разработаны новые оптимальные составы керамической композиции и предложены технологические решения для снижения чувствительности к сушке сырьевой смеси, температуры обжига, повышения прочности при сжатии и изгибе и увеличения морозостойкости лицевой стеновой керамики. Выявлен компонентный состав керамической композиции и разработаны технологические параметры производства лицевой стеновой керамики. Результаты экспериментальных работ показали повышенную прочность при сжатии 17,0 МПа, а при изгибе 4,5 МПа. Сырьевая прочность образцов увеличилась до 5,4 МПа. Температура обжига снизилась на 150–200°C. Морозостойкость возросла до 70 циклов. Чувствительность керамической композиции к сушке уменьшилась на 35–40%.

Ключевые слова: бентонитовая глина, керамическая композиция, лицевая стеновая керамика, материал, прочность, обжиг.

Бұл мақалада беткі қабырға керамикасының аязға төзімділігін, сығуға және иілуге беріктік көрсеткіштерін жоғарлату, күйдіру температурасы мен иікізат араласпасының құрғатуға сезімталдылығын төмендету мақсатымен керамика композицияның жаңа оптималды құрамын анықтауға бағытталған жұмыстың нәтижелері көрсетілген. Беткі қабырға керамикасын өндірудің технологиялық параметрлері жасалынды және жоғары тиімді көпқұрамды керамика композициялары анықталды. Эксперименталды жұмыстардың нәтижелері бойынша сыртқы қабырға керамиканың беріктік көрсеткіштері сығу кезінде – 17 МПа, ал иілуге – 4,5 МПа дейін жоғарлады. Үлгілердің иікі күйіндегі беріктігі 5,4 МПа дейін ұлғайды. Күйдіру температура 150–200°C-қа төмендеді. Аязға төзімділік 70 циклге дейін жоғарлады. Керамика композицияның құрғатуға сезімталдылығы 35–40% төмендеді.

Түйін сөздер: бентонитті саз, керамикалық композиция, беткі қабырға керамикасы, материал, беріктік, күйдіру.

The paper is devoted to development of new optimal compounds of ceramic composition and technological decisions with the purpose of decreasing of raw mixture sensitivity to drying and temperature of roasting; compressive and bending strength and frost resistance of face wall ceramics increasing. Component compound of ceramic composition was brought to light and technological parameters of face wall ceramics production were developed. Results of experimental test showed increased compressive strength of face wall ceramics – up to 17.0 MPa and bending strength – up to 4.5 MPa. Raw strength of samples has increased up to 5.4 MPa. Temperature of roasting has decreased by 150-2000C. Frost resistance has increased up to 70 cycles. Sensitivity of ceramic composition to drying has decreased by 35–40%.

Keywords: bentonitic clay, ceramic composition, face wall ceramic, materials, strength, roasting.

Ценность сырья, используемого в керамическом производстве, характеризует его технологические свойства, дающие возможность установить их область применения. Использование лёссовидных пород для создания керамических изделий, несмотря на невысокие технологические показатели суглинка, связано с отсутствием более доброкачественного сырья для производства стеновой керамики [1]. Поэтому многие кир-

пичные заводы Казахстана вынуждены работать на основе некондиционного сырья, что является основной причиной низкого качества выпускаемой продукции.

Строительная индустрия республики остро нуждается в качественной стеновой керамике, используемой одновременно как ограждающий, несущий конструктивный элемент и лицевой фасадный материал.

Для организации производства качественной продукции необходимо проведение научно-экспериментальных работ по созданию новых композиционных составов и технологических приемов производства лицевой стеновой керамики, соответствующих требованиям ГОСТ 530-2007.

Из-за отсутствия конкретных научных разработок с использованием новых сырьевых компонентов в качестве модифицирующей добавки сдерживается производство стеновой керамики на внутреннем рынке строительной отрасли. Качественная стеновая керамика завозится из зарубежных стран, в частности из Российской Федерации.

Одним из эффективных методов решения проблемы повышения качества готовых изделий является модифицирование керамической массы путем введения многофункциональных корректирующих добавок [2,3].

Цель исследования – разработка новых составов керамической массы и технологических приемов производства лицевой стеновой керамики, модифицированной бентонитовой глиной.

Научно-экспериментальные работы проводились в рамках грантового инновационного проекта по линии Комитета науки МОН РК на базе Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана.

В качестве сырьевых материалов использовались суглинок Чаганского месторождения и бентонитовая глина Погодаевского месторождения (Западно-Казахстанская обл.) Сначала сырьевые материалы сушились в сушильном шкафу до постоянной массы, затем проводили подготовительные работы по составлению композиционных шихт.

По результатам научно-экспериментальных работ определены оптимальные соотношения сырьевых композиций с учетом доминирующих факторов каждого технологического передела производства изделий стеновой керамики по методу полусухого прессования. На основании исследований предлагаются следующие технологические приемы производства изделий на основе разработанных составов композиционных смесей.

Из бентонитовой глины предварительно готовили суспензию с плотностью 1,3–1,4 г/см³. После чего суглинок и бентонитовая суспензия в количестве 25–30 % от массы сухого компонента подавались в двухвальную смеситель для совместного перемешивания керамической композиции. Полученная керамическая масса подвергалась сушке в сушильном барабане до влажности 8–10% и поступала в стержневой смеситель. После чего смесь через струнное сито направлялась в бункер запаса пресспорошка.

Затем сырьевая смесь формовалась методом полусухого прессования. Давление прессования составляло 15–20 МПа. Отформованные изделия обжигались без предварительной сушки в туннельной или в кольцевой печи при температуре 950–1000 °С.

Особенность предлагаемой технологии на основе двухкомпонентной сырьевой смеси состоит в том, что бентонитовая глина вводится в состав керамической массы

в виде водной суспензии с плотностью 1,35–1,40 г/см³. Bentonитовая глина в естественном виде содержит более 20% химически связанной воды, что создает определенную проблему перевода естественной кусковой глины в порошкообразное состояние. Поэтому, чтобы получить бентонитовые порошки, необходима предварительная ее сушка до воздушного сухого состояния, затем следует ее измельчить на куски размером 20–30 мм и только после этого бентонитовая глина способна подвергаться механическому измельчению до порошкообразного состояния. Кроме того, бентонитовая глина при взаимодействии с водой сильно набухает (до 16 раз) и при введении ее в керамическую массу в порошкообразном состоянии ухудшаются формовочные и сушильные свойства сырца именно из-за сильного набухания.

Предлагаемые нами технологические решения позволяют полностью исключить эти недостатки, так как бентонит обладает чрезвычайно важным свойством и способностью к самодиспергации именно при взаимодействии с водой повышенного содержания, каковым является приготовление водной суспензии на его основе.

Бентонит состоит в основном из монтмориллонита (85 – 95%) и относится к слоистым силикатам. При гидратации этих минералов молекулы воды могут входить в промежутки между элементарными слоями кристаллической решетки и существенно раздвигать их, увеличиваясь при этом в объеме, чем и объясняется их высокая набухаемость. Кроме этого, слоистые силикаты обладают высокой способностью к ионному обмену, т.е. замене некоторых ионов на поверхности и в кристаллической решетке частиц на ионы, поступающие извне.

Отмеченные особенности глинистых минералов бентонитовой глины, совместно с их высокой дисперсностью, а потому и чрезвычайно развитой поверхностью, обуславливают очень большую адсорбционную способность – способность активно поглощать извне различные ионы и вещества. Следует отметить, что при повышении температуры среды на поверхности монтмориллонита образуется и увеличивается число окислительно-восстановительных центров.

Таким образом, на стадии приготовления бентонитовой суспензии обычная кусковая бентонитовая глина превращается в реакционно-активные мелкие и ультрамалые частицы.

При реализации предлагаемой технологии уже на стадии совместного перемешивания лёссовидный суглинок – бентонитовая суспензия происходит взаимная миграция ионов с образованием структурных элементов, что улучшает формовочные и сушильные свойства керамической массы, а на стадии термообработки увеличивается число окислительно-восстановительных центров с образованием структурных элементов, в которых ионы алюминия изоморфно замещают ионы кремния в тетраэдрической координации.

Эти процессы интенсифицируют спекание керамических масс, появление новых кристаллических и стеклофаз, что обеспечивает жесткий пространственный каркас изделий, чем и объясняются высокие прочностные показатели готовой продукции. Кроме этого, мелкие и ультрамалые частицы бентонитовой глины сдвигают температуру образования стекло- и кристаллических фаз в область низких температур, что позволяет снизить температуру обжига изделий на 150–200 °С. Сравнительные характеристики предлагаемого способа представлены в таблице.

Физико-механические свойства образцов

Технология	Наличие помольного оборудования	Коэф. чувств. к сушке, с	Сырцовая прочность, МПа	Усадка, %		Темп. обжига, °С	Прочность, МПа		Морозостойкость, циклы
				воздушная	огневая		при сжатии	при изгибе	
Предлагаемая	Отсутствует	112-114	3,8-5,4	5,1-6,4	1,8-2,4	950-1000	14,4-17,1	3,6-4,5	F 70
Традиционная	Шаровая мельница	90-95	2,8-2,9	7,2-8,4	4,2-4,8	1000-1150	10,8-11,7	2,7-3,8	F 40

Таким образом, предлагаемая нами технология позволяет устранить процесс набухания бентонитовой глины в составе смеси, снизить коэффициент чувствительности к сушке на 25–30%, а общую чувствительность керамической массы уменьшить на 35–40%, увеличить сырцовую прочность на стадии формования до 5,4 МПа, снизить температуру обжига на 150 – 200°С и повысить прочность при сжатии с 12 до 17 МПа и при изгибе до 4,5 МПа готовых изделий. Морозостойкость образцов возросла до 70 циклов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Монтаев С.А., Сулейменов Ж.Т. Стеновая керамика на основе композиций техногенного и природного сырья Казахстана – Алматы: Ғылым, 2006.
- 2 Ботвина Л.М. Строительные материалы из лёссовидных суглинков. – Ташкент: Укитовчи, 1984. – 128 с.
- 3 Монтаев С.А. Производство керамического кирпича в полигонных условиях Приаралья. – Алматы: Ғылым, 2001. – 107 с.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

УДК 575.1: 634.8

ОПТИМИЗАЦИЯ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА

**И. Ю. КОВАЛЬЧУК¹, Г. К. УСПАНОВА¹, Н. И. ЧУКАНОВА¹,
Т. Т. ТУРДИЕВ², С. Н. ФРОЛОВ²**

¹ ТОО «Казахский НИИ плодоводства и виноградарства»

² Институт биологии и биотехнологии растений КН МОН РК

Оптимизированы этапы клонального микроразмножения in vitro различных сортов винограда. Подобраны стерилизующие препараты и их концентрации для дезинфекции эксплантов от сапрофитной микрофлоры. Установлен состав питательных сред для введения в асептическую культуру. Оптимизирован состав питательных сред для клонального микроразмножения. Определен состав среды для ризогенеза in vitro.

Ключевые слова: виноград, питательные среды, клональное микроразмножение, культура тканей, апекс, эксплант, ризогенез.

Жүзімнің әртүрлі сорттарын in vitro клонды микрокөбейту кезеңдері жетілдірілді. Стерильдеу препараттары және экспланттарды сапрофитті микрофлоралардан залалсыздандыратын олардың концентрациялары таңдалып алынды. Асептикалық культураға енгізуге арналған қоректік ортаның құрамы белгілі болды. Клонды микрокөбейтуге арналған қоректік ортаның құрамы оптимизацияланды. In vitro ризогенез үшін қоректік ортаның құрамы анықталды.

Түйін сөздер: жүзім, қоректік орталар, клондап микрокөбейту, ұлпаларды өсіру, апекс, эксплант, ризогенез.

The stages of clonal micro-propagation in vitro of different grape varieties were optimized. Sterilizing agents and their concentrations were selected for disinfection of explants from saprophytic microflora. Composition of nutrient mediums was established for the introduction into aseptic culture. The compositions of nutrient mediums for clonal micropropagation were optimized. The composition of the medium for rhizogenesis in vitro was defined.

Key words: grape, nutrient medium, clonal micro-propagation, tissue culture, apex, explant, rhizogenesis.

В настоящее время в Казахстан завозится до 70% винограда, что ставит в зависимость от импортных поставок пищевую и перерабатывающую промышленность. При этом поступающая на отечественный продовольственный рынок импортная продукция не всегда отвечает требованиям качества, срокам хранения и безопасности для здоровья. Сложившаяся ситуация может привести к зависимости страны от им-

портных поставок. В связи с этим принимаются меры по наращиванию собственного производства винограда, для чего необходимо большое количество посадочного материала.

Применяя технику размножения в культуре *in vitro*, заключающуюся в размножении растений в асептических условиях (пробирках, колбах и т.д.) на специально подобранных питательных средах, можно значительно ускорить размножение винограда. По литературным данным [1], из одного экспланта может быть получено до 800 побегов за 3–4 месяца. Используя культуру *in vitro*, можно оздоровить посадочный материал от вредителей и болезней и размножить его для закладки плантаций [2, 3], а также депонировать в условия, замедляющие рост (хладохранение) или полностью блокирующие метаболические процессы (криоконсервация).

В литературе имеется достаточно много сведений об изучении различных этапов клонального микроразмножения винограда. Однако, по данным ряда исследователей, способность растений к размножению в условиях *in vitro* зависит от индивидуальных особенностей сорта и различных лабораторных условий выращивания. Для эффективного размножения *in vitro* были проведены изучение и оптимизация условий микроклонального размножения местных сортов винограда.

Методика исследований заключалась в следующем. Из верхушек побегов, а также терминальных и латеральных почек вычленили апексы с меристематическими тканями, стерилизовали от сапрофитной микрофлоры и высаживали на искусственные питательные среды. При этом проводили оптимизацию условий стерилизации апексов и состава питательных сред, способствующих инициации роста побегов из эксплантов, пролиферации, вытягиванию побегов в конгломератах и образованию корней *in vitro*.

Микроклональное размножение осуществляли в термостатируемой комнате при освещенности $40 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 16-часовом фотопериоде, температуре $+23\text{--}25^\circ\text{C}$. На основе среды Мурасиге и Скуга (МС) испытывали различные варианты агаризованных сред, отличающихся по концентрации минеральных веществ и гормональному составу. Испытывали следующие регуляторы роста: 6-бензиламинопурин (БАП), 6-диметилаллиламинопурин (ДАП), тидиазурон (ТДЗ), β -индолил-3-масляную кислоту (ИМК), α -нафтилуксусную кислоту (НУК), β -индолилуксусную кислоту (ИУК), 6-фурфуриламинопурин (кинетин), зеатин и гибберелловую кислоту (ГК) в различных концентрациях.

Результаты и их обсуждение. Подбор стерилизующих препаратов для дезинфекции от сапрофитной микрофлоры сегментов стебля с апикальными и пазушными почками винограда показал, что экспланты эффективно стерилизовать одним из способов: а) HgCl_2 0,2% в экспозиции 5 мин с последующей обработкой BIS 1:10 – 10 мин; б) HgCl_2 0,1 % – 4 мин, затем KMnO_4 – 10 мин; в) «Белизна» без разведения – 3 мин; г) HgCl_2 0,2% – 3 мин, затем «Доместос» 1:10 – 5 мин. Использование других схем стерилизации и препаратов приводило либо к некрозу эксплантов, либо к сильному проявлению бактериальной и грибковой инфекции и последующей гибели апексов. Лучшим стерилизующим препаратом оказался HgCl_2 . Однако этот ртутьсодержащий препарат можно успешно заменить на менее опасный хлорсодержащий отбеливатель

«Белизна». Эффективность этого отбеливателя, применяемого в качестве стерилизующего препарата, составляет в зависимости от сорта 65–85%. Отбеливатель Vanish, содержащий кислород, был не эффективным.

Для оптимизации состава питательных сред для инициации роста побегов винограда в культуре *in vitro* проводили испытание различных регуляторов роста и их концентраций (рис. 1).

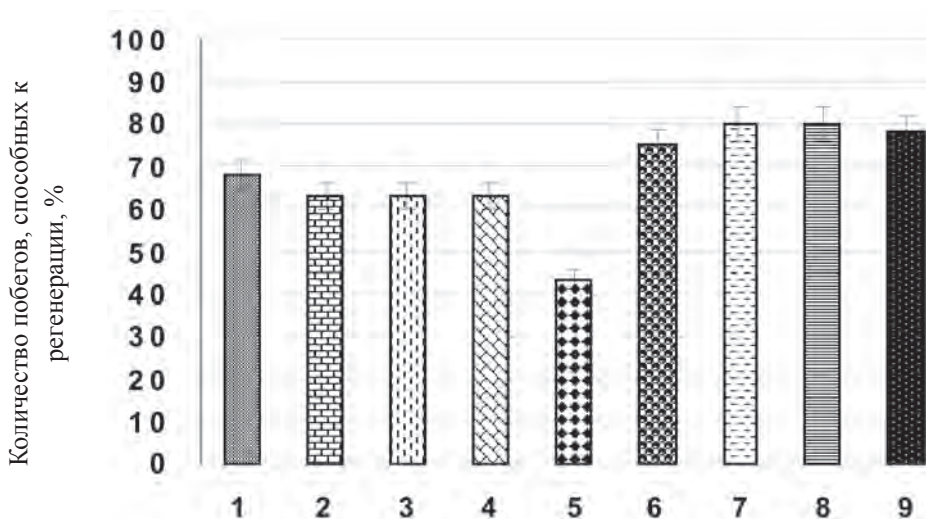


Рис. 1. Влияние состава питательных сред на инициацию роста побегов винограда в культуре *in vitro* (среднее по сортам), мг/л.

Питательные среды: 1 – МС, БАП – 1,0, ИМК – 0,2, ГК – 1,0; 2 – МС, БАП – 1,0, ИМК – 0,2, глицин – 4,0, поливинилпирролидон – 25,0; 3 – МС, БАП – 1,5, ИМК – 0,1, глюкоза – 20 г/л; 4 – МС, БАП – 2,0, ИМК – 0,5; 5 – МС, ГК – 2,0, сахароза – 30 г/л; 6 – ½ МС, БАП – 0,1, ИМК – 0,1; 7 – ½ МС, БАП – 0,5, ИМК – 0,1; 8 – ¼ МС, БАП – 0,5, ИМК – 0,1; 9 – ½ МС, БАП – 1,0, ИМК – 0,2

Было установлено, что стимуляторы роста оказывают положительное влияние на регенерацию побегов при введении их *in vitro*. При отсутствии цитокининов и ауксинов регенерация побегов снижалась. Присутствие в искусственной питательной среде гибберелловой кислоты не оказывало влияния на индукцию роста и развитие пазушных почек. Средние данные по трем изучаемым сортам показали, что оптимальными для введения винограда в культуру *in vitro* оказались агаризованные среды, содержащие: ½ или ¼ концентрации макро- и микроэлементов МС и гормоны: 0,5–1,0 мг/л БАП, 0,1–0,2 мг/л ИМК, 30 мг/л сахарозы. Следует отметить, что присутствие в питательной среде ГК и аскорбиновой кислоты (АК) стимулировало вытягивание побегов и увеличение числа жизнеспособных растений.

Эксперименты по клональному микроразмножению винограда проводили на среде по прописи Мурасиге и Скуга. Скрининг 19 сортов на среде МС, содержащей 1,0 мг/л БАП и 0,5 мг/л ИМК, показал генотипическую специфичность развития растений винограда, т. е. потенциал микроразмножения зависел от сорта

винограда. Лучше всего на искусственной питательной среде размножались сорта Ботагоз, Айсулу, Скороспелый, Кара Коз. Коэффициент размножения (Кр) в среднем за 1 пассаж составил 3,0; 2,7; 3,0 соответственно. Хуже на среде размножался сорт Кзыл-Тан, его коэффициент размножения составляет 1,3.

С целью оптимизации питательной среды для микроразмножения винограда испытывали различные концентрации минеральной основы среды МС. Гормональная основа у всех вариантов была одинаковой и состояла из 0,5 мг/л БАП и 0,1 мг/л ИМК. В результате эксперимента было определено, что оптимальными для клонального микроразмножения винограда являются среды: 1) среда 1 – модифицированная среда МС, содержащая NH_4NO_3 – 825 мг/л; CaCl_2 – 166 мг/л; хелат железа – 15 мг/л; 2) среда 2 – модифицированная среда МС с $\frac{1}{2}$ концентрации макро- и микроэлементов.

На рис. 2 показано клональное микроразмножение винограда при размножении на модифицированной среде МС.

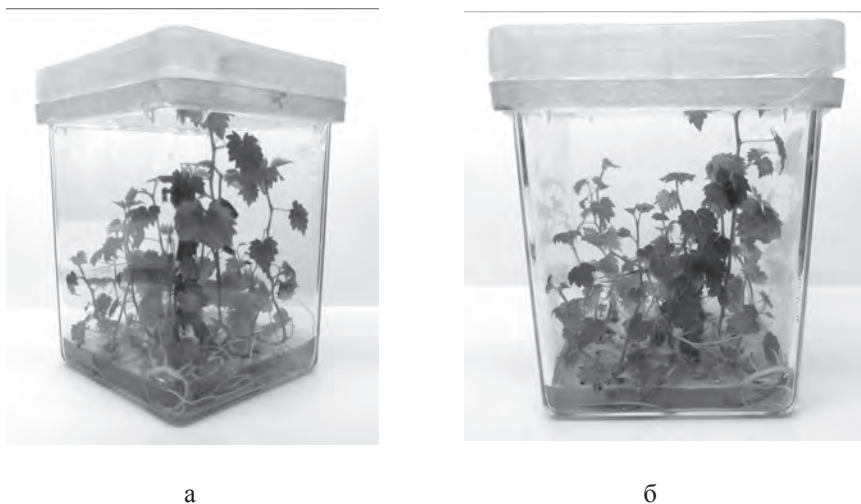


Рис. 2. Микроразмножение *in vitro* винограда на модифицированной среде МС, содержащей NH_4NO_3 – 825 мг/л; CaCl_2 – 166 мг/л; хелат железа – 15 мг/л:
а – сорт Айсулу; б – сорт Скороспелый

Микроразмножение основано на способности цитокининов снимать апикальное доминирование и вызывать адвентивное побегообразование. Использование этого подхода позволяет значительно увеличить коэффициент размножения в зависимости от вида растения и при этом сохранять все основные хозяйственно ценные признаки исходного генотипа.

Для определения эффективного воздействия стимуляторов роста на пролиферацию изучали влияние гормонального состава сред на клональное микроразмножение в условиях *in vitro*. Первую серию экспериментов проводили на основе полной питательной среды МС, вторую – на основе половинной концентрации МС (рис. 3).

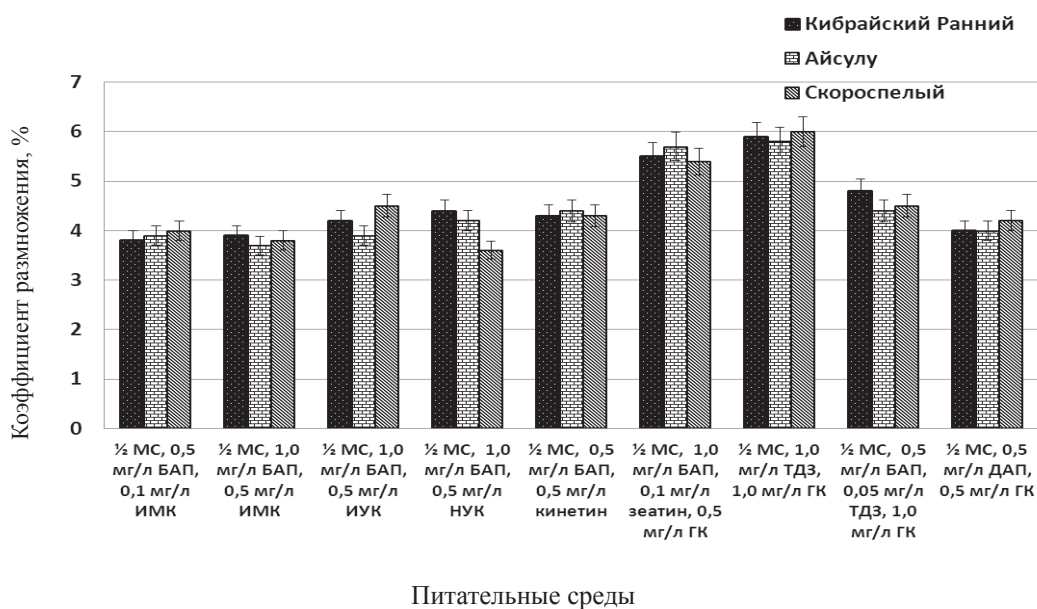


Рис. 3. Влияние гормонального состава питательных сред на клональное микроразмножение сортов винограда в культуре *in vitro* на основе половинной концентрации среды МС

Было установлено, что стимуляторы роста оказывают положительное влияние на образование дополнительных побегов при микроразмножении *in vitro*. Повышение в среде БАП до 2 мг/л способствовало росту числа побегов, но приводило к образованию каллуса. Присутствие ауксинов – ИМК или ИУК положительно влияло на размножение побегов, однако большого различия в увеличении побегообразования между ними не наблюдалось. На среде МС, содержащей 1,0 мг/л ГК и 0,5 мг/л БАП, растения достигали длины 4–5 см и были пригодны для микроразмножения черенкованием.

Результаты показали, что наибольший коэффициент размножения побегов отмечен на средах ½ МС, содержащих 1,0 мг/л ТДЗ в сочетании 1,0 мг/л ГК (Кр 5,8–6,0), а также 1,0 мг/л БАП в сочетании с 0,1 мг/л зеатином и 0,5 мг/л ГК (Кр 5,4–5,7). Однако в обоих вариантах качество адвентивных побегов было неудовлетворительным. Они были укороченными (несмотря на присутствие ГК в первом случае), утолщенными, а у основания побегов образовывался каллус. Кинетин в исследуемых концентрациях почти не оказывал влияния на индукцию роста и развитие побегов. Хорошее качество адвентивных побегов было на среде ½ МС, содержащей 0,5–1 мг/л БАП в сочетании с 0,1–0,5 мг/л ИМК и среде ½ МС с 0,5 мг/л ДАП в сочетании с 0,5 мг/л ГК. Образование каллуса наблюдалось на среде МС с добавлением 0,5 мг/л НУК.

На этапе укоренения микропобеги винограда высотой 20–30 мм с 2–3 узлами высаживали на питательную среду МС, содержащую половинное количество макро- и микросолей, полный набор витаминов по 0,5 и 1,0 мг/л ИМК. На такой среде инициация ризогенеза была достаточно высокой и варьировала в зависимости от генотипа от 85 до 95 %. Уже на 15 день культивирования отмечали формирование в базальной

части микрочеренка 1–3 корней длиной 5 мм. В дальнейшем происходило постепенное увеличение их количества и длины. У сорта Айсулу общая длина корней составила 25 мм, у сорта Скороспелый – 35 мм, у сорта Ранний Кибрайский – 29 мм. Формирование корней на выбранной нами среде у всех сортов было стабильным и не требовало постановки дополнительных экспериментов.

Таким образом, установлено:

1. Экспланты винограда от сапрофитной микрофлоры эффективно стерилизовать одним из способов: а) HgCl_2 0,2% в экспозиции 5 мин с последующей обработкой BIS 1:10 – 10 мин; б) HgCl_2 0,1 % – 4 мин, затем KMnO_4 – 10 мин; в) «Белизна» без разведения – 3 мин; г) HgCl_2 0,2% – 3 мин, затем «Доместос» 1:10 – 5 мин.

2. Для инициации роста *in vitro* оптимально высаживать экспланты на агаризованную среду МС, содержащую $\frac{1}{2}$ или $\frac{3}{4}$ концентрации макро- и микроэлементов и гормоны: 0,5–1,0 мг/л БАП, 0,1–0,2 мг/л ИМК.

3. Микрочлониальное размножение асептических растений эффективно проводить на агаризованной среде МС, содержащей $\frac{1}{2}$ концентрации макро- и микроэлементов с гормонами: а) 0,5–1 мг/л БАП и 0,1–0,5 мг/л ИМК или б) 0,5 мг/л ДАП в сочетании с 0,5 мг/л ГК.

4. Ризогенез асептических растений *in vitro* целесообразно проводить на агаризованной среде МС, содержащей $\frac{1}{2}$ концентрации макро- и микроэлементов, полный набор витаминов по 0,5 мг/л и ауксин – 1,0 мг/л ИМК.

ЛИТЕРАТУРА

1 Barlass M., Skene K.G.M. *In vitro* propagation of grapevine (*Vitis vinifera* L.) from fragmented shoot apices // *Vitis*. – 1978. – V. 17. – P. 335–340.

2 Дорошенко Н.П., Арестова Н.О., Соболев А.А. Особенности культивирования *in vitro* некоторых технических сортов винограда // *Виноделие и виноградарство*. – 2004. – №4. – С. 34–36.

3 Зленко В.А., Трошин Л.П., Котиков И.В. Размножение оздоровленного посадочного материала винограда в культуре *in vitro* // *Садоводство и виноградарство*. – 2005. – № 1. – С. 21–23.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 336.4

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ПО СТИМУЛИРОВАНИЮ БАНКОВСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С. Б. ИСМАИЛОВ

Университет международного бизнеса

Исследована проблема кредитования обрабатывающей промышленности, изучены объемы кредитования, источники финансирования промышленности, проблемы, препятствующие кредитованию, а также пути их преодоления. Отдельным элементом исследования является государственная программа «Дорожная карта бизнеса – 2020» как инструмент стимулирования банковского кредитования малого и среднего бизнеса (МСБ) в приоритетных отраслях экономики. Проанализировано, насколько эта программа отвечает интересам банков второго уровня (БВУ), в частности снижает их риски кредитования и влияет на объемы кредитования. Предложена схема поддержания кредитования промышленности, включающая элементы государственной поддержки в рамках программы «Дорожная карта бизнеса – 2020» и элементы ипотечного и накопительного кредитования.

Ключевые слова: обрабатывающая промышленность, кредитование, кредитные риски, банки второго уровня, субсидирование, гарантирование.

Өнеркәсіпті өңдейтін несиелендіру мәселесі зерттелінді, несиелендіру көлемі, өнеркәсіпті қаржыландыру көздері, несиелендіруге кедергі келтіретін мәселелер, сонымен бірге оларды жеңу жолдары қарастырылды. Зерттеудің жеке элементі мемлекеттік бағдарлама, экономиканың басым саласында ШОБ банктік несиелендіруді ынталандыру аспабы ретіндегі Бизнесің Жол Картасы – 2020 болып табылады. Аталған бағдарлама қаншалықты ЕДБ мүдделеріне жауап беретіндігі талданды, жекекей алғанда олардың несие беру тәуекелін төмендетеді және несиелендіру көлеміне әсер етеді. Бизнесің Жол Картасы – 2020 бағдарламасы аясында мемлекеттік қолдау элементі мен ипотекалық және жинақтаушы несиелендіру элементтері бар, өнеркәсіпті несиелендіруді қолдаудың сызбасы ұсынылды.

Түйін сөздер: өңдейтін өнеркәсіп, несие беру, несиелік тәуекел, екінші деңгейдегі банктер, субсидия беру, кепілдік беру.

In this paper problem of manufacturing industry lending was studied; volumes of lending, sources of industry financing, problems, hindering the lending, and ways to overcome them were described. Separate element of the studying is the State program Business Road Map – 2020 as a tool to stimulate bank lending to small and medium enterprises in priority sectors of economy. It was analyzed how this program serves the interests of business and banks in particular reduce their lending risks and the influences on volumes of lending. The scheme was proposed to maintain lending to industry, including elements of the state support within the program Business Road Map – 2020 and elements of mortgage lending and savings.

Keywords: Manufacturing industry, lending, credit risks, banks of the second level, subsidizing, guaranteeing.

Развитие финансовой системы Казахстана сложилось таким образом, что ее основным доминирующим элементом стала банковская система. Исходя из данных условий эта система является единственным реальным финансовым источником для развития и деятельности экономики. Далее рассмотрим, так ли это на самом деле.

Если обратиться к рис. 1, то станет ясно, что обрабатывающий сектор (чье приоритетное развитие неоспоримо) занимает малую долю в общем объеме выданных кредитов по экономике.

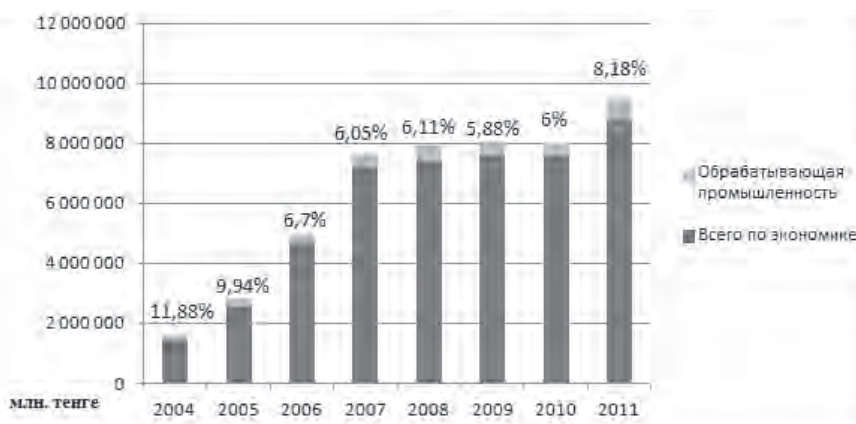


Рис. 1. Соотношение кредитования обрабатывающей промышленности с общим кредитованием по экономике в 2004–2011 гг. Составлено автором по данным из письма Национального банка РК 27213/106/2011-юл/к 15.08.12

В отраслевой разбивке наиболее значительная сумма кредитов банков экономике приходится на такие отрасли, как торговля (доля в общем объеме – 21%) (рис. 2).

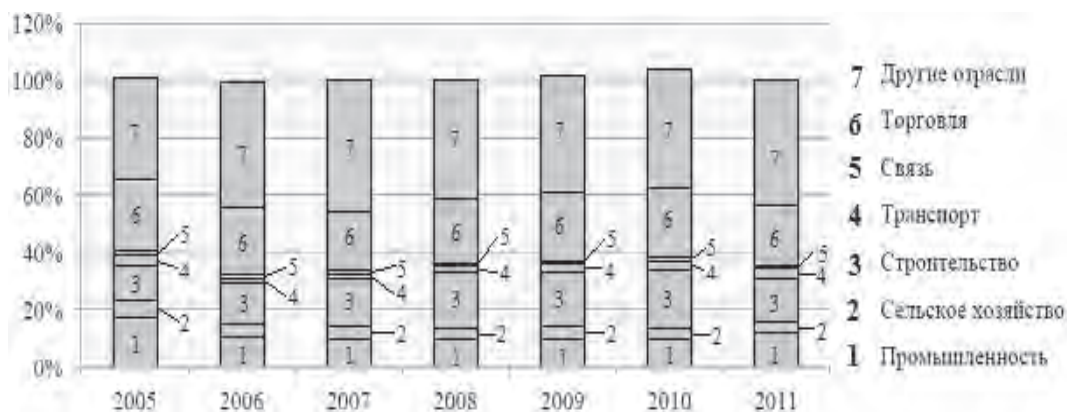


Рис. 2. Измерение кредитного портфеля по долям отраслей. Источник: Обзор банковского сектора РК 2012. АО «Рейтинговое агентство «РФЦА»»

При этом МСБ производственного сектора значительно сложнее привлечь финансирование в силу следующих причин:

- длинный производственный цикл;
- относительно низкая рентабельность продаж по сравнению с торговыми предприятиями и, как следствие, невозможность обслуживать дорогие кредиты;
- разрыв между инвестиционными потребностями для модернизации производственной базы и возможностями залогового обеспечения [1].

На рис. 3 показаны основные источники финансирования предприятий обрабатывающей промышленности.

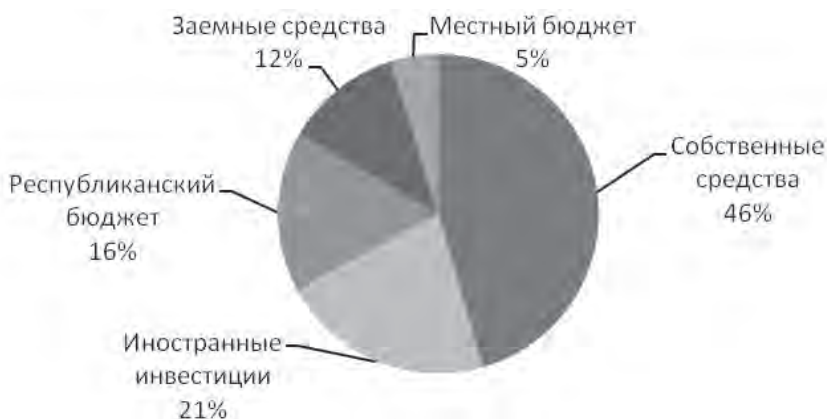


Рис. 3. Структура инвестиций в основные средства предприятий экономики. Составлено по данным Агентства РК по статистике. Официальный сайт ФНБ «Самрук-Казына» www.sk.kz

В основном предприятия находятся на самофинансировании, что сильно ограничивает возможность модернизации.

Одной из главных причин, повышающих риски кредитования обрабатывающей промышленности, является низкая финансовая прозрачность предприятий. Применение серых и черных схем направлено на уход от налогообложения, использование нелегальной рабочей силы, сокрытие доходов и источников финансирования и т.д.

Для поддержания кредитования в Казахстане реализуется программа «Дорожная карта бизнеса – 2020» по поддержанию финансирования развития приоритетных отраслей экономики с участием банков второго уровня. Она направлена на поддержание банковского кредитования обрабатывающих отраслей через механизм участия государственного капитала в кредитовании:

1. Субсидирование ставки вознаграждения банка, которое осуществляется по новым кредитам, выдаваемым для реализации новых инвестиционных проектов, а также проектов, направленных на модернизацию и расширение производства.

2. Предоставление государственных гарантий, размер гарантии не может быть выше 50 % от суммы кредита.

Заявитель должен обеспечить участие в реализации проекта собственных средств не ниже 15 % от общей стоимости проекта [2].

Необходимо отметить, что программа, прежде всего, направлена на облегчение кредитного бремени заемщикам из приоритетных отраслей экономики. В ее цели не входят расширение банковского кредитования в приоритетных отраслях и привлечение новых заемщиков. Но для привлечения банковского капитала (особенно инвестиционного направления) в приоритетные отрасли (прежде всего в обрабатывающую промышленность) необходимо эффективное нивелирование существующих там рисков.

Мы предлагаем схему банковского кредитования с учетом рисков банков и использования элементов государственной поддержки. Эта схема основана на использовании элементов ипотечного кредитования, накопительного кредитования в применении к кредитованию обрабатывающей промышленности.

Главной целевой группой такого вида кредитования должны стать предприятия обрабатывающей промышленности, которые в состоянии осуществлять и осуществляют инвестиции на модернизацию и расширение производства за счет заемных средств либо иностранных инвестиций, но прежде всего предприятия, вкладывающие собственные средства.

В рамках этой программы им не придется самим накапливать всю сумму для осуществления инвестиций, а только половину, после чего вторую половину им выдаст банк. Это уменьшит сроки реализации их проекта и расширит финансовые ресурсы.

Сроки накопительного периода могут варьировать в зависимости от суммы запрашиваемого кредита и масштабов будущих инвестиций. Чем выше сумма кредита и масштаб инвестиций, тем больше должна быть сумма накопленных средств и опыт работы банка с заемщиком (так как тем выше риск), следовательно, тем выше срок накопительного периода.

Основная оценка кредитоспособности заемщика будет происходить в накопительный период, исходя из того, регулярно ли и в полном объеме предприятие вносит ежемесячные взносы на накопительный депозит в течение накопительного периода. Это решает проблему финансовой прозрачности предприятий. Средства, накапливаемые на данных депозитах, являются долгосрочной ресурсной базой для кредитования тех заемщиков, которые успешно прошли накопительный период и теперь получают кредиты.

Также для расширения кредитной базы этот механизм предусматривает секьюритизацию активов с выпуском производных ценных бумаг на займы в рамках данной программы. С выплатой вознаграждения, включающего в себя выплату процентов заемщиком по кредиту за минусом комиссии (прибыли) банка, эта схема также способствует перераспределению кредитного риска и поддержанию необходимой ликвидности.

Привлекательность для заемщика в такой программе – не только возможность получения банковского займа на вложения в основные средства, но также и привлекательная ставка по кредитам, которая условно не должна быть выше 7%. Ставка процента по выдаваемым кредитам должна включать в себя:

- чистую прибыль банка (2%);
- компенсацию за принятие рисков (4%);
- резервирование и отчисления в фонд гарантирования депозитов (0,5%);

– выпуск ЦБ (0,5%).

Для того чтобы сделать доходность по производным ценным бумагам выгодной для инвестора (не менее 9% – доходность депозитов) и при этом не удорожить стоимость кредита для заемщика, половину вознаграждения возьмет на себя государство (это примерно 5% – меньше, чем при обычном субсидировании кредитов – 7%). Как видно, инвестор гарантированно получает половину суммы вознаграждения, а другая половина выплачивается банком из сумм заемщиков, в пуле, выплаты вознаграждения по кредиту.

Также государство обеспечит гарантией возвратность по данным бумагам в размере 50% от общей стоимости пула (как в программе «Дорожная карта бизнеса – 2020»). С учетом минимальных рисков невозврата по данному виду кредитования риск для инвесторов практически сведен к нулю (при ставке вознаграждения выше, чем по депозитам того же банка), что обеспечит спрос на бумаги (рис. 4).

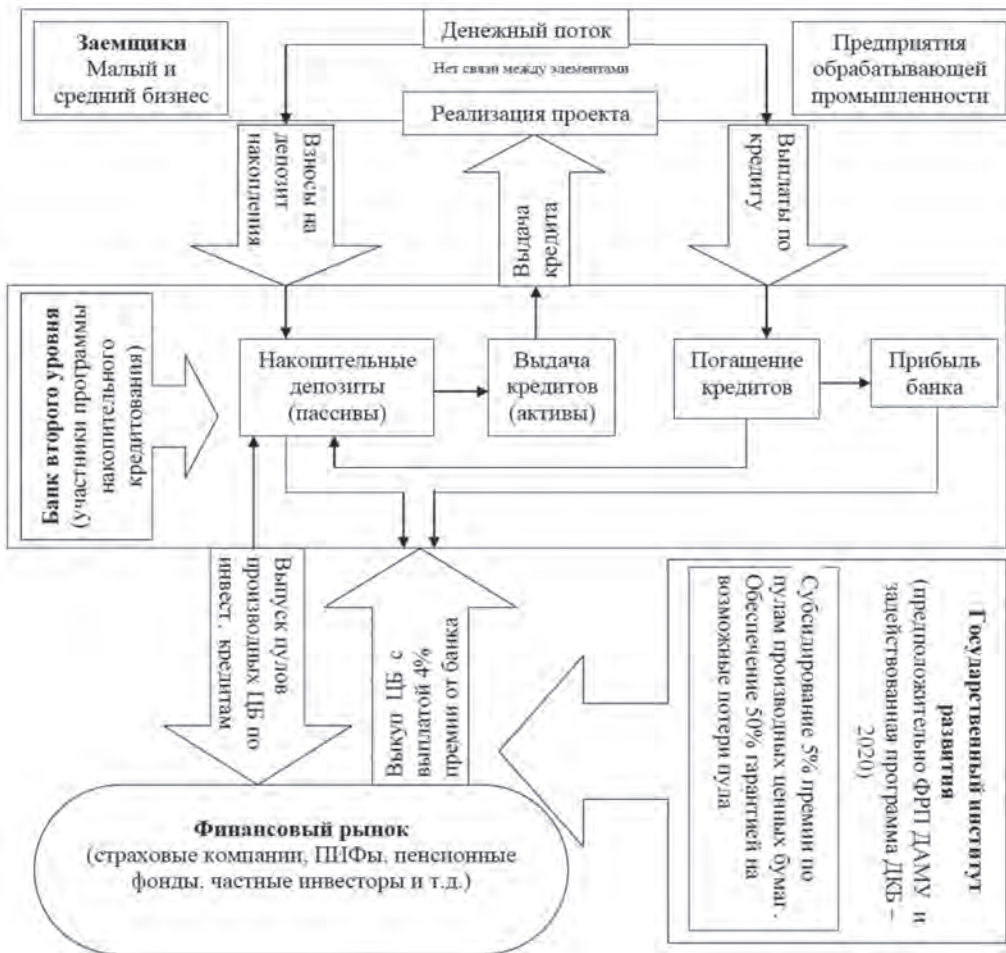


Рис. 4. Схема финансовых взаимоотношений и финансовых потоков участников накопительного ипотечного кредитования. Составлена автором

Для привлечения дополнительной ликвидности предусматриваются два варианта:

1) предусмотренная в рамках данного механизма система секьюритизации активов в виде пулов однородных кредитов;

2) использование иной депозитной базы банков (срочных депозитных вкладов клиентов банка), однако эта мера ограничена тем, что в ней могут быть использованы только низодоходные депозиты (не более 5%, субсидированные государством), так как остальная часть вознаграждения предназначена для компенсации кредитного риска, который в этом случае остается на банке.

Срок накопительного периода и заранее оговоренные суммы кредита позволяют спрогнозировать, к какому времени и сколько банку необходимо иметь свободных денежных средств для исполнения обязательств по кредитованию (рис. 5).

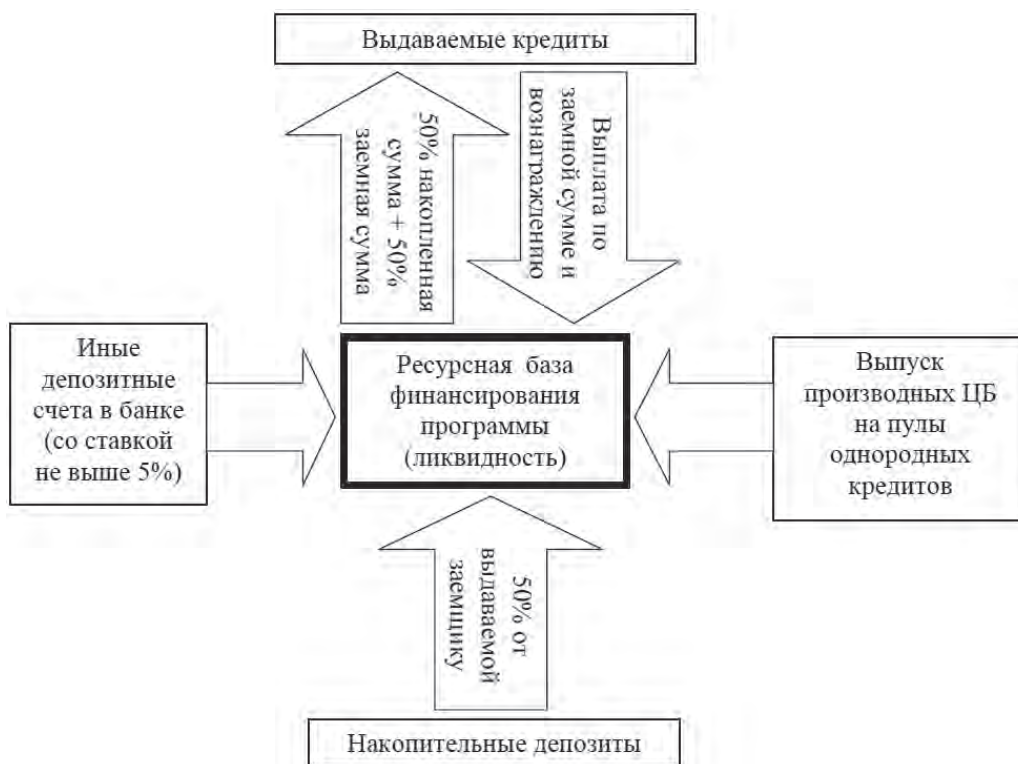


Рис. 5. Ликвидное обеспечение ресурсной базы программы. Составлена автором

Эта модель, хотя и не использует весь банковский капитал, является только первым шагом к образованию нового кластера качественных заемщиков для банка и инструментами размещения привлеченных активов.

Приведем сравнительную характеристику такой схемы с программой «Дорожная карта бизнеса – 2020» и для полноты сравнения также рассмотрим классическое кредитование (см. табл.).

Сравнительная характеристика с другими видами кредитования*

Показатели	Классическое кредитование	Дорожная карта бизнеса-2020	Накопительное инвестиционное кредитование
Кол-во участников	Заемщик банк	Заемщик банк, гос. институт (ДАМУ)	Заемщик банк, гос. институт (ДАМУ) SPV, инвесторы
Кредитоспособность заемщиков	Определяется однократно на основе кредитного анализа	Определяется однократно на основе кредитного анализа	Определяется в течение накопительного периода на основе способности обеспечивать непрерывный кредитный поток
Риски кредитования	Полностью ложатся на банк	В большей степени ложатся на банк (государство гарантирует 50% кредита, а также выплачивает половину вознаграждения)	В меньшей степени остаются на банке (заемщик проверен в течение накопительного периода; государство гарантирует 50% кредита, а также выплачивает половину вознаграждения; риски секьюритизируются на инвесторов)
Доступность для заемщиков	Доступно только для качественных заемщиков	Доступно только для качественных заемщиков	Доступно только для качественных заемщиков, способных пройти накопительный период
Направления кредитования	Подавляющий объем на пополнение оборотных средств (банки избегают капитальных инвестиций в основные средства промышленных предприятий)	В большей степени пополнение оборотных средств (несмотря на сниженные риски, банки избегают капитальных инвестиций в основные средства предприятий)	В большей степени инвестиции в основные средства (долгосрочное кредитование предприятий, однако заемные средства могут пойти полностью или отчасти на иные совместные направления)

* Составлена автором.

Таким образом, эта схема кредитования не направлена на постоянную и всеобщую поддержку обрабатывающей промышленности, она создает базу для дальнейших кредитных отношений между данными заемщиками и банками, так как снижает уровень потенциальных рисков подобных отношений, что выгодно банку (качество заемщиков) и субъектам бизнеса (более дешевое кредитное обслуживание).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Структура экономики Казахстана: основные характеристики диспропорций и их причины // Казахский экономический вестник. – 2011. – №1–2. – С. 82–94.
- 2 Программа «Дорожная карта бизнеса – 2020». Утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан № 301 от 13 апреля 2010 г., № 301.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕГРАЦИИ НА СТРУКТУРУ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Г. К. ЛУХМАНОВА

Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова

Охарактеризована внешнеторговая политика Республики Казахстан, рассмотрены положительные и отрицательные стороны вхождения в Таможенный союз и Единое экономическое пространство, а также влияние мирового финансового кризиса на внешнюю торговую политику Казахстана. Предложены рекомендации по стратегическим направлениям развития внешнеторговой политики.

Ключевые слова: внешнеторговая политика, глобальные вызовы XXI века, Таможенный союз, Единое экономическое пространство, внешняя торговля, внешнеторговый оборот.

Мақалада Қазақстан Республикасының сыртқы сауда саясаты сипатталған, Кеден одағы мен Бірыңғай Экономикалық Кеңістікке кірудің оң және кері әсерлері, сонымен қатар Қазақстан Республикасы сыртқы сауда саясатына әлемдік қаржы дағдарысының ықпалы қарастырылған. Сыртқы сауда саясаты дамуының стратегиялық бағыттары бойынша ұсыныстар берілген.

Түйін сөздер: сыртқы сауда саясаты, XXI ғасырдың ғаламдық қарсылыққа шақыру, Кедендік Одағы, Бірыңғай экономикалық қауымдастық, сыртқы сауда, сыртқы сауда айналымы.

In the paper foreign trade policy of the Republic of Kazakhstan is characterized, positive and negative sides of the country entering into the Customs Union and the Common Economic Space and influence of the global financial crisis on external trade policy of Kazakhstan are studied. Recommendations are proposed on strategic directions of foreign policy development.

Keywords: trade policy, the global challenges of XXI century, Custom union, Single Economic Space, foreign trade, foreign trade turnover.

Проблема внешнеторговой политики – одна из наиболее актуальных, так как ее динамика и структура влияют на экономику страны. От эффективности внешнеторговой политики зависит успешная интеграция в мировую экономику, поэтому важно изучить влияние глобальных вызовов на характер внешне торговых связей РК в современных условиях.

Внешнеторговая политика – это целенаправленные действия государства и его органов по определению режима регулирования внешнеэкономической деятельности и оптимизации участия страны в международном разделении труда [2, с. 57].

Глава государства Н. А. Назарбаев, выступая с Посланием к народу Казахстана, озвучил десять глобальных вызовов XXI века: «Первый вызов – ускорение исторического времени, второй – глобальный демографический дисбаланс, третий вызов – угроза глобальной продовольственной безопасности. Острый дефицит воды является четвертым вызовом, пятым – глобальная энергетическая безопасность, шестым – истощаемость природных ресурсов. Третью индустриальную революцию Лидер нации отнес к седьмому вызову, нарастающую социальную нестабильность – к восьмому. Кризис ценностей нашей цивилизации и угроза новой мировой дестабилизации, по мнению Н. А. Назарбаева, являются девятым и десятым вызовами текущего века» [1]. Все названные вызовы как формы проявления глобализации оказывают существенное воздействие на внешнюю торговлю Казахстана. Внешняя торговля имеет большое значение для формирования позиции страны в международном разделении

труда, определения наиболее эффективных форм и направлений использования ее экономического потенциала.

По данным Национального агентства Республики Казахстан по статистике, внешнеторговый оборот Республики Казахстан за 9 месяцев 2012 года составил 101,7 млрд долл. США [3], что на 10,7% больше, чем в аналогичном периоде предыдущего года. Экспорт РК увеличился на 5,7% и составил 69,5 млрд долл. США, а импорт – на 23,3% и составил 32,1 млрд долл. США (табл. 1).

Таблица 1. Внешнеторговый оборот Республики Казахстан за январь–сентябрь 2010–2012 гг., млрд долл. США*

Показатели	2010	2011	2012	Прирост 2012 г., %	
				к 2010 г.	к 2011 г.
Товарооборот	65,7	91,9	101,7	54,8	10,7
В том числе:					
экспорт	44,2	65,8	69,5	57,2	5,7
импорт	21,5	26,1	32,2	49,8	23,3
Торговый баланс (чистый экспорт)	22,7	39,7	37,3	64,3	-6,0

* Источник: KAZNEX INVEST на основе данных таможенной статистики Комитета таможенного контроля Министерства финансов Республики Казахстан (КТК МФ РК) и Агентства по статистике РК (РК АРКС).

Данные свидетельствуют о том, что в целом произошел рост товарооборота в 2012 году по сравнению с 2011 годом на 10,7%, при этом наблюдается зависимость внутреннего рынка Республики Казахстан от импорта, что объясняется следующими причинами:

- во-первых, рост ВВП ведет к росту импорта;
- во-вторых, в любой стране есть группа потребителей (предприятия, граждане), которые хотят приобретать только импортные товары;
- в-третьих, в республике высок уровень износа производственного аппарата, и он нуждается в передовой технике и прогрессивных технологиях.

Совокупный объем экспорта за 9 месяцев анализируемого периода составил 69 546,8 млн долл. США, что на 5,7 % больше, чем за 9 месяцев 2011 года. Кроме того, экспорт обработанной продукции вырос на 17,9% и составил 18 303,2 млн долл. США, а сырьевой – на 1,9% и составил 51 243,6 млн долл. США (табл. 2).

Таблица 2. Структура экспорта РК за январь–сентябрь 2010–2012 гг., млн. долл. США*

Показатели	2010	2011	2012	Прирост 2012 г. к 2011 г., %
1	2	3	4	5
Экспорт РК	44210,2	65817,8	69546,8	5,7
В том числе: сырье	32444,0	50287,1	51243,6	1,9

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
обработанная продукция	11766,2	15530,7	18303,2	17,9
В том числе: средства производства	202,4	261,4	753,8	188,3
потребительские товары	1741,8	2182,7	2756,2	26,2
промежуточные товары	9822,0	13086,6	14793,2	13,0

* Источник: KAZNEX INVEST на основе данных таможенной статистики КТК МФ РК и АРКС.

Можно сделать следующие выводы по экспорту и импорту РК:

наблюдается положительная динамика внешнеторгового оборота страны;

за анализируемый период объем экспорта превышает объем импорта;

по-прежнему преобладает сырьевая направленность экспорта;

доля конечной продукции в экспорте остается низкой;

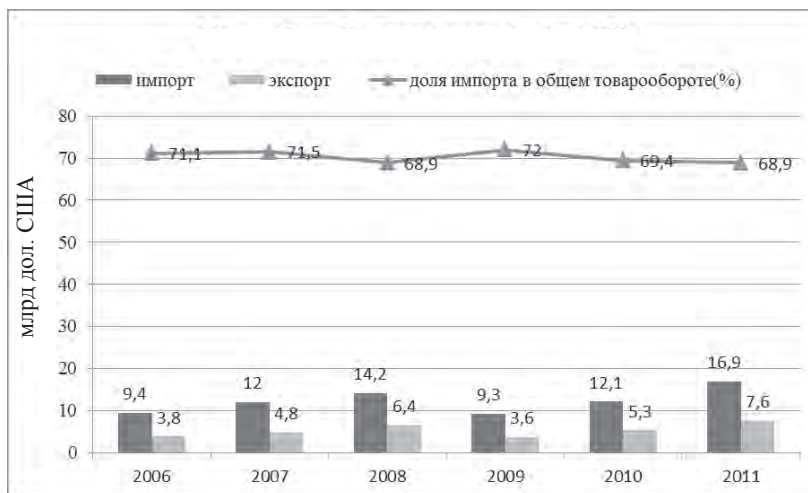
сохраняется зависимость РК от импорта высокотехнологичной продукции и продовольствия;

ведущими торговыми партнерами являются Россия, Китай, Украина;

сырьевая структура экспорта порождает высокую волатильность цен на ресурсы.

Как известно, в 2007 году Россия, Белоруссия и Казахстан приняли решения о создании Таможенного союза (ТС). Это объединение способствовало отмене таможенных постов между странами, свободе движения товаров и услуг в страны участников, унификации тарифных льгот и преференции для товаров из третьих стран [4].

Рассмотрим данные Комитета таможенного контроля Министерства финансов Республики Казахстан по объемам внешней торговли Казахстана в рамках Таможенного союза (см. рис.).



Товарооборот Казахстана со странами ТС, млрд. долл. США.

Источник: «Вестник СТ-KZ» на основе данных таможенной статистики КТК МФ РК

Данные показывают, что с началом функционирования ТС торговая политика по отношению к России и Белоруссии не претерпела кардинальных изменений: мы как ввозили туда 5,0–6,5% своего экспорта до создания ТС, так и ввозим после. Рост объемов экспорта из Казахстана в страны Таможенного союза лишь частично объясняется причинами создания ТС, основными же причинами являются те же механизмы, что обеспечивали и рост всего казахстанского экспорта (оживление мировой экономики, благоприятная конъюнктура на сырьевых рынках). Лидируют по-прежнему минеральные продукты (т.е. сырьевые продукты: прежде всего нефтепродукты, руды и концентраты). Противоположная ситуация складывается с импортом товаров из России и Белоруссии в Казахстан. Сразу после создания ТС импорт в Казахстан стал резко увеличиваться: если 2010 году он составил 12,1%, то в 2011 году – 16,9%.

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

вывозятся и завозятся в Казахстан из стран ТС приблизительно те же товары и в той же пропорции, что и до создания Таможенного союза;

в экспортных операциях Казахстана в основном фигурируют сырьевые и промышленные товары, т.е. выгоду от создания ТС и упрощения движения товаров будут получать, прежде всего, крупные казахстанские промышленные производители (в сферах нефть и газ, металлургия, горнодобыча, химическая промышленность);

к сожалению, об изменении структуры казахстанского экспорта в сторону потребительских товаров пока говорить не приходится.

Существует множество споров о вхождении Казахстана в Таможенный союз и Единное экономическое пространство. Проанализировав мнения сторонников вхождения в ТС и ЕЭП и их оппонентов, представляю табл. 3, в которой отражены положительные и отрицательные стороны вхождения Республики Казахстан в Таможенный союз и Единное экономическое пространство.

Таблица 3. Положительные и отрицательные стороны вхождения Республики Казахстан в ТС и ЕЭП

Положительные стороны	Отрицательные стороны
Расширение рынков сбыта	Рост цен из-за выравнивания казахстанских и российских цен
Развитие собственного производства	Увеличение таможенных пошлин на товары, импортируемые из третьих стран, что скажется на росте цен в стране
Экономическая и политическая стабильность	Отсутствие единых стандартов и технических регламентов
Отсутствие межгосударственных таможенных границ	Ужесточение конкуренции вследствие снижения цен на российские и белорусские товары
Экономическое и социальное развитие	Засилье российских и белорусских товаров
Рост поступлений в бюджет из-за роста таможенного тарифа с третьих стран	Консервация сырьевой структуры экспорта Казахстана
Упрощение движения человеческих ресурсов, приток специалистов в Казахстан	Падение реальных доходов населения Республики
Наполнение потребительских рынков	Слабая конкурентоспособность отечественных товаров

Делать окончательно положительные или отрицательные выводы о вступлении Казахстана в ТС и ЕЭП еще рано, так как прошло еще очень мало времени с момента вступления. Многие из программ еще до конца не откорректированы, так что нужно запастись терпением. В целом интеграционные процессы являются объективно обусловленными мировой тенденцией глобализации, следовательно, вхождение Казахстана в интеграционные группировки является объективно закономерным.

Существенное влияние на внешнюю торговлю Республики Казахстан оказал мировой финансовый кризис, проявившийся в сентябре – октябре 2008 года в виде значительного ухудшения основных экономических показателей в большинстве развитых стран, и последовавшая в конце того же года глобальная рецессия. За счет развитой банковской и финансовой системы Казахстан оказался более подвержен последствиям мирового финансового кризиса, чем другие страны Центрально-Азиатского региона. Первые последствия мирового финансового кризиса в Казахстане связаны с возникновением проблем со субстандартными кредитами в США. Сумма долга банковского сектора выросла до 40 млрд долларов США. Для погашения зарубежных долгов казахстанские банки аннулировали все кредиты, а строительный сектор значительно сократил темпы своего роста. При этом ввиду резкого изменения цен на мировом рынке продовольственных товаров значительно усилилось инфляционное давление на экономику. Таким образом, глобальный дефицит ликвидности начал оказывать существенное влияние не только на банковский, но и на реальный сектор экономики. Основными инструментами снижения последствий мирового финансового кризиса в Казахстане стали денежно-кредитное регулирование и антиинфляционная политика [5].

В заключение можно предложить следующие рекомендации, которые будут способствовать смягчению влияния глобальных вызовов на внешнюю торговлю страны:

введение максимальных импортных пошлин на товары, которые производятся молодыми отраслями экономики (легкая промышленность, аграрный сектор);

увеличение экспортных пошлин на вывоз углеводородного сырья;

ужесточение законодательных требований к росту казахстанского содержания в ряде продукции;

введение субсидирования экспорта казахстанской готовой продукции;

выбор экспортоориентированной стратегии внешней торговли.

ЛИТЕРАТУРА

1 Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия “Казахстан-2050”: новый политический курс состоявшегося государства» от 14.12.2012 //www.inform.kz/.

2 Стрыгин А.В. Мировая экономика: Учебник для вузов. – М.: Экзамен, 2010. – 551 с.

3 Анализ состояния внешней торговли РК, 9 месяцев 2012 год. http://www.kaznexinvest.kz/narq/analytics/export/trade/analyz_9mesyac_2012.pdf.

4 Мансуров Т.А. Региональная интеграция на Евразийском пространстве: результаты и перспективы//www.aef.kz/upload/iblock/.

5 Ревякин С. Влияние мирового финансового кризиса на экономику Казахстана//www.kazenergy.com/en/4-30-31-2009/3589-2012-01-19-09

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ



**МИНИСТРУ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН,
ПРЕЗИДЕНТУ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ РК,
ГЛАВНОМУ РЕДАКТОРУ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК НИА РК» –
БАКЫТЖАНУ ТУРСЫНОВИЧУ ЖУМАГУЛОВУ – 60 ЛЕТ**

Б. Т. Жумагулов – доктор технических наук, профессор, академик Национальной академии наук Республики Казахстан, Национальной инженерной академии Республики Казахстан, Международной инженерной академии, лауреат Государственной премии Республики Казахстан в области науки, техники и образования, «Қазақстанның еңбек сіңірген қайраткері» – талантливый организатор образования и науки Казахстана, известный государственный, политический и общественный деятель.

Б. Т. Жумагулов окончил Казахский государственный университет им. С. М. Кирова (ныне Казахский национальный университет им. аль-Фараби). С университетом у Бакытжана Турсыновича связана значительная часть жизни. Здесь началась его трудовая деятельность, которую можно разделить на два этапа. Первый этап – 1979–1991 гг. – это научная и преподавательская работа, когда он прошел путь от ассистента до профессора, заведующего кафедрой, проректора университета.

Второй этап начался в апреле 2008 года, когда распоряжением Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева Б. Т. Жумагулов был назначен ректором Казахского национального университета имени аль-Фараби. Под его руководством в университете были проведены реформы по интеграции Казахского национального университета

им. аль-Фараби в мировое образовательное пространство и вхождению его в мировые рейтинги. Были проведены широкомасштабные изменения всех сфер деятельности университета. Принята и реализована стратегия развития КазНУ им. аль-Фараби **«Через новый менеджмент – к новому качеству подготовки специалистов»** на 2009–2011 гг., определившая векторы и базовые задачи развития трех главных составляющих – системы управления, образовательного процесса и науки на основе самых современных подходов, сформулирована миссия университета.

Завершено коренное совершенствование всех уровней менеджмента и качества образования в соответствии с мировыми стандартами. На новый уровень поставлена и в полном масштабе внедрена кредитная технология обучения. Университет полностью перешел на трехступенчатую систему «бакалавр–магистр–доктор философии» – это продвижение к европейским стандартам качества образования и интеграция в Болонский процесс. Осуществлен первый выпуск докторов PhD. Обеспечены академическая мобильность и международная совместимость программ обучения. Начато преобразование университета в исследовательский вуз, активизировалась научно-инновационная деятельность. К долгосрочной работе в университете стали привлекаться квалифицированные зарубежные профессора и топ-менеджеры. Большое внимание было уделено совершенствованию языковой подготовки специалистов, развитию корпоративной культуры университета. Усовершенствованы системы отбора абитуриентов и трудоустройства выпускников.

На территории студенческого городка созданы Молодежный интернет-центр и беспроводная сеть Wi-Fi. Разработан комплекс мероприятий по формированию качественного контингента студенческой молодежи – стали проводиться Фарабиевские предметные олимпиады, ярмарки вакансий. Возродились и творчески развиваются университетские традиции, новый импульс получило студенческое самоуправление.

Б. Т. Жумагулов внес большой вклад в строительство студенческого городка Казгуграда как на первом, так и на втором этапе его строительства. Завершено строительство новых учебных корпусов химического, физического факультетов и уникального музея, экспозиция которого посвящена развитию высшей школы страны. Продолжено строительство механико-математического факультета и библиотеки. Максимально была восстановлена площадь территории Казгуграда.

Университет становится признанным международным центром науки и образования, который объединил лучшие традиции и новые формы подготовки конкурентоспособных кадров для динамично развивающегося Казахстана.

Б. Т. Жумагулов является президентом и одним из основателей Национальной инженерной академии Республики Казахстан. Он внес значительную лепту в ее становление и развитие, проявив себя талантливым организатором и руководителем, очень энергичным человеком, генератором идей, которые успешно реализуются в академии все эти годы. Сегодня Национальная инженерная академия РК является самой крупной и влиятельной общественной научной организацией в Казахстане. НИА РК имеет 13 отделений в г. Алматы и 13 филиалов во всех регионах страны и объединяет в своем составе 134 действительных члена (академика) и 152 члена-корреспондента – элиту научной и инженерной мысли Казахстана.

В 2001–2005 гг. он работал первым вице-министром образования и науки Республики Казахстан, заведующим Отделом внутренней политики Администрации Президента Республики Казахстан, заведующим Отделом социально-культурного развития Правительства Республики Казахстан.

Б. Т. Жумагулов состоявшийся политик, он был у истоков создания и руководил деятельностью политической «Партии Труда», которая затем вошла в состав партии «Нур Отан», в становлении которой он тоже принимал самое активное участие. Была выстроена структура партии, созданы ее филиалы и обеспечена их материально-техническая база, выстроены взаимоотношения филиалов партии с местными органами управления. В 2003 году был избран членом Бюро партии «Отан», с 2007 года – член Бюро Политсовета НДП «Нур Отан». В апреле 2005 года Председателем партии «Отан» Н. А. Назарбаевым был назначен исполняющим обязанности Председателя РПП «Отан». В 2005 году возглавлял Республиканский общественный штаб кандидата в Президенты Республики Казахстан Н. А. Назарбаева. В июне 2007 г. назначен первым заместителем Председателя НДП «Нур Отан». 18 августа 2007 г. избран депутатом, заместителем председателя Мажилиса Парламента Республики Казахстан, руководителем фракции Народно-демократической партии «Нур Отан» в Мажилисе Парламента Республики Казахстан.

Указом Президента РК № 1065 от 22 сентября 2010 года назначен министром образования и науки Республики Казахстан. В начале 2011 г. был принят новый Закон РК «О науке», в соответствии с которым под руководством Б. Т. Жумагулова началась кардинальная модернизация науки, высшего и профессионального образования, положительные результаты которой ощущают на себе ученые и общество. Была сформирована принципиально новая модель управления научной сферой, изменился статус ученого, специалиста-исследователя. Определены пять приоритетов развития науки, сформированы соответствующие им национальные научные советы из числа ведущих казахстанских и зарубежных ученых, принимающих окончательные решения при отборе научных проектов для их бюджетного финансирования. Внедрены международная система государственной научно-технической экспертизы, новая система финансирования науки: базовое, грантовое и программно-целевое. Полностью внедрена принятая в мире новая система ученых степеней и званий: доктор PhD, ассоциированный профессор, профессор. Взят курс на ускоренное развитие науки в вузах, привлечение молодежи к исследованиям. Радикальные изменения происходят и в сфере образования. Внедряются базовые механизмы формирования новой модели казахстанского инновационного образования на 2010–2020 годы.

Академик Б. Т. Жумагулов – крупный ученый в области вычислительной математики, разработки и применения информационных технологий, математического моделирования и математических методов при решении задач гидродинамики и практических задач нефтегазовой отрасли. Им заложены основы и создана казахстанская научная школа математического моделирования технологических процессов разведки, добычи и транспортирования углеводородов, которая сегодня успешно развивается его учениками и последователями. Профессор Б. Т. Жумагулов автор более 350 научных работ и 10 фундаментальных монографий, опубликованных в Казахстане и странах ближнего и дальнего зарубежья. Им подготовлено 15 докторов и кандидатов наук.

Б. Т. Жумагулов с 1998 года – первый вице-президент Международной инженерной академии. С 1999 – года первый вице-президент Федерации инженерных академий исламских стран. В 2011 году на XI Генеральной ассамблее избран ее президентом.

В 2009–2011 гг. Б. Т. Жумагулов являлся президентом Всемирного математического общества тюркоязычных стран (ВМОТС), в июле 2011 года он избран почетным президентом ВМОТС. Член Высшего совета Автономной организации образования «Назарбаев Университет» (с 2011 г.). Председатель Совета по образованию при Интеграционном комитете Евразийского экономического сообщества (2012 г.). Президент Математического общества Казахстана (2012 г.). Является членом Совета Ассамблеи народа Казахстана.

Имеет около 500 публикаций – статей, очерков по общественно-политической тематике.

Б. Т. Жумагулов награжден орденом «Парасат», медалью «Ерен еңбегі үшін», медалью СССР «За трудовое отличие», Почетной грамотой Верховного Совета Казахской ССР. Имеет благодарности Президента страны Н. А. Назарбаева. Удостоен почетных званий «Почетный работник образования Республики Казахстан», «Почетный инженер Казахстана». Награжден высшим знаком Народно-демократической партии «Нур Отан» «Алтын белгі» за № 002.

За значительный вклад в международное сотрудничество, активную работу по развитию интеграционных процессов в области науки, техники и образования Б. Т. Жумагулов награжден большой золотой медалью МИА и ЮНЕСКО, особым знаком «За особые заслуги в развитии научных связей» Федерации инженерных академий исламских стран. За особые заслуги в развитии науки и инженерного дела удостоен высокой международной награды – ордена «Инженерная слава» (2009 г.). Награжден медалью «Инженерная доблесть» (2011 г.), дипломом и памятным знаком Международной инженерной академии (2012 г.), золотой медалью им. А. Байтурсынова Ассоциации вузов Казахстана №001 (2012 г.).

Уважаемый Бакытжан Турсынович!

На всех занимаемых Вами должностях, благодаря незаурядному уму, выдающимся творческим и организаторским способностям, активной жизненной позиции, неиссякаемой энергии и трудолюбию, честности и принципиальности, Вы достигаете успехов в своей деятельности и пользуетесь огромным авторитетом и уважением коллег и в обществе.

Президиум и члены Национальной инженерной академии Республики Казахстан, научно-инженерная общественность страны, редакционная коллегия журнала сердечно поздравляют Вас с юбилеем, желают крепкого здоровья, счастья, благополучия и дальнейших творческих успехов в вашей деятельности во благо процветания Казахстана!

КАЖИБАЕВ АМАНГЕЛЬДЫ КАЖИБАЕВИЧ

(К 70-летию со дня рождения)



23 июля 2013 г. исполнится 70 лет со дня рождения **Кажобаева Амангельды Кажобаевича** – члена-корреспондента Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан, полковника запаса.

А. К. Кажобаев окончил Казахский политехнический институт им. В. И. Ленина по специальности «инженер-электрик», Алма-Атинскую высшую партийную школу. В 1967–1979 г. работал электрослесарем, мастером, начальником отделения, секретарем парткома, председателем профкома УКСЦК. В 1979–1987 г. – второй секретарь Зырянского горкома партии, 1987–1989 г. – председатель Зырянского горисполкома. В 1989 г. – инспектор ВК обкома партии. В 1989–1991 г. – председатель Усть-Каменогорского горисполкома, второй секретарь ВК обкома партии. В 1991–1992 г. – президент АО «КРАМДС-Цветмет», АО «Восток-КРАМДС-Цветмет», с 1992 по 1994 г. – заместитель главы ВКО. В 1994–1997 г. – председатель Контрольной палаты ВС РК, председатель Комитета оборонной промышленности (КОП) – заместитель министра промышленности и торговли РК. В 1997–1998 г. – председатель КОП Министерства обороны РК. В 1998–1999 г. – заместитель министра обороны РК по экономике и финансам, в 1999–2001 г. – руководитель офиса президента ОАО «КЕГОК» в г. Астане. В 2001–2002 г. – заместитель акима Восточно-Казахстанской области, с 2002 по 2004 г. – аким г. Семипалатинска. За период его деятельности в Восточно-Казахстанской области он внес большой вклад в развитие социальной сферы как региона, так и городов Усть-Каменогорска и Семипалатинска. В 2005 г. – директор Департамента по мобилизационной подготовке и чрезвычайным ситуациям по ВКО. В 2006–2007 г. – директор совета директоров регионального союза «Атамекен», директор по стратегическому развитию ВКО. В 2007–2009 г. – исполнительный директор ВКО филиала союза предпринимателей и работодателей «Атамекен», с 2009 г. – внештатный советник акима Восточно-Казахстанской области. В 2007–2012 г. – депутат Восточно-Казахстанского областного маслихата.

А. К. Кажобаев является крупным специалистом и организатором производства в области цветной металлургии, развития и конверсии оборонной промышленности Казахстана. Он внес большой вклад в разработку новых технологий металлургического производства, направленных на переработку промышленных отходов цветной металлургии и на улучшение экологической безопасности и использования техногенного сырья. Награжден орденом «Күрмет», нагрудным знаком «Алтын Барыс».

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Амангельды Кажобаевича Кажобаева** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших творческих успехов!

АБИЛОВ ЖАРЫЛКАСЫН (К 65-летию со дня рождения)

21 августа 2013 г. исполнится 65 лет со дня рождения **Абилова Жарылкасына** – доктора химических наук, профессора, члена-корреспондента Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Ж. Абилов окончил Казахский государственный университет им. С. М. Кирова в 1971 г. (ныне Казахский национальный университет им. аль-Фараби), где он прошел путь от старшего лаборанта, инженера кафедры физической химии и электрохимии до декана химического факультета. В 1974–1996 гг. – ассистент, старший преподаватель, доцент, профессор кафедры коллоидной химии. В 1996–2000 гг. – заведующий кафедрой органической химии и химии полимерных соединений. В 2000–2009 гг. – декан химического факультета, возглавлял комиссии по разработке государственных стандартов образования по химии. С 2009 г. по настоящее время – заведующий кафедрой химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров Казахского национального университета им. аль-Фараби.

Научные интересы Ж. Абилова связаны с физико-химическими исследованиями синтетических полиэлектролитов и поверхностно-активных веществ (ПВА), он создал новый класс высокомолекулярных ПВА. С 1996 г. он занимается созданием отечественных фитопрепаратов – биологически активных веществ на основе дикорастущего сырья Казахстана. В ходе выполнения международных и республиканских научно-технических программ были проведены фундаментальные и прикладные исследования по созданию отечественных препаратов «Алхидин» и «Лимонидин» из трав жантак и кермек, а также получено разрешение к промышленному выпуску лекарственных препаратов: 5% алхидиновой мази, настойки и сиропа «Жантак», мази «Санжар» и нового препарата «Биосед-К».

Результаты научных исследований профессора Ж. Абилова опубликованы в 5 монографиях, более 500 научных статьях, 12 учебно-методических пособиях и 1 учебнике. Они защищены 52 авторскими свидетельствами СССР и патентами РК, 20 фармакопейными статьями РК. Под его руководством защищены 7 докторских, 15 кандидатских и две PhD диссертации.

Ж. Абилов награжден нагрудным знаком «За заслуги в развитии науки РК», «Отличник образования РК». За комплекс исследований по разработке и внедрению серии отечественных лекарственных препаратов был удостоен премии Союза ученых РК «Ғылым сардары», он лауреат государственной стипендии «Для ученых и специалистов, внесших выдающийся вклад в развитие науки и техники РК». Дважды входил в число лучших преподавателей Казахского национального университета им. аль-Фараби.

Ж. Абилов – член секции химико-технологических наук по экспертно-аналитической оценке работ, выдвинутых на Госпремию РК, председатель Диссертационного совета по присуждению степени доктора PhD в области химии.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Жарылкасына Абилова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших творческих успехов!



ДАНАЕВ НАРГОЗЫ ТУРСЫНБАЕВИЧ

(К 65-летию со дня рождения)



3 сентября 2013 г. исполнится 65 лет со дня рождения **Данаева Наргозы Турсынбаевича** – доктора физико-математических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан, лауреата Государственной премии РК в области науки, техники и образования, Қазақстанның еңбек сіңірген қайраткері.

После окончания Казахского государственного университета им. С. М. Кирова с 1972 по 1982 г. работал старшим инженером, младшим научным сотрудником, окончил аспирантуру Института теоретической и прикладной механики СО АН СССР. С 1982 по 1994 г. – старший преподаватель, доцент кафедры, заместитель декана по учебной работе факультета механики и прикладной математики, в 1994–1996 гг. – директор Научно-исследовательского института математики и механики при КазГУ им. С. М. Кирова. В 1996 – 2000 гг. – декан механико-математического факультета Казахского национального университета им. аль-Фараби. С 2000 г. – профессор кафедры математического и компьютерного моделирования, директор Научно-исследовательского института математики и механики КазНУ им. аль-Фараби.

Н. Т. Данаев – известный ученый в области вычислительной гидродинамики и информационных технологий, активно занимается численными методами решения уравнений газовой динамики, Навье – Стокса для несжимаемой жидкости, вопросами математического обоснования устойчивости и сходимости разностных схем. Им созданы новые методы построения криволинейных сеток, сгущающихся в областях с большим градиентом характеристик течений; методы адаптации геолого-математической модели для конкретных нефтяных месторождений и моделирования электромагнитного поля с использованием источника импульсного тока, выполнены уточнения параметров в приквасинной зоне пласта и прогнозные расчеты. Под его руководством разработана и внедрена компьютерная программа “Мемлекеттік қызметкерлерге арналған қазақ тілінен қолданбалы оқыту бағдарламасы”. Он автор более 200 научных работ и методических разработок, монографий, учебных пособий.

Профессор Н. Т. Данаев вносит значительный вклад в подготовку профессиональных кадров, под его руководством разработаны и внедрены более 50 программных средств учебного назначения по предметам средней школы на казахском и русском языках, им подготовлено 20 кандидатов, 8 докторов наук и 4 доктора PhD.

Н. Т. Данаев является председателем Национального научного совета МОН РК, Отделения вычислительных и информационных технологий НИА РК, членом Национального комитета по теоретической и прикладной механике РК, вице-президентом Всемирного математического общества тюркоязычных стран, членом редколлегии международного журнала «Вычислительные технологии». Имеет нагрудные знаки «За заслуги в развитии науки» МОН РК, «Қазақстан Республикасындағы инженерлік істі дамытуға сіңірген еңбегі үшін» НИА РК.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Наргозы Турсынбаевича Данаева** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

ИЗМУХАМБЕТОВ БАКТЫКОЖА САЛАХАТДИНОВИЧ

(К 65-летию со дня рождения)

1 сентября 2013 г. исполнится 65 лет со дня рождения **Измухамбетова Бактыкожи Салахатдиновича** – доктора технических наук, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан, акима Атырауской области.

После окончания Уфимского нефтяного института по специальности «бурение нефтяных и газовых скважин» он начал свою трудовую деятельность в Атырауской области помощником бурильщика Балыкшинского управления разведочного бурения производственного объединения «Эмбанефть» (1971–1972 гг.). В 1972–1983 гг. работал старшим инженером, начальником отряда Казнефтегазразведки, заведующим лабораторией, отделом, заместителем директора по науке Казахского геологоразведочного научно-исследовательского нефтяного института (КазНИГРИ).



С 1983 по 1987 г. – старший инженер Советской нефтеразведочной экспедиции в г. Аден, Республика Йемен. В 1987–1988 гг. – заведующий лабораторией КазНИГРИ, 1988–1991 гг. – главный технолог, начальник Атырауской опытно-методической экспедиции. В 1991–1993 гг. – начальник отдела, управления нефти и газа Министерства геологии и охраны недр. В 1993–2003 г. – генеральный директор СП ТОО «Казхтуркмунай», исполнительный директор по управлению долями ЗАО НК «КазМунайГаз», генеральный директор морской нефтяной компании «КазМунайТениз», управляющий директор по управлению долями СП ЗАО НК «КазМунайГаз». В 2003–2007 гг. – первый вице-министр, министр энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан. В 2007–2012 гг. – аким Западно-Казахстанской области. С января по август 2012 г. – депутат Мажилиса Парламента РК V созыва, заместитель председателя Мажилиса Парламента Республики Казахстан. Член Народно-демократической партии «Нур Отан», избран по партийному списку. С 15 августа 2012 г. – аким Атырауской области.

Б. С. Измухамбетов – известный ученый, организатор нефтегазовой индустрии Казахстана. Научная деятельность характеризуется целенаправленным решением проблемных вопросов по совершенствованию качества нефтегазовых скважин в осложненных условиях. Под его руководством были проведены обширные геологоразведочные работы на 45 разведочных площадях в четырех областях Западного Казахстана, на 14 получены положительные результаты, на основе которых запасы углеводородов были поставлены на государственный баланс. За короткие сроки введены в промышленную эксплуатацию ряд нефтяных месторождений, нефтепроводы в Мангистауской и Актюбинской областях до магистральных линий.

На всех этапах работы его отличают высокая профессиональная грамотность, эрудиция, требовательность к себе и подчиненным. За огромный вклад в развитие промышленности, нефтегазового комплекса республики он награжден орденами «Құрмет» (1999), «Барыс» II степени, Петра Великого I степени (Россия), «За заслуги» (Украина), медалями.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Бактыкожу Салахатдиновича Измухамбетова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

ТОКТАРОВ НУРЛАН ЗЕЙНЕЛЬЕВИЧ

(К 65-летию со дня рождения)



31 августа 2013 г. исполнится 65 лет со дня рождения **Токтарова Нурлана Зейнельевича** – кандидата технических наук, члена-корреспондента Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

После окончания Московского автомобильно-дорожного института в 1971–1973 гг. служил в рядах Советской Армии. В 1973–1974 гг. – заместитель начальника автоколонны в г. Усть-Каменогорске. В 1974–1986 гг. – заведующий гаражом, старший научный сотрудник, секретарь Партбюро Казахской опытной станции Всесоюзного научно-исследовательского института масляничных культур. В 1982 г. закончил аспирантуру Московского института инженеров сельскохозяйственного производства. В 1989 г. защитил диссертацию и получил ученую степень кандидата технических наук. В 1986–1988 гг. – инструктор Восточно-Казахстанского областного комитета Компартии Казахстана. В 1988–1990 гг. – начальник Отдела научно-технического прогресса Восточно-Казахстанского областного агропромкомитета. В 1990–2001 гг. – директор ТОО «Научно-производственная фирма “Восток”». С 2000 г. – по совместительству старший преподаватель Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. С 2001 г. – директор группы компаний «Катон-Карагайский олений парк», в настоящее время – заместитель генерального директора Восточно-Казахстанского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Научная деятельность Н. З. Токтарова связана с разработкой методик и получением препаратов для оздоровления людей, живущих в экологически неблагоприятных условиях Восточно-Казахстанской области. Им разработаны ряд новых биологически активных добавок (БАД) на основе пантокрина, методики и препараты для пантопроцедур. Совместно с группой ученых-медиков разработаны система оздоровительных мероприятий пантолечения, получены патент на оборудование, способы получения и составы БАД.

Под руководством Н. З. Токтарова группа компаний «Катон-Карагайский олений парк», специализирующаяся на производстве биологически активных добавок и выпуске уникального оборудования для пантопроцедур, в течение ряда лет оказывает услуги оздоровительных процедур для жителей региона и туристов. Сегодня фирма поставила оборудование для пантопроцедур в 32 оздоровительных центра и санатория, в том числе в Ок-Жетпес, медицинский центр управления делами Президента РК, Медикер и др. Им открыты центры пантолечения в Астане, Алматы, пос. Бурабай Акмолинской области, Катон-Карагайском районе Восточно-Казахстанской области. Ежегодно оздоровительные процедуры получают более 5 тысяч казахстанцев – нефтяники, горняки, металлурги, железнодорожники и др. Система пантолечения признана отдельным видом оздоровительного туризма и включена в Государственную программу развития туризма в Казахстане.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Нурлана Зейнельевича Токтарова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

БЕКТЕМЕСОВ МАКТАГАЛИ АБДИМАЖИТОВИЧ

(К 50-летию со дня рождения)

10 июля 2013 г. исполнится 50 лет со дня рождения **Бектемесова Мактагали Абдимажитовича** – кандидата физико-математических наук, доцента, члена-корреспондента Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

После окончания с отличием факультета механики и прикладной математики по специальности «прикладная математика» Казахского государственного университета имени С. М. Кирова в 1985 году был направлен как молодой специалист на физико-математический факультет Казахского педагогического института им. Абая. В 1987–1990 гг. обучался в аспирантуре Института математики им. С. Л. Соболева Сибирского отделения АН СССР.

В 1990–2010 гг. работал преподавателем, старшим преподавателем, доцентом кафедры информатики и прикладной математики Казахского национального педагогического университета имени Абая, одновременно в течение 10 лет (с 1991 по 2001 г.) работал заместителем декана физико-математического факультета по учебной работе. В 2001–2002 гг. – старший научный сотрудник, в 2002–2009 гг. – декан физико-математического факультета, проректор по учебной работе, в 2009–2010 гг. работал заведующим кафедрой естественных специальностей Института магистратуры и PhD докторантуры КазНПУ им. Абая. В 2010 г. – декан механико-математического факультета, первый проректор КазНУ им. аль-Фараби. В 2010–2012 гг. – и.о. заместителя председателя, и.о. председателя комитета по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан. С 2012 г. является ректором Семипалатинского государственного педагогического института.

М. А. Бектемесов плодотворно работает в области обратных и некорректных задач математической физики и вычислительной математики, которые возникают при решении практических задач акустики, теплопереноса, геофизики, в медицине – термоакустическое зондирование мягких тканей человека. Им получена оценка скорости сильной сходимости метода наискорейшего спуска при решении обратных и некорректных задач, причем оценка скорости сходимости обеспечивает заданную точность нахождения приближенного решения, априорные оценки карлемановского типа для некорректной задачи в гиперболическом случае. Ему успешно удалось развить и применить классические результаты Т. Карлемана и получить оценки условной устойчивости, которые не улучшаемы по порядку. Он получил в комплексной плоскости уникальные фрактальные изображения областей устойчивости решения задачи Коши.

Результаты его научной и педагогической деятельности опубликованы в более 100 научных и учебно-методических трудах, в том числе 5 монографиях, 2 учебно-методических пособиях. М. А. Бектемесов признан «Лучшим преподавателем вуза» (2009 г.), награжден нагрудным знаком «За заслуги в развитии науки РК» (2009 г.) и юбилейной медалью «20 лет независимости Республики Казахстан».

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Мактагали Абдимажитовича Бектемесова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!



ЖУНУСОВ ТАЛГАТ ТУРЛЫБЕКОВИЧ

(К 50-летию со дня рождения)



3 июля 2013 г. исполнится 50 лет со дня рождения **Жунусова Талгата Турлыбековича** – доктора технических наук, профессора, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

После окончания Целиноградского сельскохозяйственного института в 1992–1996 гг. – аспирант, ассистент, старший преподаватель Кокшетауского сельскохозяйственного института. В 1996–2001 гг. – старший преподаватель, заместитель директора Института сельского хозяйства, декан заочного факультета, проректор по заочному обучению Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова. В 2001–2002 гг. – главный специалист управления высшего профессионального образования, управления государственных стандартов и формирования госзаказа Департамента среднего и высшего профессионального образования; управления экспертизы, аккредитации и аттестации Департамента государственного инспектирования и контроля; начальник управления организационной и кадровой работы Административного департамента Министерства образования и науки РК. В 2002–2008 гг. – проректор по заочному обучению и инновационным технологиям, по НИР и инновационным технологиям, по учебно-методической работе Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова. В 2008–2011 гг. – ректор Рудненского индустриального института. Являлся членом Бюро политсовета Рудненского городского филиала НДП «Нұр Отан», депутатом Костанайского областного маслихата, членом депутатской фракции НДП «Нұр Отан» от Костанайского областного филиала. С 2012 г. – вице-президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан.

Научная деятельность Т. Т. Жунусова связана с разработкой энергоресурсосберегающих технологий и оборудования для индустриально-инновационного развития промышленного комплекса Северо-Западного региона Казахстана. Это электроснабжение и автоматизация технологических процессов и производств горнорудных предприятий, получение строительных и композиционных материалов на основе техногенного сырья и др. Результаты его научной работы отражены в 2 монографиях, 3 авторских изобретениях, 90 публикациях в ведущих печатных изданиях как нашей страны, так и за рубежом.

За достигнутые успехи в работе награжден орденом «Құрмет», медалью «Қазақстан Республикасының тәуелсіздігіне 20 жыл», нагрудными знаками «Почетный работник образования Республики Казахстан», «За заслуги в развитии науки Республики Казахстан», «Ы. Алтынсарина», «За заслуги в развитии инженерного дела в Республике Казахстан». Имеет благодарность Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева, благодарственное письмо от НДП «Нұр Отан» и международную награду «Объединенная Европа» за вклад в развитие и интеграцию европейской системы в образование и науку; почетные грамоты Министерства образования и науки Республики Казахстан и акима Костанайской области.

Президиум Национальной инженерной академии поздравляет **Талгата Турлыбековича Жунусова** с юбилеем, желает крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов!

НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

Февраль – апрель 2013 г.

14 – 15 февраля в Москве состоялось заседание Совета президентов Международной инженерной академии (МИА) и Общее собрание МИА, посвященные подведению итогов работы МИА за 2011–2012 годы и выборам новых членов в состав МИА.

На заседании Совета президентов присутствовали президенты инженерных академий Украины, Беларуси, Словении, Таджикистана, Азербайджана, Грузии, Казахстана и др. От Казахстана участвовали вице-президент Национальной инженерной академии РК Т. Т. Жунусов и главный ученый секретарь Президиума академии Г. А. Медиева.

На Совете президентов были рассмотрены кандидатуры для избрания в состав МИА новых членов. Вице-президентом МИА по международным связям был избран **Игорь Эмри** – президент Инженерной академии Словении. Президентом Инженерной академии Киргизской Республики был утвержден **Камчибек Чонмурынович Кожугулов**. Также было принято решение создать Институт советников президентов МИА, в который вошли все главные ученые секретари президиумов инженерных академий стран-участниц МИА.

С основным докладом на собрании выступил президент МИА Б. В. Гусев, отметивший активную деятельность Национальной инженерной академии Казахстана, которая возглавляет научно-инженерное сообщество страны и является основным методическим центром в области развития инженерного образования, техники и технологий и осуществляет связь науки с производством. О потенциале НИА РК свидетельствует ежегодное количество публикаций в известных международных изданиях и десятки патентов, получаемых членами академии. Он также отметил происходящие реформы и преобразования в системе образования и науки, принятие нового Закона РК «О науке» и новой системы управления наукой в Казахстане.

С докладами о деятельности национальных инженерных академий стран-участниц МИА выступили их президенты. Кроме вопросов повестки дня были обсуждены общие вопросы по активизации связей между структурными подразделениями МИА в целях определения общей миссии национальных инженерных академий по развитию инженерной науки в мире.

В торжественной обстановке за активную деятельность по интеграции международного инженерного сообщества памятным знаком и дипломом МИА были награждены Б. Т. Жумагулов – президент НИА РК и И. Эмри – президент ИА Словении.

От Национальной инженерной академии Республики Казахстан членами-корреспондентами МИА избраны: **Ананин Александр Иванович** – заместитель директора ДГП «ВНИИцветмет» по направлению «геология, добыча и переработка полезных ископаемых» и **Шумский Виктор Александрович** – заместитель директора по научной работе ДГП «ВНИИцветмет», заведующий лабораторией по направлению «металлургия».

* * *

Большое внимание НИА РК уделяет международному сотрудничеству: для казахстанских ученых и инженеров это один из важных каналов реализации системных инициатив Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева, направленных на евразийскую интеграцию. Хорошим примером являются тесные партнерские отношения, сложившиеся между Западно-Казахстанским филиалом НИА РК и Поволжским отделением Российской инженерной академии. Сегодня ученые филиала НИА РК тесно сотрудничают с российскими коллегами, особенно в приграничных с Россией областях, выполняя совместные научно-технические программы и проекты, участвуя в конференциях, семинарах, заседаниях научно-технических советов в Уральске и Самаре. Так, учеными Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных систем в Уральске, который является инициативным членом НИА РК, вместе с Самарским государственным аэрокосмическим университетом им. С. П. Королева разрабатывается задача повышения тягово-скоростных характеристик ракетных двигателей, улучшения устойчивости несущих элементов корпусов сверхзвуковых самолетов и многое другое.

14 февраля в Уральске состоялось расширенное заседание научно-технического совета Западно-Казахстанского филиала Национальной инженерной академии РК, посвященное актуальным вопросам развития инженерной науки в Приуралье. На прошедшем заседании НТС широко обсуждались вопросы подготовки инженерных кадров, академической мобильности студентов, получения выпускниками вузов двусторонних дипломов Республики Казахстан и Российской Федерации, интеграции не только с российскими вузами, но и европейскими.

Особое внимание было уделено подготовке к участию в предстоящей международной выставке «ЭКСПО–2017».

* * *

21–22 февраля состоялось расширенное заседание Президиума Национальной инженерной академии Республики Казахстан, на котором были заслушаны отчеты председателей о деятельности отделений и филиалов академии за 2012 год. Утвержден план работы Национальной инженерной академии Республики Казахстан на 2013 год и план мероприятий по реализации задач, поставленных перед учеными и инже-

нерами в Послании Президента РК Н. А. Назарбаева народу Казахстана «Стратегия “Казахстан–2050”: новый политический курс состоявшегося государства».

Было отмечено, что сегодня Национальная инженерная академия Республики Казахстан является крупным и авторитетным научно-общественным объединением, объединяющим в своем составе значительный потенциал ученых и высококвалифицированных специалистов, руководителей высших учебных заведений, отраслевых научно-исследовательских институтов, руководителей ведомств, предприятий как государственного, так и негосударственного секторов экономики.

В составе академии 135 действительных членов (академиков), 152 члена-корреспондента, представляющих элиту инженерного корпуса. Функционируют 13 отделений, 13 областных филиалов, 10 научно-технических и инженерных центров, тесно взаимодействующих с крупными промышленными предприятиями. На правах коллективных и инициативных членов НИА РК объединяет около 100 научно-исследовательских институтов, вузов, акционерных обществ, компаний, промышленных предприятий и организаций.

В 2012 г. прошла сессия Общего собрания, проведены 9 заседаний Президиума НИА РК, два из них выездные (Кызылорда, Курчатов). Были избраны 12 действительных членов НИА РК, 15 членов-корреспондентов НИА РК, 2 действительных члена МИА, 4 члена-корреспондента МИА.

Отделения и филиалы НИА РК провели 6 международных и 7 республиканских научных конгрессов и конференций, 35 семинаров и 28 круглых столов.

Перед Национальной инженерной академией РК как флагманом инженерной мысли страны поставлены стратегические задачи по значительному поднятию уровня инженерной науки и образования с привлечением молодежи для интеллектуального развития нации, по разработке и внедрению инновационных технологий и техники для создания продукции мирового уровня и казахстанского содержания.

НИА РК принимает активное участие в координации и выполнении фундаментальных, прикладных научных исследований и разработок по приоритетным направлениям научно-технологического развития РК, содействует процессу формирования, размещения и реализации государственного заказа по прикладным научно-техническим и инновационным программам и проектам, финансируемым из средств государственного бюджета. Члены Национальной инженерной академии входят в состав Высшей научно-технической комиссии, выполняют экспертизу научно-технических проектов, участвуя в работе Национальных научных советов и Национального центра научно-технической экспертизы.

Председатели отделений и филиалов доложили о результатах деятельности в 2012 г. За отчетный период члены академии выполняли 194 научно-технических проекта, из них 18 в международных и 36 в республиканских программах.

В состав академии входят ректора и представители профессорско-преподавательского состава крупных национальных, государственных и частных вузов – это 60 академиков и членов-корреспондентов, принимающих участие в образовательном процессе и реализации Государственной программы развития образования РК до 2020 года. Особое внимание было уделено оказанию содействия в прохождении студентами вузов производственных практик по выбранным специальностям на предприятиях.

Для повышения качества подготовки вузами специалистов технического профиля по заданию Главы государства Н. А. Назарбаева решением Президиума принято Постановление о создании на базе НИА РК центра подтверждения квалификации выпускников вузов по специальностям горной металлургии, энергетики, IT-технологий, нефтяной промышленности.

В этом направлении активная работа проводится с Республиканской отраслевой ассоциацией вторичной металлургии, Ассоциацией строителей, Казахстанской ассоциацией нефтегазового и энергетического комплекса «KAZENERGY», Казахстанской компании IT-технологий.

В рамках международного сотрудничества укрепляются и развиваются позиции казахстанской науки в научно-технологическом пространстве стран – участников СНГ и Евразийского экономического союза, научные связи со странами ближнего и дальнего зарубежья, выполняются совместные международные научно-технические проекты.

Национальная инженерная академия РК со дня образования (1992 г.) входит в состав Международной инженерной академии (МИА). Сегодня из числа членов НИА РК 54 академика и 38 членов-корреспондентов являются членами Международной инженерной академии. С 1999 года Б. Т. Жумагулов – президент НИА РК является первым вице-президентом Международной инженерной академии.

С 1993 г. НИА РК – член Федерации инженерных институтов исламских стран (ФЕИС), в состав которой входит 21 исламская страна. В 2011 году в Алматы на базе Национальной инженерной академии Республики Казахстан состоялось XXIV заседание Исполкома и XI Генеральная ассамблея Федерации инженерных институтов исламских стран. Решением Генеральной ассамблеи президентом ФЕИС на 2012–2013 гг. был избран президент НИА РК Б. Т. Жумагулов, генеральным секретарем – Г. А. Медиева – главный ученый секретарь Президиума НИА РК.

Подписаны меморандумы о сотрудничестве в области науки и подготовки инженерных кадров с инженерными академиями Украины, Башкортостана, Киргизской Республики, Инженерной федерацией Узбекистана и с Институтом устойчивых инновационных технологий (Словения). Целью выполнения подписанных меморандумов являются создание и реализация совместных научных проектов, проведение научных форумов, симпозиумов, а также создание центров по трансферу технологий и академической мобильности студентов.

Большое внимание Национальная инженерная академия уделяет издательской деятельности. Ежеквартально издается «Вестник Национальной инженерной академии РК», отраслевой журнал «Нефть и газ» выходит 6 раз в год.

В 2012 году членами Национальной инженерной академии Республики Казахстан опубликованы 1470 статей, выпущены 43 монографии и брошюры, получены 100 патентов на изобретения. Результаты доложены на 45 международных конференциях и симпозиумах, экспонаты представлены на 10 международных и республиканских выставках.

Основной задачей Национальной инженерной академии Республики Казахстан на перспективу являются реализация задач, поставленных Государственной программой форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2010–2014 гг., Посланиями Президента Н. А. Назарбаева народу Казахстана «Новое

десятилетие – новый экономический подъем – новые возможности Казахстана» (2011 г.); «Социально-экономическая модернизация – главный вектор развития Казахстана» (27.01.2012 г.); «Стратегия “Казахстан–2050”: новый политический курс состоявшегося государства» (14.12.2012 г.), а также участие в международной выставке «ЭКСПО-2017».

* * *

С 5 по 12 апреля Министерством образования и науки РК был проведен ряд мероприятий, посвященных Дню работников науки, направленных на обсуждение актуальных вопросов развития научной сферы республики для обеспечения конкурентоспособности Казахстана, определения перспектив дальнейшего развития науки в свете Стратегии «Казахстан–2050».

Особенностью масштабных мероприятий явилась форма их проведения: пленарные заседания, круглые столы, семинары, параллельные и индивидуальные сессии, международная конференция, выставка достижений науки и техники «ESI-2013», ярмарки вакансий в сфере науки и образования, презентации интерактивного каталога инновационных проектов, награждение молодых талантливых и уже известных ученых, концерт. Мероприятия прошли в Астане и Алматы.

* * *

6 – 7 мая 2013 года казахстанская делегация в составе Т. Т. Жунусова – вице-президента Национальной инженерной академии Республики Казахстан, А. А. Зейнуллина – председателя Правления АО «Национальный научно-технологический холдинг “Парасат”», С. Н. Кожамуратова – генерального директора ТОО «Техносервис Люкс» и А. К. Арынгазина – управляющего директора «Астана Innovations» посетила Республику Беларусь.

В ходе поездки делегация побывала в Национальной академии наук Республики Беларусь, где была организована встреча с ведущими учеными академии, представителями Белорусского отделения Международной инженерной академии, в которой принял участие Чрезвычайный и Полномочный Посол Республики Казахстан в Республике Беларусь Е. Б. Булегенов. Участники встречи ознакомились с выставкой научных достижений отделений академии. Было отмечено, что имеющийся огромный научный потенциал казахстанских и белорусских ученых необходимо использовать для развития экономик обоих государств. Стороны обменялись результатами научных исследований и наметили план совместных научных разработок для дальнейшего сотрудничества между Национальной академией наук Беларуси и Национальной инженерной академией Республики Казахстан.

7 мая казахстанская делегация приняла участие в торжественном мероприятии, посвященном 15-летию ЗАО «Голографическая индустрия», являющимся одним из ведущих инновационных предприятий Беларуси. От имени министра образования и науки Республики Казахстан, президента Национальной инженерной академии РК – Б. Т. Жумагулова Т. Т. Жунусов поздравил руководство и коллектив предприятия с юбилеем.

Делегация Казахстана встретила с руководством предприятий города Минска, посетила ряд промышленных объектов и ознакомила с производством. Были подписаны Договора-намерения о трансфере инновационных технологий в экономику обеих стран и создании совместных казахстанско-белорусских предприятий.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Адилова Н. Б. – к.т.н., старший преподаватель кафедры «строительство и строительные материалы» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана
2. Ахмед-Заки Д. Ж. – д.т.н., профессор, декан механико-математического факультета Казахского национального университета им. аль-Фараби
3. Баймухаметов А. А. – д.ф.-м.н., заведующий лабораторией «механика горных пород» Института механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова МОН РК
4. Бектемесов А. – докторант PhD Казахского национального университета им. аль-Фараби
5. Гусенов И. Ш. – магистрант кафедры разработки нефтегазовых месторождений Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
6. Данаев Н.Т. – д.ф.-м.н., профессор, академик Национальной инженерной академии РК, директор Научно-исследовательского института механики и математики КазНУ им. аль-Фараби
7. Демин В. Ф. – д.т.н., профессор кафедры «разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского государственного технического университета
8. Демина Т. В. – к.т.н., старший преподаватель кафедры «разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского государственного технического университета
9. Джомартов А. А. – д.т.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии РК, заместитель директора Института механики и машиноведения им. академика У. А. Джолдасбекова
10. Есенгалиева Ж. С. – докторант PhD кафедры информационных систем механико-математического факультета Казахского национального университета им. аль-Фараби

11. 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, министр образования и науки РК, президент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, главный редактор журнала «Вестник НИА РК»
12. Жунисбеков С. – д.т.н., профессор, академик Национальной инженерной академии РК, член-корреспондент Международной инженерной академии, ректор Таразского технического института
13. Ибрагимов Р. Ш. – магистрант кафедры разработки нефтегазовых месторождений Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
14. Исмаилов С. Б. – магистр, докторант PhD Университета международного бизнеса
15. Ковальчук И. Ю. – к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник лаборатории криосохранения гермоплазмы РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК
16. Королев А. А. – д.т.н., профессор кафедры «технология машиностроения» Саратовского государственного технического университета им. Ю. А. Гагарина
17. Королев А. В. – д.т.н., профессор, член-корреспондент Инженерной академии РФ, заведующий кафедрой «технология машиностроения» Саратовского государственного технического университета им. Ю. А. Гагарина
18. Кудайбергенов С. Е. – д.х.н., профессор, директор Института полимерных материалов и технологий, руководитель лаборатории инженерного профиля Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
19. Логанина В. И. – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «стандартизация, сертификация и аудит качества» ФГБОУ ВПО Пензенского государственного университета архитектуры и строительства
20. Лухманова Г. К. – к.э.н., старший преподаватель кафедры «финансы» Жетысуского государственного университета им. И. Жансугурова

21. Макарова Л. В. – к.т.н., доцент кафедры «стандартизация, сертификация и аудит качества» ФГБОУ ВПО Пензенского государственного университета архитектуры и строительства
22. Мартынов Н. И. – д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Института механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова МОН РК
23. Маткерим Б. – докторант PhD Казахского национального университета им. аль-Фараби
24. Маусымбаева А. Д. – к.т.н., старший преподаватель кафедры «разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского государственного технического университета
25. Монтаева А. С. – магистрант кафедры «строительство и строительные материалы» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана
26. Монтаев С. А. – д.т.н., профессор, член-корреспондент Национальной инженерной академии РК, декан машиностроительного факультета Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана
27. Нурахметова Ж. – магистр наук, специалист высшего уровня квалификации лаборатории инженерного профиля Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
28. Пирназаров М. Н. – магистрант Института строительства и архитектуры Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
29. Рамазанова М. А. – к.ф.-м.н., старший научный сотрудник Института механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова МОН РК
30. Рахимбекова З. М. – д.т.н., профессор Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академик, вице-президент Международной академии информатизации
31. Риттер Д. В. – к.т.н., доцент кафедры «радиоэлектроника и телекоммуникации» Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева
32. Савостин А. А. – к.т.н., доцент Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева

-
33. Сейткулов Е. Н. – к.ф.м.н., доцент кафедры «теоретическая информатика» Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева
34. Сейткулова Ж. Н. – преподаватель кафедры математики Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
35. Сергеева К. А. – аспирантка кафедры «стандартизация, сертификация и аудит качества» ФГБОУ ВПО Пензенского государственного университета архитектуры и строительства
36. Танирбергенов А. Г. – к.ф.-м.н., старший научный сотрудник Института механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова МОН РК
37. Тарасов Р. В. – к.т.н., доцент, декан технологического факультета ФГБОУ ВПО Пензенского государственного университета архитектуры и строительства
38. Татур М. М. – д.т.н., профессор кафедры ЭВМ Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники
39. Темирбекова Л. Н. – докторант PhD механико-математического факультета кафедры «фундаментальная математика» Казахского национального университета им. аль-Фараби
40. Турдиев Т. Т. – к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории криосохранения гермоплазмы РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК
41. Турсунбаева А. К. – д.т.н., профессор кафедры «разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского государственного технического университета
42. Тюрин А. Н. – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «технология машиностроения» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана
43. Уалиев Г. – д.т.н., профессор, академик Национальной академии наук, Национальной инженерной академии РК, заведующий кафедрой «механика и прикладная физика» Казахского национального педагогического университета им. Абая

44. Уалиев З. Г. – д.т.н., член-корреспондент Национальной инженерной академии РК, профессор кафедры «механика и прикладная физика» Казахского национального педагогического университета им. Абая
45. Улюкова Г. Б. – магистрант 1-го курса кафедры «теоретическая информатика» ЕНУ им. Л. Н. Гумилева
46. Успанова Г. К. – м.н.с. лаборатории селекции и сортоизучения плодовых и ягодных культур ТОО «Казахский НИИ пловодства и виноградарства» МСХ РК
47. Фролов С. Н. – младший научный сотрудник лаборатории криосохранения гермоплазмы РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК
48. Чепуштанова Т. А. – доктор PhD, к.т.н., доцент кафедры «металлургические процессы, теплотехника и технология специальных материалов» Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
49. Чуканова Н. И. – м.н.с. лаборатории селекции и сортоизучения плодовых и ягодных культур ТОО «Казахский НИИ пловодства и виноградарства» МСХ РК
50. Чупрасов А. А. – инженер Института механики и машиноведения им. У. А. Джалдасбекова МОН РК
51. Шахворостов А. В. – бакалавр, инженер лаборатории инженерного профиля Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева
52. Шевцов А. Н. – к.т.н., доцент кафедры «прикладная математика» Таразского государственного университета им. М. Х. Дулати
53. Шекижанов А. Н. – студент кафедры «радиоэлектроника и телекоммуникации» Северо-Казахстанского государственного университета им. М. Козыбаева

СОДЕРЖАНИЕ

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Республиканский форум «Стратегия “Казахстан – 2050”: образование–наука–инновации», посвященный Дню работников науки.....	5
<i>Жумагулов Б. Т.</i> Выступление на пленарном заседании Республиканского форума ученых, посвященного Дню работников науки	11

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

<i>Жумагулов Б. Т., Данаев Н. Т., Ахмед-Заки Д. Ж., Маткерим Б., Бектемесов А.</i> Модернизация информационной системы анализа разработки нефтегазовых месторождений ИСАР-II	14
<i>Баймухаметов А. А., Мартынов Н. И., Рамазанова М. А., Танирбергенев А. Г., Чупрасов А. А.</i> Особенности формирования нефтегазовых коллекторов в температурном поле	21
<i>Есенгалиева Ж. С.</i> К формированию системы ценностей при отборе научно-инновационных проектов	30
<i>Жунисбеков С., Шевцов А. Н.</i> О некоторых особенностях реализации криптосистемы Эль-Гамалея	35
<i>Сейткулов Е. Н., Татур М. М., Улюкова Г. Б., Сейткулова Ж. Н.</i> Облачные вычисления и проблема безопасности: аутсорсинг алгебраических задач с секретными данными	44
<i>Темирбекова Л. Н.</i> Численное решение двумерного уравнения Гельфанда–Левитана	50

НЕФТЕХИМИЯ

<i>Гусенов И. Ш., Ибрагимов Р. Ш., Шахворостов А. В., Нурахметова Ж., Кудайбергенов С. Е.</i> Поведение разбавленных растворов поли(акриламида) и геллана в водо- и соленасыщенных пористых средах	58
НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ	65

МЕХАНИКА

<i>Королев А. В., Королев А. А., Тюрин А. Н.</i> Механизм распределения комбинированной внешней нагрузки между телами качения в шариковом подшипнике	69
<i>Рахимбекова З. М., Пирназаров М. Н.</i> Защита железных и автомобильных дорог от снежных и песчаных заносов	78
<i>Уалиев Г., Джомартов А.А., Уалиев З.Г.</i> Оптимизация циклограммы механизмов машины-автомата	84

ФИЗИКА

Риттер Д. В., Шекижанов А. Н. Исследование способов возбуждения поверхностных волн 89

Савостин А. А. Автоматизированная идентификация электрокардиосигналов компенсационными методами..... 94

ГОРНОЕ ДЕЛО И МЕТАЛЛУРГИЯ

Демин В. Ф., Маусымбаева А. Д., Демина Т. В., Турсунбаева А. К. Проявления горного давления при анкерном креплении выработок на шахтах Карагандинского угольного бассейна..... 99

Чепуштанова Т. А. Изучение флотационного разделения продуктов обжига пиритсодержащих материалов..... 107

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ 112

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Логанина В. И., Макарова Л. В., Тарасов Р. В., Сергеева К. А. Повышение качества известковых отделочных составов..... 116

Монтаев С. А., Адилова Н. Б., Монтаева А. С. Технология производства лицевого стеновой керамики на основе двухкомпонентного сырьевого состава..... 122

ПРИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Ковальчук И. Ю., Успанова Г. К., Чуканова Н. И., Турдиев Т. Т., Фролов С. Н. Оптимизация клонального микроразмножения некоторых сортов винограда..... 126

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Исмаилов С. Б. Государственная экономическая политика по стимулированию банковского кредитования обрабатывающих отраслей промышленности..... 132

Лухманова Г. К. Влияние интеграции на структуру внешней торговли Республики Казахстан..... 139

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Жумагулов Бакытжан Турсынович (К 60-летию со дня рождения) 144

Кажыбаев Амангельды Кажыбаевич (К 70-летию со дня рождения) 148

Абилев Жарылкасын (К 65-летию со дня рождения) 149

Данаев Наргозы Турсынбаевич (К 65-летию со дня рождения) 150

Измухамбетов Бактыкожа Салахатдинович (К 65-летию со дня рождения) 151

Токтаров Нурлан Зейнелевич (К 65-летию со дня рождения) 152

Бектемесов Мактагали Абдимажитович (К 50-летию со дня рождения) .. 153

Жунусов Талгат Турлыбекович (К 50-летию со дня рождения) 154

ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ 155

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ 160

CONTENTS

THE KEY PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND ENGINEERING ACTIVITY

- Republican forum “Strategy “Kazakhstan-2050”: education-science-innovations, devoted to Scientific workers’ Day 5
- Zhumagulov B.T.* Speech on plenary session of Republican forum of scientists, devoted to Scientific workers’ Day 11

INFORMATION TECHNOLOGIES AND APPLIED MATHEMATICS

- Zhumagulov B.T., Danayev N.T., Akhmed-Zaki D.Zh., Matkerim B., Bektemesov A.* Modernization of information system for analysis of oil and gas fields development - ISAD-II 14
- Baimukhametov A.A., Martynov N.I., Ramazanova M.A., Tanirbergenov A.G., Chuprasov A.A.* Features of oil-and-gas collectors forming in a temperature field 21
- Yesengaliyeva Zh.S.* System of values forming when scientific-innovation projects selecting 30
- Zhunisbekov S., Shevtsov A.N.* Some features of El-Gamal’s cryptosystems realization..... 35
- Seikulov Ye.N., Tatur M.M., Ulyukova G.B., Seikulova Zh.N.* Cloud computing and security problem: outsourcing of algebraic problems with secret data 44
- Temirbekova L.N.* Numerical solution of two-dimensional Gelfand-Levitan’s equation 50

PETROCHEMISTRY

- Gusenov I.Sh., Ibragimov R.Sh., Shakhvorostov A.V., Nurakhmetova Zh., Kudaibergenov S.Ye.* Behavior of diluted solutions of poly(acrylamide) and gellan in water- and salt-saturated porous mediums 58

NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY..... 65

MECHANICS

- Korolev A.V., Korolev A.A., Tyurin A.N.* Mechanism of combined external load distribution between balls in ball bearing 69
- Rakhimbekova Z.M., Pirnazarov M.N.* Railways and roads protection from snow and sand drifts 78
- Ualiyev G., Jomartov A.A., Ualiyev Z.G.* Optimization of cyclogram mechanisms automatic machine 84

PHYSICS

- Ritter D.V., Shekizhanov A.N.* Studying of methods of surface waves excitation 89

<i>Savostin A.A.</i> Automated identification of electrocardiograms by compensation methods	94
MINING AND METALLURGY	
<i>Demin V.F., Mausymbayeva A.D., Demina T.V., Tursunbayeva A.K.</i> Rock pressure manifestations when workings' roof bolting at mines of the Karaganda coal basin	99
<i>Chepushtanova T.A.</i> Studying of floatation separation of roasted products of pyrite bearing materials	107
DO YOU KNOW	112
MATERIALS TECHNOLOGY	
<i>Loganina V.I., Makarova L.V., Tarasov R.V., Sergeyeva K.A.</i> Improvement of quality of lime finishing compositions	116
<i>Montayev S.A., Adilova N.B., Montayeva A.S.</i> Development of effective technology of face wall ceramic production based on two-component raw materials composition	122
FOOD-PROCESSING INDUSTRY	
<i>Kovalchuk I.Yu., Usfanova G.K., Chukanova N.I., Turdiyev T.T., Frolov S.N.</i> Optimization of clonal micro-propagation of some grape varieties	126
ECONOMY and MANAGEMENT	
<i>Ismailov S.B.</i> The ways of the State economic policy development on stimulation of bank lending to manufacturing industry	132
<i>Lukhmanova G.K.</i> Influence of integration on structure of foreign trade of the Republic of Kazakhstan	139
JUBILEE DATE	
Zhumagulov Bakytzhan Tursynovich (To 60-th birthday)	144
Kazhibayev Amangeldy Kazhibayevich (To 70-th birthday)	148
Abilov Zharylkasyn (To 65-th birthday)	149
Danayev Nargozy Tursynbayevich (To 65-th birthday).....	150
Izmukhambetov Baktykozha Salakhatdinovich (To 65-th birthday)..	151
Toktarov Nurlan Zeinelyevich (To 65-th birthday)	152
Bektemesov Maktagali Abdimazhitovich (To 50-th birthday)	153
Zhunosov Talgat Turlybekovich (To 50-th birthday)	154
THE CHRONICLE, EVENTS, FACTS	155
THE INFORMATION ABOUT AUTHORS	160

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 06.06.2013.
Гарнитура Таймс. Формат 70x100 ¹/₁₆.
Уч.-изд. л. 10,8. Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии ТОО «Luxe Media Group»