ҚАЗАҚСТАН ҰЛТТЫҚ ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК

КАЗАХСТАНСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

HERALD

OF THE KAZAKHSTAN NATIONAL ACADEMY OF NATURAL SCIENCES

№ 2/2017

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ

ИНТЕРВЬЮ

СИЛА ДУХОВНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА	Абыкаев Н.А.	4
ИНФОКОММУНИКАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ G-GLOBAL (размещен в разделе о Всемирном конгрессе инженеров и ученых)	Бектурганов Н.С.	6

ПАНЕЛЬНАЯ СЕССИЯ «ИНТЕГРАЦИЯ ТРАНЗИТНОГО И ВОДНОГО ПОТЕНЦИАЛОВ «БОЛЬШОЙ ЕВРАЗИИ». АСТАНИНСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОРУМ- 2017

ФОРМИРОВАНИЕ ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА И РЕАЛИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ СОПРЯЖЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЕАЭС, ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЯСА «ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ» И ГЛОБАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ ВОДОКАНАЛА «ЕВРАЗИЯ»	Спицын А.Т.	11
ПРОЕКТ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПРАВИТЕЛЬСТВАМ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ЕВРАЗИЙСКОГО ТРАНЗИТА ЧЕРЕЗ ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА И РОССИИ	Башмаков А.	17
ТРЕНДЫ ТРЕТЬЕЙ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ПУТИ ПЕРЕХОД КАЗАХСТАНА К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ	Бишимбаев В.К., Лепесов К.К.	17
ОБ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛА «ЕВРАЗИЯ»	Болаев А.В.	19
ОБРАТНЫЙ ГРУЗОПОК ПО «ШЕЛКОВОМУ ПУТИ ЧЕРЕЗ КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ»	Ван Чжуньпан	22
ИНИЦИАТИВА «ОДИН ПОЯС И ОДИН ПУТЬ» И ПРОЕКТ «ШЕЛКОВОГО ПУТИ ЧЕРЕЗ КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ»	Цзянь Гоинь	24
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЗАХСТАНСКУЮ ЧАСТЬ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «ПОРТ ЛЯНЬЮНЬГАН - КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ»	Бектурганов Н.С., Акиянова Ф.Ж., Аталихова А.М., Арыкбаева З.К., Дауылбаев Б.А., Зинабдин Н.Б., Кубеев А.Б., Ткач К.А.	26
УСТОЙЧИВОЕ ПИТЬЕВОЕ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ ЕВРАЗИЙСКОГО ТРАНЗИТНОГО КОРИДОРА	Абсаметов М.К., Муртазин Е.Ж.	31
«ИНТЕГРАЦИЯ ТРАНЗИТНОГО И ВОДНОГО ПОТЕНЦИАЛОВ «БОЛЬШОЙ ЕВРАЗИИ»	Винокуров Е.	34
ОБОСНОВАНИЕ ОЦЕНКИ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННОЙ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ТРАНЗИТНОГО КОРИДОРА «ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ ЧЕРЕЗ КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ» НА КАЗАХСТАНСКОМ УЧАСТКЕ	Садыкова А.Б., Степаненко Н.П., Бектемиров А.К..	37

ВСЕМИРНЫЙ КОНГРЕСС ИНЖЕНЕРОВ И УЧЕНЫХ WSEC-2017 НА ТЕМУ «ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО: ИННОВАЦИОННЫЕ СЦЕНАРИИ И МЕТОДЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ» EXPO 2017 ASTANA

ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО: ГЛОБАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ ПОИСК	Абыкаев Н.А.	45
ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ – КЛЮЧЕВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕХОДА К «ЗЕЛЕНОЙ» ЭКОНОМИКЕ	Кортов С.В.	47
«ЗЕЛЕНАЯ» ЭКОНОМИКА КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАЗАХСТАНА	Алинов М.Ш.	52

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ - ВОДОРОДА ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА - МЕТАНА И ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ - БИОЭТАНОЛА	Досумов К. , Ергазиева Г.Е.	55
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ «ЗЕЛЕНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДОВ	Шаповалов Ю.А., Тулеуханов С.Т., Ткачева Г.Д., Наурызбаев М.К.	59

СТАТЬИ КАЗАХСТАНСКИХ УЧЕНЫХ

СОВРЕМЕННАЯ ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ИНДУСТРИАЛЬНО-ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	Валиев Х.Х.	67
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ SAP НА КРУПНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ	Медетов Н.А., Губенко И.Н.	70
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ	Батырбеков Э.Г., Витюк В.А.	75
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОСНОВАНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО УЧАСТКА АВТОДОРОГИ	Айбульдинов Е.К., Газизова А.Д., Сайбулатова С.С., Кожабеков Д.Б., Иваницкая Л.В., Мымрин В.А.	81
РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ ИГР	Иркимбеков Р.А., Мурзагалиева А.А., Жагипарова Л.К., Витюк Г.А.	87
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РОТАЦИОННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	Нукешев С.О., Гайфуллин Г.З., Амантаев М.А.	92
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ИЛОВЫМИ ОСАДКАМИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА С ЦЕЛЬЮ ИХ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ	Сапаргалиев Е.М., Демченко А.И., Аубакиров Е.М. , Серебряников С.А.	95
ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СОШНИКА ЗЕРНОТУКОВОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОДПОЧВЕННО-РАЗБРОСНОГО ПОСЕВА	Нукешев С.О., Какабаев Н.А.	99
ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ЖИДКИХ СРЕД	Кучин В.Н., Юрченко В.В., Калинин А.А.	102
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКОВО - РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА РУДНОМ АЛТАЕ	Ганженко Г.Д., Сапаргалиев Е.М.	106
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОТОТИПА КОРИУМА РЕАКТОРА НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ	Скаков М.К., Мухамедов Н.Е., Дерявко И.И.	113
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАЗАХСТАНСКОГО УЧАСТКА ШЕЛКОВОГО ПУТИ ЧЕРЕЗ КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ» И АНАЛИЗ СВЯЗАННЫХ С НИМИ РИСКОВ	Фазылов Е.М., Приходько Д.Е., Мусина Э.С.	118
СЫРЬЕВЫЕ БАЗЫ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ МАРГАНЦЕВЫХ СПЛАВОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ	Исагулов А.З., Саркенов Б.Б.	124
СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ CVD НА ПОВЕРХНОСТИ ГИДРОФОБНОЙ ЗОЛЫ СЛАНЦА	Ермағамбет Б.Е., Казанкапова М.К., Абулгазина Л., Касенова Ж.М.	128
Hybrid metal-oxide/polymer light-emitting diodes employing Al_2O_3 as a hole blocking buffer layer	Nurlan Tokmoldin, Saif A. Haque, Donal D.C. Bradley, Serekbol Tokmoldin	132
ПОЗДРАВЛЕНИЯ		136
ОБЪЯВЛЕНИЕ		138

АБЫКАЕВ Н.А.

Президент Казахстанской национальной академии естественных наук, доктор экономических наук, академик.

СИЛА ДУХОВНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА

Фундаментальная статья Президента страны, Лидера нации Нурсултана Абишевича Назарбаева **«Взгляд в будущее: модернизация общественного сознания»** является абсолютно закономерным и логическим продолжением его стратегических разработок в сфере определения направлений и практических действий в целях всестороннего развития Казахстана.

Как известно, для всех слоёв казахстанского общества реально мобилизующими и консолидирующими стали стратегии «Казахстан - 2030» и «Казахстан - 2050». Это поэтапно выстроенные «окна возможностей», которые последовательно воплощаются в экономике, в сферах политической и социальной жизни, а также - в образовании, здравоохранении, культуре.

Из выстроенных Елбасы стратегий органично вытекают им же предложенные новые концепции и программы находящие широчайший отклик во всех слоях населения страны. Всем известны и всенародно воплощаются пять институциональных реформ, необходимостью времени является идея создания Общества всеобщего труда, важную цель преследует «Доктрина национального единства». Органично этот комплекс дополняет и концепция модернизации общественного сознания.

Это насущная необходимость сегодняшнего дня, залог успешности всех наших реформ. Иначе и быть не может, поскольку идеи, получающие закрепление в общественном сознании - не просто отражение действительности, это и её реорганизация в соответствии с динамично меняющимся миром. По классическому определению общественное сознание представлено в различных формах. Это экономическое сознание, политическое, правовое, нравственное, религиозное, эстетическое, научное, философское и находящее отражение в других формах.

Причём, они выражаются не в раз и навсегда определённых, застывших категориях. Происходящие сейчас изменения более глубоки и масштабны, чем они были когда-либо раньше. И сам этот процесс постоянно ускоряется. Об этом не раз говорил наш Президент, включая форумы самого высокого уровня, имея в виду тенденции мирового развития и потребности нового мироустройства.

Именно поэтому сегодня возникает насущная необходимость модернизации общественного сознания, разумного и современного управления им: индивидуальным, групповым, национальным. Поэтому все государственные, научные и общественные социальные институты, должны сейчас ориентироваться на решение принципиально иной задачи - на изменение восприятия этого мира, выработку принципиально новых подходов к строительству нашего общества в новых мировых реалиях.

Это принципиально новая целевая установка для нашего депутатского корпуса. В решение и разработку конкретных программ и проектов по данным темам обязан включиться и наш научный мир, включая Казахстанскую национальную академию естественных наук.

Нужно особо обратить внимание на то, что не напрасно из огромного комплекса решаемых в настоящее время проблем и задач, в новом труде нашего Президента, особо выделена духовная, идейно-нравственная и общекультурная сфера. Их основополагающая содержательная идея - **созидание будущего страны и судьба народа.** Совершенно точно мож-

но проследить последовательность и цельность поставленных задач. Это - создание необходимых условий, для реализации намеченных масштабных экономических, социально-политических программ в поле общекультурных, цивилизационных парадигм, что обеспечит вхождение Казахстана в число 30-ти самых развитых государств мира уже в скором времени.

Без обращения к социокультурной сфере, ориентированной на укрепление единства нации и общественного согласия, воспитание казахстанского патриотизма, а также развитие казахстанского культурного кода, основанного на синергии многообразия культур и духовных традиций этносов страны, это сделать будет невозможно.

Одной из самых важных страновых характеристик в мире уже сейчас является интеллектуальный потенциал и рост его уровня среди населения. Причем важно не только само знание, но и форма, в которой оно излагается, и способ, каким оно используется для принятия решений. Соответственно, для любого государства крайне важно иметь функцию производства интеллектуальной продукции.

Бесспорно, что образование - самый фундаментальный фактор успеха. От образованности и конкурентоспособности нации зависит ее успех. Поэтому, как и призывает Президент, все ответственные ведомства, вся общественность обязаны содействовать обеспечению перехода на новый уровень качества обучения на всех ступенях образовательного процесса, создания системы образования, способной стать мощным плацдармом для интеллектуального прорыва во всех сферах жизнедеятельности, и особенно, для технологического прорыва.

Возьмём лишь два важных аспекта. В нашу жизнь уверенно входят понятия «информационное общество» и «информационные технологии». Не вдаваясь в подробности можно сказать, что их основными проводниками и, одновременно, пользователями будут образовательные учреждения, в первую очередь, высшие. Подготовка к этому этапу в нашей стране уже началась. Но в свете поставленных задач предстоит тщательно изучить систему информационных воздействий на духовный мир человека в современном обществе. Эйнштейн говорил: «Как много мы знаем и как мало мы понимаем». То есть, в научном и практическом ракурсе наши усилия должны быть направлены на сокращение дистанции огромного размера - между способностью «знать» и способностью «понимать и действовать». При этом мы должны понимать насколько безопасны сами информационные воздействия. Где порог, за которым и они станут наносить вред? Способно ли отдельное государство или даже мировое сообщество своевременно отреагировать на вызовы, например, экстремизма и терроризма в наше время. А ведь это мы не просто наблюдаем, а испытываем прямо сейчас.

Нужно учитывать, что информационная безопасность в сфере национальной культуры, лингвистики по своей значимости выходит сегодня на первый план. Язык - основа культуры, интеллектуальной жизни любого народа. Их деградация будет неизбежной, если информационные воздействия в нашем лингвистическом пространстве не будут контролироваться и регулироваться. Без своей культуры, без языка, без их совершенствования невозможно развитие в других сферах деятельности, невозможно успешное создание самого информационного общества.

Есть такая особенность глобального информационного общества - абсолютное большинство его технологий, причём, практически во всех сферах, создаётся на английском языке. Поэтому широкое и качественное освоение английского и других иностранных языков, особенно для подготовки инженерных специалистов, потребность в которых стремительно растёт, приобретает особую значимость. Английский язык, как и другие языки. Как следует из взятой нами на вооружение программы трёхъязычия, – это продуктивная международная коммуникация в среде любой избранной специальности и заслуживает того, чтобы стать стандартом высшего и любого специального образования.

Еще одним важным предложением является создание программы «Новое гуманитарное знание. 100 новых учебников на казахском языке» по общественным и гуманитарным наукам. Уникален и проект «Духовные святыни Казахстана». Каждый объект культурного наследия имеет сакральное значение для каждого гражданина Казахстана. Глава государства нацеливает нас на умение видеть и ценить уникальность природы и культуры собственной страны, начиная с истоков - с любви к своей малой родине. И как правильно им подчёркнуто, верный путь к этому от освоения понятий от «Туған жер» к более широкому - «Туған ел».

Несомненно, общегосударственное значение будет иметь и разработка концепции «Современная казахстанская культура в глобальном мире». Огромное познавательно-воспитательное значение будет иметь проект «Сто новых лиц», который призван показать обществу реальных творцов страны нашего времени.

Но одно из главных положений, на мой взгляд, в предложенной концепции модернизации общественного сознания то, что она должна нести новую волну оптимизма. Всем понятно, что оптимизм - это состояние души людей, мечтающих, желающих и умеющих не просто менять обстоятельства, но и создавать их. Оптимизм - социальная функция здорового общества. А мы призваны для того, чтобы таковое создавать и укреплять.

Нуртай АБЫКАЕВ,
Президент Казахстанской
национальной академии естественных наук,
Депутат Сената Парламента
Республики Казахстан

БЕКТУРГАНОВ Н.С.

Первый вице-президент КазНАЕН, д.т.н., профессор, академик НАН РК

Автор более 500 публикаций (в Казахстане, России и в странах дальнего зарубежья), в том числе 13 монографий, 80 изобретений, в том числе 5 международных патента (Франция, Германия, Великобритания, Евразийский)

ИНТЕРВЬЮ ИНФОКОММУНИКАТИВНОЙ ПЛОЩАДКЕ G-GLOBAL

(РАЗМЕЩЕН В РАЗДЕЛЕ О ВСЕМИРНОМ КОНГРЕССЕ ИНЖЕНЕРОВ И УЧЕНЫХ)

Руководителя Блока 2 «Баланс энергетической трилеммы: безопасность, доступность и экологическая устойчивость» Всемирного Конгресса инженеров и ученых, Первого Вице-Президента Казахстанской национальной академии естественных наук академика Бектурганова Нуралы Султановича

Вопрос: Нуралы Султанович, сейчас полным ходом идет подготовка к важнейшему для Казахстана мероприятию - Международной выставке ЭКСПО-2107 под девизом «Энергия будущего». В этой связи настолько ли приоритетно для Казахстана, имеющего немалые прогнозные запасы углеводородов, развитие альтернативной энергетики?

Сегодня весь мир осознал необходимость максимально полного использования наиболее распространенных источников возобновляемой энергии – это традиционно энергия ветра, солнца, геотермальные воды и альтернативные источники энергии, такие как твердотопливные элементы. Казахстану, как обладателю уникальных природных богатств, просто необходимо осваивать и развивать эти технологии. Наличие кремния в стране позволит нам осваивать солнечную энергетику. Редкоземельные металлы такие как рений, селен, галлий и т.д. имеют ключевую роль в производстве материалов для высокотехнологических сфер потребления, таких как электронная отрасль, информационные технологии, биомедицина, энергосбережение и, что касается энергетики - создания твердотопливных элементов. Наша задача как ученых разработать технологии извлечения этих металлов из земли и производственного применения в экономике.

Перспективные направления в энергетике для ученых это разработка технологий выработки электроэнергии без использования углеводородного сырья или минимизации его использования. Самыми актуальными направлениями (трендами) сейчас являются чистые источники энергии, энергосберегающие технологии, альтернативная энергетика.

Это позволит перейти с технологий простого сжигания органических ископаемых топлив на технологии одновременного использования с этим неограниченных запасов возобновляемой экологически безопасной энергии.

Поэтому формирование нового высокотехнологичного энергетического кластера страны с включением в него возобновляемых источников энергии является приоритетной задачей. Это направление определит в среднесрочной и долгосрочной перспективе не только энергетическую безопасность Казахстана, но и позволят обеспечить интенсивное развитие экономики в целом.

Вопрос: Казахстанская национальная академия естественных наук, является в стране одной из ведущих научных объединений ученых. В этой связи, что бы Вы могли сказать об академии в подготовке ЭКСПО-2107?

Как известно, главная тема этой выставки: «Энергия будущего». Она предложена Президентом Казахстана Н.А.Назарбаевым и вытекает из многих его инициатив, выдвинутых в предыдущий период. В частности, на саммите ООН по устойчивому развитию «РИО+20» в 2012 году он предложил инициативы, которые стали обобщением его многолетней работы по разработке «Глобальной энергоэкологической стратегии» и программы «Зелёный мост». И они получили поддержку мирового сообщества.

Естественно, наша академия не могла остаться в стороне от этой глобальной проблемы. Ещё на стадии подготовки к «РИО+20» были разработаны и реализованы две научно-технические программы: «Развитие возобновляемой энергетики в Республике Казахстан на 2008-2010 годы» и «Научно-технологическое обеспечение развития энергетического сектора экономики Республики Казахстан (возобновляемые источники энергии, энергосбережение) на 2011-2014 годы». По итогам их реализации была разработана Концепция «Стратегии устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года», которая была одобрена Коллегией Министерства энергетики Казахстана и принята к реализации.

С учетом поставленной Главой государства задачи обеспечения прорыва в области инноваций, возобновляемой энергетики и энергосберегающих технологий, ученые КазНАЕН инициировали в свое время разработку научно-технической программы «Разработка чистых источников энергии Республики Казахстан в рамках ЭКСПО - 2017». В настоящее время они готовятся представить, разработанные в рамках программы проекты на выставке в виде демонстрационных действующих установок, макетов с применением интерактивных IT-технологий.

Ежегодно на территории СЭЗ «Астана» КазНАЕН и АО «НТЦ «Парасат» проводятся выставки с целью демонстрации готовности проектов казахстанских ученых к ЭКСПО-2017. Проекты были представлены руководству заинтересованных министерств энергетики, образования и науки, АО НК «Астана-ЭКСПО», АО «Самрук-Энерго», АО «Самрук Green Energy» и получили одобрение.

Кроме того, в рамках подготовки к ЭКСПО-2017 мы сотрудничаем с ведущими международными компаниями в сфере возобновляемой энергетики, такими как RENA (компания по выпуску солнечных панелей), Martin International (Канада), NanoSi Advanced Technologies, Inc (США), Китайским научным центром Международной Евразийской академии наук. Также участвуем на различных международных выставках посвященных «зеленой» энергетике, в частности, в 2015 году - на международном саммите в г. Абу Даби (ОАЭ), темой которой была «Развитие возобновляемой энергетики».

Кстати отметить, в программе ЭКСПО-2017 планируется проведение Всемирного Конгресса учёных и инженеров, на котором наша академия является ответственным за проведение мероприятий объединенных в **Блок 2** под названием **«Баланс энергетической трилеммы: безопасность, доступность и экологическая устойчивость».** Полагаю, что они станут интереснейшими и взаимно полезными площадками для дискуссии и обмена опытом между учеными на ЭКСПО-2017.

Вопрос: Как видно из тематики Вашего Блока, в ходе его работы планируется рассмотрение широкого круга вопросов. Что Вы можете сказать об актуальности понятия «баланс энергетической трилеммы», составляющей название Блока?

Концепция устойчивого развития появилась за счет объединения трех основных систем роста – экономической, социальной и экологической. Всемирный энергетический совет (ВЭС) в своем докладе на 22-ом Всемирном энергетическом Конгресса (WEC-2013) в Южной Корее впервые назвал это словом **«трилемма»**, подчеркивая сложность переплетающихся связей между этими тремя целями. При этом под социальным равенством понимается физическая и экономическая доступность энергии для всего населения. В своем докладе 2011 года «Политики для будущего» ВЭС отмечал, что ни одна страна в мире пока не достигла идеального баланса этих трех составляющих энергетической устойчивости.

Эта проблема также актуальна и для Казахстана, т.к. энергетический сектор страны является одним из ведущих звеньев социально-экономической жизни страны. В данном секторе производится значительная часть промышленной продукции, и страна в значительной степени развивается за счет экспорта энергоносителей. В связи с этим очень важно определить основную стратегию устойчивого развития энергетики на длительный срок. Переход к экологической экономике и экономике устойчивого развития связан с ростом производства и потребления природных ресурсов, их истощением, деградацией и их невосполнимостью, что, в свою очередь, негативно влияет на социальное развитие государства. Для Республики Казахстан переход к устойчивому развитию является насущной необходимостью. В основе многих социально-экономических проблем Республики Казахстан лежит исторически сложившийся дисбаланс, когда страна потребляет ресурсы непропорционально по сравнению с их производством.

Поэтому рассмотрение взаимосвязанных факторов указанной трилеммы на секционных заседаниях нашего Блока 2 мы считаем весьма актуальной для устойчивого развития энергетики Казахстан.

Вопрос: С учетом главной тематики ЭКСПО-2017, что можно сказать о роли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в решении упомянутой «энергетической трилеммы»?

Экологическая составляющая увязывается с решением энергетической трилеммы, главным образом, с сокращением выбросов парниковых газов, сокращением объемов энергетической бедности, расширением доли применения возобновляемых источников энергии.

По мере увеличения производства энергии традиционными источниками, количество экологических проблем в мире будет возрастать. Данная проблема говорит о целесообразности широкого использования **экологически чистых возобновляемых источников энергии**.

В настоящее время каждая страна активно ведет работы по решению энергетических проблем, исходя из наличия запасов первичных источников энергии, тенденций развития и ориентации экономики, экологической ситуации в стране и других факторов.

Сегодня, когда весь мир уделяет значительное внимание возобновляемым и альтернативным источникам энергии, Казахстан обладает существенным потенциалом по этим видам энергии ввиду своего уникального географического положения, широкими возможностями использования ветровой и солнечной энергии.

Оценивая сегодняшнюю ситуацию в мире, ярко выделяется факт поступательного увеличения всеми развитыми странами инвестиций в альтернативные и «зеленые» энергетические технологии.

Следует отметить, что Казахстан является одним из ключевых элементов глобальной энергетической безопасности. Президент государства Нурсултан Назарбаев – Лидер Нации в своем ежегодном Послании народу Казахстана отметил, что уже к 2050 году применение возобновляемых источников энергии должно генерировать до 50% всей потребляемой энергии. «Очевидно, что постепенно подходит к своему концу эпоха углеводородной экономики. Наступает новая эра, в которой человеческая жизнедеятельность будет основываться не только и не столько на нефти и газе, сколько на возобновляемых источниках энергии», - сказал Глава государства.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в течение последних лет позиционируются Казахстаном в качестве одного из векторов развития энергетического комплекса. Об этом свидетельствуют и усиление внимания к процессу их внедрения со стороны государства и ряда бизнес структур. Однако, формирование устойчивого комплекса ВИЭ в Казахстане обуславливает значительные финансовые и технологические вливания при непосредственном участии государства, без которых возобновляемая энергетика останется на фактически нулевом уровне.

Кроме экологических преимуществ имеются и существенные экономические выгоды. В частности, использование ВИЭ для выработки и поставки электроэнергии в существующие сетевые энергосистемы может быть экономически оправданным в энергодефицитных районах Казахстана. При этом именно возобновляемая энергетика может стать ключевым фактором развития отдаленных регионов страны.

Определенные надежды можно связывать с принятием в течение последних нескольких лет законодательной базы и ряда отраслевых программ, которые нацелены на поддержку ВИЭ.

Уже сейчас можно говорить о повышении интереса со стороны инвесторов, в том числе и иностранных (прежде всего Китай и Германия), к проектам ВИЭ в Казахстане, в связи принятием ключевых положений республиканской законодательной базы.

Казахстан первым из центральноазиатских государств разработал стратегию перехода к низкоуглеродной экономике, уделяющей место и ВИЭ.

Вопрос: Нуралы Султанович, наверняка многие ученые и специалисты желали бы принять участие в работе вашего Блока. Поэтому было бы интересно более подробно узнать о тематике предстоящих секционных заседаний Блока 2, проводимых КазНАЕН?

В соответствии с решением Оргкомитета Конгресса от 24 мая 2016 года КазНАЕН была определена ответственным организатором проведения Блока 2 «Баланс энергетической трилеммы: безопасность, доступность и экологическая устойчивость», соруководителем которого также является академик КазНАЕН Председатель Правления Самрук-Энерго Саткалиев Алмасадам Майданович.

За прошедший период нами была проведена определенная подготовительная работа по организации в рамках Блока 2 тематических секций в формате круглых столов по наиболее приоритетным направлениям отраслей экономики и их научного обеспечения, в ходе которых эксперты и ученые в области энергетики поделятся своими взглядами и мнениями с участниками Конгресса инженеров и ученых.

Созданы три тематические секции, ответственными организациями-исполнителями которых являются: АО «Самрук-Энерго», Центр физико-химических методов исследований и анализа КазНУ им.аль- Фараби, Институт химии угля и технологий, Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (КазНИИМЭСХ).

В первой секции «Энергия будущего – перспективы развития глобальной энергетики», модератором которого является советник Председателя правления АО «Самрук-Энерго» Тузельбаев М.Н. будут обсуждаться вопросы управления энергетикой в условиях перехода к «зеленой экономике», а также инфраструктуры и повышения энергоэффективности энергетической отрасли.

На секции на данном этапе планируется выступления наряду с отечественными специалистами, 15-ти зарубежных докладчиков. Это ученые ведущих вузов и научных организаций из США («Stanford University»), Японии (Токийский Университет), России (Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, НИУ «Высшая школа экономики»), эксперты и специалисты банковской сферы (Всемирного Банка, Азиатский Банк Развития), представители бизнеса (Primus Power Corporation, ТОО «Богатырь Комир») и региональных подразделений ООН, USAID по Центральной Азии.

Во второй секции «Зеленые технологии – решение энергетической проблемы», модератором которого является академик Науырзбаев М.К. пока заявлено участие 17 отечественных и российских ученых и специалистов.

Круг обсуждаемых здесь вопросов будет касаться:

- «Зеленых технологии» и областей их применения;
- Развития «зеленой» аналитической химии и комплексной переработки угля;
- Новых технологий в охране окружающей среды;
- Современных методов анализа и их использования в мониторинге окружающей среды;
- Экологии космодрома Байконур;
- Применения сверхкритических технологий в утилизации отходов промышленности, в фармацевтике и в нефтяной промышленности.

И наконец, в третьей секции, «Система энергоообеспечения в сельском хозяйстве и ее влияние на эколо-

гию», модератором которого является генеральный директор КазНИИМЭСХ, академик АСХН РК Кешуов С. А., планируется рассмотреть ряд приоритетных вопросов агропромышленного комплекса, таких как:

- Проблемы энергоснабжения, энергосбережения и энергоэффективности в сельском хозяйстве;
- Энергосберегающие и энергоэффективные технологии в сельском хозяйстве;
- Мобильная энергетика в сельском хозяйстве;
- Возобновляемые источники энергетики в сельском хозяйстве;
- Влияние сельской энергетики на экологию;
- Информационно-коммуникационные системы в сельском хозяйстве.

На сегодня на участие в работе секции заявлено более 45 отечественных и зарубежных специалиста.

В заключении, хотелось отметить, что настоящее время руководителями указанных секций Блока 2 продолжается работа по организации приглашения специалистов и экспертов для участия в работе секций и формирование списка участников и тематики их докладов на секциях. Важно заранее участникам зарегистрироваться на сайте Конгресса.

Вопрос: Вы сказали, что разработки казахстанских ученых КазНАЕН будут представлены на Международной выставки ЭКСПО – 2017, каким направления энергии будущего они посвящены?

Как я уже отметил целью упомянутой выше программы «Разработка чистых источников энергии Республики Казахстан в рамках ЭКСПО – 2017» является разработка и создание казахстанскими учеными чистых источников энергии с последующей презентацией на ЭКСПО - 2017 в виде демонстрационных опытных образцов, макетов и установок.

Проекты реализуется по следующим таким направлениям возобновляемой энергетики, как: солнечная, ветровая, водородная, геотермальная, гидроэнергетика, а также и энергосбережение.

Остановлюсь лишь на некоторых их них. Так, к примеру, ветроэнергетическая установка нашего ученого Буктукова Н.С. имеющая форму овала, что увеличивает обтекаемость конструкции и предназначена к суровым погодным условиям Республики Казахстан. Он не имеют аналогов в мире, можно сказать, что это казахстанское ноу-хау.

Будут показаны разработки по созданию низкотемпературных наноразмерных твердооксидных топливных элементов, такой опытный образец с размером спичечный коробок может обеспечить энергией целый двухэтажный дом.

Также нашими учеными создан автономный светодиодный источник уличного и паркового освещения со встроенными системами видеонаблюдения и обнаружения взрывоопасных веществ с улучшенными техническими характеристиками. Данная система относится к автономным системам обеспечения безопасности, и может быть использована соответствующими государственными силовыми структурами и подразделениями на открытой местности в местах массового скопления людей (парки, аллеи, площади, стадионы, аэропорты, вокзалы и пр.).

Совместно с учеными ТОО «НТО «Плазмотехника» была создана установка по плазмохимической переработки твердых отходов. Новизна проекта заключается в использовании плазменных устройств нового поколения для утилизации промышленных и бытовых отходов.

В рамках данной программы совместно с ТОО «ТаСКо – Алатау» разработана технология получения и использования водорода для выработки тепловой и электрической энергии, что является новым направлением в сфере «зеленой» энергетики.

Наши разработки предназначены для людей, которые хотят сэкономить на электро и теплоэнергии, при этом они могут быть использованы в отдаленных населенных пунктах, где нет электрических сетей, горячей воды.

Эти и другие проекты казахстанских ученых посетители ЭКСПО-2017 могут увидеть уже в июне посетив специализированные павильоны.

«ҮЛКЕН ЕУРАЗИЯ» ТРАНЗИТТІК ЖӘНЕ СУ ӘЛЕУЕТТЕРІНІҢ ИНТЕГРАЦИЯСЫ»

панелдік сессиясының бағдарламасы

Ұйымдастырушылар:
Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі,
Қазақстан ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясы
G-Global Халықаралық Хатшылығы

Program of the panel session
INTEGRATION OF THE “GREAT EURASIA” TRANSIT AND WATER POTENTIAL

Organizers:
Ministry of Education and Science of Republic of Kazakhstan,
Kazakhstan National Academy of Natural Sciences
G-Global International Secretariat

Программа панельной сессии
«ИНТЕГРАЦИЯ ТРАНЗИТНОГО И ВОДНОГО ПОТЕНЦИАЛОВ «БОЛЬШОЙ ЕВРАЗИИ»

Организаторы:
Министерство образования и науки Республики Казахстан Казахстанская национальная академия естественных наук
Международный Секретариат G-Global

Астана, 2017

СПИЦЫН А.Т.

ФОРМИРОВАНИЕ ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА И РЕАЛИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ СОПРЯЖЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЕАЭС, ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОЯСА «ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ» И ГЛОБАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ ВОДОКАНАЛА «ЕВРАЗИЯ»

СПИЦЫН А.Т.

Профессор Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, директор Института стратегических исследований интеграционных проблем ЕАЭС, Вице-президент РАЕН, почетный академик КазНАЕН

Аннотация. Рассмотрены проблемы «Большой Евразии», китайского глобального проекта для Евразии, глобального проекта водоканала «Евразия» как крупных интеграционных мегапроектов XXI века. Стратегии сопряжения развития Евразийского экономического союза и строительства экономического пояса «Шелковый путь» показаны в аспекте возрождения экономики Великого шелкового пути. Формирование транзитного и водотранспортного потенциала сочетается с энергетикой обеспечения, соединяя страны АТР с Европой и Ближним Востоком.

Ключевые слова: «Большая Евразия», евразийский трансконтинентальный коридор, перспективы глобального проекта водоканала «Евразия», сопряжение развития ЕАЭС и строительства экономического пояса «Шелковый путь», интеграционный потенциал Евразии в XXI веке.

Spitsyn A., professor of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Director of the Institute EAEU strategic research, Vice President of Russian Academy of Natural Sciences

FORMATION OF TRANSIT POTENTIAL AND IMPLEMENTATION OF THE STRATEGY FOR THE EAEU DEVELOPMENT STRATEGY AND THE ECONOMIC BELT “THE SILK ROAD” AND THE GLOBAL PROJECT OF THE “EURASIA” VODOKANAL

Annotation. The problems of “Big Eurasia”, the Chinese global project for Eurasia, the global project of the “Eurasia” water channel as major integration mega-projects of the XXI century are considered. Strategies for linking the development of the Eurasian Economic Union and the construction of the economic belt “Silk Road” are shown in the aspect of the revival of the economy of the Great Silk Road. The formation of transit and water transport potential combind with energy supply, connecting the APR countries with Europe and the Middle East

Tags: “Greater Eurasia”, the Eurasian transcontinental corridor, the prospects of the global project of the Eurasia water supply channel “, the interface of the development of the EEA and the construction of the economic belt” Silk Road “, the integration potential of Eurasia in the 21st century

«Большая Евразия» –глобальный интеграционный проект XXI века. Президент Республики Казахстан Н.А.Назарбаев, выступая на саммите в рамках мероприятий 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН

(27 сентября 2015 г.), отмечал значение «Большой Евразии» как интеграционного проекта XXI века. Объединяя Евразийский экономический союз, Экономический пояс Шелкового пути и Европейский союз, этот Проект – возрождение на современном этапе экономики Великого шелкового пути, возможности сокращения транзита из Азиатско-Тихоокеанского региона в Европу, соединения АТР с Европой и Ближним Востоком.

Реализация интеграционного проекта XXI века происходит в условиях геополитического режима «с обострением», жесткого проявления многомерного финансово-экономического кризиса, включая непредказуемость мировых торговых и финансовых рынков. Это как негативно влияет на экономику стран СНГ и ЕАЭС, так и проявляется в развитых странах, где нарастают социальные проблемы, усиливается рост безработицы и вопросы беженцев не только из зон военных конфликтов, но и других государств. В этом плане без взвешенных государственных мер и без новых институциональных решений сложно рассчитывать на реальное улучшение в экономике и социальной сфере.

На этапе обострения экономического кризиса Президент Казахстана выдвинул реализуемую программу «Нурлы жол» как государственную меру и реальный механизм обеспечения устойчивого развития экономики страны на предстоящий период. Программа связана с реализацией Стратегии «Казахстан-2050» как и План нации «100 конкретных шагов по реализации пяти институциональных реформ».

Роль Казахстана в качестве связующего звена возрождающихся трансконтинентальных путей будет возрастать с модернизацией производства на базе новейших инноваций и высоких технологий. Новая индустриализация многих предприятий повышает внутренний спрос с его ориентирами на рынки ближнего и дальнего зарубежья. Благодаря «зеленому» коридору для иностранных инвесторов, получает развитие сфера строительства, которая переходит на систему еврокодов, а в конкурентную среду передано 50% экспертных работ по строительству. По программе «Нурлы жол» затраты на инфраструктурные проекты планируются в объеме 14 млрд.долларов, притом более 30% – из международных финансовых институтов. Будет создано около 400 тыс. новых рабочих мест, притом 70 тыс. вакансий – на строительстве магистрали Западная Европа – Западный Китай. Все это будет работать на создание инновационной экономики и нового инфраструктурного базиса страны. В рамках Экономического пояса Шелкового пути отрабатываются три базовых транзитных коридора из КНР в ЕС. Первый – это мультимодальный коридор через территорию Казахстана и России, второй – железнодорожный путь через Монголию и Россию, третий – через Пакистан по маршруту Кашгар (КНР) – порт Гвадар (Пакистан).

Возрастающее значение евразийской интеграции и глобальный проект Китая для Евразии. Как известно, Китай выступил с инициативой о создании международного «Экономического пояса Шелкового пути», был сформирован инвестиционный фонд в 40 млрд. долларов, средства которого будут вложены в проекты наземного и морского Шелкового пути. В связи с этим Китай активно налаживает сотрудничество со странами Евразийского экономического союза. Так, Россия и Китай (08.05.2015 г.) выработали соглашение «О сотрудничестве по сопряжению строительства Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и Экономического пояса «Шелковый путь». Предполагается, что на начальном этапе будут участвовать 20 государств, удельный вес которых в общемировом ВВП – 25%. Экономический пояс Шелкового пути означает как транзит товаров и услуг, так и крупномасштабное инвестиционное сотрудничество и создание новых предприятий на базе предпринимательства. В этом плане прорабатываются с КНР вопросы строительства многоотраслевых производственных объектов, инвестируемых Китаем в Казахстан.

Китайский проект Экономического пояса Шелкового пути (ЭПШП) является важнейшей инициативой КНР, затрагивающей различные области развития многих государств и целых регионов мира: экономики и финансов; безопасности социокультурных и цивилизационных аспектов. Проект Великого шелкового пути является мощным объединяющим фактором для государств с таким разным уровнем экономического потенциала, как страны Центральной Азии, КНР и Пакистан[1]. Китай выступает как экономический и финансовый лидер для стран региона, проводя активную политику, предлагая собственные решения в ответ на региональные вызовы.

Основным драйвером развития ЭПШП для Китая попрежнему являются экономические интересы: необходимость обеспечения собственной экономики сырьем, производимой продукции – рынками сбыта, а рабочей силы – работой, так как в самом Китае во всем этом наблюдается нехватка, единственная возможность – на рынках соседних государств. Китай стремится прежде всего к продвижению его экономических интересов, развитию торгово-экономического сотрудничества с ближними и дальними соседями, а также обеспечению безопасности в регионе, особенно в свете растущей террористической угрозы в самой КНР. Проект ЭПШП призван обеспечить китайские экономические интересы в этих странах и регионах через содействие их экономическому развитию[2]. Экономические приоритеты Китая в регионе – обеспечение продвижения китайских товаров и реализации стратегии «мягкой силы» с помощью инвестиционного и торгового сотрудничества для нейтрализации опасений китайской экспансии и создания благоприятного общественного фона для коммерческих проектов. В целом Китай рассматривает ЭПШП как комплексный план по продвижению своих интересов в мире в целом, и прежде всего в пограничных регионах. Эти интересы на официальном уровне рассматриваются как совпадающие с интересами партнеров, способствуют укреплению региональной безопасности и стабильности.

Реализация Экономического пояса Шелкового пути осуществляется на фоне роста интереса к потенциалу Евразии. На этой территории возникло несколько новых проектов – ЕАЭС, существующие получили второе дыхание, в первую очередь – Шанхайская организация сотрудничества.

---

1 Китайский глобальный проект для Евразии: постановка задачи (аналитический доклад). М.: Научный эксперт, 2016. С. 5.

2 Там же. С. 6.

Китайские интересы по большей части совпадают с интересами России и Центральной Азии. Они, как и Китай, заинтересованы в собственном экономическом развитии, политической стабильности. Китай, не навязывая политических условий при осуществлении торгово-экономического сотрудничества, представляет собой важнейшую опору в противостоянии попыткам Запада вести политику «смены режимов», подрывающим региональную безопасность и политическую стабильность.

Вместе с тем, осуществляя инвестиции, Китай порой обусловливает их использованием его собственных технологий и рабочей силы, не во всех случаях китайские компании соблюдают местное природоохранное законодательство и т.п. Однако все эти вопросы можно регулировать, и китайские компании и госструктуры адекватно воспринимают аргументы партнеров. Так, свидетельством этого является согласие Китая на сопряжение ЭПШП и ЕАЭС. Несмотря на отрицательные заключения многих китайских экспертов, руководство страны пошло на сопряжение, очевидно восприняв российские аргументы о том, что сотрудничать с единым таможенным пространством ЕАЭС по ряду направлений проще и выгоднее, чем на двусторонней основе с каждым из членов объединения. В решении проблем обеспечения безопасности экономических проектов ЭПШП растет интерес к идеям российских экспертов о разделении труда в деле сопряжения, в соответствии с которым Россия займется вопросами безопасности, ЕАЭС – нормативной базой сотрудничества, а Китай – по преимуществу инвестициями в инфраструктуру и развитие. В нынешней геополитической ситуации, Китай заинтересован в поддержке России и евразийской интеграции, так как рассматривает стабильное евразийское пространство как важнейший буфер, препятствующий также американскому курсу сдерживания КНР.

Китайский проект ЭПШП воспринимается в различных государствах Центральной Азии как значительный ресурс, который можно использовать в интересах собственного развития. В этих условиях, складываются новые возможности формирования Евразийского экономического пространства Казахстана на основе сотрудничества России, Китая и стран Центральной Азии.

Как видно, отмечал Президент Республики Казахстан Н.А.Назарбаев, здесь речь идет об учете новых закономерностей становления интеграционных процессов стран ЕАЭС –участников трансконтинентального проекта. Объединенное Евразийское экономическое пространство (ОЕЭП) одновременно и сфера инвестиций, взаимовыгодной торговли, организации новых производств за счет заинтересованных стран и их капиталов на базе совместного предпринимательства.

При этом важно постоянно повышать экономическую активность ШОС в новом, расширенном составе, переориентировав ее на координацию экономического сотрудничества, в том числе и в рамках сопряжения, но с подключением государств Центральной Азии, не входящих в ЕАЭС, а также таких крупных и заинтересованных государств, как Индия, Пакистан, Иран, Монголия, и других членов и наблюдателей организации.

Перспективы водоканала «Евразия» устойчивого водообеспечения «Большой Евразии». Для того, чтобы Евразийский транзит через территорию Казахстана и России сухопутный был конкурентным с южным морским коридором через Суэцкий канал России и Казахстану важно увеличить воднотранспортный транзит, который возможен при наличии канала «Евразия». Создание Азиатского банка инфраструктурных инвестиций с уставным капиталом в 900 млрд.долларов и участие в нем Казахстана, России и Китая сможет обеспечить финансирование его создания на взаимовыгодных условиях. В настоящее время ученые Казахстана, России и Китайской корпорации «Синогидро» проводят комплексные обоснования реальных условий и перспектив этого Проекта. Проект евразийского трансконтинентального коридора, как и перспективы проектирования и строительства евразийского водного канала, – отражает реализацию закономерных процессов глобальной интеграции и вектор дальнейших структурных преобразований в глобальной экономике.

«Большая Евразия» становится центром объединения Европы, Азии, Африки и Австралии, территория с огромными человеческими, природными, материально-сырьевыми, энергетическими, территориальными и водными ресурсами (75% населения планеты и около трех четвертей мировых запасов энергоресурсов). Мегапроекты «Большой Евразии» дают возможность реальной интеграции, а создание глубоководного канала «Евразия» даст возможность эффективно решать проблемы транспортировки грузов на мировой рынок и товаров из Китая, России, Индии, республик Центрально-Азиатского региона и поставок товаров из Европейского союза. В перспективе это позволит соединить Каспийское море и Азово-Черноморский бассейн, что даст возможность организовать переработку добываемого в прикаспийском регионе углеводородного сырья с целью последующего экспорта готовой продукции. Этот проект межгосударственный и межрегиональный и требует согласованных действий между правительствами государств и со всеми потенциальными пользователями канала. Ученые России и Казахстана исследуют перспективы реализации Проекта канала «Евразия», что является важным фактором развития промышленности на Юге России и в странах Прикаспийского региона – прежде всего нефтепереработки, химических производств, других экспортно-ориентированных отраслей.

В настоящее время практически вся торговля между Китаем и Европой осуществляется посредством морских перевозок – суда вынуждены огибать весь Евразийский материк, а вследствие загруженности Суэцкого канала часто и Африку. При этом в Китае существенной частью стоимости товара в китайско-европейской торговле становится железнодорожная составляющая. При реализации Проекта строительства канала «Евразия» маршрут «Хоргос – порт Актау – канал «Евразия», являющийся кратчайшим путем между Китаем и Европейским союзом, станет наполовину водным. Это позволит привлечь на территории России и Казахстана транзитные грузопотоки, включая торговлю между Китаем и странами Евросоюза.

Достаточно обширные исследования, проведенные учеными, включая экологическую экспертизу, оценку экономических, технических, социальных иных рисков, позволяют позитивно оценить потенциальные возмож-

ности реализации Проекта строительства канала «Евразия» и наличия значительного объема грузопотока, тяготеющего к трассе канала «Евразия» уже в настоящее время. При анализе возможных технико-экономических параметров судоходного канала рассматривались прежде всего условия, при которых воднотранспортное сообщение создавалось для уже имеющихся в России проектов судов типа «река – море». В этой связи возникают вопросы о возможной целесообразности проектирования судоходного канала для более крупных судов (контейнеровозных и нефтеналивных судов), которые могли бы строиться в будущем специально для прохода по новому воднотранспортному сообщению. В этом аспекте целесообразно включить эти проблемы для обуждения в Евразийской экономической комиссии ЕАЭС, Секретариате Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) и изучить возможность реализации Проекта строительства транспортного коридора «Хоргос – порт Актау – канала «Евразия» с учетом современной ситуации в развитии торгово-экономического сотрудничества.

Евразийская стратегия Нурсултана Назарбаева: идея и путь практического воплощения. В 1994 году, отнюдь не отличавшемуся позитивной динамикой в развитии политических и социально-экономических процессов в странах СНГ, Н.А.Назарбаев с присущей ему настойчивостью заявил: «Интеграция на евразийском пространстве – это единственный путь защиты от окончательного развала и единственная гарантия от возможных геополитических катастроф и социально-политических катаклизмов». Потребовались десятилетия упорной работы, продвигаемой прежде всего усилиями Н.А.Назарбаева, чтобы его идея воплотилась в жизнь: 29 мая 2014 года в столице Казахстана Астане был подписан Договор о Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС), основанный на принципах суверенного равенства входящих в него государств, уважения особенностей их политического устройства, обеспечения взаимовыгодного сотрудничества, равноправия и учета интересов Сторон, соблюдения принципов рыночной экономики и добросовестной конкуренции[3]. Но и это не предел горизонтов стратегического мышления Н.А.Назарбаева: Евразийский экономический союз рассматривается как интеграционное ядро будущей Евразийском цивилизации, как поле, открытое не только для стран евразийского континента, но и для всего мира.

Н.А.Назарбаев называет главной задачей **мирового сообщества сокращение неравенства и искоренение бедности.** Невозможно в глобальном мире жить в гармонии и достатке, когда почти половина населения земли имеет подушевой доход менее 2 долларов в день. Многие африканские и азиатские страны находятся в «ловушке бедности», когда нищета порождает еще большую нищету, а глобальное неравенство между богатыми и бедными все стремительнее нарастает. Сегодня в руках 1% населения планеты сконцентрировано около 40% мирового богатства, тогда как на долю 70% населения остаётся всего лишь 3%. На фоне роста материального неравенства растёт социальная напряженность в глобальном мире, учащаются экономические, социальные и политические конфликты. Вполне правомерно предложение Н.А.Назарбаева в качестве одной из неотложных мер считать разработку «Дорожной карты по искоренению бедности», главным инструментом реализации которой стали бы инвестиции в человека, развитие предпринимательства и инфраструктуры в беднейших странах.

Инициативы Президента Республики Казахстан Н.А.Назарбаева, его «дерзость ответственности» актуальны для коренного обновления мировой экономики при выработке радикально-созидательной и отвечающей интересам наций и народов глобальных стратегий углубления евразийской интеграции. Важен совместный поиск принципиально новых путей реформирования сферы глобальных финансов, а также участие в этом процессе главных мировых политических и экономических структур, в том числе Совета Безопасности ООН, специальной сессии ООН.

Президент Казахстана предложил мировому сообществу сформировать **новую модель мироустройства XXI века на основе G-Global.** *«G-Global» – уникальный интеллектуальный казахстанский продукт, а принципиальное отличие новой G, но уже с определяющим словом «global», – паритетный, транспарентный и коллективный подход к решению глобальных проблем экономики и финансовой системы. Участники «G-Global», невзирая на виртуальность диалоговой площадки, придают своим предложениям вполне реальные формы. Н*а коммуникативной платформе G-Global стартовал новый проект – виртуальный форум. С момента запуска проекта, в нем приняли участие представители 160 стран мира. На этой виртуальной платформе в общей сложности было проведено около 68 онлайн-конференций, получено свыше 110 конструктивных предложений для лидеров стран G20, в том числе около 700 докладов и 80 рекомендаций для АЭФ и предложений для конференции. Как отметил член парламента Великобритании г-н Бреннан, «Концепция G-Global Президента Назарбаева – это образец мышления XXI века». Это и возможность наращивания интеграционного потенциала евразийства.

В этом плане евразийский проект Н.А.Назарбаева, постепенно реализуемый как международный интеграционный проект, нацелен, прежде всего, **на формирование принципиально новой интеграционной модели сотрудничества сопредельных евразийских стран.** *Особое значение имеет реализация стратегии сопряжения строительства ЕАЭС и экономического пояса «Шелковый путь».* Ускорению перехода к новой индустриализации в экономике способствуют стратегии реализации Евразийского потенциала. Интеграция на Евразийском пространстве обеспечивается межгосударственной кооперацией на постсоветском пространстве. Обостряющаяся экономическая ситуация в мире вынуждает страны ЕАЭС и СНГ проявлять согласованность решений и конструктивизм в поиске политических и экономических компромиссов. Таможенный союз, ЕврАзЭС как предтеча Евразийского экономического союза явились своевременным и надёжным инструментом для укрепления СНГ и решения глобальных проблем.

Продвижение интеграционных процессов связано с развитием Евразийского экономического союза и

3 Договор о Евразийском экономическом союзе. Астана, 29 мая 2014 года.

освоением Экономического пояса «Шелковый путь»[4]. Для устойчивого экономического роста в регионе важны соглашения о торгово-экономическом сотрудничестве, согласованные усилия по взаимному сопряжению процессов строительства ЕАЭС и Экономического пояса «Шелковый путь», эффективности совместной работы, прежде всего, на площадке Шанхайской организации сотрудничества, взаимодополняемости различных интеграционных механизмов для всех заинтересованных стран в Азии и Европе. Особое значение имеет укрепление сотрудничества по линии различных финансовых институтов – Фонда «Шелковый путь», Азиатского банка инфраструктурных инвестиций, Межбанковского объединения ШОС.

Инвестиционная динамика и энергетическое обеспечение трансконтинентальных мегапроектов. В рамках развития сотрудничества по сопряжению развития Евразийского экономического союза и строительства Экономического пояса «Шелковый путь», обоснования канала «Евразия» важно, чтобы страны-участники этих процессов определили этапы инвестиционного и энергетического обеспечения мегапроектов.

Инвестиционная динамика характеризуется тем, что китайские инвесторы наибольший вклад прямых инвестиций в странах ЕАЭС. Так, с 2008 по 2014 год объем накопленных ПИИ – прямых иностранных инвестиций Китая в регионе увеличился более чем вдвое – с 11 млрд. до 27,1 млрд. долларов. Объем накопленных японских ПИИ стиг14,4 млрд. долларов, южнокорейских – 1,9 млрд. долларов. Эти показатели приводит Центр интеграционных исследований Евразийского банка развития в докладе «ЕАЭС и страны евразийского континента: мониторинг и анализ прямых инвестиций»[5]. Документ основан на базе данных по инвестиционным проектам. Основной объем китайских прямых инвестиций сконцентрирован в Казахстане, а японских – в России. Так, по итогам 2014 года объем накопленных китайских ПИИ в добычу углеводородов в Казахстане достиг 17,1 млрд. долларов, а казахстанский транспортный комплекс привлек 6,2 млрд. долларов.

Ученые Казахстана и России в 2013-2015 гг. разработали концепцию и проект Стратегии устойчивой энергетики будущего Казахстана до 2050 года. В работе обоснованы основные подходы к расчетам и построению системы управления: «экономика – энергетика – экология – социум».

Проведены исследования по анализу динамики экономических, энергетических и экологических параметров по 183 странам с особым акцентом на сопоставление параметров 30 стран-лидеров по ВВП на душу населения с индикаторами Республики Казахстан. Раскрыты перспективы сотрудничества в сфере энергетики в рамках ЕАЭС и ШОС. Уточнены сценарии развития устойчивой энергетики Казахстана до 2050 г. с учетом реалий складывающейся экономической ситуации.

Для развития устойчивой энергетики в Казахстане инфраструктурный комплекс включает более 30 научных организаций, осуществляющих исследования и разработки в сфере энергетики и сопряженных областях знаний. Опорными центрами индустриально-инновационного развития устойчивой энергетики являются АО «Самрук-Энерго», АО «KEGOC», АО «НАК «Казатомпром», НТЦ «Парасат». В АО «НАК «Казатомпром» разработана и успешно реализуется инновационная стратегия – 4 технологические платформы: «Добыча урана и ядерный топливный цикл», «Редкие и редкоземельные металлы», «Опреснение воды и химические технологии». Проект Стратегии прошел креативную экспертизу профессионалов и дает возможность разработки Дорожной карты реализации Стратегии на период до 2030 года с учетом стратегических ориентиров развития Республики Казахстан в 2050 году, подготовки к демонстрации Стратегии и Дорожной карты на выставке ЭКСПО-2017 с использованием современных методов натурно-имитационного моделирования и управления в реальном масштабе времени.

Таким образом, возрастает значение «Большой Евразии», которая является интеграционным проектом XXI века. Стратегии сопряжения развития Евразийского экономического союза и строительства экономического пояса «Шелковый путь» как трансконтинентального коридора евразийской интеграции направлены на современном этапе на возрождение экономики Великого шелкового пути, соединяет страны АТР с Европой и Ближним Востоком. Водотранспортный транзит водоканала «Евразия» является перспективным проектом. Реализация Мегапроектов направлена на дальнейшее развитие мировой экономики.

Литература:

1. Выступление Президента Республики Казахстан Н.А.Назарбаева на саммите в рамках мероприятий 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН (27 сентября 2015 г.).

2. Китайский глобальный проект для Евразии: постановка задачи (аналитический доклад). М.: Научный эксперт, 2016. С. 6.

3. Кейнс Дж.М. Общая теория занятости, процента и денег. М.: Прогресс, 1978. С. 368.

4. Спицын А.Т. Глобальные трансформации и инновационная модернизация экономики в XXI веке. М.: Экономика, 2014. С. 127.

5. Наше общее будущее. М.: Прогресс, 1989. С. 53.

6. Назарбаев Н.А. Глобальная энергоэкологическая стратегия устойчивого развития в XXI веке. М.: Экономика, 2011.

7. *Хель И.* http://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya.html; 15.04.2015 г.

8. Договор о Евразийском экономическом союзе. Астана, 29 мая 2014 года.

9. Совместное заявление России и Китая от 8 мая 2015 г.

10. Казахстанская правда. 14 января 2016 г.

4 Совместное заявление России и Китая от 8 мая 2015 г.

5 Казахстанская правда. 14 января 2016 г.

БАШМАКОВ А.,

доктор экономических наук, член Президиума КазНАЕН,

А.БАШМАКОВ,

Проект Рекомендаций Правительствам Республики Казахстан и Российской Федерации для принятия концептуальных решений по выбору наиболее эффективных вариантов Евразийского транзита через территории Казахстана и России

Уважаемые коллеги! Уважаемые гости!

Феномен нашего времени необыкновенная стремительность колоссальных перемен и крайняя противоречивость происходящего. Политическая турбулентность нередко достигает своего наивысшего напряжения. По определению Н.Назарбаева, выступившего в Пекине ровно месяц назад на Форуме международного сотрудничества «Один пояс, один путь», возобновление в Евразии древнего Шёлкового пути в новом, современном формате есть своевременный ответ на усилившиеся политические, экономические и гуманитарные кризисы в мире.

Глава государства отметил, что инициатива «Один пояс, один путь» позволяет формировать новую геоэкономическую парадигму, её успешная реализация принесёт пользу странам, население которых в общей сложности составляет 4 млрд 400 млн человек.

Напомню, уважаемые коллеги, с 2015 года Казахстанской национальной академии естественных наук совместно с учёными Российской академии и сотрудниками китайской компании «Синогидро» реализует целевую научно-техническую программу «Научно-техническое обоснование максимально возможных вариантов евразийского транзита через территорию Казахстана на 2015 - 2017 годы».

Целью программы является научно-техническое обоснование инициативы Президента Казахстана Н.Назарбаева по строительству канала «Евразия», соединяющего Каспий и Чёрное море и других вариантов транзита через территорию нашей страны.

Евразийский транзитный коридор, проходящий по Казахстану и России, сухопутный, и для того, чтобы он был конкурентным южным морским направлениям через Суэцкий канал, нам необходимо увеличить долю дешёвого воднотранспортного транзита, который возможен только при завершении строительства канала «Евразия». Вспомним его историю. Проект этого воднотранспортного соединения, проходящего по Кумо-Маныческой впадине, был обоснован ещё в 1932 году. С этого времени практически началось строительство канала, но из-за начавшейся войны 1941 года оно было прекращено и законсервировано.

Глава нашего государства Н.Назарбаев настойчиво и активно поднимает эту проблему на всех международных встречах и форумах. Так, на лекции в МГУ 28 апреля 2014 года он вновь подчеркнул необходимость реализовать проект канала «Евразия». Выступая на VIII -ом Астанинском экономическом форуме 22 мая 2015 года, он сказал: «Я предлагаю создать новый высокоскоростной мультимодальный траспортный маршрут Евразийский трансконтинентальный коридор».

Символично, что у наших стран: Казахстана, КНР и России - есть план сопряжения нашей казахстанской инфраструктурной программы,

которая называется «Нурлы Жол», с инициативой Китая «Экономический пояс Шёлкового пути».

Как уже сказал, открывая нашу встречу, Президент КазНАЕН Н.А.Абыкаев, цель нашего заседания - обсудить проект и рекомендовать Правительством Республики Казахстан и Российской Федерации для принятия ими концептуальных решений по выбору наиболее эффективных вариантов Евразийского транзита через территории Казахстана и России.

Проект этих рекомендаций роздан участникам нашей панели, они уже звучали в выступлениях спикеров и прозвучат в выступлениях коллег. Я бы хотел очень коротко доложить вам о уже проделанной совместной работе.

1. В 2008 - 2010 гг была проведена «Сравнительная оценка технико-экономических характеристик проектов строительства новой судоходной артерии между Каспийским морем и Азово-Черноморским бассейном. Сравнивались показатели канала «Евразия» и строительство новой ветки «Волго-Дон-2». Вначале было принято решение не в пользу канала «Евразия», но затем оно было пересмотрено. Специалисты подтверждают, что строительство канала «Евразия» создаст предпосылки для морских перевозок казахстанской нефти, в частности месторождения Кашаган, без использования промежуточного трубопровода, плюс к этому аргументу - строительство будет способствовать превращению Крыма в крупный логистический центр и возрождению традиционной для него судостроительной отрасли.

2. Проведена оценка физико-географичеких условий казахстанского участка «Шёлкового пути» через канал «Евразия» с созданием комплекса карт по основным компонентам природной среды. Также проведена комплексная оценка инженерно-геологических условий казахстанского участка»Шёлкового пути» через канал «Евразия». Составлена карта инженерно-геологического районирования нашего участка по типу изменения геологической среды.

3. Проведена оценка сейсмотектонических условий казахстанского участка, уже есть карта сейсмотектонических условий.

4. Проведена работа по определению социально-экономических условий казахстанского сегмента «Шёлкового пути» через канал «Евразия» по 47 административным районам, 17 горакиматам и 8 областям Казахстана.

Кстати, эту огромную по своим масштабам работу ещё вчера мы бы рассматривали с позиции чисто технократического взгляда и оценки. Теперь же эта работа будет бесценной с точки зрения поставленной Главой государства задачи формирования объектов, а точнее сакральных памятников отечественной географии.

Более подробно на этих и других направлениях уже проделанной работы остановятся мои коллеги, специалисты.

Хочу несколько слов сказать ещё об одной очень важной стороне обсуждаемой нами проблемы. На мой взгляд, следует учитывать не только финансовые и экономические результаты и выгоды. Это, что называется, само собой разумеющееся. Новый глубоководный канал «Евразия» - это ещё и водная артерия дружбы и сотрудничества народов. Канал может стать инструментом гуманитарного объединения и транспортной территорией толерантности. Он обязательно будет артерией дружбы и взаимопонимания.

Нашей Академией была проведена немалая работа по информационному обеспечению и разъяснению во всех регионах Казахстана инициативы Главы государства по строительству канала «Евразия». Материалы и информация о проводимой работе учёных и специалистов КазНАЕН совместно с коллегами из Российской академии естественных наук и специалистов КНР были опубликованы практически во всех центральных и областных газетах на государственном и русском языках.

Вот, к примеру, газета «Казахстанская правда» - «Канал «Евразия» - артерия надёжности»; газета «Литер» - «Евразийский канал - инструмент мира»; «Огни Мангыстау» - «Транзитный коридор толерантности»; «Северный Казахстан» - «Казахстан - морская держава»; «Акмолинская правда» - «Канал «Евразия» - выход страны в мировой океан»; «Рудный Алтай» - «Выход Казахстана в мировой океан»; «Трансконтинентальный коридор дружбы» - так озаглавила статью КазНАЕН «Казахстанская правда», опубликовавшая её ещё в 2015 году; Костанайская газета «Костанай таны» - «Как построить мост между Европой и Азией».

Кроме областных газет, наши материалы печатали и городские: «Проспект СК» - Петропавловск; районные: «Новатор» (район Шал акына); «Новости Приишимья» - газета района Габита Мусрепова; «Нива» - Тимирязевского района и другие.

Завершая, хочу сказать, что реализация этого мегапроекта «Шёлковый путь» через канал «Евразия» в тесном сопряжении с нашей национальной программой «Нурлы Жол» окажет мощное влияние на воплощение задач, поставленных Президентом страны, изложенных в программной статье «Взгляд в будущее: модернизация общественного сознания». Может, в жанровом определении журналистики этот президентский материал и есть статья. Но по своему духовному содержанию, по своей политичекой энергетике - это **манифест**. Духовный и политический манифест казахстанского общества. Ведь любая модернизация будет иметь успех лишь при мировоззренческой готовности тех, кто ею занимается. Модернизация должна начинаться с переделки собственного сознания, с готовности к новому и современному мировосприятию и миропониманию.

В своей статье «Сила духовной модернизации общества», опубликованной 5 мая этого года в «Казахстанской правде», Президент КазНАЕН Н.А. Абыкаев сказал:» Оптимизм - социальная функция здорового общества. А мы призваны для того, чтобы таковое создавать и укреплять».

Считаю, что мы, члены Национальной академии естественных наук, мировоззренчески готовы не только понять, но и принять к действию и воплощению стоящие перед нами духовные, политические, научные и практические задачи.

Благодарю за внимание.

БОЛАЕВ А.В.

советник Президента РАЕН, к.э.н.

БОЛАЕВ А.В.

ОБ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛА «ЕВРАЗИЯ»

Уважаемые гости и участники форума!

Ученые из России, Казахстана, Китая и других стран уже много лет обсуждают предложенный Президентом Казахстана Нурсултаном Абишевичем Назарбаевым проект соединения Каспийского моря и Азово-Черноморского бассейна - канал «Евразия». За прошедшие годы проект канала «Евразия» благодаря работе множества ученых и специалистов получил подробное научное описание, путем научных обоснований были опровергнуты доводы критиков и противников проекта. К примеру, было обосновано питание канала именно пресной водой из района впадения Волги в Каспийское море, а критика некоторых изданий об экологической неприемлемости проекта получила ответ Южного научного центра РАН о том, что проект строительства канала «Евразия» - «едва ли не первый инфраструктурный проект в Южном Федеральном Округе, когда принимается во внимание мнение экологов». Оторванными от реальности и не научными выглядят заявления противников строительства канала «Евразия» об отсутствии потенциальных грузопотоков для реализации проекта - тяготеющая к трассе канала грузовая база Юга России, Казахстана, других стран Прикаспийского региона, западных и центральных районов Китая, отражающая существующую и перспективную торговлю со странами Европейского Союза и Средиземноморского бассейна, оценивается учеными как крайне значительная и способная в достаточной степени загрузить пропускные мощности канала «Евразия» в направлении с востока на запад, чтобы позволить окупить инвестиции в строительство и поддержание работы судоходного пути.

Таким образом, можно заявить, что ученым сообществом России, Казахстана и Китая была проведена большая и плодотворная исследовательская работа, показавшая явную целесообразность строительства канала Евразия. Среди результатов совместного исследования ученых и специалистов Российской академии естественных наук, Казахстанской национальной академии естественных наук и китайской государственной корпорации «Синогидро» можно отметить следующие факты, на которых мы хотели бы остановиться подробнее.

В аспекте грузоподъемности и габаритов расчетных судов были рассмотрены два варианта строительства канала «Евразия». Первый вариант судов - грузоподъемностью около 10 тыс. тонн, в этом случае осадка

расчетного судна составит около 5 м при глубине фарватера на канале 6,5 м, стоимость реализации проекта вместе с необходимой к строительству инфраструктурой, включая железнодорожные и автомобильные мосты и переходы, в соответствии с российскими стандартами и нормами составит около 609,817 млрд рублей в ценах 2-го квартала 2016 г. (без НДС), ежегодные эксплуатационные затраты составят около 6,913 млрд рублей в год в ценах 2-го квартала 2016 г. (без НДС). Второй вариант - для расчетных судов грузоподъемностью 20-26 тыс. тонн, с осадкой до 7,15 м при глубине фарватера 9,3 м. В этом варианте стоимость строительства судоходного пути и необходимой инфраструктуры в соответствии с российскими стандартами и нормами составит около 1482,234 млрд рублей в ценах 2-го квартала 2016 г. (без НДС), ежегодные эксплуатационные затраты - около 19,036 млрд рублей в год в ценах 2-го квартала 2016 г. (без НДС).

Климатические особенности Юга России показывают, что навигационный период на трассе канала «Евразия» составит как минимум 280 дней, в то же время существует возможность рассмотрения целесообразности использования на судоходной трассе ледоколов, в том числе существующих в России классов ледоколов-буксиров, использующихся для прокладывания и поддержания пути во льдах при проводке транспортных судов на реках и водохранилищах, а в летнее время работающих в качестве буксиров. Но даже с учетом навигационного периода только в 280 дней, грузопропускная способность двухниточной системы шлюзов канала «Евразия» с учетом коэффициента использования грузоподъемности судов равного 0,8 (то есть с учетом возможного недогруза судов и шлюзования судов с грузоподъемностью, меньшей грузоподъемности расчетного судна) составит около 90,25 млн тонн для каждого направления при грузоподъемности расчетного судна, составляющего около 10 тыс. тонн, и около 153 млн тонн для каждого направления при грузоподъемности расчетного судна, составляющего 20-26 тыс. тонн. Ориентировочное транзитное время прохождения расчетным судном всей трассы судоходного пути и всех шлюзов при этом составит 2,5 суток для расчетного судна грузоподъемностью около 10 тыс. тонн и 2,8 суток для судов грузоподъемностью 20-26 тыс. тонн.

Среди важнейших последствий завершения строительства канала «Евразия» необходимо назвать значительнейший рост промышленного производства и объемов экспорта на Юге России, в Казахстане и других странах Прикаспийского региона, в Северо-Западном и Центральном Китае, создание большого количества новых рабочих мест в материальном производстве и в сфере услуг, привлечение на территории России и Казахстана ежегодно десятков миллионов тонн дополнительных транзитных грузов из Китая, что само по себе будет означать миллиарды долларов США в качестве ежегодной выручки за предоставление транспортных услуг.

В целом влияние функционирования канала «Евразия» на социально-экономическое развитие территорий вдоль трассы судоходного пути и российского побережья Каспийского моря будет представлено непосредственным вкладом канала «Евразия» в социально-экономическое развитие территорий вдоль трассы судоходного пути как коммерческого предприятия и опосредованным влиянием канала «Евразия» на развитие промышленности и сферы услуг на Юге России, в Казахстане в других странах Прикаспийского региона, в Западных и Центральных районах Китая.

Как коммерческое предприятие канал «Евразия» будет получать доход прежде всего за проход судов по каналу. При определении потенциального грузопотока, который будет перевозиться по каналу «Евразия», необходимо отметить, что ранее объем ежегодного уже существующего грузопотока, тяготеющего к трассе прямого воднотранспортного соединения Каспийского моря и Азово-Черноморского бассейна, и не связанного напрямую с углеводородным сырьем, которое в настоящее время экспортируется из Республики Казахстан по трубопроводам, и может перерабатываться в Прикаспийском регионе при завершении строительства канала «Евразия», был определен нами в 47,5 млн тонн, и его движение преимущественно ориентировано в направлении с востока на запад.

Также важно отметить, что китайской компанией «Синогидро» были определены объемы китайских экспортных грузопотоков, которые с высокой степенью вероятности будут перевозить по каналу «Евразия» в направлении с востока на запад. По оценкам, сделанным в 2015 г., в 2030 г. по каналу «Евразия» будет перевозиться 20-25 млн тонн, в 2050 г. - 34-44 млн тонн китайских экспортных грузов. Позднее, с учетом некоторого замедления роста мировой экономики, указанные показатели были скорректированы до 18-30 млн тонн в 2030 г. и 23-38 млн тонн в 2050 г. Таким образом, можно утверждать, что канал «Евразия» будет наверняка полностью загружен в направлении с востока на запад, также определенный объем грузов и порожние танкеры будут следовать в направлении с запада на восток. Скорее всего, тариф на грузоперевозки с запада на восток будет ниже, чем с востока на запад, который мы ориентировочно принимаем как равный 20 долл. США за тонну груза (что составляет примерно половину от тарифа на похожем маршруте трубопровода Каспийского трубопроводного консорциума и в разы меньше аналогичных расходов на железнодорожные перевозки по конкурирующим маршрутам). Дополнительно можно отдельно отметить, что из открытых источников известно, что в 2009-2010 гг. под руководством ОАО «Институт Гидропроект» по заказу Евразийского банка развития были проведены работы по исследованию параметров двух возможных вариантов - канала «Евразия» и второй нитки «Волго-Донского судоходного канала», в том числе и грузопотоков. В рамках исследования были определены параметры дополнительного базового грузопотока для канала «Евразия», которые составили примерно 50 млн тонн в год, а перспективного – до 80 млн тонн в год, при этом уже тогда специалистами отмечалось, что указанные цифры по ряду причин были занижены. Важно также отметить, что в первые годы после завершения строительства по каналу «Евразия» будет перевозиться только часть тяготеющего к трассе судоходного пути грузопотока, однако за несколько лет процесса проектирования и строительства канала грузоперевозчики смогут подготовиться к использованию всех выгод нового транспортного сообщения.

В целом можно предполагать, что при тарифе, принятом нами равным 20 долл. США за тонну груза, годовой доход за перевалку грузов по каналу «Евразия» в направлении с востока на запад при грузопропускной способности канала «Евразия» 90 млн тонн грузов в год будет в долгосрочной перспективе (до расширения грузопропускной способности канала) составлять примерно 1,8 млрд. долл. США в год. При тарифе в 25 долл. США за тонну груза соответственно валовой ежегодный доход за перевозку грузов по каналу «Евразия» в направлении с востока на запад в этом случае составит около 2,25 триллионов долл. США. При предполагаемых затратах на содержание и эксплуатацию канала равную 8,157 млрд рублей в ценах второго квартала 2016 г. (123,442 млн долл. США по курсу на 30 мая 2016 г., включая НДС), сумма, которая будет направляться на возврат кредитных ресурсов и дивиденды акционеров канала в долгосрочной перспективе может составлять примерно 1,675-2,127 млрд долл. США.

При указанных условиях финансовая модель строительства и функционирования канала «Евразия» как коммерческого предприятия при ставке дисконтирования 3% в долларах США и тарифе равном 20 долл. США за тонну груза в рублевом эквиваленте (курс долл. США равен 66,0825 рублей за долл. США) для судоходного пути, позволяющего пропуск судов грузоподъемностью около 10 тыс. тонн выглядит следующим образом: проект строительства канала «Евразия» станет рентабельным на одиннадцатый год после момента завершения строительства и запуска в эксплуатацию судоходного пути, при этом в первый год после запуска канала в эксплуатацию в бюджеты субъектов Российской Федерации поступит около 12,953 млрд рублей налогов на имущество в ценах 2-го квартала 2016 г. при ставке налога на имущество, принимаемого нами равным 2,2% в год (указанная сумма с учетом уменьшения пропорционально амортизации на 1% в год будет поступать в бюджеты субъектов Российской Федерации ежегодно), при этом после завершения строительства канала «Евразия» в бюджет Российской Федерации поступит около 109,767 млрд рублей налога на добавленную стоимость в ценах 2-го квартала 2016 г. Поскольку в Российской Федерации существует практика освобождения многих крупных инвестиционных проектов от налога на имущество (на определенный срок либо на срок окупаемости проекта), целесообразным является рассмотреть показатели инвестиционной привлекательности канала «Евразия» в случае освобождения проекта от налога на имущество. При указанных условиях строительство канала «Евразия» окупится на десятый год после завершения строительства судоходного пути и пуска канала в эксплуатацию, после чего целесообразным является отмена льгот по налогу на имущество.

Показатель дисконтированной рентабельности инвестиций в строительство канала «Евразия» при указанных условиях (BCR - benefit to cost ratio, коэффициент доходов к издержкам) за первые 30 лет после начала работы канала с учетом расходов на строительство самого канала и сопутствующей инфраструктуры составит около 2,36 в случае освобождения от уплаты налога на имущество и 1,91 при выплате налога на имущество по максимальной установленной законом ставке. При более продолжительных периодах указанный показатель будет еще выше. К примеру, для периода в 60 лет после начала работы судоходного канала указанные показатели составят 2,396 и 3,022 соответственно.

Внутренний коэффициент окупаемости инвестиций по проекту строительства канала «Евразия» при указанных условиях за тридцать лет после ввода канала в эксплуатацию составит около 8,8% при выплате налога на имущество по максимальной ставке и 9,77% при освобождении проекта от выплаты налога на имущество. Указанные коэффициенты возрастают при увеличении сроков эксплуатации канала (принятые нами суммы расходов на поддержание работы канала позволяют эксплуатировать канал в течении 100 лет после завершения строительства). К примеру, для периода в 60 лет после начала работы судоходного канала соответствующие показатели составят 9,38% и 10,23%.

При указанных условиях финансовая модель строительства и функционирования канала «Евразия» как коммерческого предприятия для расчетного судна грузоподъемностью 20-26 тыс. тонн при ставке дисконтирования 3% в долларах США и тарифе равном 20 долл. США за тонну груза в рублевом эквиваленте (курс долл. США на 30 мая 2016 г. был равен 66,0825 рублей за долл. США) для судоходного пути, позволяющего пропуск судов грузоподъемностью около 20-26 тыс. тонн выглядит следующим образом: проект строительства канала «Евразия» в варианте для пропуска расчетных судов грузоподъемностью 20-26 тыс. тонн станет рентабельным на 25-ый год после момента завершения строительства и запуска в эксплуатацию судоходного пути, при этом в первый год после запуска канала в эксплуатацию в бюджеты субъектов Российской Федерации поступит около 32,007 млрд рублей налогов на имущество в ценах 2-го квартала 2016 г. (указанная сумма с учетом уменьшения пропорционально амортизации на 1% в год будет поступать в бюджеты субъектов Российской Федерации ежегодно), при этом только после завершения строительства канала «Евразия» в бюджет Российской Федерации поступит около 266,802 млрд рублей налога на добавленную стоимость в ценах 2-го квартала 2016 г. При освобождении проекта от уплаты налога на имущество (к примеру, до окупаемости проекта) строительство канала в указанных условиях окупится на 20-м году после завершения строительства и начала эксплуатации судоходного пути.

Показатель дисконтированной рентабельности инвестиций в строительство канала «Евразия» при указанных условиях для варианта судоходной трассы с использованием судов грузоподъемностью 20-26 тыс. тонн (BCR - benefit to cost ratio, коэффициент доходов к издержкам) за первые 30 лет после начала работы канала с учетом расходов на строительство самого канала и сопутствующей инфраструктуры составит около 1,32 в случае освобождения от уплаты налога на имущество и 1,077 при выплате налога на имущество по максимальной установленной законом ставке. Для периода в 60 лет после начала работы судоходного канала в указанных условиях показатель дисконтированной рентабельности инвестиций составит около 1,923 в случае освобождения от уплаты налога на имущество и 1,510 при выплате налога на имущество по максимальной установленной законом ставке.

Внутренний коэффициент окупаемости инвестиций по проекту строительства канала «Евразия» при указанных условиях за тридцать лет после ввода канала в эксплуатацию составит около 3,9% при выплате налога на имущество по максимальной ставке и 5,21% при освобождении проекта от выплаты налога на имущество. Указанные коэффициенты для периода эксплуатации канала в 60 лет составляют соответственно 5,41% и 6,38% (как уже упоминалось, принятые нами объемы расходов на поддержание работы канала позволяют эксплуатировать канал в течении 100 лет после завершения строительства).

При определении опосредованного влияния канала «Евразия» на развитие промышленности и сферы услуг территорий вдоль трассы судоходного пути и стран Прикаспийского региона в целом, в первую очередь необходимо отметить, что появление нового объекта транспортной инфраструктуры станет важным фактором развития экспортоориентированной промышленности, а также сельского хозяйства, при этом для различных отраслей промышленности увеличение экспорта будет означать усиление эффекта масштаба и повышение уровня конкурентоспособности товаров местных предприятий на общероссийском рынке и таким образом содействовать решению задачи импортозамещения. Важно особо подчеркнуть, что в отличие от трубопроводного, водный транспорт позволяет перевозить все виды грузов, в том числе и продукты переработки углеводородного сырья, которые транспортировать по трубопроводам невозможно либо невыгодно, и, таким образом, канал «Евразия» станет важным фактором перехода экономического развития стран Прикаспийского региона от модели, ориентированной на вывоз сырой нефти, к преобладанию экспорта нефтепродуктов. В целом существуют расчеты, по которым завершение строительства канала «Евразия» приведет к появлению в странах Прикаспийского региона более 200 тыс. новых рабочих мест в промышленности и сфере услуг, что будет соответствовать, в условиях показателей развития российской экономики в 2015 г. по оценке МФВ, ежегодному производству дополнительного объема номинального ВВП, примерно равного 3,9 млрд долл. США. Кроме этого, также необходимо отметить, что принимая нынешнюю стоимость транспортировки стандартного контейнера из Алашанькоу до Актау, равного 2700 долл. США, от транспортировки 25 млн тонн китайский экспортных грузов по железной дороге при допущении, что в одном стандартном контейнере 20 тонн нетто-груза Казахстанские железные дороги получат за год примерно 3,375 млрд долл. США. Если учитывать, что в одном контейнере находится 14 тонн нетто-груза, то при прочих аналогичных предыдущей ситуации условиях Казахстанские железные дороги получат примерно 4,822 млрд долл. США за год. При увеличении количества контейнеров, следующих из Алашанькоу в Актау, можно ожидать как снижение времени пути, так и снижение стоимости перевозок, однако в любом случае, от китайского транзита после завершения строительства канала «Евразия» экономика Казахстана будет получать миллиарды долларов в год.

В заключение доклада важно отметить, что благоприятные для строительства канала физико-географические условия, в том числе особенности рельефа, высокий потенциал международной торговли между странами Прикаспийского региона, Средней Азии и западных и центральных районов Китая с одной стороны и странами Европейского Союза и Средиземноморского бассейна с другой, а также глобальные планы Китая и поддержавших его стран по реализации инициативы «Один пояс и один путь» и несомненная решимость китайского руководства развивать экономику западного Китая и уже наблюдающиеся значительные успехи в этом направлении позволяют быть уверенными, что при сохранении современных тенденций в развитии мировой экономики степень необходимости строительства канала «Евразия» будет только возрастать и начало реализации проекта является лишь делом ближайших нескольких лет. Канал «Евразия» станет не просто важным фактором быстрого и дешевого движения товаров по Евразийскому материку, увеличивая торговые потоки между Азией и Европой, канал «Евразия» станет важным фактором роста благосостояния миллионов и десятков миллионов людей, поможет людям жить лучше и быть счастливее.

ВАН ЧЖУНЬПАН,

Генеральный директор казахстанского филиала Sinohydro Corporation Limited (Китай)

ВАН ЧЖУНЬПАН

ОБРАТНЫЙ ГРУЗОПОК ПО «ШЕЛКОВОМУ ПУТИ ЧЕРЕЗ КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ»

Уважаемые дамы и господа!

Уважаемые участники и гости форума!

Мне выпала честь уже в третий раз выступать на Астанинском экономическом форуме, за что я благодарен его организаторам.

В результате нашей совместной трехлетней работы с учеными Казахстана и России по программе «Научно-техническое обоснование максимально возможных вариантов евразийского транзита через территорию Казахстана на 2015-2017 годы» сформировался прекрасный проект «Шелкового пути через канал «Евразия».

Этот проект отвечает интересам не только наших стран, но и всего евразийского содружества, т.к. маршрут «Шелкового пути через канал «Евразия» будет проходить через 14 стран и заканчиваться в Лондоне, Мадриде, Лиссабоне, Риме и других городах Европы.

К «Шелковому пути через канал «Евразия» могут легко присоединиться все страны Центральной Азии, Закавказья, страны Балканского полуострова.

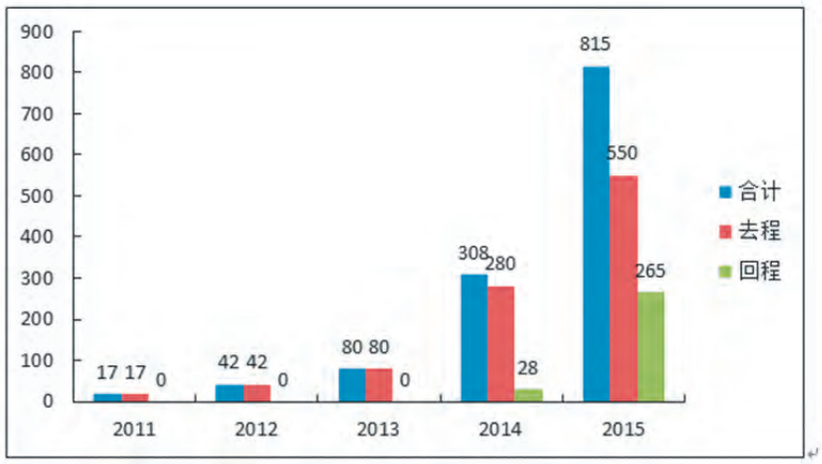
В рамках нашего дальнейшего сотрудничества перед нами поставлена цель – дать прогнозную оценку грузопотока по «Шелковому пути через канал «Евразия» в направлении «Запад-Восток».

На рисунке представлена статистика грузовых поездов Китай-Европа.

Синим цветом отмечены поезда, которые отправлены из Китая в Европу.

Зеленым цветом отмечены поезда, вернувшиеся в Китай с грузом.

Красным цветом отмечен количество поездов, вернувшихся в Китай пустыми.



Как видно, до 2014 года, т.е. до начала реализации инициативы «Один пояс и один путь», все отправленные в Европу поезда возвращались в Китай пустыми.

Например, в 2013 году в Европу было отправлено 80 поездов и все они вернулись назад в Китай пустыми.

В 2014 году в Китай вернулось груженными уже 28 поездов, или 9% от отправленных

В 2015 году из 815 отправленных поездов, гружеными вернулось уже 265 поездов, или 33% от отправленных.

В натуральном выражении в 10 раз за один год увеличилось количество поездов, вернувшихся в Китай груженными.

Динамика роста поездов весьма интенсивно, как по отправленным поездам, так и по вернувшимся в Китай груженными.

И такая динамика имеет все шансы сохраниться в ближайшие годы, по мере активной реализации инициативы «Один пояс и один путь» и реализации проекта «Шелкового пути через канал «Евразия».

На международном форуме «Один пояс и один путь» в Пекине 14-15 мая этого года она получила дальнейшее сопряжение с казахстанской программой «Нурлы Жол», с российской транспортной стратегией, с белорусской концепцией «Твердый камень», с польским планом «Янтарный путь», с британской стратегией Northern Powerhouse.

Китай и 16 стран Центральной и Восточной Европы учредили для этого совместный финансовый холдинг в формате «16+1».

Т.е. путь для «Шелкового пути через канал «Евразия» открыт от Ляньюньгана до Лондона для интенсивного роста взаимовыгодного сотрудничества.

С 2014 по 2016 год общий объем торговли Китая со странами вдоль «Один пояс и один путь» превысил три триллиона долларов. Инвестиции Китая в страны вдоль Пути превысили 50 миллиардов долларов. Китайские предприятия построили в более чем 20 странах 56 зон экономического сотрудничества, а также обеспечили налоговые поступления в размере около 1,1 миллиарда долларов и создали в этих странах 180 тысяч рабочих мест.

Основным источником для роста числа груженных поездов по маршруту в Китай станут совместные предприятия вдоль «Шелкового пути через канал «Евразия» от Лондона до Ляньюньгана.

Казахстан и Китай уже подписали договор о реализации 51 проекта на сумму 24-26 млрд. долларов.

Аналогичные договора заключены с Россией, Белоруссией, Польшей и другими странами Европы.

В этой связи поставленная перед нами задача разработать в этом году обоснованный прогноз обратного грузопотока по «Шелковому пути через канал «Евразия» в направлении «Запад-Восток» до 2050 года имеет глобальное значение.

Наша корпорация приложит все силы для того чтобы выполнить этот заказ в установленные сроки при высоком качестве работ.

Спасибо за внимание.

ЦЗЯНЬ ГОИНЬ,

представитель компании «Power China International Group Limited» в Казахстане (Китай)

ЦЗЯНЬ ГОИНЬ

ИНИЦИАТИВА «ОДИН ПОЯС И ОДИН ПУТЬ» И ПРОЕКТ «ШЕЛКОВОГО ПУТИ ЧЕРЕЗ КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ»

Уважаемые дамы и господа!

Уважаемые участники и гости форума!

Позвольте от имени Sinohydro Corporation Limited приветствовать вас на панельной сессии «ИНТЕГРАЦИЯ ТРАНЗИТНОГО И ВОДНОГО ПОТЕНЦИАЛОВ «БОЛЬШОЙ ЕВРАЗИИ».

Сегодня и на длительную перспективу для Китая и Казахстана развитие транзитного потенциала является приоритетом №1.

Главы наших государств одновременно выдвинули и активно развивают идею развития глобального транзита.

Казахстанская программа «Нурлы жол», которая переводится как «Путь в будущее», и китайская инициатива «Один пояс и один путь», направлены в будущее.

Программа «Нурлы Жол» разработана до 2050 года с промежуточным итогом в 2020 году.

Инициатива «Один пояс и один путь» разработана для реализации Проекта «Возрождение китайской нации», который будет реализован в два этапа согласно «целям двух столетий», т.е. столетие с момента образования КПК — 2021 год и столетие с момента образования КНР — 2049 год.

Как видно из сравнения двух инициатив, они одновременно утверждены Главами наших государств, имеют одинаковые промежуточные этапа, и в одно и тоже время планируется достижение их конечного результата.

Как говорится в казахской пословице: «Дорога с дорогой встречается, народ с народом сближается».

И совершенно справедливо отметил Президент Республики Казахстан Нурсултан Абишевич Назарбаев на прошедшем в мае этого года международном форуме «Один пояс и один путь», что Казахстан является примером для других стран во взаимовыгодном сотрудничестве в реализации «Один пояс и один путь».

За первый квартал 2017 года рост объема внешнеторгового оборота Китая и Казахстана составил 69%.

Казахстан сократил время таможенного досмотра сельскохозяйственной продукции на 90%.

Казахстан и КНР подписали план сотрудничества по сопряжению «Нурлы жол» и «Один пояс и один путь», в рамках которого сформирован перечень из 51 совместного проекта на территории Казахстана на общую сумму от $24–26 млрд.

Два из них уже реализованы – производство китайских автомобилей на предприятиях «Аллюр Авто» с привлечением кредитной линии от китайского банка на $2 млрд. и нефтехимический комплекс в Атырау, под который предоставляется финансирование со ставкой не более 2%.

И таких примеров взаимовыгодного сотрудничества Казахстана и Китая очень много.

Наша корпорация также принимает активное участие во взаимовыгодном сопряжении «Нурлы жол» с «Один пояс и один путь», реализуя проекты в нескольких отраслях.

Сегодня я бы хотел остановиться на сотрудничестве нашей корпорации с учеными Казахстана, России и других стран в научном обосновании строительства мультимодального транзитного коридора «Порт Ляньюньган – Хоргос и Достык – порт Актау – канал «Евразия» - Азово-Черноморский бассейн», который кратко назван «Шелковый путь через канал «Евразия».

В 2015 и в 2016 годах наша корпорация обосновала существенное увеличение грузопотока между нашими странами и Евросоюзом в случае строительства этого коридора.

«Шелковый путь через канал «Евразия» дополнительно привлечет с океанского маршрута на транзит через территорию Казахстана и России 18-30 млн. тонн китайского экспортных транзитных грузов к 2030 г. и 23-38 млн. тонн к 2050 году.

Транспортная инфраструктура КНР уже сегодня готова транспортировать указанное количество грузов по «Шелковому пути через канал «Евразия» по приемлемым для стран-членов ЕС тарифам.

Как справедливо отметил Президент Республики Казахстан Н. А. Назарбаев на XIII Форуме межрегионального сотрудничества Казахстана и России в октябре 2016 года, что сегодня пока еще в Китай из России и Казахстана вагоны идут пустыми, и нам совместно надо поработать, чтобы их загрузить, а товары у нас есть.

В рамках сотрудничества по реализации научно-технической программы «Научно-техническое обоснование максимально возможных вариантов евразийского транзита через территорию Казахстана на 2015-2017 годы» именно эта цель поставлена в этом году перед специалистами нашей корпорации – дать прогнозную оценку грузопотока по «Шелковому пути через канал «Евразия» в направлении «Запад-Восток».

Грузопоток в направлении «Запад-Восток» будет расти с каждым днем, по мере реализации наших транзитных инициатив.

Более подробно об этом скажет Ван Чжуньпан, директор Казахстанского филиала нашей корпорации.

Важно учитывать тот факт, что вдоль Шелкового пути через канал «Евразия» будут не только ходить поезда и плавать корабли, но, это, пожалуй, главное – уже создается цепочка совместных промышленных предприятий.

И как подчеркнул Председатель КНР Си Цзиньпин – это будут предприятия, ориентированные не только на рынки Казахстана, России и Китая, но и на европейские рынки. Это будут современные инновационные предприятия, выпускающие конкурентоспособные товары.

Мы уверены в том, что в недалеком будущем при активном сопряжении транзитных инициатив Казахстана, России и Китая будет так, как сказано в мудрой казахской пословице: «Путника кормит дорога».

Спасибо за внимание.

БЕКТУРГАНОВ Н.С

Первый вице-президент КазНАЕН, д.т.н., профессор, академик НАН РК

Автор более 500 публикаций (в Казахстане, России и в странах дальнего зарубежья), в том числе 13 монографий, 80 изобретений, в том числе 5 международных патента (Франция, Германия, Великобритания, Евразийский)

АКИЯНОВА Ф.Ж.

Директор Филиала ТОО «Институт географии» Академик Казахстанской национальной академии естественных наук.

Н.С. БЕКТУРГАНОВ, Ф.Ж.АКИЯНОВА, А.М.АТАЛИХОВА, З.К.АРЫКБАЕВА, Б.А.ДАУЫЛБАЕВ, Н.Б.ЗИНАБДИН, А.Б.КУБЕЕВ, К.А.ТКАЧ.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЗАХСТАНСКУЮ ЧАСТЬ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «ПОРТ ЛЯНЬЮНЬГАН - КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ»

Аннотация: *В статье изложены результаты исследований по оценке физико-географических условий казахстанского участка мультимодального транспортного коридора «Порт Ляньюньган - канал «Евразия». На основе анализа компонентов физико-географических условий, выделены районы с различным уровнем риска воздействия на строительство/функционирования мультимодального транспортного коридора, а также определены компоненты, оказывающие наибольшее влияние. Разработаны природоохранные рекомендации по минимизации риска воздействия опасных процессов на организацию территории мультимодального транзитного коридора.*

Риск физико-географических условий оценивался как возможность воздействия опасной природной ситуации или явления на строительство и функционирование казахстанского участка мультимодального транспортного коридора. Для комплексной оценки риска проведен покомпонентный анализ природной среды, включающий оценку воздействие рельефа, климата, природных вод и почвенно-растительных условий.

Для оценки риска по каждому из компонентов природной среды определен тип воздействия с характерными количественными параметрами: геоморфологический (риск воздействия экзогенных процессов, риск проявления негативных рельефообразующих процессов); климатический (риск воздействия экстремально высоких и низких температур воздуха, риск сильных туманов, риск сильных осадков, риск сильных снегопадов, риск гололедно-изморозевых образований, риск сильных ветров, риск сильных метелей и пыльных бурь); гидрологический (риск затоплений, вызванный половодьями, риск затоплений, вызванный заторно-зажорными явлениями, риск затоплений вызванный нагонными явлениями на побережьях, риск наводнений, связанных с функционированием гидротехнических сооружений, риск подтопления грунтовыми водами, риск пересыхания); почвенный: риск загрязнения подвижными металлами в почвах (содержание подвижных металлов), балл бонитета почв (по 100-бальной шкале), риск по типу деградации почв, риск по уровню деградации почв); растительный (риск потери видового

разнообразия растительности, риск снижения продуктивности растительности, риск снижения проективного покрытия растительности, риск деградации растительности от перевыпаса, риск уничтожения растительности вследствие пожаров (частота возникновения пожаров).

Анализ количественных показателей позволил определить уровень риска воздействия (таблица 1). В таблице представлены параметры уровней риска для показателей некоторых компонентов физико-географических условий.

Таблица 1 - Параметры уровней риска

Риск	Уровень риска Показатель	Низкий	Пониженный	Средний	Повышенный	Высокий
Климат						
Риск экстримально высоких температур	Среднее число дней за год с температурой воздуха на 20 °	>0,1	0,11-0,3	0,31-0,5	0,51-0,7	0,7<
Риск экстримально высоких температур	Среднее число дней за год с температурой воздуха на 20 °	0,3-0,5	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7<
Риск сильных туманов	Среднее число дней	>10	10-20	20-30	30-40	40<
Риск сильных снегопадов	Среднее число дней	>0,01	0,01-0,1	0,1-0,5	0,5-1,0	1,0<
Риск сильных метелей	Среднее число дней со скоростью ветра более 17 м/с	>0,01	0,01-0,1	0,1-1,0	1,0-5,0	5,0<
Риск сильных ветров	Вероятность сильных ветров	менее 1 раза в 20 лет	1 раз в 10-20 лет	1 раз в 1-10 лет	1 раз в год	более 1 раза в год
Риск гололедно-изморозевых явлений	Толщина гололедной стенки в мм	>3	3-5	5-10	10-15	15<
Природные воды						
Риск	Уровень риска / Показатель	Низкий 1 балл	Средний 2 балла	Повышенный3 балла	Высокий 4 балла	
Риск затоплений, вызванный половодьями	Повторяемость превышения уровня воды (в %)	50-10	10-5	5-2	2-0,1	
	Максимальный уровень подъема (в м)	< 1	1-1,5	1,5-2	> 2	
Риск подтопления грунтовыми водами	Глубина залегания	> 3-5	< 3-5	< 2-3	< 2	
	Расчлененность рельефа	> 50	< 50	< 5-10	< 2	
	Дренированность территории	сильно дренированная	слабо дренированная	недренированная	береговые зоны	
Риск пересыхания	Повторяемость лет с пересыханием рек (%)	реки, на которых пересыхание не наблюдалось	менее 30	30-70	более 70	
Растительность						
Риск потери видового разнообразия	Индекс видового богатства	8-14	7-11	5,5-6,5	>6	
	Индекс Шеннона	0,6-0,92	0,5-0,8	0,5-0,68	0,26-0,5	
Риск снижения продуктивности	Продуктивность (% от среднемноголетнего показателя)	>80	80-50	50-10	<10	
Риск снижения проективного покрытия	Проективное покрытие, %	50-80	15-30	10-15	<10	
Риск деградации растительности от перевыпаса	Средняя плотность скота	0,3-0,68	6,8-20,4	20,4-36,1	36,1-109,6	
Риск уничтожения растительности вследствие пожаров	Частота пожаров	Очень редкие пожары	Редкие пожары, очаговые	Выжигание, частые пожары, возобновление со сменой доминантов	Сильное выгорание всех ярусов сообществ	

Таблица 2 - Квалиметрический подход оценки риска воздействия физико-географических условий

Компоненты физико-географических условий	Климатические	Гидрологические	Геоморфологические	Почвенные	Растительные
Рельеф	3	8	0	1	4
Климат	0	2	7	0	1
Природные воды	9	0	7	2	1
Почвенные	8	6	8	0	7
Растительные	9	8	7	9	0
Сумма баллов	*29*	*24*	*29*	*12*	*13*
Квалиметрическое соотношение, %	*100*	*83*	*100*	*41*	*45*

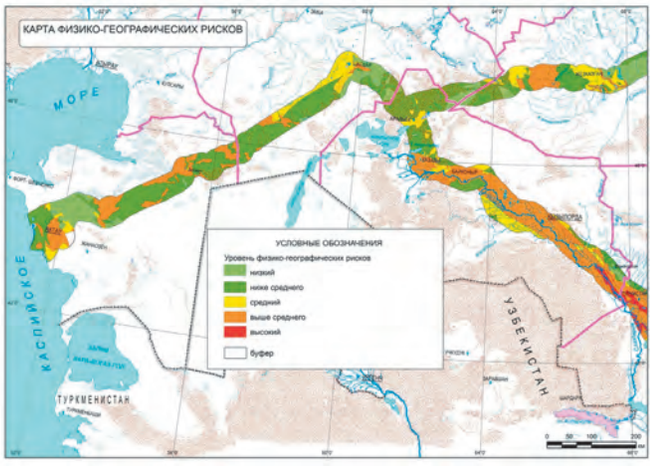


Рисунок 1 – Комплексная карта уровней физико-географических рисков воздействия на строительство/функционирование западной части казахстанского участка Шелкового пути через канал «Евразия» от Хоргоса и Достыка до портов Актау и Курык

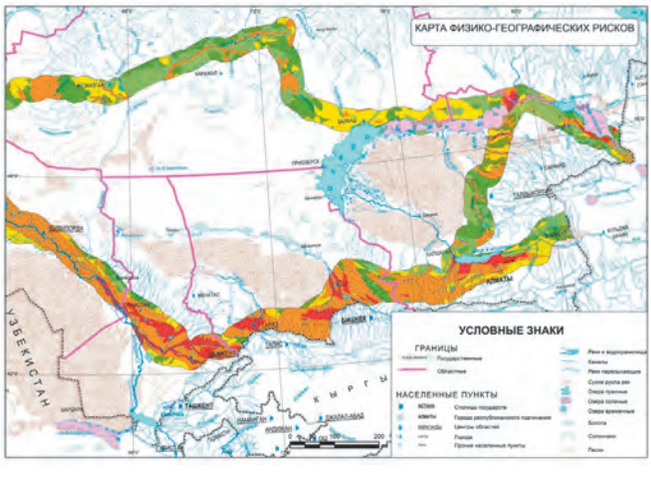


Рисунок 2 - Комплексная карта уровней физико уровней физико-географических рисков воздействия на строительство/функционирование восточной части казахстанского участка Шелкового пути через канал «Евразия» от Хоргоса и Достыка до портов Актау и Курык

Однако каждый из проанализированных типов риска имеет различную степень влияния на изучаемый процесс. В связи с этим, экспертным путем в процентом соотношении определен «вклад» каждого из типов риска.

Для установления «вклада» каждого из параметров использован метод анализа иерархий (Analytic hierarchy process), разработанный американским математиком Томасом Саати. Этот метод представляет собой математический инструмент системного подхода, необходимый для принятия решений. Метод анализа иерархий позволяет структурировать сложные проблемы принятия решений, сравнивать и выполнять количественную оценку различных видов решения. Во всем мире данный метод активно используется в различных сферах: бизнес, промышленность образование, здравоохранение и т.д. Результаты определения «вклада» каждого из параметров представлены в таблице 2.

Для каждого типа рисков (метеорологический, гидрологический, геоморфологический, почвенный и растительный) рассчитаны уровни риска, с учетом полученных результатов «вклада» каждого из факторов.

На основе полученных результатов выявлен комплексный интегральный показатель, отображающий общий уровень риска воздействия физико-географических условий, определяемый по формуле 1:

$$ИП = \sum \frac{Угидр + Уметео + Угеоморф + Упочв + Ураст}{n} \qquad (1)$$

где, ИП – интегральный показатель;

У – уровень риска воздействия физико-географических условий, с учетом «вклада» каждого фактора;

n – количество анализируемых компонентов физико-географических условий.

Интегральный показатель поделен на 5 категорий по уровню риска – высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий. На основании градации риска воздействия физико-географических условий составлена карта (рисунки 1-2).

В целом, территории с уровнем риска от среднего до высокого занимают порядка 55% площади казахстанского участка мультимодального транспортного коридора (рисунок 3), риски от ниже среднего до низкого – 45%. Однако их распределение по территории неравномерна.

Территории высокого уровня риска преимущественно концентрируются небольшими участками в самой южной части казахстанского участка мультимодального транспортного коридора, с расчлененным рельефом и широкой сетью крупных рек – Арыс, Сырдарья, Талас, Шу (рисунки 1-2).

Рисунок 3 - Диаграмма распределения различных уровней комплексного физико-географического риска воздействия на строительство/функционирование казахстанского участка Шелкового пути через канал «Евразия» от Хоргоса и Достыка до портов Актау и Курык

Кроме того, участки с высокой степенью физико-географических рисков встречаются на примыкающей с юга к Капшагайскому водохранилищу территории, где в него впадают множество рек. Также высокие уровни рисков тянутся неширокой полосой вдоль западного, юго-западного побережья озера Алаколь, где подходят хребты Джунгарского Алатау, формируя повышенный риск сильных ветров и метелей.

Территории с уровнем риска выше среднего практически сплошным слоем покрывают южное ответвление казахстанского участка мультимодального транспортного коридора, пойму реки Сырдарья. Также участки данного уровня риска располагаются в западной части транспортного коридора и приурочены к крупным сорам Прикаспийской низменности. Средний уровень риска встречается местами по всему казахстанскому участку мультимодального транспортного коридора, с некоторым сосредоточением на прилегающей с севера к озеру Балхаш территории.

Риск ниже среднего и низкий распространены на северной, верхней ветке казахстанского участка мультимодального транспортного коридора, а также на участке, который соединяет верхнюю и нижнюю ветки на востоке. Для них характерен менее пересеченный рельеф и менее развитая гидрографическая сеть.

Преобладающий тип риска

Проанализировав проявление каждого типа риска на определенных территориях, были выявлены преобладающие (рисунок 4). На большей части территории (порядка 90%) преобладающим является метеорологический риск, остальную часть занимает геоморфологический.

Метеорологические риски обусловлены опасными метеорологическими явлениями. Они, наряду с геоморфологическими, гидрологическими, почвенными и растительными рисками, образуют широкий класс опасных физико-географических процессов. Под таковыми понимаются природные процессы или результаты их деятельности, которые могут вызывать негативное воздействие на людей, материальные объекты, окружающую среду, а также принести ущерб хозяйству и населению. Специфика метеорологических рисков заключается в том, что они являются источником природных бедствий не только сами по себе, но и способны активизировать каждый из отдельных рисков. Например, проливные дожди могут вызвать усиление деятельности оврагов, оползни, карст, наводнения; долговременные засухи повышают вероятность возникновения пожаров. Проявления преобладания климатических рисков наблюдаются в северной ветке казахстанского участка мультимодального транспортного коридора, близ городов Шалкар и Жезказган, где высоки уровни риска пыльных бурь и сильных метелей. Жезказган располагается на территории близ Улытауских гор – одной из наиболее высоких частей Казахского мелкосопочника, для которой характерна высокая степень риска гололедно-изморозевых явлений. Для Шалкара, располагающегося близ одноименного озера характерен повышенный риск сильных туманов.

Современные геоморфологические процессы рельефообразования являются немаловажной частью физико-географического риска и проявляются на исследуемой территории не менее интенсивно. Рельефообразующие процессы часто являются синергетическими, когда один процесс способен провоцировать другие. Значительную, преобладающую роль именно геоморфологические риски играют в южной части казахстанского участка мультимодального транспортного коридора, где располагается главный орогенный пояс страны, включающий предгорья хребта Илейский Алатау,

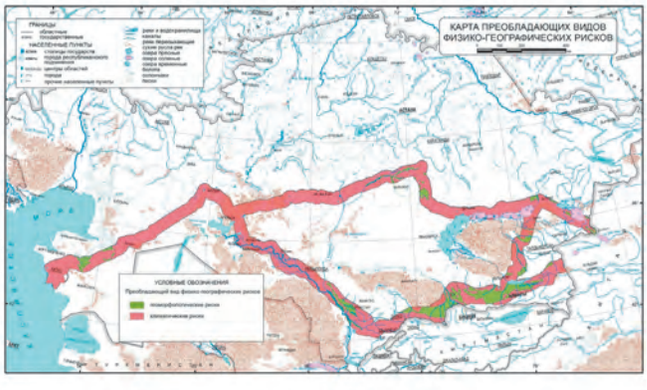


Рисунок 4 - Карта преобладающих типов физико-географических рисков воздействия на строительство/функционирование казахстанского участка Шелкового пути через канал «Евразия» от Хоргоса и Достыка до портов Актау и Курык

Кыргызского хребта и хребта Каратау, где в сильной степени проявляются процессы линейной эрозии и плоскостного смыва.

Также геоморфологические риски преобладают в пределах Мангистауской области, где транспортный коридор захватывает территории близ уступов Устирта и соров, на которых развиты солевая дефляция и обвально-осыпные явления. Геоморфологический риск является определяющим также у линейных объектов – крупных рек, для которых характерны процессы русловой эрозии. Среди них – Сарысу, Аксу, Каратал, Шу, Арыс и Сырдарья.

Рекомендации

Проанализировав степень опасности возникновения физико-географических рисков, был разработан комплекс рекомендаций для каждого уровня риска (таблица 3).

Таблица 3 - Общие рекомендации к физико-географическим рискам

Уровень физико-географических рисков	Основные рекомендации
Высокий	использование химических, комбинированных, фрикционных и физико-химических способов борьбы с гололедно-изморозевыми явлениями, установка скоростных ограничений на опасных участках; создание дренажных сооружений, мелиоративные меры; строительство защитных дамб, регулирование стока рек в период паводков и половодий, укрепление берегов, взрывные работы для очищения русла реки ото льда, искусственное пополнение водоемов; вывод земель из хозяйственного использования, установление различных режимов особой охраны, в зависимости от экологической и рекреационной ценности природных территорий; захоронение земель
Выше среднего	распыление реагентов или катализаторов – сухого льда и жидкого пропана близ транспортного полотна, заблаговременно предупреждать водителей о риске тумана; укрепление размываемых берегов, регулирование объемов в водные периоды; строительство защитных дамб, регулирование стока рек в период паводков и половодий, взрывные работы для очищения русла реки ото льда; вывод земель из хозяйственного использования, установление различных режимов особой охраны, в зависимости от экологической и рекреационной ценности природных территорий; рекультивация земель
Средний	установка снегозащитных панелей, заблаговременная подготовка оборудования и бригад по ликвидации бедствий, подготовка оборудования и бригад по ликвидации снега, достоверный прогноз синоптических процессов; противоэрозионные мероприятия, закрепление и облесение подвижных типов почв; строительство противонагонных дамб; интенсивный тип ведения хозяйственной деятельности с наукоемкими технологиями; снижение аварийности на трубопроводах, рекультивация земель
Ниже среднего	достоверный прогноз синоптических процессов; создание системы лесополос и ветрозащитных кулис; высаживание лесополос, создание водоотводных устройств (боковые канавы, лотки, водосборные колодцы, водопоглощающие и дренажные устройства); экстенсивный тип ведения хозяйственной деятельности с жестким контролем со стороны государственных органов и природоохранных организаций;
Низкий	ограничение физических нагрузок рабочих при строительстве и ремонте транспортного полотна; борьба с эрозией, смена методов вспашки земель; уменьшение забора воды; экстенсивный тип ведения хозяйственной деятельности с жестким контролем со стороны государственных органов и природоохранных организаций

При высоком физико-географическом риске довольно опасны гололедно-изморозевые явления, для сглаживания которых возможно использование химических, комбинированных, фрикционных и физико-химических способов. Также при высоком физико-географическом риске возможна необходимость строительства защитных дамб, регулирования стока рек, и даже вывода земель из хозяйственного использования и их захоронение.

При среднем физико-географическом риске можно ограничиться установкой снегозащитных панелей, проведением противоэрозионных мероприятий, закреплением и облесением подвижных типов почв. Кроме того, при среднем физико-географическом риске желателен интенсивный тип ведения хозяйственной деятельности с применением наукоемких технологий, а также проведение рекультивации земель.

Низкий уровень физико-географического риска не уменьшает ответственность за территорию, здесь также обязательны охранные мероприятия, такие как: ограничение физических нагрузок рабочих при строительстве и ремонте транспортного полотна, борьба с эрозией, смена методов вспашки земель, уменьшение забора воды и экстенсивный тип ведения хозяйственной деятельности с жестким контролем со стороны государственных органов и природоохранных организаций.

М.К.АБСАМЕТОВ, Е.Ж.МУРТАЗИН

УСТОЙЧИВОЕ ПИТЬЕВОЕ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ ЕВРАЗИЙСКОГО ТРАНЗИТНОГО КОРИДОРА

В Послании к народу Казахстана от 11 ноября 2014 года «НҰРЛЫ ЖОЛ – ПУТЬ В БУДУЩЕЕ» Президент Республики Нурсултан Абишевич Назарбаев обозначил основные направления Новой экономической политики до 2050 года, в том числе: Развитие транспортно-логистической инфраструктуры;

Как подчеркнул Глава государства: «Транспортная инфраструктура - это кровеносная система нашей индустриальной экономики и общества. Для Казахстана пути сообщения имеют важное значение в плане его расположения между Европой и Азией, Севером и Югом. Нужно усилить мощность порта Актау».

Создание транспортных коридоров, способных привязать экономики европейских и азиатских стран к международным коммуникационным артериям нашей страны, - один из возможных путей диверсификации экономики. Это позволит Казахстану стать по-настоящему интегрированным государством и, что немаловажно, заработать на транзите грузов. Страны, через которые сегодня следует транзит, по оценкам международных экспертов, получают ежегодно свыше 1 трлн. долларов (Рис. 1).

Рис. 1 - Схема основных транспортных связей между странами ЕС и АТР

Казахстан видит большие перспективы в создании транспортного коридора Китай – Западная Европа через территорию республики. В том случае, расстояние перевозок уменьшается в два раза по сравнению с

АБСАМЕТОВ М.К.

доктор биолого-минералогических наук,профессор,академик КазНАЕН

Автор более 70 трудов и 6 монографии.

морским путем и на тысячу километров по сравнению с транзитом по территории России. В стратегических планах развития транспортной отрасли Казахстана ведущую роль играет морской торговый порт Актау, который является важным узловым транзитным пунктом в международных транспортных коридорах.

Транспортный коридор, который связывает Восточную Европу с Центральной Азией через Черное море, Кавказ и Каспийское море (на участке Достык/Хоргос – Алматы – Актау проходит через регионы Южного и Западного Казахстана. Территории Кызылординской и Мангыстауской области по своим физико-географическим и геолого-гидрогеологическим условиям относятся к слабообеспеченным пресными водами питьевого качества.

Вместе с тем, Казахстан достаточно богат подземными водами и обладает 0,13% общемировых ресурсов подземных вод, а по разведанным запасам и прогнозным ресурсам среди стран СНГ занимает второе место после Российской Федерации.

Суммарная величина прогнозных ресурсов подземных вод составляет 2038 м^3/с (64,3 км^3/год - или 62,7% от среднемноголетних поверхностных водных ресурсов). Прогнозные ресурсы пресных подземных вод оцениваются в 1282 м^3/с (40,4 км^3/год). По состоянию на 01.01.2016 г. в стране разведано более 2,9 тыс. месторождений подземных вод, по которым величина утвержденных эксплуатационных запасов составляет 552,8 м^3/с (17,4 км^3/год или 43% от величины прогнозных ресурсов пресных вод).

Только для хозяйственно-питьевого водоснабжения утверждено 178,7 м^3/с (или 32,3% от разведанных запасов), что почти в два раза превышают текущую потребность (82 м^3/с) городского и сельского населения в хозяйственно-питьевой воде. Доля подземных вод в общем балансе питьевого водопотребления составляет 56%, достигая 68% в сельской местности. Большинство месторождений разведано для водоснабжения областных центров, городов и крупных населенных пунктов, и осваиваются как на контрактной основе, так и по специальному водопользованию.

Из общего числа разведанных и учитываемых в государственном кадастре месторождений в эксплуатацию введено полностью или частично около 580 месторождений. Общий забор подземных вод чуть более 5% от величины разведанных запасов. Данный показатель характеризует невысокую долю использования ресурсной базы подземных вод в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения, близкую к показателям России и большинства стран СНГ, и значительно меньшую аналогичного показателя по развитым странам Европы.

Для устойчивой реализации проекта Транспортного коридора Китай-Западная Европа необходимо выработать стратегию рационального освоения ресурсов пресных подземных вод Казахстана для обеспечения инфраструктуры транспортного сообщения Достык/Хоргос – Алматы – Актау. Эта стратегия должна быть направлена на обязательное участие надежно защищенных подземных вод в системах водоснабжения и включать несколько направлении ее реализации.

В частности, сокращение дефицита вод питьевого качества малообеспеченных водными ресурсами регионов, где проходит Евразийский транспортный коридор, может быть решено за счет переброски пресных подземных вод из регионов, достаточно обеспеченных ими.

Так, например, для обеспечения питьевой водой транспортной инфраструктуры Мангистауской области целесообразно привлечение разведанного месторождения пресных подземных вод Кокжиде. Месторождение с утвержденными запасами до 2,3 м^3/с расположено в 430км от г.Атырау, в 280 км от Кульсары, 712 км от Актау, 760 км от Жанозен.

Продуктивным является водоносный комплекс, приуроченный к нижнемеловым альбским отложениям, представленным неравномерным чередованием песков, песчаников, алевритов и глин с явным преобладанием песчаных разностей.. При общей мощности отложений комплекса до 200 м, средняя мощность водоносных песков по линии водозабора - 107-118.0 м. Уровни подземных вод устанавливаются на глубинах 1-32.0 м, в долине р.Эмба подземные воды самоизливают с высотой напора над поверхностью земли до 1.3 м. Водообильность пород высокая. Дебиты скважин 18-30.7 дм^3/с при понижении уровня на 10-18.0 м. По линии водозабора подземные воды комплекса пресные с минерализацией 0.1-0.4 г/л при характерных его значениях 0.2 г/л. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые. Качество их соответствует питьевым водам.

Запасы месторождения Кокжиде полностью покрывают потребность в питьевой воде населения Мангистауской области (315 тыс.чел) в объеме 2,1 м^3/с и, частично, Атырауской (Рис. 2).

Рис. 2 - Проектная трасса водовода Месторождение Кокжиде - Кульсары-Бейнеу-Жанаозен-Актау

Второй пример, питьевое водообеспечение транспортной инфраструктуры Кызылординской области может быть решено за счет переброски доброкачественной воды Мынбулакского месторождения с разведанными запасами 2,9 м^3/с. Месторождение находится в 207 км от г.Кызылорда.

Продуктивными являются водоносные горизонты верхнемеловых коньяк-кампанских, туронских и сеноманских отложений.

Водоносный горизонт коньяк-кампанских отложений вскрыт на глубине 100-115 м. Водовмещающие породы: мелкозернистые пески с прослоями глин, алевролитов, подстилаемые туронскими глинами и перекрытые маастрихтскими глинами. Общая мощность горизонта 175-180 м, эффективная - 108-120 м. Воды напорные, пьезометрические уровни устанавливаются на 9-10 м выше поверхности земли. Дебиты скважин 29-38 л/с при понижениях уровня на 18-21 м. Воды пресные, с минерализацией 0.6-0.7 г/л, по химическому составу гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные.

Водоносный горизонт туронских отложений вскрывается на глубинах 294-302 м. Водовмещающие породы: мелкозернистые пески с прослоями глин, аргиллитов и алевролитов. Общая мощность комплекса 164-193 м, эффективная - 98-130 м. Воды напорные, пьезометрические уровни устанавливаются по 10.9-14.3 м выше поверхности земли. Дебиты скважин - 34-40 л/с при понижениях 16.8-28.6 м. Воды пресные, с минерализацией 0.64-1.12 г/л, в среднем 0.8 г/л, по химическому составу гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные натриевые.

Водоносный горизонт сеноманских отложений вскрывается на глубинах 472-480 м. Водовмещающие породы: среднезернистые кварцевые пески с прослоями глин и алевролитов. Мощность комплекса 90-100 м, эффективная - 38-46 м. Воды напорные. Пьезометрические уровни устанавливаются на 12-16.5 м выше поверхности земли. Дебиты скважин 30.9-35.3 л/с при понижении уровня на 22.9-26.8 м. Воды слабосолоноватые, с минерализацией 0.93-1.28 г/л, в среднем 1.0 г/л. По химическому составу они гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные натриевые.

Мынбулакское месторождения, кроме обеспечения питьевого водоснабжения Транспортного коридора, покроет потребности Кармакчинского, Джалагашского, Сырдарьинского районов и г. Кызылорды, население которых использует для питья слабосолоноватые воды с минерализацией 1,1-1,3 г/л (по санитарным нормам – до 1,0 г/л) (Рис. 3).

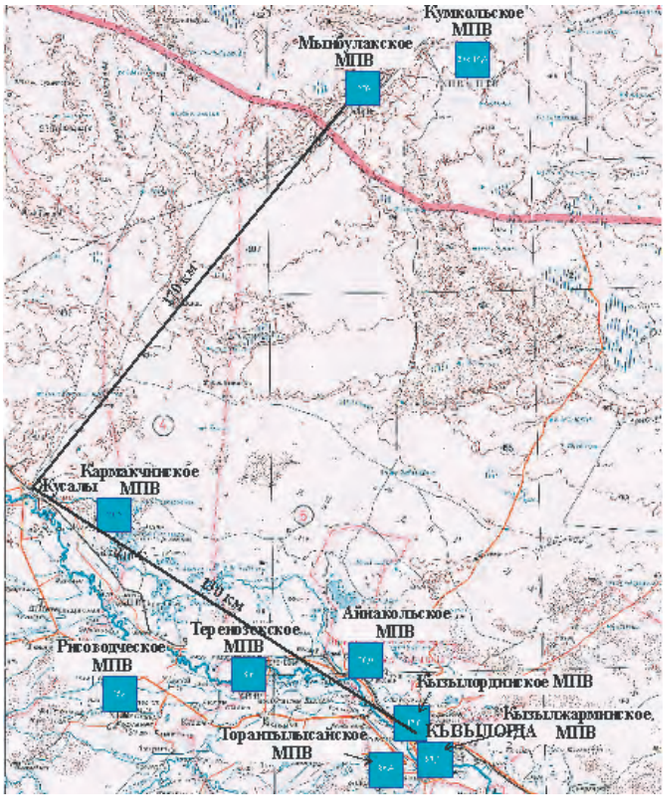


Рис. 3 - Проектная трасса водовода Мынбудакское месторождение - Жусалы-Кызылорда

Таким образом, строительство водоводов от двух крупных месторождения подземных вод - Кокжиде и Мынбулакское обеспечит качественной питьевой водой не только инфраструктуру Евразийского Транспортного коридора, но и разрешит проблемы пиьевого водоснабжения населенных пунктов Кызылординской и Мангистауской области.

ВИНОКУРОВ Е.

директор Центра интеграционных исследований Евразийского банка развития (ЕАБР).
Доктор экономических наук (ИМЭМО РАН, Москва), профессор РАН, PhD (Университет Пьера Мендеса-Франса, Гренобль).

Е. ВИНОКУРОВ

«ИНТЕГРАЦИЯ ТРАНЗИТНОГО И ВОДНОГО ПОТЕНЦИАЛОВ «БОЛЬШОЙ ЕВРАЗИИ»

Тезисы

Рост трансконтинентального грузопотока, в том числе транзита грузов через ЕАЭС, наземным транспортом по маршруту Азия – Европа возможен. **Проблема сухопутных маршрутов - их ограниченная пропускная способность, слабая инфраструктура**. Необходимо развитие наземной инфраструктуры. Однако для этого необходимы крупные инвестиции.

В структуре торгового оборота ЕАЭС и Китая преобладает морской транспорт. В грузопотоке между Россией и Китаем на морской транспорт приходится 77%, на сухопутные перевозки через российско-китайскую границу приходится 21% грузов, а на транзит через Центральную Азию – лишь 2%. Обеспечение товарооборота Казахстана и Китая в объеме 86% грузов осуществляется сухопутным транспортом, пересекающим границу между двумя государствами, остальной объем грузов идет через российские порты и терминалы (Владивосток, Восточный и Санкт-Петербург). При этом экспорт китайских товаров в Казахстан в большинстве случаев осуществляется морским транспортом через Россию.

Ключевыми аспектами сопряжения ЕАЭС и китайской инициативы ЭПШП являются:

– развитие новой и модернизация действующей транспортно-логистической инфраструктуры,

– оптимальная координация и гармонизация инфраструктуры стран-членов ЕАЭС,

– проведение целого комплекса мер, включая инвестиции, для повышения эффективности перевозок и, как следствие, увеличения товарооборота.

В рамках ЭПШП перспективным видится развитие двух транспортных коридоров:

– Центрального Евроазиатского коридора (Китай – Казахстан – Россия – ЕС)

– Северного Евроазиатского коридора (Шанхай – Владивосток – Транссиб – ЕС).

Данную категоризацию трансъевразийских коридоров предлагает ЕАБР, обозначая тем самым вектор движения перевозок.

Потенциал маршрутов, лежащих в рамках данных коридоров, относительно выше других сухопутных маршрутов. Также данные сухопутные коридоры имеют неоспоримые преимущества:

– возможность использовать минимальное количество транспортных модальностей (например, только железнодорожный);

– минимальное количество пограничных переходов: всего два (Китай – Россия, Россия/Беларусь – ЕС; Китай – Казахстан, Россия/Беларусь – ЕС);

– «освоенность» и значимость коридоров. Перевозки по ним уже осуществляются в обоих направлениях;

– перевозка по данным коридорам является наиболее конкурентоспособной по цене (в сравнении с другими маршрутами перевозок Европа – Китай по территории стран ЕАЭС). Для сравнения: стоимость доставки грузов по железной дороге по маршруту Урумчи – Алматы – Оренбург – Москва – ЕС составляет сегодня порядка $1,3 тыс. за TEU. Доставка одного контейнера по маршруту Урумчи – Актау – Баку – Поти – ЕС обойдется в $5 тыс.

Статистика свидетельствует, что, начиная с 2013 года, грузопотоки из Китая в Европу по железнодорожным маршрутам прирастают достаточно большими темпами (хотя и с низкой базы) и достигли в 2016 году 104 тыс. контейнеров. За 2016 год перевозки через Достык (Казахстан) и Наушки (выход через Монголию на Транссиб) увеличились более чем в два раза, через Забайкальск (выход с северо-восточных провинций Китая на Транссиб) – увеличились на 42%. Начались активные контейнерные перевозки через Хоргос (станция Алтынколь, Казахстан).

В обратном направлении – из Европы в Китай – контейнерный грузопоток в 2016 году также увеличился практически в два раза, достигнув 52 тыс. контейнеров в год. Таким образом, проблема недозагрузки контейнеров, следующих из Европы в Китай по суше менее острая, нежели по морю. Так, согласно последним данным, из Европы в Китай загружается каждый второй контейнер, а по морю – каждый третий.

Сухопутные маршруты могут выигрывать по фактору времени, но это преимущество еще надо реализовать. Этот фактор играет в пользу транзитных перевозок по суше, но требуется выполнение дополнительных условий. Например, специалисты по логистике утверждают, что поезда должны быть линейными — идти по расписанию и желательно ежедневно. Только в этом случае фактор скорости доставки начинает работать в пользу сухопутных перевозок.

Для максимально эффективного использования данных коридоров и привлечения дополнительного грузопотока необходимо решение следующих важных вопросов (ограничений):

Увеличение пропускной способности коридоров через развитие транспортно-логистической инфраструктуры.

Повышение уровня контейнеризации перевозок.

Нереализованный потенциал железнодорожной контейнеризации связан со слабой инфраструктурой. Важным ограничением остается проблема недоинвестирования в контейнерные станции (логистические центры), нехватка малой и средней механизации для обработки грузов. Здесь ключевое значение имеет работа в региональном разрезе.

На территории Казахстана целесообразно рассмотреть варианты строительства современных контейнерных терминалов. Построив два-три базовых инфраструктурных объекта (современных логистических центра), Казахстан сможет добиться роста пропускной способности в транзите до 1.2–1.3 млн контейнеров и удешевить внутреннюю логистику на 40–60%.

Будущее транспортных коридоров в Евразии взаимоувязано с внутренними перевозками и индустриальным развитием. Обеспечение транзита грузов по территории ЕАЭС – важная экономическая составляющая. Однако не стоит замыкаться исключительно на транспорте и транзите. Развитие транспортных коридоров и инфраструктуры необходимо не только и не столько для транзита, но прежде всего для укрепления экономических и социальных связей с трансграничными регионами, повышения эффективности использования индустриальных центров, а также для повышения эффективности международного разделения труда.

Потенциально транспортные коридоры через Центральную Азию и Россию могут привлечь 4% от морского грузопотока по маршруту Китай – Европа. Это широкая номенклатура из западных провинций КНР + узкая номенклатура из центральных и восточных провинций.

Критически важны меридиональные направления (Север - Юг) транспортных коридоров. Максимизация взаимовыгодного сотрудничества в странах Евразии может быть достигнута при условии дополнения действующей транспортной инфраструктуры, имеющей преимущественно широтную направленность, меридиональными ветками, которые на настоящий момент практически отсутствуют: коридоры, соединяющие Россию – Кавказ – Ближний Восток, Россию – Центральную Азию – Иран – (Индию), дальневосточные регионы России – Китай – Корею и т.д.

Инфраструктура стран-членов ЕАЭС характеризуется хроническим недофинансированием. Ее развитие заметно отстает от текущих потребностей экономик стран союза и не дает в полной мере воспользоваться возможностью получать выгоды от участия, например, в ЭПШП. Для восстановления и развития транспортно-логистической инфраструктуры необходимы большие объемы инвестиций, «длинные деньги», а также согласованные действия заинтересованных сторон.

Здесь выявляется еще одна проблема – отсутствие полной согласованности и синхронизации действий стран ЕАЭС в части развития транспортной инфраструктуры.

На практике возникают ситуации, когда реализация странами союза инфраструктурных проектов осуществляется несинхронно, что значительно снижает эффективность трансконтинентальных перевозок и перспективы увеличения грузопотока. Например, в рамках реализации автодорожного проекта «Западная Европа – Западный Китай» Казахстан завершил работы по строительству современной дороги от границы с Китаем до границы с Россией. В свою очередь российская сторона планирует завершить свою часть работ только в 2020 году.

Такой пример указывает на необходимость и значимость совместной приоритизации странами ЕАЭС ключевых транспортных коридоров, маршрутов, проектов и согласование инвестиционных программ. Кроме того, разработка долгосрочной программы действий по развитию и реализации потенциала транспортно-логистической инфраструктуры стран ЕАЭС, а также составление «дорожных карт» с четкими сроками и ответственными должны происходить между сторонами при участии и координирующей роли ЕЭК. Необходима регулярность контактов и развитие диалога между заинтересованными ведомствами и представителями бизнеса, а также экспертного сообщества всех государств-членов

ЕАЭС. Это позволит максимально полно учесть интересы как государства, так и бизнес-сообщества, улучшить инфраструктуру в соответствии с ожиданиями и потребностями бизнеса.

4. **Реализация проектов развитию водной инфраструктуры требует глубокого и всестороннего изучения.**

Необходимо проведение дополнительных исследований, направленных на оценку экономической целесообразности реализации проекта, анализ грузопотоков, а также дополнительного обоснования водообеспеченности рассматриваемых вариантов водно-транспортного соединения Каспийского моря и Азово-Черноморского бассейна.

САДЫКОВА А.Б., СТЕПАНЕНКО Н.П., БЕКТЕМИРОВ А.К.

ОБОСНОВАНИЕ ОЦЕНКИ СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННОЙ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ТРАНЗИТНОГО КОРИДОРА «ШЕЛКОВЫЙ ПУТЬ ЧЕРЕЗ КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ» НА КАЗАХСТАНСКОМ УЧАСТКЕ

САДЫКОВА А.Б.

Заведующая лабораторией региональной сейсмичности ТОО «Институт сейсмологии» АО «Национальный центр сейсмологических наблюдений и исследований»

Казахстан в силу своих географических особенностей и принятых экономических стратегий неизбежно должен стать частью мировой транспортно-коммуникационной системы с опережающим развитием всей транспортной инфраструктуры страны. Современное и высокотехнологическое обустройство транзитного коридора «Шелковый путь через канал «Евразия» на казахстанском участке от Коргаса и Достыка до портов Актау и Курык» будет способствовать эффективному развитию транзитного потенциала Республики Казахстан, и максимально использовать его возможности по выходу к морям. Однако, при проектировании и строительстве особо ответственных объектов, каковым является планируемый транспортный коридор, необходимо учитывать сейсмическую опасность территории, по которой он будет проходить.

Территория Казахстана входит в систему сейсмоактивных поясов Евразии и характеризуется интенсивными геодинамическими процессами, одним из проявлений которых являются сейсмические события. Сейсмоактивный орогенический пояс Казахстана состоит из горных сооружений Северного Тянь-Шаня, Джунгарии и Алтая, которые обрамляют структуры молодой платформы – Туранской плиты и Казахского щита. С ними связан целый ряд сейсмогенерирующих зон (зон возникновения сильных землетрясений).

В силу особенностей природных условий, наиболее промышленно развитые и густонаселенные районы Казахстана расположены вблизи потенциально опасных сейсмогенерирующих зон с максимальной магнитудой ожидаемых землетрясений от 6 до 8. Эти зоны являются источниками мощных динамических воздействий на геологическую среду, а через нее – на различные строительные конструкции и на среду обитания человека. Именно уровень сейсмической опасности территории может определить перспективу дальнейшего развития промышленных районов Казахстана.

Казахстанский участок транзитного коридора «Шелковый путь через канал «Евразия» от Коргаса и Достыка до портов Актау и Курык» пересекает территорию Казахстана, где выделены регионы с различным уров-

нем сейсмической опасности. Часть магистрали проходит по территории разрабатываемых месторождений нефти и газа, где могут иметь место интенсивные геодинамические процессы, в том числе техногенные землетрясения со значительной интенсивностью. Если ее восточная и южная части, берущие начало от пунктов Достык и Коргас соответственно, проходят по заведомо высокосейсмичной территории Джунгарии и Северо-Тянь-Шаньского региона, то центральная и западная части расположены в слабосейсмичной зоне, охватывающей Казахский щит, Туранскую плиту, сейсмичность которой до сих пор мало изучена в виду отсутствия здесь сейсмических станций [1-4]. Однако, произошедшие в последние годы 5-6- балльные землетрясения в пределах Мангистауской, Актюбинской, Кызылординской и Карагандинской областей свидетельствует о том, что нельзя не учитывать сейсмическую опасность этих регионов. Следует добавить, что в настоящее время регион Западного Казахстана является ареной интенсивных геодинамических процессов, одним из ярких показателей которых является подъем уровня Каспийского моря более чем на два метра за последние два десятка лет [4].

Для успешной реализации Программы по экономической целесообразности использования казахстанской части транспортного коридора «Шелковый путь» через канал «Евразия» трансевразийской магистрали от Коргаса и Достыка до портов Актау и Курык» и обеспечения его защиты от разрушений, являющихся результатом сейсмических воздействий, а также предотвращения экологических и экономических катастроф, при его проектировании, строительстве и эксплуатации обязательно должна быть проведена оценка сейсмической опасности и сейсмического риска территории, по которой магистраль будет проходить.

Первым и самым важным звеном в оценке сейсмической опасности и сейсмического риска любой территории является создание *сейсмотектонической модели* реальных и потенциальных зон возникновения очагов землетрясений (сейсмогенерирующих зон), которые могут быть источником возможных сейсмических воздействий на селитебные и промышленные объекты на территории Казахстана. С учетом современных методических разработок, ее создание основывается на детальном и всестороннем изучении глубинной структуры земной коры и всей литосферы, современной геодинамики, региональной сейсмичности и сейсмического эффекта на земной поверхности [1-4]. Комплексный анализ сейсмотектонических условий позволяет также оценить экономическую целесообразность строительства и использования проектируемых объектов.

Разработка *геолого-геофизического обоснования* сейсмотектонических моделей предусматривает изучение геолого-тектонических особенностей картируемых территорий [1, 5-7], строения консолидированного фундамента с выделением основных структурно-вещественных комплексов и важнейших структурообразующих разрывных нарушений, строения платформенного чехла, включая вещественные комплексы, новейшей тектоники, интенсивности неотектонических движений, положения новейших активных разломов.

Характеристика консолидированного фундамента и альпийского платформенного чехла является частью геологических данных, используемых для выявления общих закономерностей, которым подчиняются разные проявления тектонических процессов, в том числе и сейсмические события, порождаемые деформацией слоев земной коры и верхней мантии [1].

Неотектонические условия играют одну из основных ролей при определении геодинамической обстановки территорий. Изучение новейших тектонических структур, определяющих главные черты современного рельефа Казахстана, имеет особо важное значение для сейсмоактивных территорий, так как землетрясения находятся в тесной связи с новейшими тектоническими движениями.

Разломы являются важнейшими деформационными структурными элементами земной коры. Разрывные дислокации ограничивают подвижные блоки различных размеров и образуют закономерно ориентированные системы, изучение которых создает предпосылки для выявления структурных критериев локализации очагов землетрясений [1].

Региональная геофизика является основным источником глубинной информации для выделения сейсмогенерирующих зон и количественной оценки физических условий подготовки землетрясений. Выявленные особенности геофизических полей и физических свойств земной коры используются для общего геолого-геофизического районирования территории и выделения зон возникновения очагов землетрясений. Геофизические данные, подтверждая основные закономерности тектонического строения литосферы Казахстана, установленные геологическими исследованиями, позволяют оценить их сейсмопотенциал [7].

Разработка *сейсмологического обоснования* сейсмотектонических моделей включает в себя детальное изучение сейсмичности и сейсмического режима, необходимое для выяснения причин и условий возникновения землетрясений, а также закономерностей формирования очаговых зон с целью создания физических моделей сейсмического режима и подготовки сильных землетрясений; выявление закономерностей пространственно-временного распределения параметров реальной сейсмичности как основы выделения зон возникновения очагов землетрясений с дифференциацией их по максимальной возможной энергии (анализ площадного и глубинного распределения очагов слабых и сильных землетрясений, макросейсмического проявления сильных землетрясений, механизмов очагов в связи с неотектоникой, параметров графиков повторяемости землетрясений и др.) [2-4].

Информационной базой сейсмологических данных являются каталоги сильных и слабых землетрясений Казахстана и сопредельных территорий, составленные по макросейсмическим и инструментальным данным, а также глобальные каталоги NEIC, ISC, Института геофизических исследований РК и др. [3, 8, 9]. Составленные унифицированные каталоги слабых и сильных землетрясений позволяют получить представление о пространственном распределении сейсмичности и параметров сейсмического режима и выделять сейсмогенерирующие зоны.

В результате проведения комплекса геолого-геофизических и сейсмологических исследований, выделены сейсмогенерирующие структуры (или зоны), установлен возможный сейсмопотенциал этих структур (M_{max} ожидаемых землетрясений) [3, 7, 10, 11].

Всего на территории Казахстана выделено 69 сейсмогенерирующих зон (рисунок 1). Ниже перечислены те из них, в зоне влияния которых трассируется транзитный коридор «Шелковый путь через канал «Евразия» на казахстанском участке от Коргаса и Достыка до портов Актау и Курык: Алакольская с сейсмопотенциалом M_{max}=5,0-7,0; Саркандская с M_{max}=6,5; Восточно-Джунгарская с M_{max}=5,0-7,0; Южно-Колпаковская с M_{max}=6,0; Западно-Джунгарская с M_{max}=5,5-7,0; Жанабулакская с M_{max}=5,5; Арасанская с M_{max}=6,5; Заилийская с M_{max}=8,0; Алматинская с M_{max}=5,6-7,5; Дегересская с M_{max}=5,5-6,0; Жалаирнайманская с M_{max}= 5,0; Кендыктасская с M_{max}=5,0-6,5; Северо-Киргизская с M_{max}=6,5-7,0; Байкадамская с M_{max}=5,5; Главная Каратауская с M_{max}=5,5; Западно- и Восточно-Кызылкумская с M_{max}=5,5; Жезказган-Улытауская с M_{max}=6,0; Центрально-Мангышлак-Устиртская с M_{max}=5,0-5,5 зоны.

Вероятностная оценка сейсмической опасности (ВОСО) на территориях транзитного коридора «Шелковый путь через канал «Евразия» на казахстанском участке от Коргаса и Достыка до портов Актау и Курык» осуществлена на основе методологии, соответствующей положениям Еврокода 8 (EN 1998-1:2004) «Проектирование сейсмостойких конструкций», для применения в практике проектирования на территории Казахстана [12].

Вероятностная оценка сейсмической опасности (ВОСО) включает следующие этапы:

1) Создание карты сейсмогенерирующих зон (сейсмотектонической модели), способных генерировать сильные движения грунта в районе исследования.

2) Определение сейсмического потенциала (минимальной и максимальной магнитуды землетрясений) для каждой сейсмогенерирующей зоны.

3) Определение параметров сейсмического режима в пределах каждой сейсмогенерирующей зоны.

4) Определение зависимости затухания интенсивности сотрясений для каждого сейсмического источника. Неопределенность для зависимостей затухания обычно определяется на основе статистического анализа затухания интенсивности при прошлых землетрясениях.

5) Расчет вероятности превышения заданных параметров движений грунта за заданный интервал времени путем интегрирования зависимости затухания по магнитуде для каждого сейсмического источника и суммирования результатов.

Теория, на основании которой проводится анализ и оценка сейсмической опасности, приведена в работах [13-17]. Общепринятый подход состоит в построении кривых сейсмической опасности, которые указывают среднюю годовую частоту превышения значений выбранного параметра движения грунта. На основе кривых сейсмической опасности рассчитывается вероятность превы-

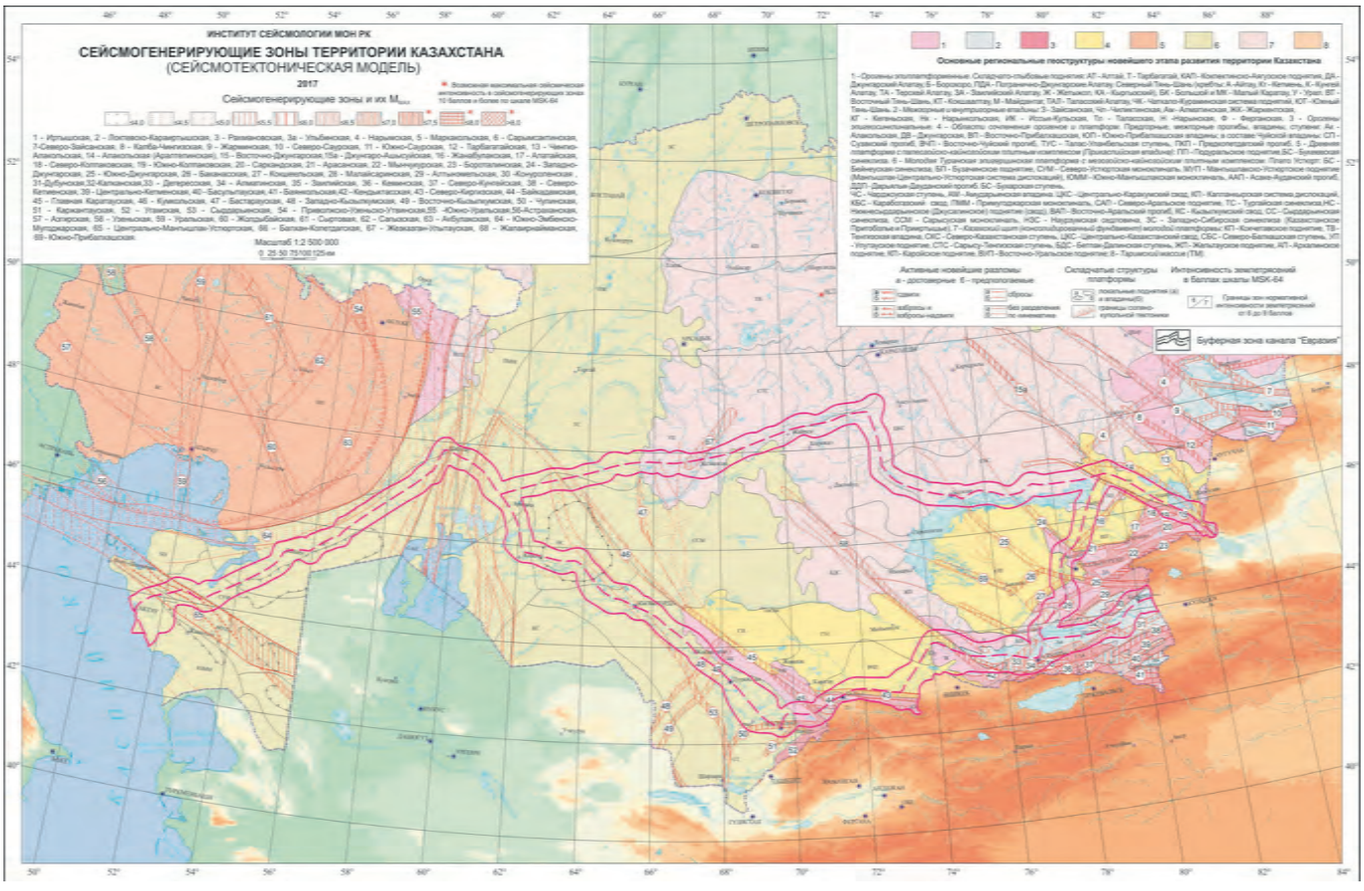


Рисунок 1 – Карта сейсмогенерирующих зон территории Казахстана (сейсмотектоническая модель)

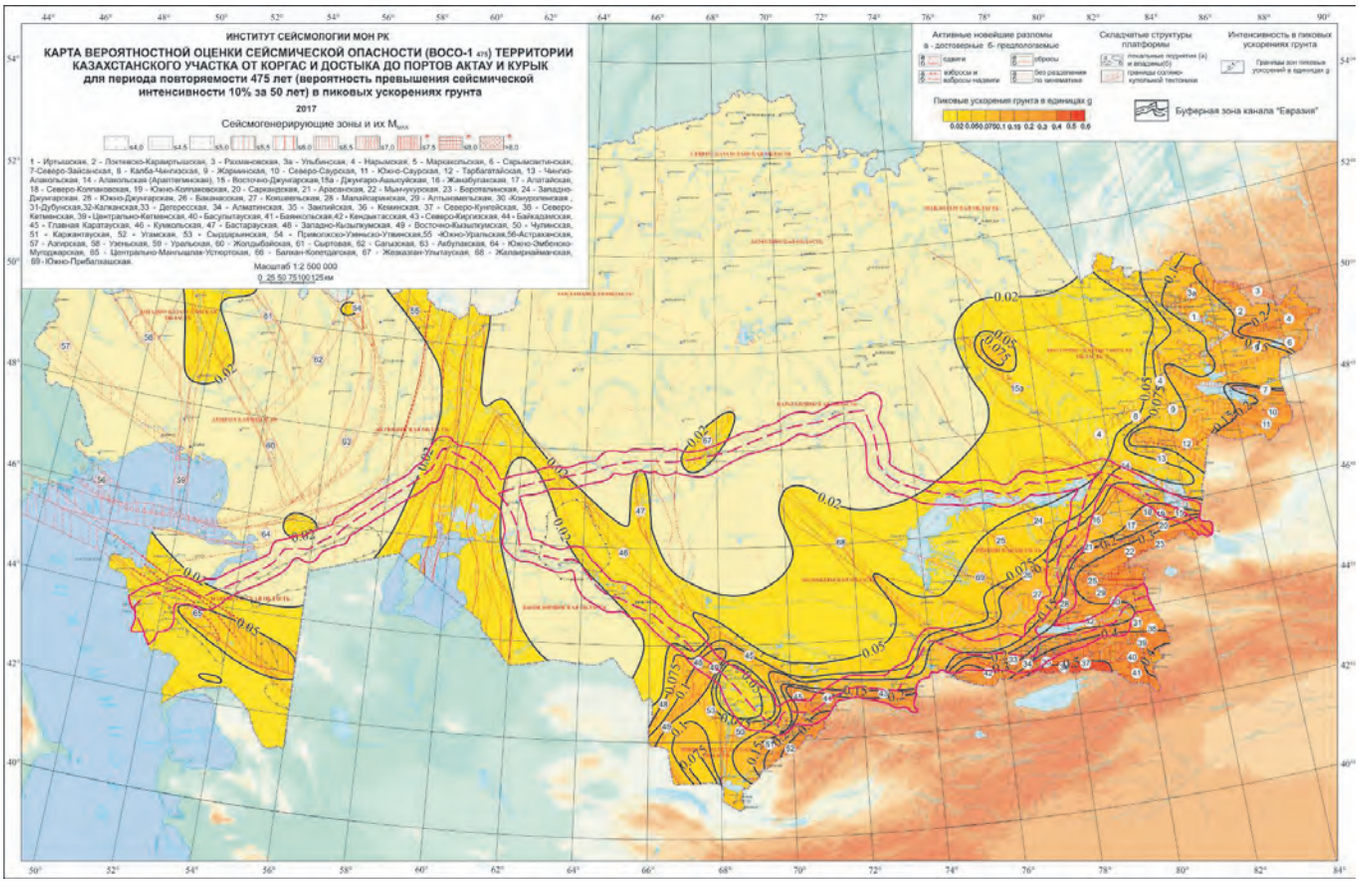


Рисунок 2 – Карта вероятностной оценки сейсмической опасности (ВОСО-2_{475}) территории казахстанского участка от Коргас и Достык до портов Актау и Курык

шения заданного значения выбранного параметра и, соответственно, величина параметра, относящаяся к заданной вероятности превышения в течение требуемого периода времени.

На картах ВОСО транзитного коридора «Коргас и Достык - порт Актау и Курык» (рисунки 2-5) территория разделена на зоны с разной сейсмической опасностью. Показатели сейсмической опасности, представленные на картах:

-относятся к скальным и скально-подобным геологическим формациям, для поверхностных 30-метровых толщ которых типичны скорости распространения поперечных волн 1000-1200 м/с (грунтовые условия типа IA по Национальному Приложению к СН РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП РК-08-01-2012) [18-19];

-характеризуют сейсмическую опасность территории Республики Казахстан в баллах макросейсмической шкалы интенсивности и в пиковых ускорениях (в долях g) колебаний скальных и скально-подобных грунтов;

-характеризуют сейсмическую опасность территории Республики Казахстан на уровнях вероятности возникновения и возможного превышения сейсмического эффекта в течение 50-летних интервалов времени:

10% – период повторяемости сейсмических сотрясений 475 лет (карта ВОСО-1_{475}; карта ВОСО-2_{475});

2% – период повторяемости сейсмических сотрясений 2475 лет (карта ВОСО-1_{2475}; карта ВОСО-2_{2475});

Масштаб карт, соответствующих научно-методическим основам Еврокода 8 «Проектирование сейсмостойких конструкций», должен “соответствовать целевому назначению карт и обеспечивать приемлемую степень генерализации данных” и определен как 1:2 500 000.

Карты ВОСО в баллах шкалы MSK-64(K) составлялись на основе расчета степени сейсмической опасности, выраженной в непрерывно изменяющихся по площади численных значениях баллов, и иллюстрируют лишь целочисленную величину сейсмической интенсивности. Основной нагрузкой этих карт являются изолинии, разделяющие зоны максимальной интенсивности сотрясений от 6 до 9 баллов (на карте с уровнем вероятности 2% имеет место 10-балльная зона). Показаны основные региональные геоструктуры новейшего этапа развития (цветом); активные разломы в легенде, отражающей их тип (надвиг, сброс, сдвиг и т.д.); складчатые структуры; штриховкой без резких границ изображены зоны протяженных линеаментов, выявленные по космоснимкам. Показаны сейсмогенерирующие зоны (зоны возникновения очагов землетрясений), выделенные на основе комплекса сейсмологических, сейсмотектонических, геодинамических и других геолого-геофизических данных. В легенде отмечено, что в зонах с M_{max}≤7,5, M_{max}≤8,0 и M_{max}>8,0 максимальная сейсмическая интенсивность по шкале MSK-64 (K) может достигать 10 баллов и более.

На картах ВОСО в пиковых ускорениях грунта [20-21] изолинии проведены с неравномерным шагом, выбранным для удобства использования строителями, и соответствуют средним расчетным значениям среднеквадратичных пиковых ускорений в долях g: 0.02g, 0.05g,

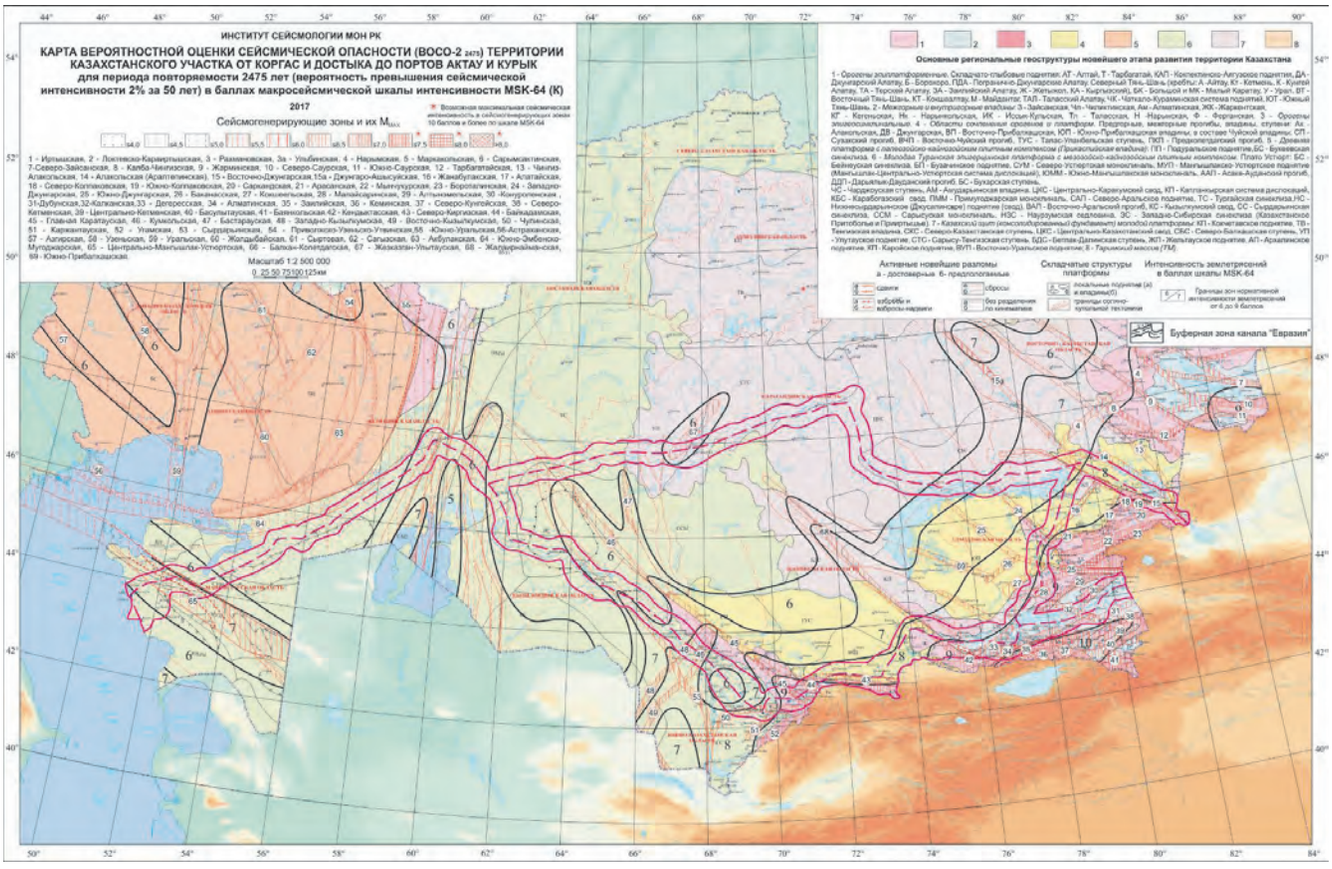


Рисунок 3 – Карта вероятностной оценки сейсмической опасности (ВОСО-2_{2475}) территории казахстанского участка от Коргас и Достык до портов Актау и Курык

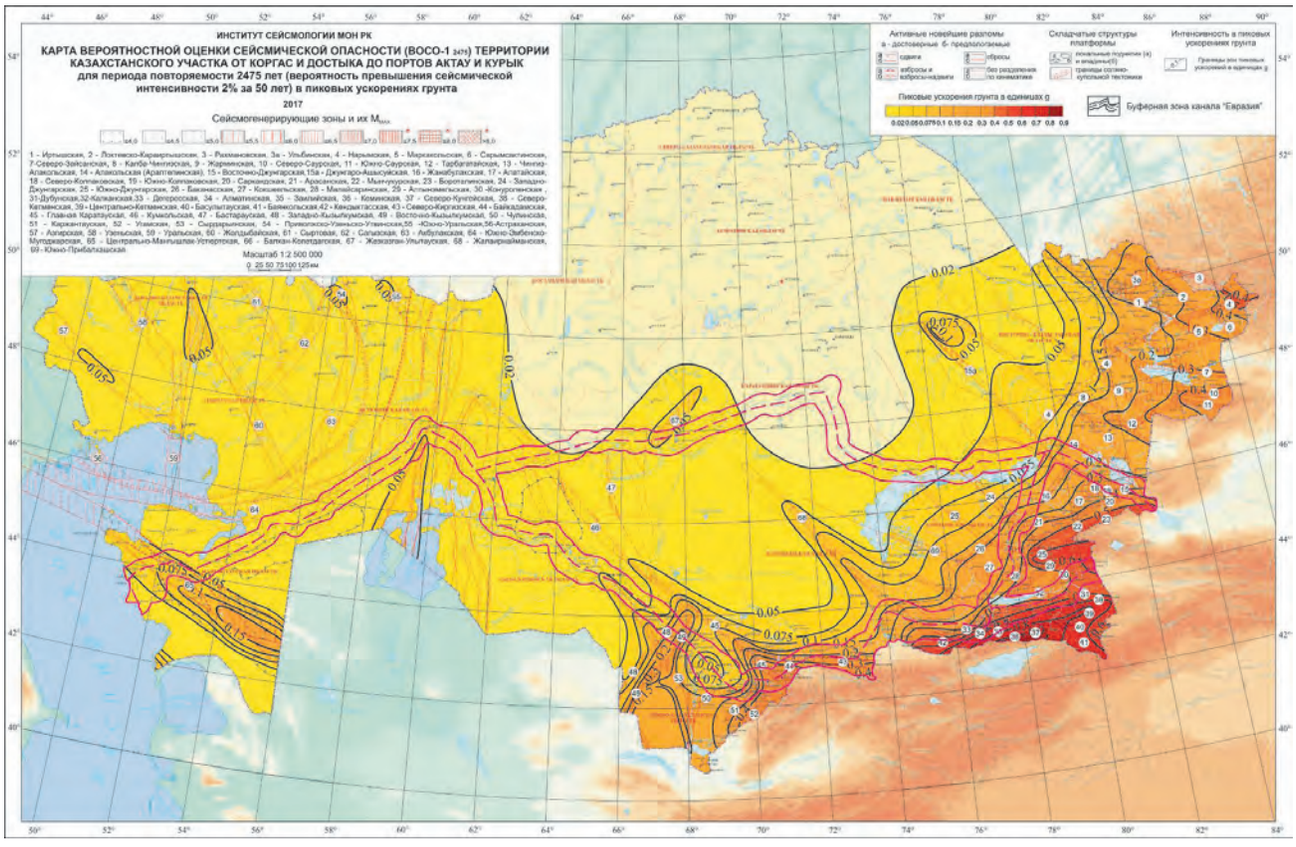


Рисунок 4 – Карта вероятностной оценки сейсмической опасности (ВОСО-1_{475}) территории казахстанского участка от Коргас и Достык до портов Актау и Курык

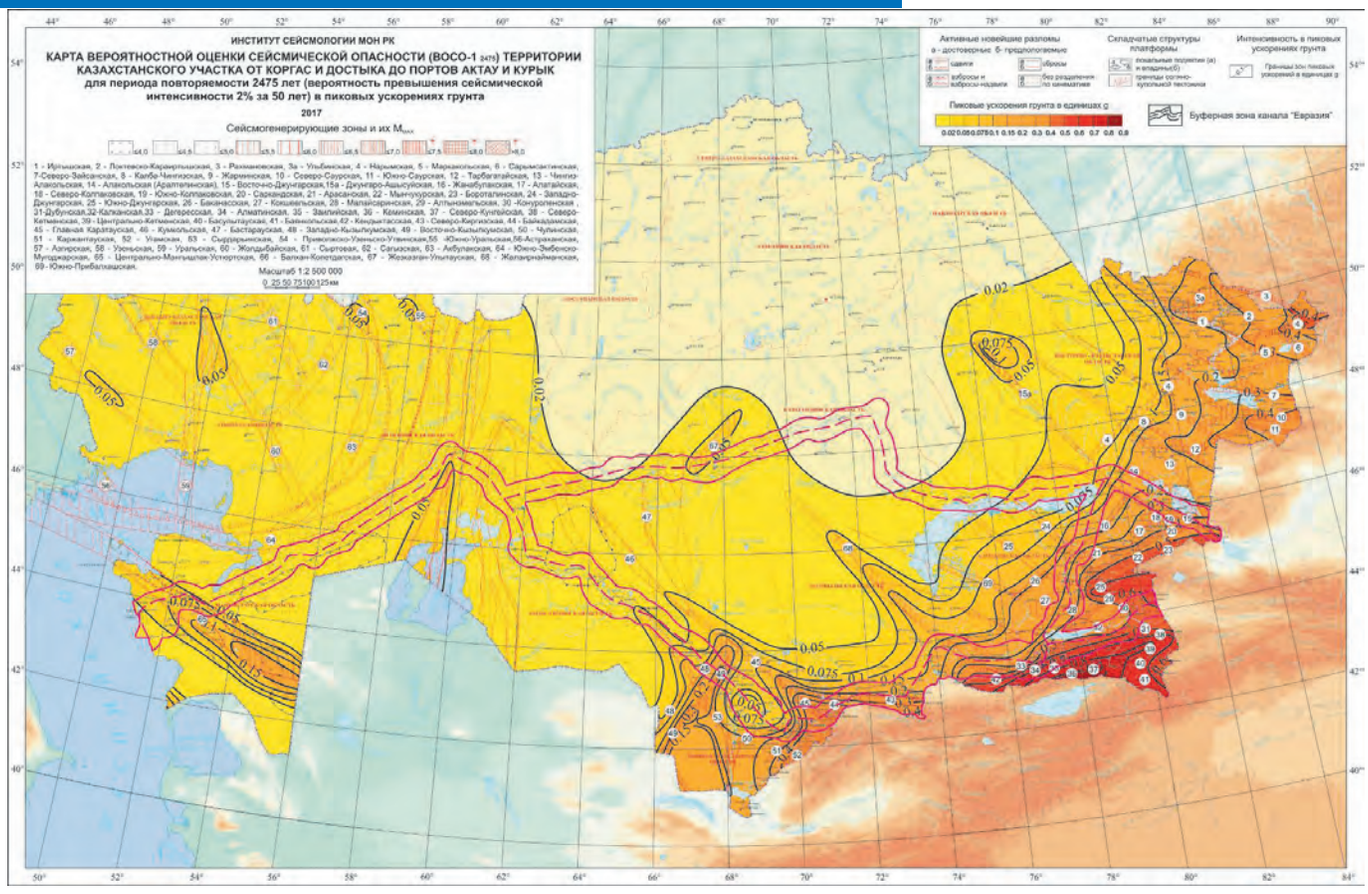


Рисунок 5 – Карта вероятностной оценки сейсмической опасности (ВОСО-1_{2475}) территории казахстанского участка от Коргас и Достык до портов Актау и Курык

0.075g, 0.1g, 0.2g, 0.3g, 0.4g, 0.5g, 0.6g, 0.7g, 0.8g и 0.9g. Эти значения указаны на самих изолиниях, а также в легенде, как границы интервалов пиковых ускорений. Внутри интервала расчетные значения ускорений неравномерно возрастают от изолинии с меньшим номиналом к изолинии с большим.

Карта ВОСО в пиковых ускорениях грунта с уровнем риска 10% (период повторяемости сейсмических сотрясений 475 лет) показывает, что практически на половине территории страны значения превышают 0.02g, а в южных, юго-восточных и восточных районах составляют от 0.05g до 0.15g и выше. Максимальные значения 0.5-0.6g здесь ожидаемо получены для районов, расположенных к юго-востоку от г.Алматы, что соответствует расположению максимально сейсмически опасных Кеминской и Северо-Кунгейской сейсмогенерирующих зон. Для г.Алматы при этом периоде повторяемости прогнозируется в среднем 0.4g (от 0.29g на северной границе до 0.48g на южной), в Таразе – 0.18g, Талдыкоргане – 0.21g, Шымкенте – 0.12g, Усть-Каменогорске – 0.11g. Области повышенных значений, превышающих 0.05g, проявляются в районе восточной части Казахского щита, за счет выделенной Жезказган-Улытауской сейсмогенерирующей зоны с сейсмопотенциалом 6,0, а также в районе Мангышлак-Устиртского поднятия от Центрально-Мангышлак-Устиртской зоны с M_{max}=5.4-5.8.

На карте ВОСО в пиковых ускорениях грунта с уровнем риска 2% (период повторяемости сейсмических сотрясений 2475 лет) пространственное распределение опасности становится более выраженным. Более чем две трети территории лежит в пределах изолинии 0.02g, максимальные магнитуды так же соответствуют зонам к югу от Алматы. Области повышенных значений, превышающих 0.05g, дополнительно проявляются в Центрально-Казахстанском регионе за счет вновь выделенной Жезказган-Улытауская сейсмогенерирующие зоны с M_{max}=6,0, в районе Северо-Аральского поднятия (зоны с M_{max}=5,5) и Центрально-Прикаспийской впадины в районе зон с M_{max}=5,0.

Таким образом, вероятностная оценка сейсмической опасности выполнена на основе методологии, соответствующей положениям Еврокода 8 (EN 1998-1:2004) «Проектирование сейсмостойких конструкций», для применения в практике проектирования на территории Казахстана. Эти материалы дают возможность оценить общую сейсмическую опасность транзитного коридора «Шелковый путь» через канал «Евразия» на казахстанском участке от Коргаса и Достыка до портов Актау и Курык».

Учет сейсмотектонических условий, сложившихся за исторический период развития геологического состояния земной коры, позволяет минимизировать многочисленные риски и потери, снижение которых потребовало бы выполнения чрезвычайно дорогостоящих мероприятий по обеспечению сейсмической безопасности территории буферной зоны казахстанского участка «Шелкового пути через канал «Евразия» от Хоргоса и Достыка до портов Актау и Курык, площадь которой состав-

ляет 522 840,6 кв. км. Вместе с тем, особое внимание должно быть уделено участкам трассы, проходящим по 9-10-балльным зонам. Эти участки является самыми опасными в сейсмическом отношении. Здесь требуется разработка специальных технических условий (СТУ).

Литература

1. Тимуш А.В. Сейсмотектоника литосферы Казахстана. - Алматы, 2011. - 590 с.
2. Садыкова А.Б. Сейсмическая опасность территории Казахстана. - Алматы. 2012. - 269 с.
3. Сыдыков А. Сейсмический режим территории Казахстана. - Алматы: Ғылым, 2004. - 270 с.
4. Геодинамика и сейсмичность литосферы Казахстана (пояснительная записка к «Геодинамическому атласу Казахстана») / Под ред. Б.С.Ужкенова, Е.Нусипова. - Алматы. 2007. - 410 с.
5. Шацилов В.И. Методика исследований при оценке сейсмической опасности территорий. - Алма-Ата: Наука, 1989. - 208 с.
6. Шацилов В.И. Геофизические критерии сейсмической активности тектоносферы Тянь-Шаня // Проблемы предотвращения последствий разрушительных землетрясений. - Алматы: Эверо, 2002. - С. 119-124.
7. Степаненко Н.П., Кайдаш Т.М. Структурно-скоростные критерии оценки сейсмической опасности на основе объемной Р-скоростной модели литосферы Казахстана и прилегающих территорий //Известия Национальной Академии Наук Республики Казахстан. Серия геологии и технических наук, 2014 г., № 6 - С. 41- 48.
8. Новый каталог сильных землетрясений СССР с древнейших времен до 1975 г. / Под ред. Н.В.Кондорской и Н.В.Шебалина. - М.: Наука, 1977. - 535 с.
9. Специализированный каталог землетрясений для сейсмического районирования Северной Евразии / Н.В. Кондорская, В.И. Уломов // Основные достижения Объединенного института физики Земли им. О.Ю. Шмидта за 1992-1996 гг. - М. ОИФЗ, 1996. - Т.1. - С. 108-109.
10. Сейсмическое районирование Республики Казахстан / А. К. Курскеев, А. В. Тимуш, В. И. Шацилов, А. Сыдыков, П. Н. Горбунов, А. Б. Садыкова. - Алматы: Эверо, 2000. - 220 с.
11. Сейсмогенерирующие зоны Казахстана / Тимуш А.В., Тарадаева Т.В., Степаненко Н.П., Садыкова А.Б., Сыдыков А. - Алматы: Хай Текнолоджи. - 2012. - 83 с.
12. Eurocode 8: Conception et dimensionnement des structures pour la résistance au séisme – Partie 1-1: Régles générales - Actions sismiques et exigences générales pour les structures. Institut Belge de Normalisation (IBN). 2002.
13. Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. Избранные труды. - М.: Наука, 1985. - 406 с.
14. Review of Recommendation for Probabilistic Seismic Hazard Analysis // Guidance on Uncertainty and Use of Experts. National Academy Press. - Washington, DC, 1997. - P. I-67.
15. Cornell C.A. Engineering seismic risk analysis // Seismol. Soc. America Bull., 1968. - Vol. 58, - №5, - P.1583-1606.
16. Cornell C.A. Probabilistic analysis of damage to structures under seismic loads. – In: Dynamic Waves in Civil Engineering. London, 1971.
17. Merz H.A. and Cornell C.A. Seismic risk analysis based on a quadratic magnitude frequency law // Seismol. Soc. America Bull., 1973. - Vol. 63. - №6. pt.1. - P. 1999-2006.
18. Отчет о научно-исследовательской работе «Требования к картам общего сейсмического зонирования Республики Казахстан, соответствующим положениям ЕВРОКОДА-8, для применения в практике проектирования на территории Казахстана», АО «КАЗНИИСА». 2013. – 89 с.
19. Национальное Приложение к СН РК EN 1998-1:2004/2012 и НТП РК-08-01-2012 «Проектирование сейсмостойких зданий и сооружений. Часть: Общие положения. Сейсмические воздействия» Разделы 1-3 СН РК EN 1998-1:2004/2012.
20. Абаканов Т.Д., Ли А.Н., Садыкова А.Б., Силачева Н.В., Степаненко Н.П. Сейсмическое зонирование территории Казахстана в рамках Еврокод 8. // Материалы 4-ой тектонической конференции «Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле», 3-8 октября 2016 г, Москва. 2016. С. 325-331.
21. Силачева Н.В. Корректировка модели затухания пиковых ускорений грунта по региональным данным для сейсмоопасных районов Казахстана // Известия НАН РК. Алматы, 2012, №3. С.53-60.

ВСЕМИРНЫЙ КОНГРЕСС ИНЖЕНЕРОВ И УЧЕНЫХ WSEC-2017 НА ТЕМУ «ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО: ИННОВАЦИОННЫЕ СЦЕНАРИИ И МЕТОДЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ»

EXPO 2017 ASTANA

Н.А. АБЫКАЕВ

ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО: ГЛОБАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ ПОИСК

В числе знаковых мероприятий, которые пройдут на полях открывающейся в Астане международной выставки ЭКСПО-2017, состоится первый Всемирный Конгресс инженеров и ученых (WSEC-2017). Конгресс созывается по совместной инициативе Казахской национальной академии естественных наук и Национальной инженерной академии Республики Казахстан. Это решение одобрено руководством республики, принято организаторами ЭКСПО-2017, поддержано учёным и инженерным сообществом из многих стран мира.

На сегодняшний день о своём желании участвовать в работе этого форума заявили более тысячи 1000 человек из 51 страны, в том числе, около 200 видных зарубежных учёных и исследователей и руководителей крупнейших энергетических компаний. Своё участие подтвердили такие авторитетные организации, как IRENA - Международное агентство по возобновляемым источникам энергии, Институт наук и технологий Masdar, Комитет международной премии «Глобальная энергия», Мировой энергетический совет, Международное энергетическое агентство (Франция), Ассоциация ветровой энергии Германии, Королевская академия инженерного дела (Великобритания), Агентство по новым технологиям, энергетике и экономическому устойчивому развитию (Италия) и другие известные в сфере энергетики организации мира.

Совсем не случайно повестка Конгресса - «Энергия будущего: инновационные сценарии и методы их реализации», созвучна главной теме ЭКСПО-2017.

Дело в том, что работа по модернизации энергокомплекса, комплексному и рациональному использованию богатых природных ресурсов страны, по внедрению принципов ресурсо- и энергосбережения ведётся в Казахстане по инициативе и по поручению Главы государства Нурсултана Абишевича Назарбаева уже давно. Эта тема всегда находилась и находится в сфере его государственных практических и научных интересов, находит отражение в основных стратегических документах, направленных на экономическое и социально-политическое развитие страны. Она была чётко обозначена ещё в первой глобальной стратегии, предложенной в 1997 году, более ёмко изложена в Стратегии «Казахстан-2050». В июле 2009 года был принят Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии».

Исходя из наработанного опыта и по результатам изучения мировой практики, ещё раньше, в 2008 году Президентом страны Н.А.Назарбаевым была выдвинута идея о проведении в столице Казахстана тематической выставки под девизом «Энергия будущего». После этого началась активная работа по её продвижению. В неё включились государственные, общественные, научные и научно-производственные объединения, крупные корпорации и компании.

На саммите в Рио-де-Жанейро» в 2012 году инициативы нашего Президента о разработке Глобальной энергоэкологической стратегии и Программе «Зелёный мост» получили поддержку мирового сообщества как

АБЫКАЕВ Н.А.

Председатель Международного программного комитета Всемирного конгресса инженеров и ученых WSEC 2017, Президент Казахстанской национальной академии естественных наук.

перспективные направления в создании новой посткризисной экономики. По прямому поручению Главы государства и при его непосредственном участии наши учёные, специалисты и эксперты приняли участие в научно-практическом обосновании этих идей.

В настоящее время практически завершена научно-техническая программа «Разработка чистых источников энергии Республики Казахстан. Вытекающие из неё проекты в виде демонстрационных действующих установок, макетов и видеовизуальных материалов будут представлены в экспозициях ЭКСПО-2017.

Нашими академиями в качестве практической апробации идей, предлагаемых на Конгресс WSEC-2017, проведен ряд интересных и содержательных конференций и научных сессий. Например, в рамках нефтегазовой конференции X форума KAZENERGY был подписан меморандум о сотрудничестве с Инженерной академией Китая. В Дубае наши учёные приняли участие в шестой сессии Ассамблеи Международного агентства по возобновляемой энергии (IRENA). Проведена Панельная сессия «Энергия будущего» в рамках Астанинского Экономического форума. Организован Форум НК «Астана ЭКСПО-2017», в котором приняли участие более 300 крупнейших ученых и экспертов из 18 стран.

Имеется немало примеров участия учёных и инженеров в конкретной реализации научных и исследовательских разработок в различных отраслях экономики страны. Развиваются “солнечный” и “ветровой” кластеры, действуют установки по снижению выбросов парниковых газов. Налажено производство солнечных панелей, металлургического кремния высокой чистоты на предприятиях в городах Уштобе и Караганде. Запущен завод «KazSilicon», где впервые в СНГ была отработана технология получения высококачественного кремния чистоты 99,6%, а затем и 99,99%. Работа в этом направлении уже обретает системный характер.

Обобщенно можно сказать, что участники научно-инженерного сообщества Казахстана, в том числе коллективы Национальной академии естественных наук и Национальной инженерной академии, стремятся самым активным образом участвовать в проработке и реализации энергетической стратегии Казахстана, как в режиме решения текущих задач, так и ориентируясь на отдалённую перспективу.

Эта работа имеет в своей основе проработку схем и вариантов комплексного прогнозирования энергопотребления, обеспечение роста энергопроизводства и энергосбережения. При этом решающее значение имеет обеспечение рационального баланса энергетических ресурсов и источников энергии.

Главная ставка делается на планомерное и рациональное снижение роли и объёмов традиционных невозобновляемых источников тепловой энергетики, к умеренному росту доли гидроэнергетики и атомной энергетики, и обеспечение интенсивного роста нетрадиционной энергетики на базе возобновляемых и технологически новых источников энергии. Важным прикладным направлением научной и инженерной мысли всё более становится повышение энергоэффективности в целом и коэффициентов полезного действия энергоустановок всех типов. И, наконец, не менее важным направлением перспективных разработок мы счиитаем обеспечение безопасности, надёжности и экологичности энергетики как в старых технологиях, так и, особенно, в новых разработках.

Словом, наши усилия направлены на то, что вовлечь в поле нашего внимания и действия все виды современной энергетики - тепловую, атомную, геотермальную, солнечную, биологическую, ветровую, водородную, термоядерную и т.д. Кроме того, мы стремимся не только быть в курсе, но и участвовать в научных и практических изысканиях и разработках наших коллег из других стран. Поэтому мы приглашаем к тесному инновационному сотрудничеству наших зарубежных коллег и партнёров.

Повестка нашего Конгресса тщательно формировалась Международным программным комитетом, руководить которым было доверено мне и Организационным комитетом во главе с Президентом Национальной инженерной академии Бахытжаном Жумагуловым.

Подчеркну, что эта работа проводилась в тесном консультационном взаимодействии с организаторами и будущими участниками форума. В соответствии с его концепцией определились четыре тематических блока. Первый блок посвящен теме «Перспективы и сценарии развития мировой энергетики до 2050 года». Второй блок рассмотрит тему «Баланс энергетической трилеммы: безопасность, доступность и экологическая устойчивость». Третий блок «Тренды развития мировых энергоресурсов». И четвертый блок «Научное кадровое обеспечение».

Надеемся, что высокий уровень обсуждению проблем обеспечат докладчики с мировыми именами, в числе которых четыре нобелевских лауреата, семнадцать лауреатов авторитетной Международной премии «Глобальная энергия», руководители крупных энергетических компаний мира и ведущие специалисты в области энергетики. Предполагаю, что в результате совместного и заинтересованного обсуждения нам удастся получить ответы на самые актуальные вопросы, касающиеся развития энергии будущего.

КОРТОВ С.В.

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ – КЛЮЧЕВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕХОДА К «ЗЕЛЕНОЙ» ЭКОНОМИКЕ

Сегодня 40 % мировых инноваций приходятся на «зеленую» экономику, а 50 % из них на энергосбережение и энергоэффективность, которые являются ключевым фактором «зеленой» экономики. Энергетика ответственна не только за конкурентоспособность и безопасность экономики, тепло и свет в наших домах, но и за 50 % выбросов загрязняющих веществ и 70% эмиссии парниковых газов (ПГ). То есть уровнем энергоемкости определяется экологическая и климатическая составляющие национальных экономик. По этому показателю в мировом рейтинге энергоемкости Казахстан занимает восьмое место, а Россия пятнадцатое. То есть энергоэффективность – это ахиллесова пята наших экономик.

Как показано на рис. 1, энергосбережение обеспечивает не только снижение потребления ископаемых энергоресурсов, но и сокращение выбросов загрязняющих веществ и ПГ, обеспечивающих сохранение окружающей среды и смягчение изменения климата. Таким образом, инновационные решения стран должны обязательно проходить через призму энергетики, энергосбережения и энергоэффективности, что и является одним из главных условий реализации «зеленой» экономики.

Рис.1. Синергетический (комплексный) эффект энергосбережения

КОРТОВ С.В.

**Кандидат физико-математических наук, доктор экономических наук.
Первый проректор Уральского федерального университета им.Б.Н.Ельцина**

Мы живем во время начала заката не только нефтяной, но и угольной эпохи. И это связано не только со сланцевой революцией, но и, в первую очередь, с миниатюризацией продукции. Это обусловлено нарастающим применением нано- и биотехнологий, а также генной инженерии. Но топливно-энергетический комплекс (ТЭК) в наших странах определяет и, по видимому, значительное время еще будет определять экономический рост, формируя большую часть бюджетных доходов и валютных поступлений, обеспечивающих функционирование всех секторов экономики и ЖКХ. Из этого следует, что любая модернизация, в том числе и в рамках «зеленой» экономики, должна начинаться с энергетики. [1] И такой вывод подтверждается международной практикой.

К 2011 году более чем в 50 странах были приняты законы, регулирующие выработку электроэнергии при помощи «зеленых» тарифов, т.е. тарифов на подключение с привлечением инвестиций в возобновляемые источники (ВИЭ).

Показателен опыт Южной Кореи, выбравшей «зеленую» экономику национальной идеей. В 2009 году было выделено более 38 млрд. долл., из которых 80 % было направлено на поддержку «зеленых» отраслей страны. Разработанный в стране набор финансовых, налоговых и законодательных мер был нацелен на оживление экономики и создание новых рабочих мест. Эти инновационные меры позволили Республике Корея зафиксировать экономический рост уже в начале 2009 года и обеспечить самый быстрый темп восстановления экономики среди стран ОЭСР во второй половине 2009 года. [2]

На сегодняшний день не существует стандартного определения «зеленых» инвестиций. Принято считать, что это те инвестиции, которые значительно снижают уровень ПГ и загрязняющих веществ. «Зеленые» инвестиции могут быть направлены на ВИЭ, биотопливо и др. либо на энергоэффективность и энергосбережение.

Масштаб распространения «зеленых» программ в мире можно продемонстрировать на следующем примере. Если в 2004 году политику перехода к ВИЭ официально поддерживали правительства 45 стран, то в 2014 году их количество достигло 137. В период между 2000 и 2010 гг. объем «зеленых» инвестиций в ВИЭ вырос с 7 до 154 млрд. долл. В 2013 году лидером по финансированию производства возобновляемой энергии стал Китай, доля которого составила 26 % от мировых инвестиций в данную отрасль, в то время как совместные инвестиции европейских стран заняли 23 %, а США – 17 %. [3]

Одна из главных инноваций, которая ждет все страны, это реализация низкоуглеродного развития. В декабре 2015 года в Париже состоится обсуждение климатических сдвигов и их последствий в экономическом и социальном плане.

148 стран количественно представили свои цели по снижению выбросов ПГ к 2030 году. В табл. 1 приведены цели отдельных стран. [4]

Для РФ и РК переход к «зеленому» низкоуглеродному развитию является актуальным, так как экономики этих стран наиболее энергоемкие в мире и имеют наибольший удельный уровень выбросов ПГ.

Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина, МИП УрФУ «Уральский центр энергосбережения и экологии» (МИП УрФУ УЦЭЭ) и Казахский национальный университет имени аль-Фараби совместно выполняют грант по теме: «Развитие «зеленой» экономики в регионах Казахстана: потенциал, тенденции и перспективы». В рамках этого гранта было проведено социологическое исследование среди жителей Казахстана на предмет понимания необходимости реализации «зеленой» экономики в Республике Казахстан (640 опрошенных). В результате 49 % жителей РК уверенно сказали, что «зеленая» экономика нужна Казахстану, а 76 % – что это поможет повысить энергоэффективность национальной экономики. По этим результатам можно с большой долей уверенности сказать, что население республики готово к инновациям «зеленой» экономики и понимает его возможности.

По сложившемуся у авторов мнению, в Казахстане созданы условия для разработки Плана и даже конкретной программы реализации «зеленой» экономики, где следует предусмотреть следующие мероприятия:

1. Уточнить перспективные направления «зеленой» экономики и инновационного развития в стране и по отдельным регионам.

2. Адресно сформулировать задачи по созданию инфраструктуры инновационного развития в сфере «зеленой» экономики (определить основные научно-исследовательские структуры; уточнить количественный состав инженеров-изобретателей и инноваторов по регионам стран; сформировать показатели и критерии для оценки инновационности и эффективности проектов (экономической, экологической, социальной); определить финансовую систему инновационного развития, выделить специализированные банки);

3. Определить возможных партнеров на международном уровне.

И по результатам выполненных мероприятий скорректировать стратегию социально-экономического развития страны и другие национальные программы.

Инновационным является сам подход «зеленого» развития по изменению инфраструктуры, а также законотворческой, налоговой и инвестиционной составляющих, которые создают необходимые условия для генерации и продвижения технологических инноваций.

Совместная работа по инновационной деятельности может быть более эффективной, так как Российская Федерация и Республика Казахстан во многом дополняют друг друга: близкая структура экономики, близкий

Таблица 1 – Цели по снижению выбросов ПГ к 2030 году

№ п/п	Страна	Снижение выбросов ПГ в процентном отношении от уровня 1990 г.
1	Россия	25-30 %
2	Казахстан	15 %
3	Белоруссия	10-15 %

менталитет и многолетний опыт сотрудничества, который, в основном, положительный, но требует объективной оценки с учетом изменившихся условий. Так, например, на Шимкентский нефтеперерабатывающий завод Республики Казахстан, которая занимает 12 место по добыче нефти, поставляется российская нефть. А Россия, имея свои угольные запасы, потребляет (в частности, только Рефтинская ГРЭС) 16 эшелонов угля в сутки из Экибастуза, причем с зольностью до 60 %. Насколько это обосновано и эффективно в данный период?

По мнению ученого из Республики Казахстан С.С. Суркеева, профессора КазНТУ им. К.И. Сатпаева, шлако-золоотвалы Экибастузского угля, которых в РФ скопилось миллионы тонн – это экологическая катастрофа. Но самое главное, он предложил инновационную схему переработки этих отходов. Вот это и есть пример инновационного направления «зеленой» экономики. На сегодняшний день и в РК, и в РФ имеются миллионы тонн других техногенных и бытовых отходов, и решение этой проблемы – одна из главных задач «зеленого» развития.

На наш взгляд в современных инновационных инфраструктурах есть слабое звено: «конструктор – опытное производство – проектант», что было отработано в научно-производственных объединениях и научно-исследовательских институтах до начала 90-х годов. Для ускорения и надежности создания инновационной продукции можно использовать опыт оборонной промышленности по внедрению новой техники.

В оборонных предприятиях СССР существовал следующий алгоритм. Конструкторские бюро-разработчики передавали конструкторскую документацию (КД) на опытно-промышленные предприятия. Заводские конструкторы изучали КД, давали свое «добро» и передавали заводским технологам, и те уже экспертировали КД на возможность ее использования при изготовлении продукции на своем предприятии, на наличие оборудования и оснастки, после чего передавали КД в серийное производство.

Возможно, следует подумать о кооперации с оборонкой и предприятиями, работающими на космос, конечно соблюдая необходимые режимные требования. Предприятия военно-промышленного комплекса часто имеют уникальное оборудование, не загруженное на полную мощность. Можно арендовать и необходимого конструктора или технолога. Ведь арендуют же сегодня предприятия квалифицированного сварщика за 150 000 рублей в месяц. Но здесь можно вспомнить и о вторичном использовании человеческого капитала – о наших пенсионерах, имеющих инженерное образование и необходимый опыт для работы консультантом по примеру Российской академии наук. Ну а вот с продвижением инновационных проектов у нас, надо честно признаться, дело всегда было плохо. Здесь можно использовать футбольный опыт по приглашению зарубежных тренеров на огромную зарплату.

Можно приглашать маркетологов-инновационщиков, например, из Южной Кореи, которая заняла первое место в Ежегодном Глобальном Индексе Инноваций (ГИИ) по версии агентства Блумберг в 2015 году. [5] Россия вышла на 14 место, поднявшись с 49-го в 2014 году и 62-го в 2013 году. Китай оказался на 22 месте.

Далее возникает вопрос об осознании значимости инноваций для развития общества и страны в целом. Здесь, по-видимому, нужно тоже провести социологическое исследование. Что такое инновации и что они дают? Также необходимо воспитание со школы творчества и чувства нового. Эту функцию могут выполнять такие технические музеи как Политехнический музей в РФ, Музей Генри Форда в США, Музей Леонардо да Винчи в Италии. Или такие проекты как «Маленькая Италия», где на площади в 1,5-2 км^2 показан и природный и промышленный потенциал страны. Аналогичный проект есть в Санкт-Петербурге по России.

В Свердловской области сделаны определенные шаги по направлению к «зеленой» экономике:

1. Проведена инвентаризация выбросов парниковых газов (2001-2011 гг.).

2. Разработан проект Стратегии низкоуглеродного развития Свердловской области и издано соответствующее научное издание.

3. Разработана магистерская программа в УрФУ имени Б.Н. Ельцина «Энергоэффективная низкоуглеродная экономика».

Также в Свердловской области предложен методологический подход на основе синергетического эффекта энергосбережения (показан ранее на рис. 1). Применение синергетического эффекта представлена на следующем примере инновационного проекта в рамках «зеленой» экономики.

Так, МИП УрФУ УЦЭЭ в рамках разработки Целевой программы “Реконструкция и развитие объектов теплоснабжения ХМАО определил, что самый высокий тариф на тепловую энергию в Кондинском районе. Затем было выполнено энергетическое обследование этого района и подготовлены предложения по утилизации попутного нефтяного газа на установке КРИОПАК с получением товарной продукции (пропан-бутановая смесь, сухой отбензиненный газ и сжиженный газ) для ЖКХ взамен привозного угля.

Это позволило получить следующие результаты по проекту:

– экономия топливно-энергетических ресурсов – 191081,3 т у.т./год;

– снижение выбросов загрязняющих веществ – 10320,17 т/год (на 98,46 %), в т.ч.: NO_x – 98 т/год (72 %), CO – 7949 т/год (72 %), SO_2 – 588 т/год (100 %);

– сокращение выбросов ПГ (за 10 лет) – 839 000 т CO_2-экв.;

– снижение тарифов на теплоснабжение: с 28,38 EUR/Гкал до 14,7 EUR/Гкал;

– создание дополнительных рабочих мест;

– улучшение условий проживания населения.

В подготовленном научным сообществом стран БРИКС в 2012 г. отчете [6] были выделены «лучшие инновационные практики» – сферы, в которых страны БРИКС достигли успехов и могут служить примером для других участников. В частности:

– для России: ядерные, космические, нано- и биотехнологии;

– для Индии: развитие сектора информационно-коммуникационных технологий;

– для Китая: привлечение иностранных инвестиций в инновационное производство, включая развитие инфраструктуры и финансового сектора.

Особых усилий требует инвестиционное сотрудничество в технологически передовых отраслях. Возможное сотрудничество стран БРИКС состоит в использовании стратегии *«технологии в обмен на рынок»*. По этому принципу была создана современная автомобильная промышленность в Китае и России.

Такая схема может быть применена и в других отраслях (сельскохозяйственная техника, фармацевтическая промышленность, электроника и приборостроение).

Развитие сектора малых инновационных предприятий с предоставлением реальных льгот по налогам и доступным кредитам, которые надо предусмотреть в готовящемся законе о науке и инновациях РФ, создаст серьезный стимул для отечественных инноваций. Также инновационные малые предприятия будут локомотивом для возникновения комплекса малых предприятий, которого все так давно ждут.

Но все ли участники процесса модернизации экономики заинтересованы в инновациях? Например, как можно оценить мотивацию к инновационным проектам банковских структур, которые сегодня, в основном, напоминают по отношению к инновационным проектам больше ломбарды или ростовщические конторы? То есть государство должно заинтересовать банкиров по участию в финансировании инноваций. И с научной точки зрения правильнее это было бы сделать на базе социологического исследования.

Кроме современных инноваций в режиме «догнать и перегнать» мы имеем такой мощный источник прорывных инноваций как идеи русского космизма. Это представители научно-культурного ренессанса (по определению академика В.П. Казначеева), такие как В.И. Вернадский, К.Э. Циолковский, А.Л. Чижевский, Н.К. Рерих. [7] Ученых-космистов объединяло энергетическое мировоззрение. Они рассматривали человека как энергетическую систему, находящуюся в постоянном взаимодействии с космическими энергиями Солнца, Луны и других планет, а мысль как энергию.

«Отличительным, «видовым признаком» человека, - писал Вернадский, - *стала форма энергии, связанная с разумом, настолько неудержимо растущая и эффективная, что уже стала главным фактором в геологическом развитии планеты*». [8]

И еще, *«В биосфере существует великая геологическая, быть может космическая, сила…<…> Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его как существа общественного*». [9, с.228]

В России традиционно много внимания уделяется развитию человеческого капитала. [10] «Зеленая» экономика – это экономика, при которой сокращающиеся природные ресурсы будут восполняться возможностями человеческого капитала, являющегося сильной стороной РФ. На рис. 2 представлена схема развития «зеленой» экономики. «Зеленая» экономика – это экономика, впитавшая все лучшее из экологической, энергоэффективной и низкоуглеродной экономики. «Зеленая» экономика – это экономика зарождающейся ноосферы. Ноосфера, или сфера разума, следующий, высший этап в развитии биосферы Земли, считал В.И. Вернадский.

Рис.2 Схема развития «зеленой» экономики

Под воздействием развивающегося человеческого капитала, к которому авторы относят не только здоровье и образование, но и духовно-нравственное развитие, определяющее творческий потенциал, «зеленая» экономика перерастет в ноосферную экономику. В.И. Вернадский относил творчество к таким экономическим категориям наравне с трудом и капиталом, а академик В.М.Бехтерева уделял серьезное значение.духовной культуре личности. [11]

Список литературы:

1. Солозобов Ю.М. Неоиндустриальная модернизация» Казахстана: к вопросу об актуальности казахстанского опыта для современной России / Ю. Солозобов // Свободная мысль. - 2010. - № 11.

2. How to guide: Low-emission Development Strategies and Nationally Appropriate Mitigation Actions: Eastern Europe and CIS. URL: http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Change/Mitigation/Low-emission%20Development%20Strategies%20and%20Nationally%20Appropriate%20Mitigation%20Actions%20Eastern%20Europe%20and%20CIS.pdf

4. Сафонов Г.В. Низкоуглеродное развитие: глобальные вызовы и возможности для России // Материалы доклада на 8-ой конференции РСоЭС, г. Санкт-Петербург, 28 октября 2015 г.

5. Какие страны являются лидерами инноваций – исследование // URL: https://vc.ru/p/global-innovation-index-2015

6. Шарова Е.А. Перспективы инновационно-технологического сотрудничества стран БРИКС // Российский институт стратегических исследований. URL: http://riss.ru/smi/7240/

7. Казначеев В.П. Феномен человека: Космические и земные истоки // Новосибирское книжное издательство, 1991.

8. Вернадский. В.И. О науке. // Т.1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль. – Дубна: издательский центр «Феникс», 1997. – 572 с.

9. Вернадский В.И. Автотрофность человечества // Труды биогеохимической лаборатории. М.: Наука.1980. Т.16.

10. Сидоров В.А. Роль человеческого капитала в инновационном развитии России // Теория и практика общественного развития, 2014. URL: htp://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2014/14/economics/sidorov-trubnikov.pdf

11. Бехтерев В.М. Бессмертие человеческой личности как научная проблема // Изд-во Алетейя, СпБ, 1999.

АЛИНОВ М.Ш.

Кандидат экономических наук, асс.профессор, академик КазНАЕН.
Председатель Правления МНО Консорциума «Зеленая Академия»

М.Ш. АЛИНОВ

«ЗЕЛЕНАЯ» ЭКОНОМИКА КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАЗАХСТАНА

За последние двадцать с лишним лет независимости Казахстан по своей траектории развития находился в числе стран, добившихся высокой динамики роста с минимальными потерями при происшедших кризисных явлениях (Рисунок1). Среднегодовой показатель роста ВВП за этот период составила 9,5%, который даже в кризисные периоды 1998 и 2008 годов удержался от «минуса», а уровень ВВП возрос к 1991 год в 2,2 раза. Таким образом, в 2015 году объем ВВП Казахстана составил 184,4 млрд. долл. США, что сравнимо с годовым уровнем ВВП Турции, Ирана. Удельный вес ВВП Казахстана составил к ВВП России – 7,7%, Швеции –41,1%, Украины –120 %. Однако последующие периоды наступили глобальные кризисные явления, которые обострили перед государствами вопросы обеспечения экономической безопасности в этих новых условиях.

Вместе с тем, за этот период страна испытала на себе последствия четырех глобальных кризисов. Первый системный кризис СССР, второй азиатский кризис 1998 г., глобальный финансово-экономический кризис 2007/08 гг. и наблюдающийся глобальный кризис. Показателем глубины последнего кризиса стали самый низкий за эти годы рост экономики в 1,2%, рост инфляции на 7%, увеличение в два раза уровня безработицы и уменьшение подушевого дохода, снижение объемов иностранных инвестиций, существенное сужение внутреннего рынка экономики.

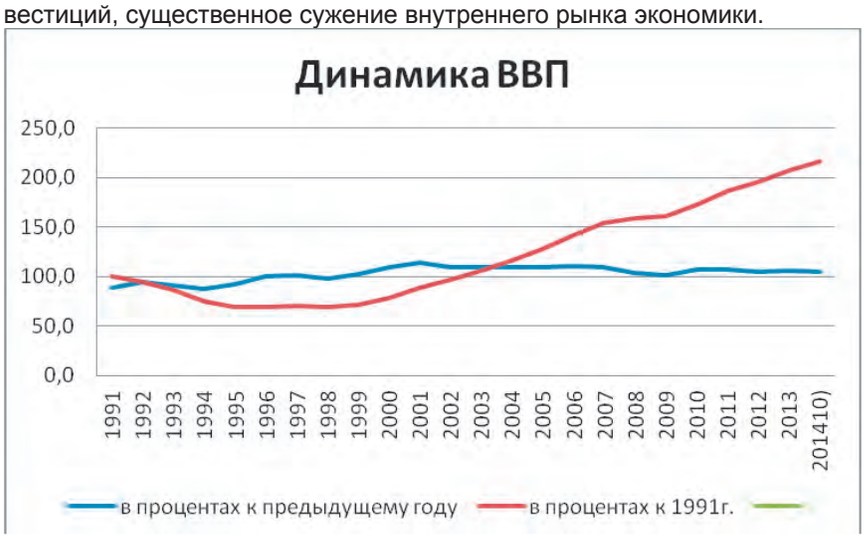


Рисунок 1. Динамика ВВП Казахстана

За эти годы выкристаллизовали и факторы, препятствующие устойчивому развитию и обеспечению экономической безопасности. Казахстан, по-прежнему, остается в группе стран с высокой зависимостью от мине-

ральных ресурсов, с показателем доли сырьевых ресурсов в общем экспорте около 70%. Кроме того, республика демонстрирует слабые позиции по таким факторам, как и развитие финансового рынка (115-е), инновации (103-е), конкурентоспособность компаний (99-е), здравоохранение и среднее образование (92-е место), среди 144 стран мира [1]. Стали очевидны и значительное отставание от развитых стран по производительности труда, капитала и энергоресурсов, высокий уровень энергоемкости экономики и устаревших «грязных» технологий, ограниченные условия для развития потенциала малого и среднего бизнеса, проблемы социального неравенства и экологической деградации. К этим ограничениям накладываются масштабные глобальные вызовы, прежде всего, такие как: угроза продовольственной безопасности; энергетическая безопасность и острый дефицит воды; исчерпаемость природных ресурсов; третья индустриальная революция; нарастающая социальная нестабильность. Не преодолев эти системные барьеры и множество внешних угроз невозможно вести речь о дальнейшем повышении конкурентоспособности и перехода к принципам парадигмы устойчивого развития. Пути развития экономики Республики Казахстан в этих условиях были предложены Президентом Н.А.Назарбаевым в 2013 году и приняты в документе Стратегия «Казахстан - 2050» [2].

Согласно анализа отдельных ученых с 2018 до 2060 гг. прогнозируются периоды колебаний развития мировой экономики [3]. Если исходить из этих прогнозов, то влияние глобальных трендов в течение ближайших 15-20 лет будет благоприятным для Казахстана.

С учетом этих факторов алгоритм стратегии устойчивого развития и экономической безопасности Казахстана в условиях тупиков глобальной экономики основывается на следующих ключевых направлениях.

Первое. В настоящий период в Казахстане господствует «третий ресурсозатратный уклад»– около 65% и «четвертый технологический уклад»- около 35% [4]. Основной линией развития остается наращивание четвертого и пятого технологических укладов, включающие ключевые направления инновационных технологий: биотехнологии, нанотехнологии, системы искусственного интеллекта, космические технологии, производство конструкционных материалов с заранее заданными свойствами, атомная промышленность, глобальные информационные сети и интегрированные высокоскоростные транспортные системы. Правительством в 2015 году начала реализовываться вторая пятилетка государственной программы индустриально-инновационного развития, в рамках которой будут реализованы индустриальные проекты в основном направленные на обрабатывающей сектор промышленности, включающие, прежде всего, «зеленые» и ресурсосберегающие технологии.

Второе. В Казахстане пришли *в*ажному выводу: по-новому управлять природными энергоресурсами: нефтью, газом, углем, ураном и водными ресурсами [5]. Согласно новой стратегии предлагается продолжать развивать сырьевой сектор, затем на основе полученного сырьевого капитала проводить современную индустриализацию, только после этого взяться за инновационную экономику. Правительством поставлена цель к 2025 г. довести долю несырьевого экспорта – до 70%. После этого периода предлагается не увеличивать добычу углеводородов, а образовать стратегические запасы следующих поколений. В качестве альтернативы предлагаются модели «зеленой» экономики и устойчивой энергетики. Потенциал гидро-, солнечной и ветровой энергетики в республике огромный, прогнозируется: 50% электроэнергии к 2050 году можно производить за счет ВИЭ.

Третье. Казахстан предусматривает эффективно использовать свои геополитические возможности. Принята специальная инфраструктурная программа «Нурлыжол», в которой примут участие более 100 зарубежных компаний, объем инвестиций составит 32 млрд. долларов США. В рамках программы планируется ежегодное выделение 3 млрд. долл. из Национального фонда на поддержание транспортно-логистической инфраструктуры, индустриальной инфраструктуры, энергетической инфраструктуры, модернизация сети ЖКХ и водоснабжения, укрепление жилищной инфраструктуры, социальной инфраструктуры, МСБ. Также в 2015 году планируется выделение второго транша в размере 500 млрд. тенге на льготное кредитование МСБ и крупного предпринимательства, оздоровление банковского сектора, завершение строительства сухого порта СЭЗ Харгос и индустриального нефтехимического технопарка в Атырау и Таразе, продолжение строительства комплекса ЭКСПО 2017, развитие транспортной инфраструктуры города Астаны. Казахстан строит транзитную автомобильную трассу «Западая Европа – Западный Китай» и железнодорожную линию Жезказган – Бейнеу. Обсуждается фантастический проект моста через Каспий, объединяющего автомобильную и железную дороги, лежащие на основании, составленном из нефтяной и газовой труб.

Четвертое. Послание Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность», где определяющим приоритетом провозглашена ускоренная технологическая модернизация экономики. Основным фактором здесь должно стать повсеместное внедрение элементов Четвертой промышленной революции. Это автоматизация, роботизация, искусственный интеллект, обмен «большими данными» и другие[8]. Именно эти индустрии уже поменяли структуру экономик развитых стран и придали новое качество традиционным отраслям. В связи с этим принято решение разработать и принять отдельную программу «Цифровой Казахстан». При этом важно продолжить индустриализацию с упором на развитие конкурентоспособных экспортных производств в приоритетных отраслях. В частности, перед Правительством поставлена задача по увеличению несырьевого экспорта в два раза к 2025 году

Предусмотрено развитие инклюзивной высокотехнологичной экономики с новыми профессиональными кадрами с ориентацией казахстанцев на конкуренцию в мировом поле интеллекта, знаний и компетенций. Предусмотрено объем финансирования науки и инноваций довести до уровня развитых стран – 3% от ВВП. В качестве конкретных шагов предусматривается развитие двух инновационных кластеров как основы формирова-

ния наукоемкой экономики»: «Астана Бизнес Кампус» Назарбаев Университета и Парка Инновационных Технологий «Алатау» в сфере ресурсосбережения. Реализуется проект всемирной выставки ЭКСПО-2017 «Энергия будущего» в Астане.

Пятое. Реализуются долгосрочные стратегические программы обеспечения экономической безопасности. Одним из ключевых программ является Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой» экономике», принятая в 2013 году, предусматривающая повышение благосостояния, качества жизни населения и вхождение страны в число 30-ти наиболее развитых стран мира при минимизации нагрузки на окружающую среду и замедления деградации природных ресурсов [6]. Для достижения целей планируется внедрение новых ресурсосберегающих и энергоэффективных технологий и практик в во всех основных секторах экономики: сельском хозяйстве, водных ресурсах, энергетике, загрязнении воздуха, переработки отходов. На эти важнейшие проекты предусмотрено направление огромных инвестиций в размере до 2% ВВП ежегодно.

Практические шаги и действия

Реальность такова, что в настоящий период стоит задача выхода из текущего глобального кризиса с наименьшими потерями и сохранением потенциала экономики для реализации будущих стратегических программ. В настоящее время правительству приходится искать антикризисные механизмы в условиях продолжающейся низкой котировки нефти на мировом рынке, критический уровень которой для Казахстана является 60 долларов за баррель.

Пока нефтяные котировки оставались выше 100 долларов за баррель, нефтяной профицит бюджета сузился, а ненефтяной дефицит расширился.

Правительство стало увеличивать заимствования на внутреннем рынке и привлекло $2,5 млрд. на рынке еврооблигаций. Результативность стимулирования экономического роста за счет государственных расходов продолжает снижаться, а возможности фискальной политики все более жестко стали ограничиваться трансфертами из Национального Фонда Республики Казахстан. Прошедшая девальвация национальной валюты (тенге) в феврале усилила торговый баланс, устранив его негативное воздействие на рост ВВП и повысить валютные резервы НБ РК на 17% и временно улучшила ценовую конкурентоспособность (рентабельность) казахстанских предприятий, но это преимущество исчезло после повышения зарплат, произошла потеря доверия к национальной валюте.

Главой государства принято решение по привлечению средств Национального фонда до 3 млрд. долл. США (540 млрд. тенге) ежегодно на период с 2015 по 2017 год. Согласно расчетам Института выделение трансферта из Национального фонда в объеме 1 трлн. тенге в 2015 году на реализацию мер антикризисного воздействия может привести к увеличению роста ВВП на 1,6 процентных пункта [7]. Эти же прогнозные расчеты показывают объем средств Национального фонда на конец периода составит: при цене нефти марки Brent в 80 долларов за баррель 17, 5 млрд. тенге, при цене в 60 долларов – 16, 8 млрд. тенге, при цене в 50 долларов – 16,4 млрд. тенге.

Таким образом, ожидаемым результатом всего комплекса антикризисных мер является не только остаться в положительном поле роста экономики, но и сохранить ее накопительную часть и потенциал секторов для использования их в последующей реализации поставленных стратегических задач устойчивого развития и обеспечения экономической безопасности Казахстана.

Состояние безопасности становится мерилом сильного и дееспособного государства. В современных условиях человечество столкнулось с ростом терроризма. Ключевыми здесь являются вопросы борьбы с финансированием деструктивных сил и связями с зарубежными террористическими организациями. Все большую актуальность приобретает борьба с киберпреступностью, исходя из этого возникает острая необходимость принять меры по созданию системы «Киберщит Казахстана»[8].

Литература

1. World Economic Forum, 2013. The Global Competitiveness Report 2013–2014.

2. Назарбаев Н.А. Стратегия «Казахстан-2050» Новый политический курс состоявшегося государства. Астана. 2013.

3. Прогнозирование будущего: новая парадигма/ Под ред. Г.Г. Фетисова, В.М. Бондаренко. М.: Экономика, 2008.

4. Глазьев С. Ю. Развитие российской экономики в условиях глобальных технологических сдвигов / Научный доклад. М.: НИР, 2007. – 134 с.

5. Алинов М.Ш. Управление природными ресурсами: новая модель роста Казахстана// Тезисы участников XXI Кондратьевских чтений «Мировая экономика ближайшего будущего: откуда ждать инновационного рывка?», Москва: Международный фонд Н. Д. Кондратьева, - 2013, -С. 26-30.

6. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике». – Астана, 13 мая 2013 мая №577.

7. Экономика Казахстана в 2015 году: ожидания и прогнозы. Аналитический доклад. АО «Институт экономических исследований» Астана. 2015.

8. Послание Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность»31.01.2017 / политика и общество.

К. ДОСУМОВ, Г.Е.ЕРГАЗИЕВА.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ - ВОДОРОДА ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА - МЕТАНА И ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ - БИОЭТАНОЛА

Аннотация. Показано, что природный газ - метан и возобновляемое сырье - биоэтанол могут применяться в качестве исходного источника для получения эффективного энергоносителя - водорода. Для конверсии метана до водорода разработан устойчивый к зауглероживанию $NiLa/Al_2O_3$ катализатор. При эффективных технологических параметрах процесса (Тр - 750°С, W-1000 $ч^{-1}$, $CH_4:O_2$=2:1) выход водорода составляет 46 %. Для конверсии биоэтанола до водорода разработан нанофазный CuZn /γ-Al_2O_3 катализатор. При оптимальных условиях процесса (Тр-300°С, W-1 $ч^{-1}$) выход водорода равен 50 %. Установлена зависимость активности катализаторов от природы модификаторов и дисперсности частиц активной фазы.

Ключевые слова: Энергоноситель, водород, катализатор, природный газ, метан, биоэтанол.

Abstract. It is shown that natural gas - methane and renewable raw materials - bioethanol can be used as an initial source for obtaining an effective energy carrier - hydrogen. For the conversion of methane to hydrogen, a NiLa / Al_2O_3-resistant catalyst developed that is resistant to coke. At effective technological parameters of the process (Tp-750°C, W-1000 h^{-1}, $CH_4:O_2$ = 2:1), the hydrogen yield is 46%. For the conversion of bioethanol to hydrogen, a nanophase CuZn / γ-Al_2O_3 catalyst was developed. Under optimal process conditions (Tp-300°C, W-1 h^{-1}), the yield of hydrogen is 50%. The dependence of the activity of catalysts on the nature of the modifiers and the dispersity of particles of the active phase is established.

Keywords: Energy carrier, hydrogen, catalyst, natural gas, methane, bioethanol.

Введение. В связи с истощением запасов углеводородного сырья во всем мире идет интенсивная работа по поиску альтернативных источников энергии и энергоносителей [1]. Первое место среди энергоносителей по теплоте сгорания занимает водород. Водород также используются как сырье в органической химии, нефтехимии, нефте- и газопереработке. В химической промышленности водород является одним из основных полупродуктов. Он используется при производстве аммиака, метанола, синтетических топлив, при глубокой переработке нефти и производстве высокооктанового моторного топлива. Широкое применение водород находит в малотоннажных, наукоемких отраслях промышленности: электронной, фармацевтической, пищевой, металлургии, синтезе химически высокоактивных веществ и других отраслях. Потребление водорода во всем мире неуклонно растет.

ДОСУМОВ К.

академик НАЕН РК, доктор химических наук, профессор, заведующий лаборатории газохимии, Центр физико-химических методов исследования и анализа, Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби

ЕРГАЗИЕВА Г.Е.

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории окислительного катализа института проблем горения

На сегодняшний день является актуальным использование водорода в качестве энергоносителя. Особое внимание развитию водородной энергетики стало уделяться в середине 20 века в разгар первой волны энергетического кризиса. Оно основывалось на представлении о водороде как об альтернативном экологически чистом топливе, удельный вес которого в топливно-энергетическом комплексе предполагался стать соизмеримым с удельным весом органического топлива. В прошлом столетии на всемирном уровне было организовано и проведено множество научных мероприятий, посвященных водородной тематике, где участниками было высказано мнение о том, что широкое применение водорода в энергетике «предоставляет человечеству уникальный шанс выжить в мире, избавленном от экологических и социальных катастроф» [2]. Однако сегодня этот вопрос стоит еще более остро.

В настоящее время является актуальным перевод двигателей внутреннего сгорания на водородное или бензино-водородное композиционное топливо. В 2013 году компания Toyota (Япония) выпустила новый автомобиль Toyota Mirai, работающий на водороде. Особый топливный элемент, производящий химическую реакцию за счет водорода и кислорода в автомобиле, преобразует электроэнергию, которая и является движущей силой машины. Единственным побочным продуктом этого процесса является вода [3].

Водород в свободном состоянии на Земле отсутствует. Традиционным методом получения водорода считается электролиз воды, однако одним из препятствий для широкомасштабного использования этого метода до сегодняшнего дня является большое потребление электрического тока. Для получения водорода необходимо доступное химическое сырье. Производство водорода из природного газа и возобновляемого сырья позволяет значительно повысить экономическую эффективность процесса [4, 5]. Следует подчеркнуть, что стоимость получаемого целевого продукта водорода составляет 13 000 тенге за 1 м^3, тогда как цена за 1 м^3 природного газа равна 27 тенге, а 1 л биоэтанола стоит 250 тенге.

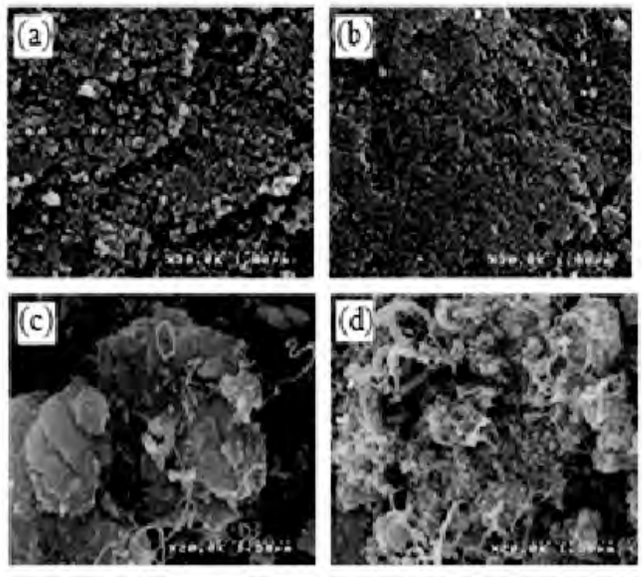
Целью работы является каталитическое получение водорода из природного газа метана и возобновляемого сырья - биоэтанола.

Методы исследования. Катализаторы были приготовлены методом капиллярной пропитки носителя по влагопоглощению раствором азотнокислых солей активной фазы. Тестирование активности синтезированных катализаторов в конверсии метана или биоэтанола проводили на автоматической установке ПКУ-1. Анализ исходного сырья и полученных продуктов идентифицировали на газовом хроматографе ХРОМОС-1000. Морфологию катализаторов исследовали методами сканирующей (СЭМ) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ).

Результаты и обсуждения. Активность катализаторов в конверсии метана до водорода зависит от нескольких факторов: природы активной фазы, носителя, модифицирующей добавки, технологических параметров процесса и др. Поэтому на начальном этапе были исследованы отдельно носители: θ-Al_2O_3, γ-Al_2O_3, ZSM-5, NaX, КА и CaA. Тестирование активности носителей проводили при объемной скорости реакции, равной 4500 ч$^{-1}$, соотношении CH_4:O_2=2:1 в температурном интервале 600-800°С. По результатам экспериментальных работ определен оптимальный носитель для конверсии метана в H_2. По активности изученные носители располагаются в следующей последовательности: γ-Al_2O_3 (B_{H2}-12 %) > КА (C_{H2}-7%) > θ-Al_2O_3 (B_{H2}-5 %) > ZSM-5(C_{H2}-4%) > NaX (C_{H2}-2%).

Для подбора оптимального состава катализатора были испытаны нанесенные на эффективный носитель γ-Al_2O_3 оксиды переменнной валентности (Ce, Mn, La, Cr и Ni). Содержание оксида на носителе составляло 3 масс.%. Активность катализаторов была изучена при объемной скорости реакции равной 4500 ч$^{-1}$, соотношении компонентов реакционной смеси CH_4:O_2 = 2:1. Среди изученных катализаторов наиболее высокую активность проявил оксидный 3% Ni/γ-Al_2O катализатор. Полученные результаты показали, что активность катализаторов по образованию водорода в реакции окисления метана изменяется в ряду: Ni/γ-Al_2O_3 (B_{H2}-42 %) > La/γ-Al_2O_3 (B_{H2}-13 %) > Cr/γ-Al_2O_3 (B_{H2}-12 %) > Co/γ-Al_2O_3 (B_{H2}-9 %) > Mn/γ-Al_2O_3 (B_{H2}-7 %) > Ce/γ-Al_2O_3 (B_{H2}-6%).

Известно [6], что зауглероживание является одной из самых главных причин каталитической дезактивации, поэтому для повышения каталитической активности никелевого катализатора на носителе было изучено влияние модифицирующих добавок (Ce, La и Co). Результаты показали, что введение модифицирующих добавок незначительно влияет на концентрацию водорода в продуктах реакции. Однако, модифицирование никелевого катализатора оксидами лантана и церия увеличивает устойчивость катализатора к коксоотложению. На рисунке 1 представлены микрофотографии катализаторов, исследованных в конверсии метана в течение 30 часов. Как видно из рисунка, после 30 часов испытания в реакции риформинга метана в присутствии кислорода на поверхности катализатора Ni/γ-Al_2O_3 происходит образование углеродных нитей. Модифицированный оксидом кобальта образец также подвергся зауглероживанию, о чем свидетельствуют данные СЭМ. Введение церия или лантана в состав оксидного Ni/Al_2O_3 катализатора приводит к снижению углеотложения.



a) NiLa/Al_2O_3; b) NiCe/Al_2O_3; c) NiCo/Al_2O_3; d) Ni/Al_2O_3
Рисунок 1 - Микрофотографии катализаторов

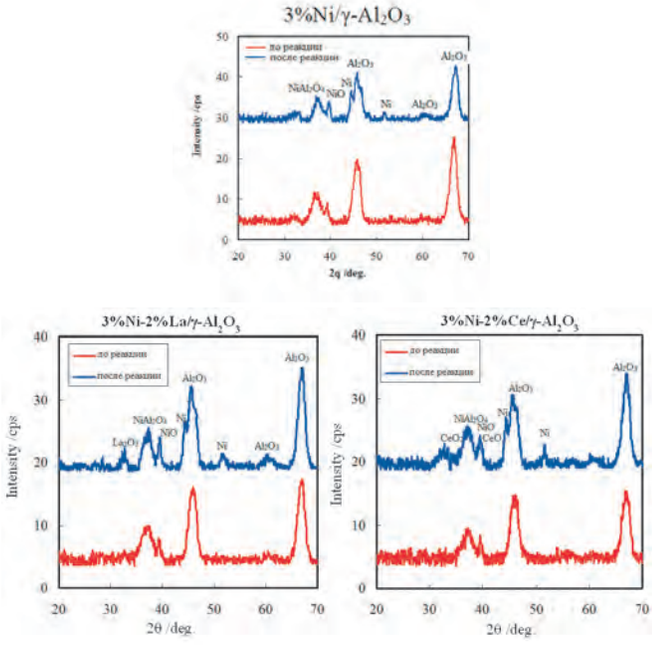


Рисунок 2 - Рентгенограммы катализаторов

Исследование модифицированных Ni/γ-Al_2O_3, Ni-Ce/Al_2O_3 и Ni-La/Al_2O_3 катализаторов методом РФА (рисунок 2) показало, что на всех катализаторах после проведения реакции наблюдаются рефлексы металлического никеля. Это свидетельствует о том, что под воздействием реакционной среды идет частичное восстановление оксида никеля до металлического никеля. С введением модифицирующих добавок (Ce, La) в состав Ni/γ-Al_2O_3 катализатора немного увеличивается интенсивность рефлексов, относящихся к Ni и NiO. Данные изменения свидетельствуют о том, что с введением модифицирующих добавок в составе катализатора повышается содержание активных компонентов.

Таким образом, введение модифицирующих добавок лантана или церия в состав Ni/γ-Al_2O_3 катализатора приводят к увеличению содержания активных компонентов катализатора (Ni и NiO), тем самым повышая устойчивость катализатора к коксообразованию в процессе конверсии метана до водорода. Наибольший выход водорода (46 %) наблюдается на катализаторе NiLa/Al_2O_3 при условиях реакции Тр-750°С, объемная скорость 1000 $ч^{-1}$, соотношение в исходной смеси CH_4:O_2=2:1.

В дальнейшем представляло интерес исследование синтеза водорода из возобновляемого сырья – биоэтанола. Для конверсии биоэтанола до водорода в качестве активной фазы катализатора были исследованы оксиды переходных элементов Cu, Zr и Zn. Выбор активной фазы был обоснован тем, что эти оксиды являются активными в ряде работ по конверсии этанола до ценных продуктов. В качестве эффективного носителя катализатора был выбран γ-оксид алюминия [7, 8]. Наибольший выход водорода 20 % наблюдается на катализаторе Cu /γ-Al_2O_3. Активность катализаторов по образованию водорода в реакции конверсии биоэтанола изменяется в ряду: Cu/γ-Al_2O_3 (B_{H2}-20%) > Zn/γ-Al_2O_3 (B_{H2}-16 %) > Zr/γ-Al_2O_3 (B_{H2}-10 %).

Для повышения активности медьсодержащего катализатора было изучено влияние модифицирующих добавок – оксидов хрома и цинка. Результаты показали, что модифицирование Cu/γ-Al_2O_3катализатора приводит к повышению его каталитической активности, выход H_2 достигает до 48 % на CuCr/γ-Al_2O_3 и 50 % на CuZn/γ-Al_2O_3 катализаторе. Повышение активности Cu/γ-Al_2O_3 с введением модификаторов объясняется увеличением дисперсности катализатора (рисунок 3).

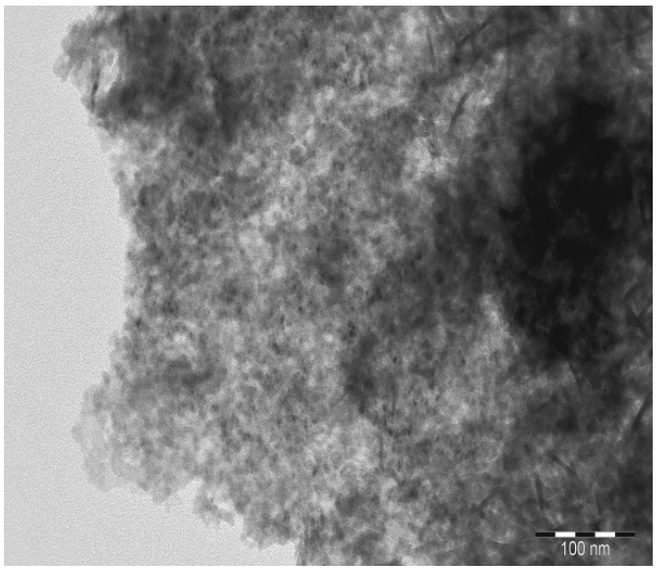
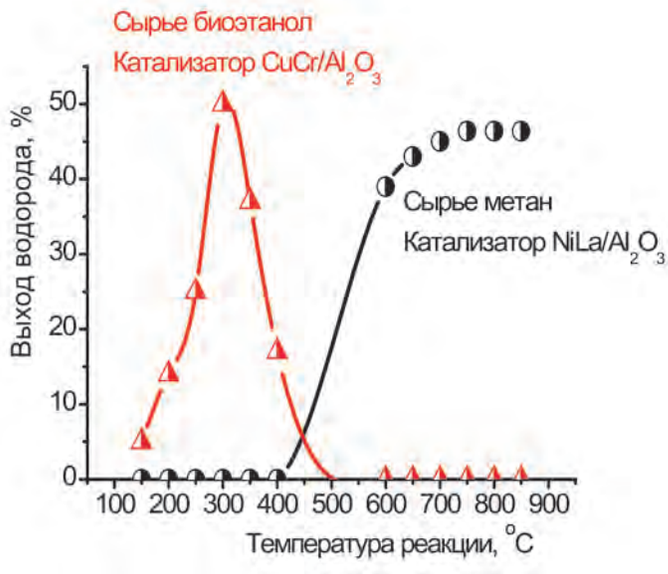


Рисунок 3 – Микрофотография катализатора CuZn /γ-Al_2O_3

Модифицирование Cu/γ-Al_2O_3 оксидом хрома приводит к уменьшению размеров наночастиц катализатора от 20 до 2-5 нм, что положительно влияет на его активность в конверсии биоэтанола.

На рисунке 4 приведены сравнительные данные влияния природы исходного сырья и температуры реакции на выход водорода.



температурах (300°C), при этом получается более высокий выход водорода 50 %.

Выводы. Из полученных результатов следует, что природный газ метан и возобновляемое сырье - биоэтанол целесообразно применять в качестве эффективного, дешевого источника для получения основного энергоносителя - водорода.

Для конверсии метана до водорода разработан устойчивый к зауглероживанию $NiLa/Al_2O_3$ катализатор. При эффективных параметрах процесса (Тр-750°C, W-1000 $ч^{-1}$, CH_4:O_2=2:1) выход водорода составляет 46 %.

Для конверсии биоэтанола до водорода разработан нанофазный $CuZn/\gamma\text{-}Al_2O_3$ катализатор. При оптимальных условиях процесса (Тр-300°C, W-1 $ч^{-1}$) выход водорода равен 50 %.

Разработанные катализаторы и технологические режимы процесса каталитической конверсии биоэтанола в водород являются основой для коммерциализации данной технологии.

ШАПОВАЛОВ Ю.А., ТУЛЕУХАНОВ С.Т., ТКАЧЕВА Г.Д., НАУРЫЗБАЕВ М.К.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ «ЗЕЛЕНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДОВ

НАУРЫЗБАЕВ М.К.

директор Центра физико-химических методов исследования и анализа Казахского национального университета им. аль-Фараби, доктор технических наук, профессор.

1. Основные критерии экологически безопасных «зеленых» технологии

Выбросы парниковых газов вызывают изменение климата нашей планеты, угрожая её биологическому разнообразию. На основании данных инвентаризации выбросов ПГ, полученных в рамках Киотского протокола было установлено, что ежегодно в мире сжигается около 1 млрд. тонн условного топлива, выбрасывается в атмосферу около 20 млрд. тонн CO_2, около 300 млн. тонн CO, 50 млн. тонн NO, 150 млн. тонн SO_2, 4-5 млн. тонн H_2S и других вредных газов [1].

Национальная экономика Республики Казахстан оказалась очень энергоемкой и углеродоемкой, является крупнейшим источником выбросов парниковых газов, занимая 7-е место в мире. Основным источником выбросов парниковых газов в Казахстане является энергетика. Общие эмиссии CO_2 в 2014 году оценивались величиной 313,4 млн. т. CO_2-эквивалента. При этом выбросы диоксида углерода составили – 243,8 млн.т/год, закиси азота (N_2O) – 17,0 млн.т/год, метана (CH_4) – 50,67 млн.т/год, удельные эмиссии ПГ составили около 18 т на душу населения [2].

В связи с этим перед Казахстаном стоит проблема снижения темпа выбросов ПГ в атмосферу. Правительство Казахстана прилагает активные усилия по переходу к «зеленой экономике». Возможными путями снижения выбросов ПГ может быть внедрение высокоэффективных энергосберегающих, экологически безопасных «зеленых» технологий, способных заменить существующие малоэффективные «грязные» промышленные технологии.

Определены основные критерии «зеленых» технологий:

- отсутствие выбросов газов и побочных продуктов в окружающую среду;
- целевые продукты, должны легко разрушаться, не накапливаться, быть токсичными;
- должно быть сведено к минимуму использование токсичных реактивов;
- энергетические расходы должны быть минимизированы;
- исходное сырье для получения продуктов должно быть возобновляемым;
- вспомогательные технологические стадии должны быть сокращены.

К такой экологически безопасной технологии, отвечающей высоким требованиям «зеленой экономики», относят – сверхкритическую флюидную технологию, которая нашла широкое применение в различных секторах промышленного производства.

Сверхкритические состояние вещества

Сверхкритические флюиды получают при температуре и давлении веществ, превышающих их критические параметры. Выше критической точки жидкая и газообразная фазы, становятся неразличимы. Преимуществами веществ, находящихся в сверхкритическом состоянии, являются:

- сочетание свойств газов при высоких давлениях (низкая вязкость, высокий коэффициент диффузии) и жидкостей (высокая растворяющая способность);
- быстрый массоперенос, осуществляемый благодаря низкой вязкости и высокому коэффициенту диффузии;
- малое межфазное натяжение в сочетании с низкой вязкостью и высоким коэффициентом диффузии позволяет флюидам легко проникать в пористые материалы, по сравнению с жидкостями, обеспечивая их высокую растворяющую способность;
- простое разделение флюидов и растворённых в них веществ, путем сброса давления до атмосферного.

Уникальные свойства растворителей, находящихся в сверхкритическом состоянии применяют для экстракции и разделения веществ, имеющих различные размеры, молекулярную массу и полярность. По сравнению с жидкой фазой, флюиды более сжимаемы, имеют больший мольный объем, что способствует образованию кластеров и нестойких комплексов, положительно влияя на увеличение растворимости. В настоящее время в качестве флюидов используют широкий набор органических и неорганических соединений, перечень которых приводится в таблице 1.

При решении технологических задач широко используют сверхкритический диоксид углерода (СК-CO_2) [3]. Связано это с его легко достижимыми критическими параметрами: температурой 31,2°С и давлением 72,8 атм. Важным является также то, что диоксид углерода является нетоксичным, негорючим, недорогим веществом, в нормальных условиях является газом, что существенно облегчает его разделение с целевыми продуктами после завершения технологических процесса, путем простого сброса давления. Замена органических растворителей на диоксид углерода обычно повышает экологическую безопасность производств и качество получаемых целевых продуктов. Так исследования экстракции СК-CO_2 природного растительного сырья показало наиболее полное извлечение биоорганических соединений, отвечающих природному составу растений.

На рисунке 1 представлена сравнительная характеристика состава экстрактов, по классам выделяемых природных веществ, получаемых с использованием различных видов исходного растительного сырья. Из таблицы видно, что химический состав выделяемых биоорганических веществ зависит от конкретного растворителя.

С начала 90-х годов СК - флюиды используют для проведения технологических процессов в пищевом, фармацевтическом, парфюмерно-косметическом производстве и медицине. В последние годы эти методы

Таблица 1. Веществ и параметры нахождения их в критическом состоянии

Вещество	Хим. структура	Молек. масса	Критич. температ. $T_{кр}$, К	Критическ. давление $P_{кр}$, МПа	Критическ. плотность $P_{кр}$, кг/м^3
Диоксид углерода	CO_2	44.01	304,14	7,378	467,8
Вода	H_2O	18.015	647,1	22,06	322,2
Метан	CH_4	16.04	190,55	4,595	162,7
Этан	C_2H_6	30.07	305,33	4,872	206,5
Пропан	C_3H_8	44.09	369,82	4,247	221
Этилен	C_2H_4	28.05	282,35	5,04	214
Пропилен	C_3H_6	42.08	364,9	4,60	232
Метанол	CH_3OH	32.04	512,6	8,09	272
Этанол	C_2H_5OH	46.07	516,0	6,3	276
Ацетон	C_3H_6O	58.08	509,0	4,70	278
Аммиак	NH_3	17.03	405,3	11,1	235
Ксенон	Xe_2	131.29	289,5	5,84	1110
Шестифтористая сера	SF_6	146,06	318,69	3,761	734
Бромтрифторметан	$CBrF_3$	148,91	340	3,98	745
Хлортрифторэтан	$CClF_3$	104,46	353	3,16	613
н-бутан	C_4H_{10}	58,12	425,16	3,796	227,85
Диэтиловый спирт	$(C_2H_5)_2O$	74,12	467	3,64	265
н-пентан	C_5H_{12}	72,15	470	3,37	237
н-гексан	C_5H_{14}	86,18	507	2,9	233
Бензол	C_6H_6	78,11	562	4,84	302
Толуол	$C_6H_5CH_3$	92,14	592	4,05	319

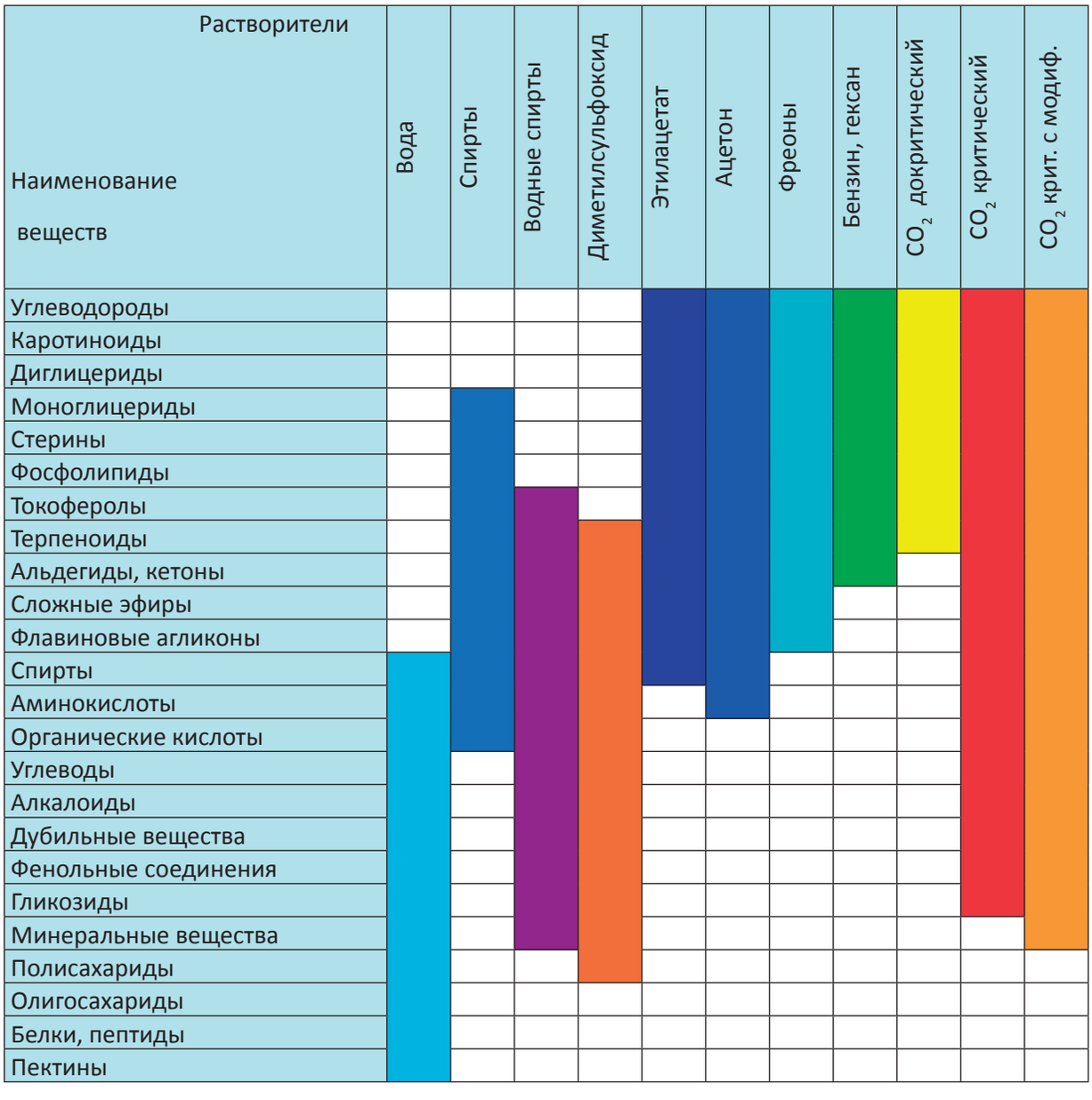


Рисунок 1. Состав экстрактов, получаемых при использовании различных растворителей [4]

стали широко применяться при синтезе и обработке полимеров, для получения новых материалов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, металлургии, углехимии, при получении биодизельного топлива, биотехнологии, очистке поверхностей; регенерации нефтепродуктов, индустриальных масел, сорбентов и катализаторов.

Промышленное применение сверхкритических флюидов

Пищевая промышленность одна из первых нашла практическое применение новой сверхкритической технологии при производстве своей продукции. Удаление алкалоида кофеина из кофе и чая является одной из важнейших производственных задач [5-6]. Экстракция кофеина из кофе СК-CO_2 была осуществлена при давлениях в интервале от 160 до 220 атм. и температурах от 60 до 90°С. Обладая высокой селективностью к кофеину, СК-CO_2 позволяла максимально сохранить качество натурального продукта. В настоящее время объем декофеинизированного кофе получаемого экстракцией СК-CO_2 составляет ежегодно более 100 тысяч тонн.

Сверхкритическая экстракция диоксидом углерода вытеснила традиционную технологию получения экстракта хмеля, где использовали токсичный органический растворитель - дихлорметан. Экстракт хмеля, получаемый сверхкритическим способом, не содержит остаточного количества органического растворителя, включает природные эфирные масла и низкомолекулярные смолы, существенно не влияющие на качество выпускаемого продукта [7].

Важнейшим направлением практического использования флюида СК-CO_2 является применение его при экстракции растительных масел: моно-, ди-, триглицеридов, а также эфиров жирных кислот, которая позволила практически полностью извлечь растительные масла из растительного сырья. Применяемые в настоящее время методы экстракции растительных масел органическими растворителями, например, гексаном и бен-

зином взрывоопасны, экологически вредны для окружающей среды, многостадийны, требуют существенных энергетических и трудовых затрат. Сверхкритический метод экстракции диоксидом углерода позволяет исключить некоторые технологические стадии получения масел, например, этап рафинирования. Известно, что фосфолипиды и белки нерастворимы в СК-CO_2 и при получении масел не входят в их состав. В настоящее время успешно работают сверхкритические производства получения различных масел: арахисового, кедрового, миндального, фисташкового, куркумы, грецкого ореха, подсолнечника, фундука, виноградных косточек, зародышей пшеницы, кукурузы, амаранта, пальмового масла, рыбьего жира и др [8].

Сверхкритические флюиды, понижая вязкость реакционной смеси, хорошо растворяют жиры и могут быть использованы в процессах гидрирования масел при производстве твердых маргаринов. Процесс гидрирования протекает в проточном сверхкритическом реакторе, в который подают в качестве растворителя масла и водорода флюид сверхкритического диоксида углерода. Вместо СК-CO_2, возможно, применение сверхкритического пропана СК-пропана, который также хорошо растворяет масло и водород. Реакция гидрирования при сверхкритических параметрах протекает в сто раз быстрее, чем в обычных условиях без образования трансизомерных жиров, вызывающих серьезные заболевания у человека. В Швеции с 2002 года уже работает завод по каталитическому гидрированию рапсового, соевого и пальмового масел в среде СК-пропана [9].

В литературе приводятся примеры получения высококачественных экстрактов из риса, земляники, сои. Разработаны технологии извлечения ценных ингредиентов из растительного сырья, антиоксидантов из майорана, каротиноидов, токоферолов и ситостеролов из отходов промышленной переработки томатов [10,11].

Сверхкритическая экстракция нашла широкое применение в пробоподготовке при анализе качества пищевых продуктов, количества нитрозоаминов в ветчине и жареном мясе, летучих углеводородов в мясных продуктах, органических кислот во фруктовых соках, пестицидов в пшенице, фасоле, луке, редисе.

Фармация и медицина высоко оценили новый сверхкритический способ получения нано и микрочастиц при создании лекарственных форм пролонгированного действия. Считается, что наиболее эффективным методом микронизации лекарственных форм является метод RESS (Rapid Expansion of Supercritical Solutions), который применяется в случае, если субстанция хорошо растворима в СК-CO_2. Лекарственный препарат, растворенный во флюиде СК-CO_2, впрыскивается с помощью форсунки (насадки) в камеру с низким давлением. При сбросе давления растворитель СК-CO_2 переходит в газообразное состояние CO_2, при этом субстанция осаждается в виде мелкодисперсного аэрозоля [12].

Примерами реализации RESS процесса является микронизация противовоспалительных препаратов - фенилбутазона и аспирина, а также бронхолитика - тербуталина. Микрочастицы препаратов получали средним размером от 0,1 до 1,59 мкм при давлении 260 атм. и температуре 32°С [13,14].

Другая технология SAS (Supercritical Anti Solvent) основана на распылении раствора субстанции в поток сверхкритического растворителя, например, СК-CO_2. Метод применяется, в основном, для получения порошков белковой природы. Кроме вышеописанных технологий микронизации лекарственных препаратов, в зависимости от свойств фармацевтических субстанций, а также их растворимости, возможны также и другие варианты СК-технологий, которые объединены в группы под названиями: PCA, PGSS, GAS, SEDS, ASES [12].

Сверхкритические растворители используют в фармации и медицине [12] для анализа лекарственных препаратов. Так СК-CO_2 применяют для количественного определения лекарств в организме, например, мебеверина в крови, плазме и моче человека. Электрическое поле в среде СК-CO_2 позволило решить задачу пастеризации бактерий и спор в биологических жидкостях, питательных средах, лекарственных формах при низких температурах до 40°С. Метод сверхкритической экстракции используют для получения экстрактов из натурального сырья, которые используют в качестве лекарств.

В парфюмерно-косметическом производстве сверхкритические флюиды используют для получения натуральных экстрактов, эфирных масел и биологически активных соединений (БАС) из различных видов растительного сырья [15,16]. Метод СК-экстракции, обеспечивает практически полное извлечение биоорганических соединений, при этом полученные экстракты натуральны и практически идентичны химическому составу исходного сырья. Важнейшим преимуществом СК-экстракции является полное исключение процессов окисления и деструкции конечных продуктов, в связи с тем, что процесс экстракции проводят в среде СК-CO_2 при температуре до 70°С.

Отмечаются высокие экономические показатели парфюмерно-косметического производства, достигаемые при использовании СК-экстрактов, за счет снижения нормы вложения концентрированного ароматического СК-экстракта в готовую продукцию и существенное повышение его качества.

Многие СК-экстракты обладают превосходными ароматическими показателями, антибактерицидной активностью, являются природными антиоксидантами. Внесение в парфюмерно-косметическое производство СК-экстрактов сводит к минимуму использование синтетических ароматических веществ. Вышеизложенные преимущества СК-экстрактов гарантирует им высокую конкурентоспособность на мировом рынке.

Нефтехимическая и нефтеперерабатывающяя промышленность использует

сверхкритическую флюидную технологию для деасфальтизации, деметаллизации тяжелой нефти для очистки нефтезагрязненных земель, газов, парафина, масляных фракций [17]. Сверхкритическая деасфальтизация нефтяных остатков позволяет одновременно решать задачу выделения ценных металлов ванадия и никеля, увеличивая их содержание в концентрате в 10-15 раз делая его пригодным для дальнейшей промышленной переработки [18].

Разработаны методы очистки тяжелых нефтяных фракций от серы и азотсодержащих соединений. Метод сверхкритической экстракции является эффективным при

создании безотходной технологии деасфальтизации и деметаллизации нефти и ее тяжелых остатков с целью получения осветленных углеводородных компонентов и концентрата металлов. Растворимость различных компонентов нефти регулируется изменением температуры и давления. Этот принцип очистки сырья и выделения, отдельных его компонентов положен в основу СК фракционирования компонентов нефти.

Следует отметить, что метод СКЭ диоксидом углерода в смеси с пропаном позволяет перейти к новым, перспективным, экологически безопасным технологиям переработки вторичных сырьевых ресурсов, например, регенерации отработанных моторных и индустриальных масел. Реализация процесса в динамическом режиме обеспечивает получение до 90% светлых фракций моторного масла, которые по физико-химическим свойствам близки к базовым образцам масла. В отработанном масле полностью отсутствуют механические примеси и тяжелые металлы. Многие западные страны уже переходят на промышленный этап внедрения этой технологии. На основании результатов опытов была запущена промышленная установка для производства 5 т сухого масла в час и рассчитаны инвестиционные и производственные затраты, которые показали высокий экономический эффект [18].

Биодизельное топливо. Независимыми экспертами в 2017 году был определен резерв нефти по Республике Казахстан объем, которого составил около 11-12 миллиардов тонн [19]. Учитывая, что коэффициент извлечения нефти в республике сейчас составляет 30% [20], Казахстан к 2040 году будет остро ощущать нехватку нефтепродуктов. Одним из альтернативных путей, который поможет предотвратить нехватку - нефти, является получение биодизельного (БД) топлива (метиловых или этиловых эфиров жирных кислот) из растительных масел, животных жиров, а также отходов масложировой промышленности. Кроме того, смесь БД с дизельным топливом из нефти является экологически безопасным топливом, удовлетворяющим требованиям класса Евро-5. Наиболее перспективным направлением получения БД является СКФТ В СК условиях, процесс переэтерификации масел (жиров) осуществляют при технологических параметрах выше критической точки метанола или этанола. Переэтерификация масел в условиях сверхкритических сред позволяет существенно сократить этапы производства БД, время реализации процесса, а также улучшить технологию, за счет уменьшения капитальных и производственных затрат [21-23]. СКФТ позволяет исключить стадии предварительной обработки исходных реагентов, удаления мыла и воды, образующихся на завершающем этапе, а также использование катализаторов. Для БД, полученного СК переэтерификацией характерна, высокая чистота метиловых или этиловых эфиров, а также глицерина, образующегося в качестве побочного продукта.

Углехимия использует СКФЭ для получения жидких углеводородов в производстве топлива для двигателей внутреннего сгорания и пластмасс. Сжижение угля, в настоящее время не конкурирует с производством нефтепродуктов, и тем не менее, в связи с истощением месторождений нефти интенсивно разрабатываются методы получения жидкого топлива из каменного угля [24]. Был разработан SGE-метод (Supercritical Gas Extraction) для обработки угля, на основании которого британско-американской компанией была спроектирована промышленная установка для экстракции угля. Давление экстракции варьировалось от 50 до 200 бар, температура - от 420 до 480°С. Было установлено, что температура незначительно влияет на выход экстракта. С повышением давления и плотности газа с 0,4 до 0,6 г/см^3 количество экстрагированной субстанции увеличивалось с 35% до 60%.

На основании полученных результатов был предложен метод для сверхкритической экстракции угля, названный DSSE-процесс (Donor-Solvent-Supercritical-Extraction-Process). На первом этапе рамельченный уголь (размер зерен 0,2-0,5 мм) суспендируется в тетралин при 100 бар/400°С, а затем деполимеризуется в проточной трубе. В дальнейшем, образовавшаяся гомогенная вязкая масса, экстрагируется сверхкритическим толуолом, как растворителем при 100 бар/380°С. Растворитель и дегидрированный водородный донор (двух- и трехядерные ароматические соединения) отделяются от экстракта путем дистилляции. Компонент водородного донора подвергается каталитическому гидрированию и возвращается в процесс. Таким образом, при степени превращения 70% из каменного угля могут быть получены 45% свободного от золы экстракта с температурой кипения 140°С, 25% жидких углеводородов и 1% газа. Экстракт угля затем перерабатывался в жидкие углеводороды путем каталитического гидрокрекинга.

Следует отметить экстракцию угля смесью сверхкритической воды и оксида углерода, которая проводится при температуре около 400°С и давлении ниже 100 бар. При исследовании смесей из воды и CO_2, N_2, H_2 и CO система вода/оксид углерода достигла степень превращения угля 50% при выходе экстракта 40%.

Производство, обработка и переработка полимеров, новые материалы [25].

СКФТ внесла существенный вклад в производство новых видов модифицированных материалов, оказала влияние на возможность изменять свойства традиционных текстильных материалов, металлов, полимеров. Главным преимуществом использования СК флюидов в процессах полимеризации являются высокая растворимость мономеров, отсутствие необходимости сушки получаемых продуктов, а также удаление растворителя. СК-CO_2 применяют при получении полимеров: винилхлорида, стирола, акрилонитрила, винилацетата. СК методом были получены образцы особо чистого биацетонакриламида и полиэтилена высокого давления. Осаждением в СК-CO_2 получены полимеры с различной физической структурой; созданы полимерные волокна полистирол, полипропилен, ацетат целлюлозы. Разработан способ получения полимерных материалов на основе молочной и гликолевой кислот. СК среды используют для получения полимеров, применяемых в медицине: полилактиды, полигликолиды, а также их сополимеры, которые легко растворяются в биологических средах.

Флюидом CO_2 экстрагируют из древесины канифоль, терпены, высшие жирные кислоты и низкомолекулярные фенольные соединения, а из коры деревьев ценные полифенолы, кислоты, суберин и бетулин, являю-

щиеся ценным химическим сырьем для различных отраслей промышленности.

Экстракцию СК флюидами используют при получении особо чистых, экологически безопасных материалов для медицины и космической техники. СК методом удаляют остатки растворителей: четыреххлористого углерода, хлористого метилена, дихлорэтана из полиэтилена, полипропилена, натурального и синтетического каучука и др.

В среде СК-CO_2 проводят импрегнацию различных полимерных материалов веществами самой различной природы, в том числе белковой. При обработке текстильных материалов в СК-CO_2 улучшаются их эксплуатационные характеристики. Разработаны технологии окрашивания полимерных волокон, получения порошковых красок, для быстрой и качественной окраски автомобилей, окраски естественных и искусственных волокон, а также различных предметов.

Нанотехнология и радиоэлектронная промышленность помимо вышеописанной RESS технологии использует СКФТ для формирования микро- и наночастиц [26]. Разрабатываются инновационные способы получения агрегатов красителей, включенных в полимерные пленки, которые приобретают свойство светиться в электрическом поле. Результаты научных исследований будут использованы при создании нового поколения мониторов компьютеров и экранов телевизоров [27], что связано с тем, что красители в нормальных условиях не растворяются в полимерных пленках. В радиоэлектронной промышленности, приборостроении, космической технике сверхкритические флюиды применяют для очистки металлических поверхностей микросхем, а также при получении нанотрубок. Таким образом, сверхкритические флюиды используют в технологических процессах получения тонких пленок для микроэлектроники, оптики, катализа, получения аэрогелей.

В биотехнологии, а также при переработке биоматериалов [12] флюиды СК-CO_2 используют для экстракции продуктов микробной ферментации, для повышения активности биокатализаторов, получения костного жира в мясоперерабатывающей промышленности. СК-CO_2 применяют в приготовлении бычьей сыворотки в липидной оболочке, а также при инкапсулировании белков в пористые полимеры, при создании матриц для роста животных тканей. Сверхкритические флюидные растворители используют в процессах выделения лимонной кислоты. При пропускании СК-CO_2 через водные растворы осаждают белок - человеческий иммуноглобулин. Реализован процесс биосинтеза акрилатов, установлена зависимость активности биокатализаторов от давления. В сельском хозяйстве используются комплексные системы на основе пористого оксида кремния, позволяющие равномерно дозировать пестициды в почву. СКФТ обеспечивает эффективную низкотемпературную экстракцию, биосинтез, стерилизацию, упрощает получение целевых продуктов, позволяет автоматизировать технологические процессы.

В **Металлургии** СКФТ используют для растворения металлоорганических соединений и комплекс образующих реагентов во флюидных средах. Получены растворы оксидов актинидов и лантанидов в СК-CO_2 в присутствии трибутилфосфата (ТБФ). Показано, что оксиды урана (UO_2, U_2O_3, UO_3) растворяются в СК-CO_2 и могут быть выделены из смеси оксидов плутония, нептуния и тория [28].

Рассмотрена возможность переработки отработанного ядерного топлива (ОЯТ) путем их прямого растворения во флюиде СК-CO_2. Полученный раствор использовался для отделения урана (VI) и лантана (III) при СК флюидной экстракции из смеси оксидов UO_3, La_2O_3, NpO_2, PuO_2, ThO_2, CeO_2. Установлен порядок экстракции оксидов металлов в СК средах: $UO_2 \approx La_2O_3 >> ThO_2 \approx CeO_2 > NpO_2 \approx PuO_2$. Результаты исследований показали, что методом СКФТ возможно сокращение объемов радиоактивных отходов и отказ от использования дорогостоящих экологически опасных органических растворителей.

Включение в полимерные матрицы металлоорганических соединений и комплексов металлов с помощью флюида СК-CO_2 является перспективным методом модификации полимерных материалов. Этим методом можно получить, например, образцы полимеров с необходимыми люминесцентными характеристиками, механическими и нелинейно-оптическими свойствами.

Исследователи уделяют особое внимание бифункциональному катализатору диоксиду циркония ZrO_2 являющемуся эффективным термостойким носителем. Структура ZrO_2 в нормальных условиях имеет тетрагональную и кубическую кристаллические решетки. Группа переходных, щелочноземельных и редкоземельных металлов стабилизируют тетрагональную и кубическую структуру ZrO_2. Для выявления возможности такой стабилизации при получении оксида циркония в сверхкритической воде (СКВ), были проведены эксперименты по получению бинарных оксидных систем, содержащих помимо оксида циркония оксид индия. Способ получения ZrO_3 в СКВ характеризуется высокой производительностью, является экологически чистым производством. Таким образом, СКФТ технология с успехом может быть использована при очистке и выделении редких, редкоземельных, драгоценных металлов, применена для получения нанопорошков металлов.

Флюид сверхкритической воды. Вода является экологически чистым растворителем, переходит в сверхкритическое состояние при температуре выше 374°С и давлении более 221 атм. При повышении температуры и давления вода изменяет диэлектрическую проницаемость, электропроводность, структуру водородных связей. При высоком давлении СКВ неограниченно растворяет органические вещества и кислород. Незначительные изменения давления и температуры вблизи сверхкритической точки полностью растворят или осаждает оксиды и соли [12]. СКВ участвует в геотермальном синтезе кристаллов. Эта технология применяется при синтезе: кварца, искусственных рубинов, сапфиров, оксидов, алюмосиликатов, фосфатов, из аморфного углерода синтезируют нанокристаллические углеродные нанотрубки. В смеси с другими веществами СКВ применяют не только для окисления, но и в реакциях гидролиза, гидратации, образования и расщепления углерод-углеродных связей, гидрирования и других. Наконец, СКВ может быть реагентом или средой для по-

лучения нанокристаллических частиц, например, оксидных катализаторов с заданными свойствами.

СКВ важна для решения экологических проблем [29]. Существующие в настоящее время технологии утилизации органических отходов — сжигание, жидкофазное окисление или биоразложение — имеют недостатки. При сжигании органических отходов образуется «букет» токсичных окислов, а биоразложение требует много времени.

Переработка органических отходов с использованием СКВ является хорошей эколого-экономической альтернативой вышеописанным способам утилизации. Кислород, водород, а также углеводороды неограниченно смешиваются с СКВ, вступая в реакцию сверхкритического водного окисления СК H_2O. Эта реакция используется для эффективного уничтожения загрязняющих веществ пестицидов и химических боевых отравляющих веществ. В мире уже существуют перерабатывающие сверхкритические производства по дехлорированию, деароматизации растворов органических соединений, переработки полимеров и пластмасс, окисления коммунальных и пищевых отходов, газификации биомассы, окисления токсичных отходов военно-морского флота, гидролиза целлюлозы и лигнина, а также удаления тяжёлых металлов из различных стоков. Сверхкритическая утилизация обеспечивает переработку не менее 99,99% органических соединений из исходной смеси с их превращением в экологически безвредные H_2O и CO_2. Азотсодержащие органические соединения и аммонийные вещества разлагаются с выделением газообразного азота. Хлор, фтор, фосфор и сера из органических веществ образуют кислотные остатки и легко выделяются в виде неорганических кислот или солей при добавлении в раствор соответствующих катионов.

Заключение. Следует обратить особое внимание на высокую экономическую эффективность и экологическую чистоту СКФТ. Очевидно, что в ближайшие годы СКФТ займет достойное место в промышленном производстве. Сегодня можно говорить о СКФТ как о технологии, охватывающей множество направлений и отраслей промышленности, науки, экономики, и технологии.

Загрязнение окружающей среды отходами производства заставляет искать новые современные технологии с минимальными выбросами токсичных газов атмосферу, жидких продуктов и сточных вод. В этой связи следует отметить, что СКФ технологии, существенно отличается от используемых в настоящее время и представляет из себя экологически безопасную «зеленую» технологию.

Анализ развития СКФТ в мире дает основание считать, что в Казахстане данная технология имеет такой же важный потенциал, как в ведущих мировых державах. Значимость данного направления для экономического роста Казахстана и его национальной безопасности очевидна.

Литература

1. Антропогенное воздействие на окружающую природную среду. http://lib2.znate.ru/docs/index-295217.html?page=17

2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов за 2015 год.тhttp://ecodoklad.kz/greenhouse-gas-emissions

3. Попова И.Ю., Водяник А.Р. О растворяющей способности сверхкритического углекислого газа // Рынок БАД, №3 (11), 2003, с. 30-33.

4. Попова И.Ю., Водяник А.Р. К вопросу о применении сверхкритических углекислотных флюидов в качестве экстрагента растительного сырья. Рынок БАД, N5(13), 2003, с.46-47

5. US Patent 4,341,804, 1982.

6. US Patent 4,364,965, 1982.

7. Hubert P., Wirtzhum O. «Angew. Chem.» 1978, V. 90, №.10, p.756-762.

8. Покровский О.И., Паренаго О.О., Глазунова С.А. Сверхкритическая флюидная экстракция в масложировой промышленности. «Масла и жиры» 2010, №5-6, с. 32-35.

9. Глазунова С.А. Каталитическое гидрирование растительных масел в сверхкритических средах. «Масла и жиры» 2010, №5-8, с.28-31.

10. Залепугин Д.Ю., Тилькунова Н.А., Чернышова И.В., Поляков В.С. Развитие технологий, основанных на использовании сверхкритических флюидов. «Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика», 2006, Т.1, № 1, с.27-53.

11. Суб– и сверхкритические флюидные технологии в пищевой промышленности. Материалы международной научно-технической Интернет-конференции, г. Краснодар, 10-15 октября 2012 г., с.271.

12. Залепугин Д.Ю., Тилькунова Н.А., Чернышова И.В., Поляков В.С. Развитие технологий, основанных на использовании сверхкритических флюидов. «Сверхкритические Флюиды: Теория и практика» 2006, Т.1, № 1, с.27-51.

13. Паренаго О.О. Сверхкритические флюидные технологии создания лекарств пролонгированного действия. «Фармацевтические технологии и упаковка» 2010, №4, с.58-63.

14. Паренаго О.О. Фармацевтические технологии становятся сверхкритическими. «Фармацевтические технологии и упаковка» 2010, №2, с.58-62.

15. Лепешков А.Г., Водяник А.Р. Выделение биологически активных веществ с помощью сверхкритического диоксида углерода. Материалы 6-ой Международной научно-практическая конференции «Косметические средства: сырье и безопасность» М., 2001, с.65.

16. Лепешков А.Г., Водяник А.Р. К вопросу о возможностях сверхкритической экстракции. «Косметика и медицина» 2001, №32, с.7-9.

17. R.E. Leonard. Supercritical process for producing deasphalted and deresined oils. US Patent 4290880. 1981. C.12.

18. Гумеров Ф.М., Сабирзянов А.Н., Гумерова Г.И., Габитов Ф.Р., Усманов С.Р., Амирханов Д. Г., Максудов Р.Н. Перспективы использования суб- и сверхкритических экстрагентов для извлечения металлов из битумов и высоковязких нефтей. Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2004, Т.5, № 1, с.9-15.

19. Сколько нефти в Казахстане. https://lsm.kz/neftyanye-mestorozhdeniya.

20. Стратегия Казахстана 2050. strategy2050.kz/ru/news/6545.

21. Гумеров Ф.М., Габитов Ф.Р., Газизов Р.А., Билалов Т.Р., Яруллин Р.С. Перспективы использования суб- и сверхкритических флюидных сред при получении биодизельного топлива. «Сверхкритические флюиды: Теория и практика» 2006, Т.1, №1, с.66-76.

22. Попова И.Ю. Производство биотоплива с использованием сверхкритических сред как актуальная проблема современной энергетики. «Сверхкритические флюиды: Теория и практика» 2007, Т.2, №4, с.85-95.

23. Мизанов С.В., Габитова А.Р., Мифтахова Л.Х., Усманов Р.А., Гумеров Ф.М., Зарипов З.И., Васильев В.А., Каралин Э.А. Получение биодизельного топлива в сверхкритических флюидных условиях с использованием гетерогенных катализаторов. «Сверхкритические флюиды: Теория и практика» 2015, Т.10, №2, с.71-83.

24. Шталь Е., Квирин К., Герард Д. Сжатые газы для экстракции и рафинирования. Изд. Шпрингер. Берлин, Гейдельберг, Нью-Йорк, Лондон, Париж, Токио. 1987, с.219.

25. Гумеров Ф.М., Сабирзянов А.Н., Гумерова Г.И. Суб- и сверхкритические флюиды в процессах переработки полимеров. 2000 г. Изд. «ФЭН», Казань, с.326.

26. Иные технологии основанные на применении сверхкритических флюидов. http://www.extract.ru/index.php?id=66

27. Основные направления применения СКТ. http://www.extract.ru/index.php?id=81

28. Самсонов М.Д. Экстракция актинидов и лантанидов сверхкритическим диоксидом углерода, содержащим органические комплексообразующие реагенты. 2005, М. Диссертация на соискание ученой степени канд. хим. наук tp://www.dissercat.com/content/ekstraktsiya-aktinidov-i-lantanidov-sverkhkriticheskim-dioksidom-ugleroda-soderzhashchim-org

29. Шадрин А.Ю., Мурзин А.А., Шафиков Д.Н., Камачев В.А. Дезактивация в среде сверхкритических флюидов и сжиженных газов. «Сверхкритические флюиды: Теория и практика» 2007, Т.2, №3, с.40-47.

Х.Х.ВАЛИЕВ

СОВРЕМЕННАЯ ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ИНДУСТРИАЛЬНО-ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

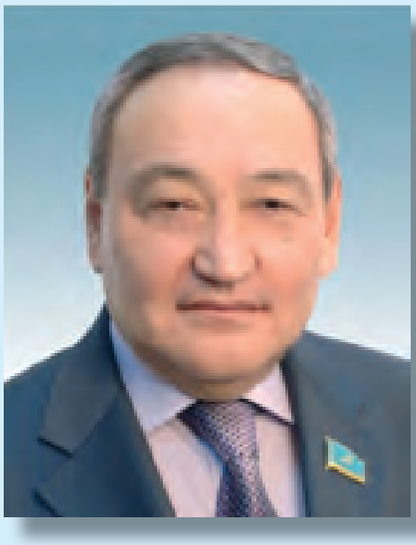
На сегодняшний день мировая практика показывает, что для эффективного функционирования инновационной системы экономики страны необходимо как минимум два условия – устойчивое взаимодействие образовательных учреждений с работодателями реального сектора производства и ориентация образовательного процесса на предоставление практических и востребованных сегодня профессиональных навыков и компетенций.

Важнейшим условием реализации Государственной программы индустриально-инновационного развития (ГПИИР) Республики Казахстан на 2015-2019 годы является подготовка необходимого количества специалистов с высоким уровнем квалификации и навыками, востребованными ключевыми работодателями в отраслях ГПИИР. Именно нехватка современных высококвалифицированных специалистов, соответствующих потребностям работодателей, стала одним из ключевых препятствий на пути реализации ГПФИИР в 2010-2014 годах.

В Послании народу Казахстана «Нұрлыжол – путь в будущее» Президент страны Н.А.Назарбаев отметил: «…В рамках программы индустриализации определены 10 вузов, на базе которых будет обеспечиваться связь науки с отраслями экономики и подготовка кадров. Эти вузы, кроме того, что они становятся научными центрами, еще будут профильно готовить кадры для экономики, для индустриализации», что позволит в дальнейшем вывести нашу страну в число наиболее развитых стран. Костанайский государственный университет имени Ахмета Байтурсынова вошел в число 10 прорывных вузов, осуществляющих подготовку кадров по приоритетным направлениям программы индустриализации нашей страны.

Современные реалии таковы, что подготовка специалистов для инновационной экономики Казахстана осуществляется в условиях глобальной конкуренции, в рамках которой ожидаются коренные изменения в электронной, атомной и электротехнической промышленности, информационно-коммуникационном секторе, машиностроении, строительстве, альтернативной энергетике, фармацевтической и ракетно-космической промышленности, горно-металлургическом комплексе. Эти изменения произойдут на основе развития робототехники, био- и нанотехнологий, систем искусственного интеллекта, информационных сетей и интегрированных высокоскоростных транспортных систем. На первый план выходят навыки сетевого взаимодействия, информационного обмена в виртуальном пространстве, проектного, синергетического подходов и системного анализа.

Специалисты, владеющие современными знаниями и обладающие профессиональной практической подготовкой, по-прежнему остаются двигателем современного производства. Лавинообразно растет спрос на специалистов новой формации, обладающих широким спектром компе-



ВАЛИЕВ Х.Х.

академик КазНАЕН, доктор технических наук, профессор, ректор Костанайского государственного университета им. А.Байтурсынова.
Область научных интересов: металлургия, комплексное использование минерального сырья, вопросы высшего образования и науки.

тенций и навыков, необходимых для реализации масштабных проектов ГПИИР.

Сегодня потенциал вузов определяется не только качеством предоставляемых образовательных услуг, но и развитием всей триады «образование – наука – инновации», нацеленной на формирование человека труда. От модернизации системы высшего технического образования, которая системно взаимодействует с наукой, генерирующей новые знания и современные технологии, и производством напрямую зависит эффективность инновационного развития промышленности.

В связи с этим, главная задача, поставленная правительством страны перед нашим университетом – это обеспечение предприятий машиностроения и пищевой промышленности квалифицированными кадрами с профессиональным уровнем компетенций, адекватным потребностям экономики и индустриально-инновационного развития страны.

Для достижения указанных целей Министерством образования и науки определены пять стратегических задач, которые были решены в рамках реализации ГПИИР.

Первая из них – разработка и внедрение принципиально новых практико-ориентированных образовательных программ, направленных на подготовку специалиста с компетенциями, востребованными конкретными предприятиями.

Вторая – это внедрение и развитие дуального образования в профильной магистратуре, в ходе которого обеспечивается непрерывная экспериментально-исследовательская работа по темам, согласованным с предприятием и для него, длительная производственная практика по согласованной теме, завершающаяся подготовкой и защитой выпускной работы. Все это позволило в корне изменить содержание и качество образования – осуществлять подготовку специалистов без необходимости «доучивания» на производстве.

Третья задача потребовала коренной модернизации лабораторной базы при целевом финансировании из государственного бюджета, что дало возможность производить обучение специалистов через исследования, выполнять практические заказы предприятий, проводить фундаментальные и прикладные научные исследования с грантовым финансированием.

Четвертая – это постоянная поддержка системы обеспечения качества образования, что предусматривает повышение квалификации профессорско-преподавательского состава университета в зарубежных топ-вузах, участие представителей общественности, уполномоченных органов, работодателей в оценке качества образования.

Наконец, пятая задача – это совершенствование системы корпоративного управления вузом как основы для взаимодействия с бизнес-сообществом и повышения качества образования.

В рамках реализации поставленных задач коллективом университета совместно с предприятиями - участниками программы индустриализации и зарубежными вузами-партнерами разработаны и реализуются 6 образовательных программы по приоритетным направлениям развития нашего региона – «Машиностроение» и «Производство продуктов питания».

К работе над учебными планами новых образовательных программ были приглашены заинтересованные стороны в лице будущих работодателей. Партнерами нашего вуза являются такие крупные предприятия Костанайской области как ТОО «ДЕП», АО «Баян Сулу», ТОО «Азимут», АО «АгромашХолдинг», ТОО «СарыАркаАвтоПром», ТОО «Сервисный центр Ростсельмаш», ТОО «КазНИИМЭСХ», ТОО «Агротехмаш» и это далеко не полный список наших партнеров, участвовавших в разработке и составлении учебных планов.

Новшеством при зачислении в магистратуру по данным специальностям является то, что с участием инновационных предприятий была проведена ярмарка распределения поступающих по программе «раннего найма», по итогам которой со всеми магистрантами заключены трехсторонние договора «вуз – предприятие – магистрант», предусматривающие трудоустройство и обязательную отработку на предприятии в течение трёх лет после завершения обучения.

Таким образом, на этапе зачисления осуществлено трудоустройство всех обучающихся. Индивидуальное распределение обеспечивает магистранту практико-ориентированное обучение на конкретном производстве, практическую направленность исследований магистерской диссертации с разработкой предложений по улучшению работы предприятия.

В рамках договоров с ведущими зарубежными вузами проведены взаимные выезды делегаций, осуществлено оказание консультационных услуг по перечню и содержанию модулей образовательных программ, организации учебного процесса, проведена экспертиза разработанных образовательных программ, лабораторного оборудования. Получено 16 экспертных заключений на образовательные программы, в том числе от всех топ-университетов – генеральных партнеров КГУ.

В целом, используемая в учебном процессе материальная основа вуза, сформирована из консолидированной производственной, учебно-лабораторной, опытно-конструкторской базы университета и предприятий.

И все-таки, главное достижение государственной программы индустриально-инновационного развития, на мой взгляд, это продвижение науки и модернизация исследовательских лабораторий вузов. Государство выделяет деньги лучшим вузам, которые должны стать научным и образовательным центром в регионе. Финансирование этой программы позволило нам в 2015 году приобрести оборудование для лаборатории производства продуктов питания и лаборатории машиностроения на общую сумму 240 миллионов тенге, а также создания в 2016 году лаборатории инновационного инжиниринга и лаборатории анализа продуктов из растительного сырья стоимостью 140 миллионов тенге. Приобретённое оборудование позволило скомплектовать лаборатории, не имеющие аналогов на региональном уровне как по составу, так и по потенциалу. Все оборудование поставляется из США, Германии, Японии, Латвии, Дании, России и Швейцарии и других стран.

В рамках финансирования программы подготовки кадров для ГПИИР в 2015-2016 годах университету предоставлен государственный заказ на подготовку специалистов в профильной магистратуре по новым образовательным программам в размере 274 грантов. На при-

обретение и инсталляцию нового лабораторного оборудования выделено более 380 миллионов тенге. Более 160 миллионов тенге освоено на разработку и реализацию образовательных программ профильной магистратуры с учетом международного опыта.

Получены экспертные заключения на перечень и состав лабораторий от ведущих профессоров Шведского университета аграрных наук (Швеция), Университета Бургундии (Франция), Сеульского национального университета (Южная Корея), Национального исследовательского университета «Московский институт электронной техники» (Российская Федерация)

Например, благодаря данной программе в вузе создана уникальная лаборатория анализа производства продуктов питания, в состав которой вошли отделы: молекулярно-генетических и иммунобиологических исследований, биотехнологии микроорганизмов, анализа продуктов питания и кормов. Лаборатория уже широко используется в учебном процессе для проведения исследовательских работ. На базе лаборатории разработана методика выполнения измерений (МВИ) на ДНК-паспортизацию, созданы биологические препараты, которые позволяют повысить урожайность зерновых на 10-15%, ведутся исследования по определению следов антибиотиков, токсинов в продуктах питания. Практическим результатом молекулярно-генетических исследований пород крупного рогатого скота станет увеличение эффективности селекционной работы на 15-20%.

Реализация программы дало возможность преподавателям факультетов пройти стажировку в лучших мировых вузах и отечественных и зарубежных инновационных предприятиях. Курсы повышения квалификации реализованы в таких странах как США, Великобритания, Сингапур, Южная Корея, Швеция, Малайзия, Испания, Германия, Голландия, Россия, Беларусь, Литва, Латвия. В 2015-2016 годах более 400 сотрудников университета прошли обучение по различным формам повышения квалификации.

В рамках договоров с вузами приглашены зарубежные профессоры, осуществлено оказание консультационных услуг по разработке и реализации образовательных программ, организации учебного процесса, проведена экспертиза разработанных образовательных программ, лабораторного оборудования, чтение лекций.

Системная работа КГУ имени А.Байтурсынова во взаимодействии с ведущими университетами мира и ведущими профессорами, а также с предприятиями-работодателями при бюджетной поддержке на реализацию новых программ и приобретение лабораторного оборудования позволила решить поставленные задачи и привести университет к созданию качественно новой материально-технической инфраструктуры вуза.

Коллектив нашего университета в полной мере ощутил плоды от реализации широкомасштабной программы ГПИИР, при этом мы четко представляем и понимаем поставленные перед нами задачи и перспективы развития. Нами принято решение в дальнейшем продолжить разработку инновационных практико-ориентированных образовательных программ, проводить их международную аккредитацию; на постоянной основе усиливать практико-ориентированность организации процесса обучения специалистов; внедрять изучение профильных дисциплин на английском языке; развивать партнерство с ведущими зарубежными университетами по программам мобильности, совместных научных проектов и программ двойных дипломов.

Мы думаем, что это позволит продолжить реализацию социальных программ, поддержит инвестиционную активность и станет драйвером экономического роста нашего региона и всей Республики Казахстан

МЕДЕТОВ Н.А.

– академик КазНАЕН, доктор физико-математических наук, декан факультета информационных технологий Костанайского государственного университета им. А.Байтурсынова.

Н.А. МЕДЕТОВ, И.Н. ГУБЕНКО

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ SAP НА КРУПНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Каждое современное крупное промышленное предприятие тем или иным образом автоматизирует планирование своих материальных ресурсов и производства, так как номенклатуру порядка десятка тысяч позиций просчитывать вручную невозможно. Однако, полностью исключить нештатные ситуации довольно сложно, и периодически приходится оперативно решать множество проблем, таких как своевременное выполнение заказа, бесперебойное обеспечение материальными ресурсами, срочный или плановый ремонт оборудования и т.д [1]. Также возникает необходимость обработки достаточно большого объема данных по всем имеющимся на складе материалам и производственным мощностям. Устаревшие информационные системы автоматизации ресурсов уже не справляются в полной мере с этими задачами. В таких условиях многие промышленные предприятия обращаются к ERP-системам. Лидирующую долю в данной отрасли занимают продукты компании SAP, в частности система SAP R/3 [2].

В Казахстане имеется практика успешного внедрения SAP R/3 в компаниях Евразийской Группы, представляющей горно-металлургическую отрасль в Казахстане, в нее входят предприятия по добыче и переработке железной руды, алюминия, угля, марганца и ферросплавов. Численность работников в Казахстане составляет свыше 62 тысяч человек. На сегодняшний момент бизнес-решение SAP R/3 уже успешно внедрено на таких предприятиях Группы как АО «Евразийская энергетическая корпорация», ERG SalesKazakhstan и АО «ТНК «Казхром», в этом году система SAP была так же внедрена в АО «Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение» (АО «ССГПО»).

АО «ССГПО» входит в Группу компании ERG и является ведущим предприятием горнорудной промышленности в Республике Казахстан. Предприятие специализируется по добыче и переработке железной руды, имеет развитую структуру карьеров, заводов, фабрик и объектов социальной сферы с численностью персонала свыше 18 тысяч человек.

Ключевыми ресурсами для системы управления предприятием, безусловно, являются данные, которые должны отвечать определенным критериям [3]. Главной проблемой внедрения SAP в АО «ССГПО» выступала подготовка данных. Важнейшим структурным элементом системы является объект мастер-данных – справочник основной записи материала (ОЗМ), который выступает для предприятия основным источником сведений о материалах и их характеристиках [4].

Теория, материалы и методы исследования, технические и технологические разработки

Мастер-данные, к которым относится основная запись материала – это достоверные справочные данные бизнеса, которые предприятие ис-

пользует многократно в различных бизнес-процессах, являясь владельцем этих данных. Основная запись материала не относится к транзакционным данным и достаточно редко изменяется, при условии верного определения ракурсов [5].

Каждый материал может быть создан только с одним видом, поэтому необходимо иметь четкие правила отнесения материала к тому или иному виду при его создании. Вид материала служит для определения вида оценки. Используемые виды оценки характеризуют один и тот же материал с точки зрения разных способов его заготовки (произведенный, приобретенный у сторонних организаций, восстановленный и т.д.) [6].

Для привязки материала и вида оценки к бухгалтерским счетам создается перечень классов оценки. Класс оценки, определяет все бухгалтерские счета, по которым делаются проводки при движении материалов. Основными счетами, которые задаются классом оценки являются счет запаса и счет потребления материала.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что от правильного определения вида материала зависит качество определения бухгалтерских счетов системы, что в свою очередь влияет на корректное формирование отчетной документации системы и процессов планирования запасов.

В силу большой номенклатуры материальных ценностей АО «ССГПО», чей справочник насчитывает более 140000 материалов и относительного короткого срока подготовки основной записи материала выступала проблема качественной подготовки данных в установленные планом сроки. Данная проблема была успешно решена к началу запуска системы SAP на данном предприятии, одним из ее решений послужила разработка и внедрение автоматизированной системы по определению вида и расширению ОЗМ на заводы. Данное решение можно применить при внедрении SAP на других крупных промышленных предприятиях, используя опыт одного из крупнейших комбинатов в СНГ – АО «ССГПО».

На начальном этапе подготовки ОЗМ стоит определение вида и расширение ОЗМ на заводы. Согласно методологии SAP, при крупном внедрении должны быть созданы команды, представляющие определенные процессные направления. Применимо к промышленным предприятиям, чаще всего это команды, занимающиеся подготовкой данных по производству, ремонтам, логистике, финансовой бухгалтерии, сбыту и закупкам [7]. Рациональным решением является создание рабочей группы из числа специалистов от данных процессных направлений, которые имеют представление о своих материалах, а также составление подхода по определению вида и расширению ОЗМ на заводы.

Для подготовки данных в АО «ССГПО» было создано подразделение «Управление новых технологий», в составе которого была организована рабочая группа по определению вида материала и расширению материалов на заводы SAP. В состав рабочей группы были включены специалисты от всех ключевых направлений, был разработан подход по подготовке основной записи материала. После разработки подхода было принято решение произвести его автоматизацию. В качестве данного решения выступила разработка многопользовательской автоматизированной системы для коллективного определения вида материала с помощью технологии клиент-сервер. Это решение имеет ряд преимуществ – возможность одновременной работы большого числа пользователей, автоматическое определение вида материала, разграничение прав доступа, возможность проведения оперативного контроля «успеваемости» сотрудников.

Функционал данной системы предполагает совместную работу специалистов рабочей группы по внедрению и сопровождению SAP на предприятии. По результатам работы специалистов рабочей группы происходит автоматическая генерация вида материала, его раздельной оценки, а так же вида заготовки при расширении на заводы. Для плановости работы и ведения статистики общий каталог материалов разделяется на порции.

Парк компьютерной техники АО «ССГПО» в подавляющем большинстве находится под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows, поэтому в качестве клиентской части автоматизированной системы по подготовке ОЗМ было решено использовать приложение из стандартного офисного пакета от Microsoft – Access. Подключение клиентской части приложения к внешним таблицам происходит посредством использования программного интерфейса доступа к базам данных ODBC [8].

В качестве базы данных и серверной части автоматизированной системы по подготовке ОЗМ выбрана СУБД Microsoft SQL Server. Такое решение обусловлено высокой интеграцией данной СУБД с продуктами от Microsoft, одновременной работой большого числа пользователей, высокой надежностью и масштабируемостью, а так же использованием доменной авторизации для разграничения прав доступа.

Вся логика приложения должна выполняться в самой СУБД при использовании хранимых процедур, функций, триггеров и представлений системы с применением встроенного языка Transact-SQL [9].

На начальном этапе необходимо разработать и реализовать структуру базы данных автоматизированной системе по подготовке ОЗМ, состоящую из таблиц, логически разбитых на таблицы-справочники, рабочие таблицы процессных направлений, таблицы настраиваемых администратором параметров системы, таблицы хранения конечного результата и главной операционной таблицы.

Таблицы-справочники содержат редко изменяющиеся, относительно статичные данные, такие как обозначения видов материала, классов и видов оценки, шифры заводов SAP и т.д.

Рабочие таблицы процессных направлений содержат результаты работы процессных направлений, входящих в состав рабочей по проставлению соответствующих параметров к материалам, а также результаты расширений ОЗМ на заводы.

Таблицы настраиваемых администратором параметров системы хранят текущую конфигурацию системы и редактируются только администратором. В составе данных таблиц такой системы выделяется ключевая таблица, реализующая алгоритм автоматической генерации вида материала и его раздельной оценки, редактирование которой осуществляется в соответствии с при-

нятой методологией отнесения материалов к видам и классам оценки. В ней должны храниться все возможные комбинации установленных пользователями рабочей группы параметров, которые приводят к принятию конкретного вида материала и возникновению раздельной оценки.

Таблицы хранения конечного результата содержат данные, сформированные после автоматической генерации вида материала и раздельной оценки, а также массив заводов производства, потребления и ремонтов вместе со сгенерированным видом заготовки. Для удобства понимания их структуры они имеют такие же наименования как и в SAP:

marc – содержит массив заводов потребления, производства и ремонтов вместе с соответствующим видом заготовки, сформированных в результате расширения материалов на заводы процессными направлениями от логистики, производства и ремонтов после окончания работы над текущей порцией;

mbew – содержит конечный результат работы процессных направлений, сформированный в процессе автоматической генерации вида материала и раздельной оценки после окончания работы над текущей порцией.

В главной операционной таблице хранится общий каталог всех товарно-материальных ценностей предприятия, который необходимо подготовить для загрузки в SAP. В таблице содержатся все данные по материалам, достаточные для описания его сущности, а именно – номенклатурный номер, короткое и полное описания из унаследованной системы (в случае АО «ССГПО» – ПК «Галактика»), короткое и полное описание, присвоенные после работы по гармонизации, которые содержат основные параметры материала (размеры, состав, вес, применимость, номер чертежа, ГОСТ и т.д), единицу измерения, группу материалов, текущий статус гармонизации материалов, балансовый счет и т.д. Данный каталог может пополняться в результате процесса гармонизации новых материалов.

Целостность данных в БД по подготовке ОЗМ осуществляется с помощью установки связей между таблицами, а также заданием первичных ключей [10].

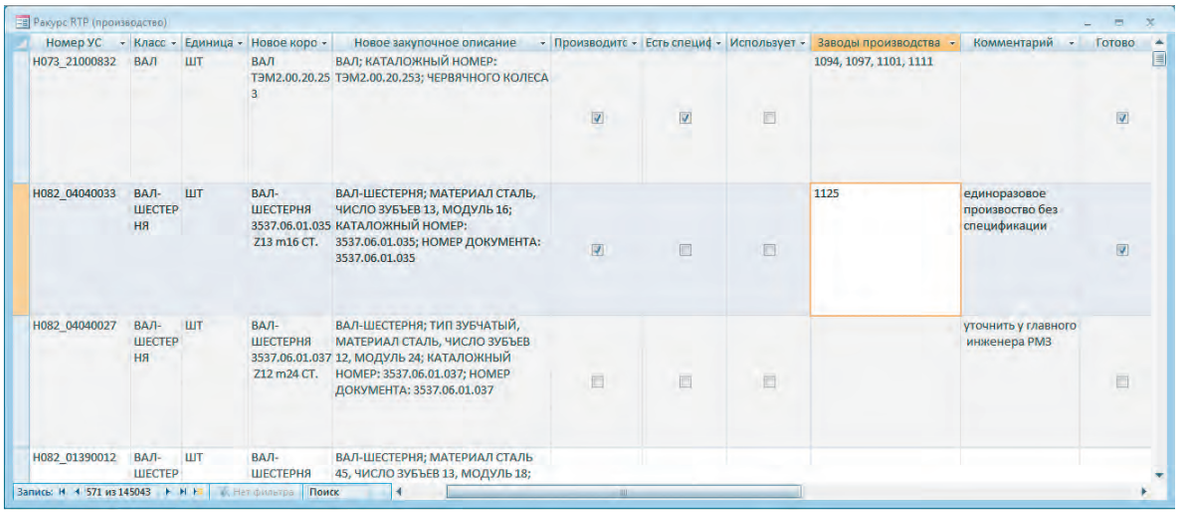
Клиентская часть автоматизированной системы по подготовке ОЗМ реализована в MSAccess с применением встроенного языка программирования для офисных приложений –VBA [11]. Клиентская часть состоит из форм администрирования и непосредственно рабочих форм процессных направлений.

Форма администратора системы позволяет производить разделение общего каталога материалов на порции посредством создания и указания периода отработки материалов, просмотра статистики работы процессных направлений, а так же генерацию конечного результата – присвоение материалов к видам и классам оценки, вида заготовки на заводах потребления, производства и ремонтов с последующей выгрузкой в формат MSExcel для дальнейшего заполнения ракурсов в последующих системах подготовки данных или для формирования финального шаблона для загрузки в SAP.

Рабочие формы процессных направлений реализуют функционал выбора порции материалов с дальнейшим проставлением соответствующих с процессными направлениями параметров и просмотром своей статистики. Помимо заполнения своих параметров, команды логистики, производства и ремонтов производят заполнение соответствующих заводов в специальной форме.

Каждое процессное направление в автоматизированной системе по подготовке ОЗМ в MSAccess имеет доступ на редактирование только к своему ракурсу. Данный механизм реализуется посредством разграничения прав доступа на редактирование таблиц в базе данных MSSQLServer.

На рис. 1 представлена типичная рабочая форма на примере процессного направления «производство (RTP)».


Ракурс RTP (производство)

Номер УС	Класс	Единица	Новое коро	Новое закупочное описание	Производитс	Есть специф	Использует	Заводы производства	Комментарий	Готово
H073_21000832	ВАЛ	ШТ	ВАЛ ТЭМ2.00.20.253	ВАЛ; КАТАЛОЖНЫЙ НОМЕР: ТЭМ2.00.20.253; ЧЕРВЯЧНОГО КОЛЕСА	☑	☑	☐	1094, 1097, 1101, 1111		☑
H082_04040033	ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ	ШТ	ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ 3537.06.01.035 Z13 m16 СТ.	ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ; МАТЕРИАЛ СТАЛЬ, ЧИСЛО ЗУБЪЕВ 13, МОДУЛЬ 16; КАТАЛОЖНЫЙ НОМЕР: 3537.06.01.035; НОМЕР ДОКУМЕНТА: 3537.06.01.035	☑	☐	☐	1125	единоразовое производство без спецификации	☑
H082_04040027	ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ	ШТ	ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ 3537.06.01.037 Z12 m24 СТ.	ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ; ТИП ЗУБЧАТЫЙ, МАТЕРИАЛ СТАЛЬ, ЧИСЛО ЗУБЪЕВ 12, МОДУЛЬ 24; КАТАЛОЖНЫЙ НОМЕР: 3537.06.01.037; НОМЕР ДОКУМЕНТА: 3537.06.01.037	☐	☐	☐		уточнить у главного инженера РМЗ	☐
H082_01390012	ВАЛ-ШЕСТЕР	ШТ	ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ	ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ; МАТЕРИАЛ СТАЛЬ 45, ЧИСЛО ЗУБЪЕВ 13, МОДУЛЬ 18;						

Запись: 571 из 145043 Нет фильтра Поиск

Рис. 1. Пример рабочей формы ракурса «производство (RTP)»

На данной рабочей форме представлена таблица, содержащая сущность материала: его номенклатурный номер, наименование, характеристики и т.д. (часть параметров находится за полосой прокрутки, пользователь может для удобства работы скрыть менее интересующие его характеристики материала, либо установить их в необходимой для него последовательности), далее указаны поля для заполнения пользователем. На примере ракурса «производство (RTP)» указаны следующие параметры для заполнения: «производится» (если материал был произведен на мощностях заводов предприятия), «есть спецификация» (если материал производится планово и на него имеется рецептура, чертеж и т.д.), «используется внутри производственной цепочки» (указывает на полуфабрикат, который требует дальнейшей обработки). Данные параметры для удобства пользователей выполнены в виде элемента «флажок». Кроме указанных полей существуют так же поле «комментарий», где пользователи могут обмениваться своими комментариями относительно того или иного материала, а так же поле с флажком «готово», которое указывает, что данный материал был отработан и его редактирование завершено.

На формах процессных направлений, требующих дополнительно расширение на заводы имеется поле «заводы», при нажатии на которое открывается форма расширения материалов на заводы. С помощью данной формы пользователи ракурсов «производство», «ремонты» и «логистика» указывают заводы, на которых происходит производство, ремонт и потребление материалов соответственно. После закрытия данной формы все указанные заводы отображаются в соответствующем поле «заводы» текущей рабочей формы.

После завершения работы над очередной порцией материалов и проставления параметра «готово» процессными направлениями в своих рабочих формах, администратор из своей формы запускает автоматическую генерацию вида материалов, раздельной оценки и вида заготовки на заводах производства, потребления и ремонтов. После завершения данной процедуры администратор может увидеть результат, в котором к отработанным материалам будет автоматически присвоен вид и раздельная оценка в случае соответствия проставленных параметров текущей методологии отнесения материалов к видам и классам оценки, действующим на «внедряемом» предприятии, а так же дополнительно указан список заводов с видами заготовки.

Если набор параметров не соответствует никакому из настроенных видов материала, то в системе в поле «вид материала» указывается значение «не определен». В данном случае перечень таких материалов выносится на совещание рабочей группы, по результатам которого вид материала присваивается коллегиально и заносится вручную в заданное поле.

После завершения работы над АС по подготовке ОЗМ были проведены ее испытания на примере работы процессных направлений с 10 тестовыми порциями материалов, у которых вид материала и раздельная оценка были заблаговременно определены вручную в соответствии с текущей методологией отнесения материалов к видам и классом оценки, принятым на АО «ССГПО». Данные виды материала и раздельная оценка были приняты за эталон. С каждой порцией количество материалов увеличивалось на 50. Результаты тестирования отражены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что тестирование программы состояло в сравнении автоматически сгенерированного вида ОЗМ и его раздельной оценки с эталонным значением. По итогам тестирования были зафиксированы следующие случаи:

«Вид материала и раздельная оценка были определены корректно» – в данном случае наблюдалось полное совпадение этих параметров с эталоном;

«Вид материала и раздельная оценка определены не корректно» – наблюдалось либо несоответствие автоматически сгенерированного вида материала с эталоном, либо несовпадение раздельной оценки при правильно определенном виде ОЗМ;

«Вид материала и раздельная оценка не определены» – в данном случае вид материала и, соответственно, раздельная оценка не были определены вообще, это объясняется отсутствием такого набора параметров, заданных процессными направлениями через свои рабо-

Таблица 1

Результаты тестирования определения вида ОЗМ и раздельной оценки

№ п/п	Количество материалов в порции, шт	Вид материала и раздельная оценка определены корректно (совпадают с эталоном), шт	Вид материала и раздельная оценка определены не корректно (не совпадают с эталоном), шт	Вид материала и раздельная оценка не определены, шт	Качество определения вида материала и раздельной оценки, %
1	50	39	6	5	78
2	100	66	20	14	66
3	150	114	6	30	76
4	200	158	10	32	79
5	250	195	0	55	78
6	300	243	0	57	81
7	350	312	0	38	89,1
8	400	372	0	28	93
9	450	434	0	16	96,4
10	500	492	0	8	98,4

чие формы в методологии и, следовательно, в конфигурационной таблице.

После анализа работы над каждой порцией вносились корректировки в конфигурационную таблицу для устранения появления ошибочных результатов, а так же уменьшения случаев, в которых не были определены виды ОЗМ и раздельная оценка.

По данным табл. 1 была составлена диаграмма, изображенная на рис. 2, показывающая динамику повышения качества алгоритма автоматической генерации вида ОЗМ и раздельной оценки к моменту окончания тестирования.

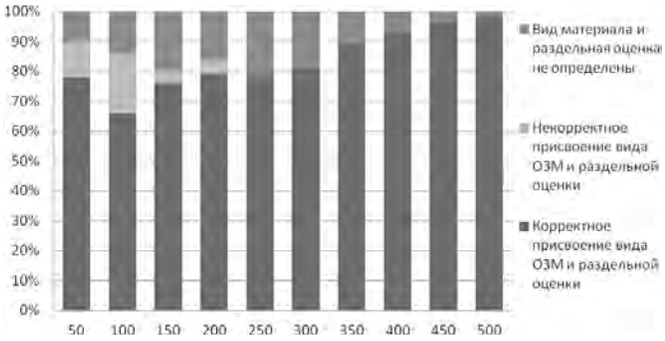


Рис. 2. Динамика качества определения вида ОЗМ и раздельной оценки по результатам тестирования

Параллельно анализу определения вида ОЗМ и его раздельной оценки по результатам тестирования программы, было произведено тестирование результатов по расширению материалов на заводы производства, потребления и ремонты с автоматической генерацией вида заготовки. Данная работа шла параллельно в тех же порциях материалов, начиная с 50 и заканчивая 500. По результатам тестирования было выявлено 100% соответствие между перечнем заводов, на которые произвели расширение команды производства, ремонтов и логистики с теми, которые получились после автоматической генерации конечного результата с корректным видом заготовки.

Анализируя результат выгрузки конечных данных в MSExcel после автоматической генерации вида ОЗМ, его раздельной оценки и вида заготовки на расширенных заводах производства, ремонтов и логистики, можно сделать заключение, что программа работает корректно. Данное утверждение было подтверждено специалистами по миграции данных в SAP и разработчиками методологии отнесения материалов к видам и классам оценки, принятой в АО «ССГПО».

Заключение

Была проведена экспериментальная работа, состоящая из разработки и тестирования автоматизированной системы по подготовке ключевого объекта данных SAP – основной записи материала на соответствие текущей методологии отнесения материалов к видам и классам оценки, принятой в АО «ССГПО». После каждой итерации тестирования приложения проводилась корректировка в таблице параметров, а также в программном коде, пока качество автоматической генерации вида материала и раздельной оценки не превысило 98 %, что говорит о достаточно высоких результатах. Данное решение возможно применить при внедрении SAP на других крупных промышленных предприятиях для более качественной и своевременной подготовки ОЗМ.

Список используемых источников

1. Дэниел О'Лири. ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. М.: Вершина, 2004. – 112 с.

2. Бондарепко Л. Внедрение ERP-систем и оценка зрелости организации М.: PC Week 2004, №15. -с. 32-36

3. Кострицкий А. В., Лукьянов М. Д., Абраменко О. В., Чернявский Ю. Н. Автоматизированная система управления ремонтами технологического оборудования метизных цехов на базе ASP. NET и SAP R/3 // Литьё и металлургия . 2011. №3 (61).

4. Васильев Д.Л., Губич Л.В., Ковалев М.Я., Муха Н.П., Петкевич Н.И., Шибут И.И. Внедрение на промышленных предприятиях информационных технологий поддержки жизненного цикла продукции. Белорусь, РУП «Издательский дом «Беларуская навука», 2012 – 103 с.

5. Елисеева Т. П., Валентейчик Д. А., Маркулес А. В. Повышение эффективности бизнес-процессов территориального энергетического формирования за счет внедрения информационной системы SAP R/3 // Пространство экономики . 2009. №3.

6. Рид Д, Доан М. Настольная книга SAP-консультанта. М.: Эксперт РП, 2008. – 15-16 с.

7. Сухобоков А. Лёгкие, средние и тяжелые ERP-системы // BYTE/Россия. 2005. № 9(85). С. 19-24.

8. Вейскас Д.. Эффективная работа с Microsoft Access. СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 22 с.

9. Фленов М. Transact-SQL. СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 128 с.

10. Вьейра Р. SQL Server 2000. Программирование в 2 ч / Р. Вьейра: Часть I; пер. с англ / под ред. Молявко. С.М. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. –735 с.

11. Гарнаев А.Ю. Самоучитель VBA. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. –512 с.

Э.Г.БАТЫРБЕКОВ, В.А. ВИТЮК

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Атомная энергетика в настоящее время является одной из отработанных конкурентоспособных технологий, которая в глобальном масштабе может существенно способствовать переходу к низкоуглеродному развитию и декарбонизации мировой экономики. Впоследствии на замену атомной может прийти термоядерная энергетика. Внедрение атомной генерации в Республики Казахстан, наряду с развитием возобновляемых источников энергии, будет способствовать успешному выполнению принятых в рамках Парижского соглашения обязательств и реализации собственной Концепции по переходу к «зеленой экономике».

Атомная энергетика обладает существенным инновационным потенциалом. Уже сегодня создаются ядерные энергосистемы принципиально нового типа – с замкнутым топливным циклом, обеспечивающие полную реализацию энергетического потенциала уранового топлива. Ядерные технологии находят применение не только в энергетике, но и в других отраслях – науке, промышленности, медицине. Важным направлением развития инноваций в атомной сфере является освоение для блага всего человечества нового источника энергии - термоядерной энергетики с практически неисчерпаемыми топливными ресурсами и минимальным воздействием на окружающую среду.

В статье рассмотрены текущее состояние и тенденции развития мировой атомной энергетики, предпосылки для ее создания и развития в Казахстане. Выполнен обзор проводимой на базе Национального ядерного центра Республики Казахстан работы по научно-технической поддержке инновационных проектов ядерных 1реакторов. Отмечены перспективы использования казахстанского материаловедческого токамака КТМ, который создается в поддержку развития термоядерной энергетики.

Ключевые слова: атомная энергетика, реакторные технологии, инновационные проекты, термоядерный реактор

Современные тенденции развития мировой атомной энергетики

Текущее состояние атомной энергетики. По состоянию на 1 апреля 2017 года в мире эксплуатируются 449 ядерных энергетических реакторов суммарной мощностью 392,1 ГВт (эл.) [2]. На долю атомных электростанций приходится около 10% всего объема электрогенерации (рисунок 1).

БАТЫРБЕКОВ Э.Г.

Доктор физико-математических наук, профессор, Генеральный директор РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан», область научных интересов «ядерная физика и технологии».

ВИТЮК В.А.

Доктор философии (phd), ученый секретарь ргп «национальный ядерный центр республики казахстан», область научных интересов «ядерная физика и технологии».

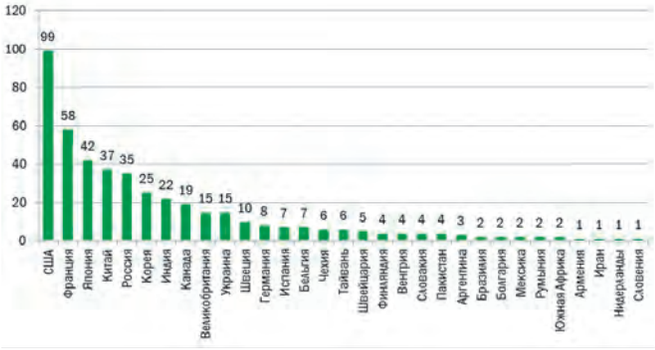


Рисунок 1 – Распределение действующих ядерных реакторов по странам и типам

Из общего числа эксплуатируемых реакторов 82% составляют реакторы с легководным замедлителем и теплоносителем, 10,9% – реакторы с тяжеловодным замедлителем и теплоносителем, 3,3% – легководные реакторы с графитовым замедлителем и 3,1% – газоохлаждаемые реакторы. Доля реакторов на быстрых нейтронах с жидкометаллическим (натриевым) теплоносителем составляет 0,7%.

Сегодня ядерно-энергетическими мощностями располагают 30 стран, и примерно такое же число стран изучают возможность включения ядерной энергетики в национальную структуру энергопроизводства, строят соответствующие планы или активно работают над этим. Из 30 стран, эксплуатирующих АЭС, 13 сооружают новые станции, либо активно завершают ранее приостановленные проекты строительства, а 12 планируют построить новые станции или завершить приостановленные проекты строительства реакторов.

В настоящий момент в стадии строительства находятся 60 реакторов общей установленной мощностью 60,2 ГВт (эл.), причем 77% нового строительства приходится на три государства: Китай, Россию и Индию (рисунок 2).

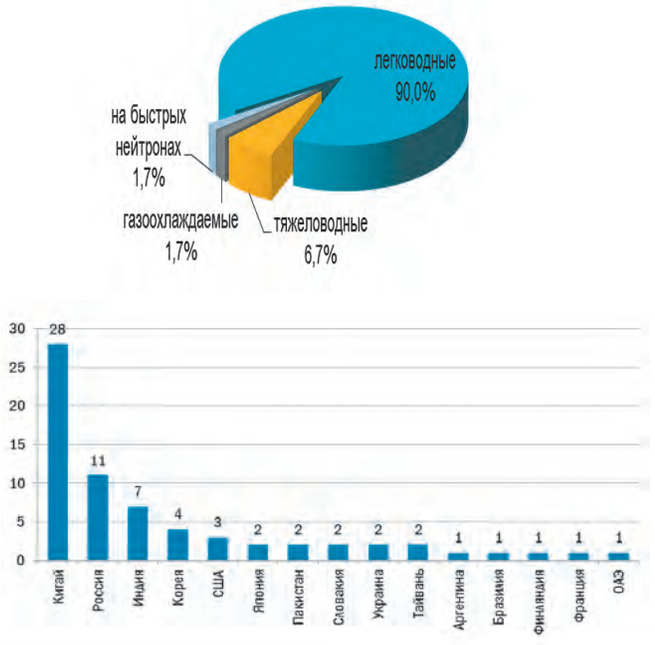


Рисунок 2 - Распределение строящихся ядерных реакторов по странам и типам

Особенности ядерных энерготехнологий. Атомные технологии производства энергии обладают важными принципиальными особенностями по сравнению с другими энерготехнологиями:

1. Высокая энергоемкость используемого топлива. Один килограмм урана, обогащенный до 4 %, при выгорании в тепловом реакторе выделяет энергию, эквивалентную сжиганию примерно 100 тонн высококачественного каменного угля или 60 тонн нефти. При эксплуатации АЭС отсутствует необходимость ежедневных поставок топлива. Для обеспечения потребностей реактора электрической мощностью 1000 МВт достаточно один раз в год завозить на АЭС около 70 тонн топлива.

2. Возможность повторного использования топлива. В мире имеются достаточные ресурсы урана для обеспечения потребностей современных АЭС на тепловых нейтронах в топливе на многие десятки лет. При исчерпании этих запасов в будущем, решением станет внедрение технологий замыкания топливного цикла с расширенным воспроизводством делящихся веществ. Это позволит снять проблему ограниченности топливных ресурсов для атомной энергетики.

3. Атомная энергетика не способствует созданию парникового эффекта. Все большее признание получает роль ядерной энергетики в уменьшении выбросов парниковых газов. Вклад в смягчение последствий изменения климата обеспечивается благодаря исключению выбросов почти 2 млрд. тонн углекислого газа ежегодно. Этим ядерная энергетика может способствовать достижению целей в области устойчивого развития, поставленных Организацией Объединенных Наций. Атомная энергетика обеспечит сдерживание глобального потепления до 2ºС к 2100 году в том случае, если рост ее мощностей будет соответствовать высокому сценарию, что к 2050 году позволит избежать около 6,5 млрд. тонн выбросов парниковых газов.

4. Низкая зависимость стоимости электроэнергии от цен на топливо. Топливная составляющая в тарифе атомной энергии минимальна. Если цена на газ вырастет в три раза, это автоматически приведет к увеличению тарифа ТЭЦ также в 3 раза. Если в 3 раза вырастет цена на уран, это приведет к повышению стоимости электроэнергии АЭС максимум на 5-6 %.

5. Относительно малые объемы отходов. Отходы ядерной энергетики имеют относительно малые объёмы и могут быть надёжно локализованы, а наиболее опасные из них можно «дожигать» в ядерных реакторах. Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) может быть реализован таким образом, что радиационная опасность отходов не превысит опасность от компонентов руды, из которой добывается уран (правда - через 100-150 лет, не ранее).

Таким образом, атомная энергетика потенциально обладает многими качествами для постепенного замещения значительной части энергетики на органическом топливе и становления в обозримом будущем в качестве одной из основных энерготехнологий.

Развитие реакторных технологий и научно-техническая поддержка инновационных проектов реакторов. За прошедшие 60 лет с начала развития мировой атомной энергетики сменилось несколько поколений коммерческих реакторов (рисунок 3). Каждое

поколение реакторов является очередной ступенью в повышении безопасности, надёжности реакторов и снижении себестоимости вырабатываемой энергии. В настоящее время в мире эксплуатируются в основном коммерческие реакторы поколения II.

Рисунок 3 - Поколения ядерных реакторов

В период до 2030 года будут строиться новые коммерческие реакторы. В основном это будут реакторы поколения III и III+. Реакторы поколения III и III+ справляются с аварией с применением пассивных мер безопасности. Пассивные меры или средства безопасности исключают вмешательство человека в управлении аварийным процессом в начальной стадии его развития и обеспечивают в течение определенного времени охлаждение реактора в случае отказа активных средств безопасности, требующих источников электроэнергии.

Проекты реакторов поколения IV будут готовы для применения через 15 – 25 лет. Все реакторы поколения IV будут иметь наибольшую безопасность, надёжность и экономичность, что позволит АЭС с такими реакторами быть конкурентоспособными с установками на любых других источниках энергии.

В настоящее время ведущими атомно-энергетическими странами осуществляется проработка шести инновационных ядерных систем нового поколения [6]. Среди этих систем наиболее интенсивное развитие получили системы на быстрых нейтронах. С помощью таких реакторов можно добиться полной реализации энергетического потенциала урана путем превращения U – 238 в плутоний и повторного использования плутония для изготовления нового топлива, т.е. замыкания ядерного топливного цикла. Это обеспечит человечество энергией на тысячелетия вперед.

Разработка таких инновационных проектов ядерных реакторов связана с необходимостью проведения большого объема научно-исследовательских работ, направленных на обоснование их безопасности. Под безопасностью обычно понимают такие свойства реактора и АЭС в целом, которые позволяют предотвратить отрицательное воздействие радиоактивных веществ и ионизирующего излучения на персонал, население и окружающую среду. В современных проектах особое внимание уделяется тяжелым «запроектным» авариям, несмотря на то, что они имеют очень малую вероятность. Для проведения исследований параметров тяжелых аварий и выработки мер для смягчения их последствий необходима экспериментальная база, позволяющая обеспечивать моделирование соответствующих аварийных ситуаций при максимальном приближении к реальным условиям.

Наиболее представительные данные о таких процессах могут быть получены при испытаниях в исследовательских реакторах, однако, во всем мире имеется лишь несколько реакторов, способных обеспечить достижение требуемых параметров и безопасные условия проведения экспериментов [3]. Одним из них является импульсный графитовый реактор (ИГР) Национального ядерного центра Республики Казахстан [4]. Реакторные испытания, как правило, дополняются данными экспериментов, выполняемых на специально созданных нереакторных стендах и установках. В Национальном ядерном центре Республики Казахстан созданы и успешно эксплуатируются экспериментальные стенды EAGLE и АНГАРА, предназначенные для исследования процессов, сопровождающих тяжелые аварии энергетических ядерных реакторов с плавлением активной зоны. Совместно с исследовательскими реакторами они образуют уникальный исследовательский комплекс по вопросам безопасности атомной энергетики [5].

С середины 1990-х годов на базе РГП НЯЦ РК в сотрудничестве с японским агентством по атомной энергии проводятся эксперименты по исследованию процессов, сопровождающих тяжелую аварию перспективного ядерного реактора на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Реализована серия реакторных и внереакторых экспериментов по изучению закономерностей плавления и перемещения расплава активной зоны реактора, его взаимодействия с элементами конструкционных материалов и теплоносителем [6].

В настоящее время запускается совместная с французским Комиссариатом по атомной энергии и альтернативным энергоисточникам экспериментальная программа по исследованию аспектов тяжелой аварии французского быстрого натриевого реактора ASTRID с инновационной активной зоной, в которой применен принцип высотного разделения топлива высокого обогащения слоем топлива с низким содержанием урана-235, предназначенным для воспроизводства делящихся веществ, обсуждается возможность проведения поддерживающих внереакторных испытаний [7].

В планах РГП НЯЦ РК проведение реакторных экспериментов в обоснование безопасности нового реактора MYRRHA, разработка которого осуществляется консорциумом ведущих мировых научно-исследовательских организаций при ведущей роли Бельгийского ядерного центра. Предполагается выполнить испытания топлива с целью определения пороговых разрушающих нагрузок и пределов нормальной эксплуатации, исследовать процессы взаимодействия топлива с теплоносителем на режимах, которые, в том числе, предполагают плавление топлива. В настоящее время осуществляется подготовительная работа по расчетному обоснованию режимов таких испытаний [8].

Большой пласт работ посвящен исследованиям в области создания ядерно-энергетических установок, генерирующих на только электрическую энергию, но и лазерное излучение [9]. Изучаются процессы преобразования энергии ядерных реакций в энергию оптического излучения, которые представляет интерес для разработки способа вывода энергии из ядерного реактора, а также для контроля и регулирования параметров ядерных реакторов.

Перспективы развития атомной энергетики в Республике Казахстан

Предпосылки для развития атомной энергетики в Казахстане. На сегодняшний день в Казахстане имеются все объективные предпосылки для создания и развития атомной отрасли, а именно:

- наличие значительного количества разведанных запасов урана;
- наличие развитой уранодобывающей и ураноперерабатывающей промышленности, предприятий производства топлива и конструкционных материалов для ядерных энергетических реакторов, с использованием современных технологий, представленной Национальной атомной компанией «Казатомпром»;
- наличие атомной науки, представленной республиканскими государственными предприятиями «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» и «Институт ядерной физики» с базовыми экспериментальными установками, включая исследовательские реакторы, способной решать задачи мирового уровня по направлениям развития атомной энергетики и обеспечения условий ее безопасного применения, выполнять исследования в области ядерной физики, физики и техники ядерных реакторов;
- наличие кадрового потенциала высококвалифицированных специалистов, как в атомной промышленности, так и в атомной науке, включая специалистов, принимавших участие в эксплуатации энергетического реактора БН-350 и принимающих участие в эксплуатации исследовательских реакторов ИВГ, ИГР и ВВР-К;
- существенный задел в области разработки и внедрения ядерных технологий для получения медицинских радиофармпрепаратов, радиоизотопов, трансмутации, стерилизации материалов и др.;
- законодательно оформленная и развивающаяся нормативно-правовая база регулирования вопросов использования атомной энергии, делящихся и ядерных материалов, соответствующая требованиям МАГАТЭ;
- наличие опыта ликвидации, консервации и рекультивации объектов геологоразведочной, уранодобывающей и ураноперерабатывающей деятельности бывшего Министерства среднего машиностроения СССР, а также ликвидации последствий испытаний оружия массового поражения на испытательных ядерных полигонах;
- наличие системы мониторинга сейсмических событий.

Подготовительная работа по строительству АЭС в Республике Казахстан. Казахстан имеет опыт эксплуатации энергетического реактора БН-350, который, успешно проработав более 20 лет, был остановлен в 1999 г., поскольку поставленные перед ним задачи были решены. Это была первая в мире АЭС с энергетическим реактором на быстрых нейтронах. Опыт её создания, сооружения, наладки и эксплуатации позволил понять и решить многие проблемы АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. Вывод реактора БН-350 из эксплуатации дает уникальный опыт и пример плодотворного сотрудничества ученых и специалистов разных стран.

Вопрос строительства новой АЭС в Казахстане рассматривался еще в 1997 году, когда было разработано Технико-экономическое обоснование (далее - ТЭО) строительства Балхашской АЭС на базе реакторной установки ВВЭР-640. Было определено место размещения АЭС на площадке, выбранной ранее для строительства Южно-Казахстанской ГРЭС. Выбор площадки размещения АЭС обусловлен благоприятными природными и техническими условиями, энергетическими потребностями южного региона Казахстана, а также положительным общественным мнением жителей близлежащих населенных пунктов. Возможность строительства Балхашской АЭС исследовалась на основе различных технических, экономических и экологических аспектов.

В 2006 году для реализации проекта сооружения АЭС в районе г. Актау было создано АО «Казахстанско-Российская компания «Атомные станции». Предприятием было разработано ТЭО «Строительство атомной станции с реакторными установками ВБЭР-300 в Мангистауской области». ТЭО прошло установленные законодательством согласования и заключения, включая государственную экологическую экспертизу. В рамках ТЭО были проведены необходимые исследования и изыскания площадки на территории Мангышлакского атомного энергокомбината, г. Актау. В дальнейшем, работы по проекту были приостановлены в связи с необходимостью принятия межправительственного Соглашения с Российской Федерацией.

В 2007-2009 гг. в РГП «Национальный ядерный центр Республики Казахстан» были выполнены предварительные технико-экономические исследования (далее - ТЭИ) в обоснование строительства АЭС в Республике Казахстан. В результате исследований на основании прогнозного баланса электрической мощности Республики Казахстан и прогноза развития электрических сетей до 2030 года была определена необходимая мощность новых базовых источников, единичная мощность энергоблоков АЭС, а также возможные места размещения АЭС по регионам Республики Казахстан [10].

На основании результатов ТЭИ, в 2013 году Рабочей группой, созданной Распоряжением Премьер-Министра Республики Казахстан была проведена работа по выбору места размещения и конфигурации атомной электростанции. В качестве перспективных для строительства АЭС были обозначены районы пос. Улькен (оз. Балхаш) и г. Курчатов. Касательно типа АЭС был сделан вывод, что в Казахстане целесообразно на первом этапе развивать атомную энергетику на базе легководных реакторов поколения III или III+.

Необходимо отметить, что основным постулатом рационального подхода к созданию атомной энергетики в Республике Казахстан, оправданного международным опытом, является решение всех стоящих задач на основе объективных оценок и тщательного планирования, учитывающего долговременные перспективные потребности страны в энергии и текущее состояние и перспективы развития атомной энергетики в мире.

С учетом складывающейся экономической ситуации, снижением темпов роста производства в стране, отсутствия прогнозируемого дефицита электроэнергии в ближайшей перспективе, решение вопроса о строительстве АЭС в Республике Казахстан отложено на несколько лет. Однако деятельность в этом направлении продолжается, ведется подготовительная работа к проведению ТЭО применительно к предварительно определенным районам размещения АЭС, реализуются республиканские и международные научно-технические про-

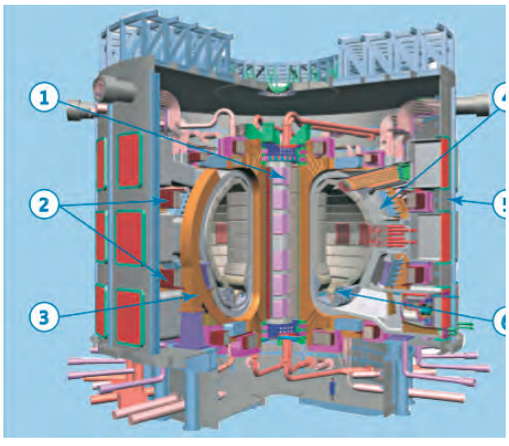
граммы в поддержку развития атомной энергетики, осуществляется подготовка кадров, т.е. Казахстан последовательно движется к внедрению атомных энергоисточников в производительные силы страны.

Термоядерная энергетика – фундаментальный источник энергии будущего

По современным физическим представлениям, существует всего несколько фундаментальных источников энергии, которые, в принципе, могут быть освоены и использованы человечеством. Ядерные реакции синтеза - это один из таких источников энергии. В реакциях синтеза энергия производится за счет работы ядерных сил, совершаемых при слиянии ядер легких элементов и образовании более тяжелых ядер. Эти реакции широко распространены в природе - считается, что энергия звезд и, в том числе, Солнца производится в результате цепочки ядерных реакций синтеза, превращающих четыре ядра атома водорода в ядро гелия. Можно сказать, что Солнце - это большой естественный термоядерный реактор, снабжающий энергией экологическую систему Земли [11].

Преимуществом термоядерного синтеза по сравнению с ядерными реакциями деления является отсутствие долгоживущих радиоактивных отходов, которые характерны для ядерных реакторов деления, в термоядерном реакторе также не вырабатываются вещества, которые могут быть использованы для производства ядерного оружия. Помимо этого, термоядерная энергетика имеет огромные, практически неисчерпаемые запасы топлива и других необходимых материалов, достаточных для производства энергии в течении многих сотен, если не тысяч лет. При этом запас энергии и рабочих веществ в термоядерном реакторе достаточно мал, поэтому опасность взрыва полностью исключена.

В настоящее время усилия всего мирового научного сообщества в области управляемого термоядерного синтеза направлены, в первую очередь, на реализацию проекта ИТЭР (ITER) - создание энергетического термоядерного реактора, который призван продемонстрировать возможность коммерческого использования термоядерного реактора.

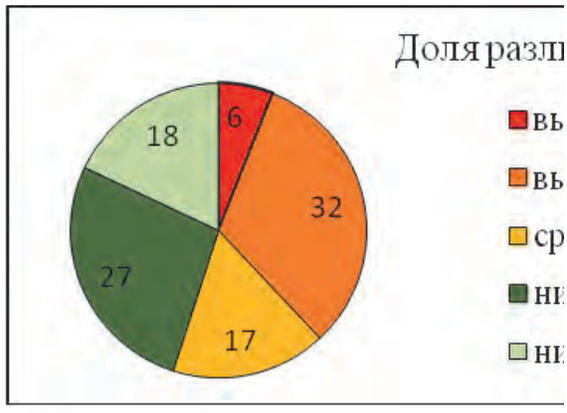


1 – центральный соленоид (индуктор); 2 – катушки полоидального магнитного поля; 3 – катушка тороидального магнитного поля; 4 – вакуумная камера; 5 – криостат 6 – дивертор

Рисунок 4 - Схема реактора ИТЭР

Большое внимание научным исследованиям в области управляемого термоядерного синтеза уделяется и в Республике Казахстан. В 2017 году планируется провести физический пуск, а в 2018 году ввести в эксплуатацию Казахстанский материаловедческий токамак КТМ, предназначенный для исследования материалов термоядерных реакторов (рисунок 5). Уникальность КТМ в том, что он позволяющих исследовать поведение материалов при очень высоких тепловых нагрузках. Это первая в Казахстане установка для проведения научных исследований и испытаний для будущих термоядерных реакторов, являющаяся вкладом нашей страны в дело создания термоядерной энергетики будущего. Уже сегодня на базе этой установки в Республике реализуется ряд научно-технических программ.

Интерес к проведению совместных исследований на Казахстанском Токамаке КТМ выражают зарубежные партнеры. В феврале 2017 года в ходе встречи делегации РГП НЯЦ РК с руководством проекта ИТЭР были обсуждены перспективы использования Казахстанского материаловедческого Токамака КТМ в поддержку проекта ИТЭР. В настоящее время ведется подготовка Меморандума о научно-техническом сотрудничестве между организацией ITER и РГП НЯЦ РК в области управляемого термоядерного синтез



Токамак КТМ

Реакторный и лабораторный корпуса комплекса КТМ

Рисунок 5 – Казахстанский материаловедческий Токамак КТМ

17 марта 2017 года в Москве (Россия) на 73-ем заседании Экономического совета стран СНГ шестью странами СНГ – Российской Федерацией, Республикой Казахстан, Республикой Беларусь, Республикой Таджи-

кистан, Республикой Киргизия и Республикой Армения было подписано «Соглашение о совместном использовании экспериментального комплекса на базе казахстанского материаловедческого токамака». Данное соглашение формирует основу для реализации широкого спектра научно-технических программ и проектов в сфере термоядерной энергетики.

Таким образом, усилия Республики Казахстан, предпринимаемые для развития мирных ядерных и термоядерных технологий, позволяют нашей стране оставаться на передовом рубеже науки и вносить существенный вклад в научно-технологическое развитие энергетических технологий будущего.

Список литературы.

1 Информационная система МАГАТЭ PRIS. Режим доступа https://pris.iaea.org/Home/Pris.asp.

2 GEN IV International Forum, “GIF R&D Outlook for Generation IV Nuclear Energy System”, 21 August 2009.

3 Реакторные установки для испытаний твэлов и ТВС в аварийных и переходных режимах эксплуатации / В.П. Бурукин, А.В. Клинов, Ю.Г. Топоров // Атомная техника за рубежом. – 1988. №6. С. 7-15.

4 Курчатов И.В., Фейнберг С.М., Доллежаль Н.А. Импульсный графитовый реактор ИГР. Атомная энергия. – 1964. – Т. 17. – № 6. – С. 463-474.

5 Назарбаев Н.А., Школьник В.С., Батырбеков Э.Г. и др. Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние (в 3-х томах) // РГП «Национальный ядерный центр РК» Министерства энергетики РК. Курчатов. – 2016. - Том 1 – С. 320. Том 2 – С. 448. Том 3 – С. 596.

6 Konishi, K., et all, “Overview of the EAGLE program aiming at resolution of the recriticality issue for the fast reactors”, International Conference “Nuclear Power of Republic of Kazakhstan”, Kurchatov, Kazakhstan, September 3-5, 2007.

7 Serre, F., et all, R&D and Experimental Programs to support the ASTRID Core Assessment in Severe Accidents Conditions.– Proceedings of International Congress on Advances in Nuclear Power plants (ICAPP 2016), April 17-20, 2016 – San Francisco (CA, USA), 2016 (Paper ID 16394).

8 Витюк Г.А. и др. Расчет теплогидравлических параметров испытаний топлива быстрого реактора со свинцово-висмутовым теплоносителем. – Вестник НЯЦ РК, вып. 3, 2016, с. 77-84.

9 Батырбеков Г.А., Батырбеков Э.Г. Физические проблемы создания лазеров и реактора ядерно-энергетической установки космического назначения. – Алматы, 2015. – 244 с.

10 Основные результаты ТЭИ в обоснование строительства атомных электростанций в Республике Казахстан. Отчет по РБП 049 «Подготовительная работа по развитию атомной энергетики» // Министерство энергетики и минеральных ресурсов РК, РГП НЯЦ РК, ДГП ИАЭ. – 2009. – С. 232.

11 Е.П. Велихов, С.В. Путвинский. Термоядерная энергетика. Статус и роль в долгосрочной перспективе. Доклад от 22.10.1999, выполненный в рамках Energy Center of the World Federation of Scientists.

Е.К. АЙБУЛЬДИНОВ, А.Д. ГАЗИЗОВА, С.С.САЙБУЛАТОВА, Д.Б. КОЖАБЕКОВ, Л.В. ИВАНИЦКАЯ, В.А. МЫМРИН.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОСНОВАНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО УЧАСТКА АВТОДОРОГИ

На основании проведенных исследований было всесторонне изучено исходное сырье и разработана технология строительства оснований участка автодороги. В частности, проводились исследования изменения механических свойств материалов при их гидратации и упрочнении в воздушно-влажных условиях и физико-химические исследования процессов, приводящих к этим изменениям.

Введение. На территории Казахстана накоплено более 22 млрд. тонн отходов производства и потребления, в том числе 6 млрд. тонн токсичных, 97 процентов которых не соответствует требованиям природоохранного законодательства. Подвергается утилизации или сжиганию не более 5 процентов твердых бытовых отходов в республике. В настоящее время в областях осуществляется лишь статистический учет промышленных и твердых бытовых отходов. В результате несоблюдения экологических и санитарных норм и требований по утилизации и рекультивации отходов производства, бытовых отходов, почва, подземные и поверхностные воды многих регионов подвержены интенсивному загрязнению, образуется пыль, с ветрами разносятся вредоносные для здоровья запахи, тления, образуются смоги, что представляет собой реальную угрозу здоровью населения. Для решения проблем с бытовыми и промышленными отходами, согласно Концепции экологической безопасности РК предусмотрено кроме правильной утилизации, меры по переработке и вторичному использованию отходов, внедрению чистого производства с построением специализированных заводов.

В качестве основного сырья для выполнения проекта использованы следующие промышленные отходы:щелочной шлак конвертерного производства Карагандинского металлургического комбината (КМК) АО «АрселорМиттал Темиртау»;

красный шлам (КШ) обогащения боксита Павлодарского алюминиевого завода;

отход производства извести (известь).

Методы исследования. Химический состав был изучен путём проведения рентгеновского флюоресцентного анализа на спектрометре фирмы Philips/Panalytical, модель PW2400. Минеральный состав исходных компонентов исследовался с помощью ренгеновского диффрактометра фирмы Philips, модель PW1830, Generator Settings 40 kV, 30 mA при монохроматическом излучении λCu-Kα, в диапазоне 2Θ° от 2° до 70°; расшифровка дифрактограмм проведена с помощью софтвера Super-Q, X'Pert High Score, база PDF-2. Морфологические структуры материалов изучены на сканирующем электронном микроскопе FEI Quanta 200 LV по-

АЙБУЛЬДИНОВ Е.К.

Доктор (PhD) химии, член-корреспондент КазНАЕН, иностранный член-корреспондент РАЕН.

сле металлизации образцов чистым (99,999%) золотом. Химический микромасс анализ областей образцов и их отдельных точек исследовался энерго дисперсионным методом на спектрометре фирмы Oxford (Penta FET-Precision) X-ACT и методом лазерного микро-масс анализа на спектрометре изотопов модели LAMMA-1000, model X-ACT. Гранулометрический состав исходных компонентов – диффракционным методом лазерного распределения размера частиц на анализаторе Granulometer CILAS 1064 [1-4].

Основные результаты.

Эффект активации вяжущих свойств шлака КМК отходом производства извести

Результаты, приведённые в Таблице 1 показывают на постоянство увеличения прочности образцов, что подтверждает правильность предположения о наличии вяжущих свойств этого материала. В то же время хорошо видно и снижение скорости набора прочности, начиная с первых дней. Например, состав 5 в 8% содержанием отхода извести и потому с максимальной скоростью упрочнения, к 7 суткам гидратации имеет прочность 3,15 МПа, тогда как при сохранении исходной 3-дневной (1,78 МПа) скорости упрочнения прочность должна более, чем 3,58 МПа; 14-суточная прочность должна быть 3,15 · 2 = 6,30 МПа, а не 5,62 МПа, как это видно в Таблице 1. Подобное сравнение величин прочности предыдущих и последующих величин прочности образцов с двойным увеличением срока гидратации всегда приводит к выводе о постоянном уменьшении скорости упрочнения образцов.

Медленнее других составов увеличивается прочность материалов состава 1 из шлака КМК, к 180-суточному сроку образцов достигая только 2,15 МПа, что не позволяет использовать его в качестве самостоятельного вяжущего.

Введение в шлак 2, 4, 6 и 8% добавок отхода производства извести (ОПИ) как щелочного активатора увеличивает скорость набора прочности, которая зависит от количества вводимой добавки ОПИ и срока гидратации. Хорошо видно, что эта скорость значительно падает между 60 и 90 сутками, но упрочнение образцов не прекращается до 180 суток включительно.

Такая динамика изменения прочности даёт основание надеяться и на последующий её рост во времени. Полученные результаты изменения прочности активированного шлака КМК в общих чертах совпадают с показателями прочности отвального конвертерного шлака Новолипецкого металлургического комбината, несмотря на существенное расхождение их химических составов, в частности, по значительно меньшему содержанию CaO в шлаке КМК. Это различие было преодолено в настоящей работе введением большего содержания активатора CaO, которое можно рассматривать уже в качестве не только как активатора, но и вяжущего (4, 6 и даже 8%), в отличие от состава 2 с 2% добавкой отхода извести.

Коэффициент линейного расширения образцов активированного шлака

Величина коэффициента линейного расширения образцов (Таблица 2) в процессе их гидратации и упрочнения также относительно равномерно растёт с ростом возраста материалов и с увеличением содержания извести, к 28-суточному сроку достигая 3,13% (у состава 1 без извести) и 9,93% (у состава 5 с 8% извести). В возрасте 60 суток отмечается значительное снижение коэффициента линейного расширения образцов, величина которого прямо пропорционально содержанию отхода извести: с увеличением количества извести отмечается большее увеличение падения этого коэффициента, т, е. начало усадки образцов по сравнению с предыдущим сроком. Так, состав 1 без извести имеет усадку на 90-ый день 0,06% по сравнению с 60-ым днём. В составах с известью этот процесс начинается на месяц раньше, т.е. с возраста 60 дней и значительно интенсивнее: состав 2 с 2% извести усадка к 60 дням составляет 0,23% по сравнению с 28-ым – днём; состав 3 с 4% извести – 0,39% в том же интервале (28-60 дней); состав 4 с 6% отхода извести - 1,03% и состав 5 с 8% извести уменьшается на 1,71% по сравнению с 28-ым днём.

Таблица 1 – Изменение прочности гидратированных образцов шлака КМК и эффекта его активации при одноосном сжатии

№ с-в	Составы	Прочность при одноосном сжатии (МПа) после гидратации (дни)							
		3	7	14	28	60	90	180	365
1	Шлак	0,20	0,41	0,66	0,84	1,32	1,69	2,15	
2	шлак+2% изв.	0,67	1,00	1,35	1,64	2,18	2,43	3,21	
3	шлак+4% изв.	0,94	1,19	2,54	3,53	4,20	4,64	5,47	
4	шлак+6% изв.	1,59	2,81	3,03	5,79	6,11	6,52	6,88	
5	шлак+8% изв.	1,78	3,15	5,62	7,03	9,63	10,09	11,05	

Таблица 2 – Изменение коэффициента линейного расширения активированного шлака в процессе гидратации

№ с-в	Составы	Линейное расширение материалов (%) в процессе упрочнения (дни)							
		3	7	14	28	60	90	180	365
1	Шлак	1,80	2,07	2,74	3,13	3,24	3,18	2,94	
2	шлак+2% изв.	1,97	2,54	2,96	4,38	4,15	3,77	3,41	
3	шлак+4% изв.	2,54	2,72	3,18	5,65	5,16	4,83	4,46	
4	шлак+6% изв.	2,61	2,88	3,33	7,59	6,56	5,59	4,17	
5	шлак+8% изв.	2,94	3,67	6,15	9,93	8,22	7,08	5,32	

Изменение карбонатности активированного шлака КМК

Определение изменения карбонатности материалов определялось методом потери веса образцов в результате взаимодействия с соляной кислотой HCl в кальциметре.

Пересчёт содержания CO_2 (Таблица 3) показывает, что за 28 дней содержание кристаллических и аморфных карбонатов в шлаке без извести (состав 1) выросло с 0,29 до 1,26%, т.е. на 0,96%, что в пересчёте на формулу кальцита $CaCO_3$ составляет 2,43%. Аналогичный расчёт показывает, что введение 2% как щелочного активатора упрочнения шлака (состав 2) вызывает рост количества карбонатов на 6,09%, а введение 8% CaO увеличивает рост карбонатов на 11,70%.

Этот процесс адсорбции CO_2 воздуха постепенно снижает свою интенсивность и практически прекращается в период между 90 и 180 сутками. Величина содержания $CaCO_3$ достигает к 90 суткам у неактивированного шлака (состав 1) 3,45%, у активированного 2% добавкой (состав 2) – 8,23%, у состава 3 с 4% отхода извести – 10,57% с 6% извести – 13,98% и с 8% извести – 17,82%. Столь существенным количеством прироста карбонатов в поровом пространстве образцов можно объяснить увеличение прочности образцов до 10,09 МПа к 90-суточному возрасту.

Процесс увеличения содержания CO_2 во всех составах замедляется ещё более к 180 суткам гидратации, но не прекращается окончательно. Эта динамика изменения карбонизации свидетельствует о возможности протекания в образцах следующих процессов:

- гидратации извести с переходом CaO в $Ca(OH)_2$ кристаллический (минерал портландит) или аморфный с увеличением объёма образцов и снижением пористости материалов. Оба эти новообразования (портландит и аморфный гидрат кальция) формируют вокруг частицы извести плотную оболочку гидратных и карбонатных новообразований, которая прекращает доступ влаги и CO_2 воздуха в течение многих лет. Образование такой оболочки приводит к замедлению процесса адсорбции CO_2 практически в одно и то же время, невзирая на различие в содержании CaO (свободного, введённого в качестве активатора или содержащегося в исходном шлаке);

- снижение пористости образцов и образование оболочки вокруг частиц извести как химически наиболее активного компонента исходной смеси приводит к снижению поступления воздуха и содержащегося в нём CO_2.

Изменение величины pH активированного шлака КМК

Анализ изменения величины pH (Таблица 4) показывает, что гидратация молотого шлака без его активации известью в (состав 1) вызывает медленное, но неуклонное уменьшение pH до 7-суточного возраста образцов. Возможно, это объясняется гидратацией небольшого количества щелочных элементов, в первую очередь Ca и Mg, ставших более доступными щелочному поровому раствору в результате помола шлака до уровня 1200 $см^2$/гр. Они переходят в портландит $Ca(OH)_2$ и брусит $Mg(OH)_2$ с последующей быстрой их карбонизацией путём адсорбции CO_2 воздуха и переходом в карбонаты - кальцит $CaCO_3$, магнезит $MgCO_3$ и доломит $CaMg(CO_3)_2$. В виде химически нейтральных карбонатов они не могут вызывать щелочную коррозию поверхностей твёрдых частиц шлака с выносом в поровое пространство новых количеств щелочных элементов, поэтому общая pH начинает медленно снижаться, уменьшая скорость набора прочности образцов.

В 28-суточном и 60-суточном возрастах образцов отмечается небольшое повышение pH до величины 10,9 с последующим спадом до 10,5. Это явление было изучено Мымриным (1987) как одно из проявлений синерезиса геля. По трещинам синерезиса поровые щелочные растворы поступают к ядрам частиц шлака и выщелачивают из него новые количества щелочных ионов Ca и Mg, таким образом повышая общий pH-уровень образцов до следующего этапа синерезисы геля. Этот процесс завершается к 180 суткам гидратации, когда снова начинается снижение величины pH до 10,5.

Введение добавок свободной извести (составы 2 – 5 Таблицы 4) вызывает увеличение исходной щёлочности составов с 11,3 у шлака до 11,9 – 13,0 у смесей с последующим при 28 сутках незначительным увеличением pH в процессе выноса щелочных элементов шлака в поровое пространство. Последующее при 14 или 28 сутках небольшое снижение величины pH можно объяснить превышением количества синтеза карбонатов над выносом щелочных элементов из твёрдых частиц шлака. Новый подъём pH отмечается при 90 сутках, при 180 сутках переходящий в новый спад.

Укрепление грунта активированным конвертерным шлаком КМК

Таблица 3 – Изменение карбонатности образцов при их упрочнении (весовым методом кальциметра)

№ с-в	Составы	Содержание CO_2 (вес. %) в процессе упрочнения (дни)								
		Исх.	3	7	14	28	60	90	180	365
1	Шлак	0,29	0,45	0,79	1,05	1,26	1,45	1,52	1,58	
2	шлак+2% изв.	0,70	1,99	2,45	3,04	3,38	3,53	3,62	3,63	
3	шлак+4% изв.	1,12	2,14	2,00	2,51	4,09	4,47	4,65	4,68	
4	шлак+6% изв.	1,53	2,36	2,87	3,32	5,53	5,82	6,15	6,20	
5	шлак+8% изв.	1,90	2,33	3,09	4,58	7,05	7,47	7,84	7,88	

Таблица 4 – Изменение pH образцов активированного шлак при их гидратации

№ с-в	Составы	Изменение pH в процессе упрочнения (дни)								
		Исх.	3	7	14	28	60	90	180	365
1	Шлак	11,3	11,2	10,8	10,7	10,8	10,9	10,7	10,5	
2	шлак+2% изв.	11,9	12,2	12,5	12,5	12,4	12,2	12,5	12,4	
3	шлак+4% изв.	12,6	12,8	12,8	12,6	12,5	12,4	12,7	12,5	
4	шлак+6% изв.	12,9	13,1	12,9	12,8	12,7	12,5	12,9	12,7	
5	шлак+8% изв.	13,0	13,1	13,2	13,0	12,9	12,6	12,9	12,8	

Строительные Нормы и Правила СН-25 74 и Методические рекомендации по укреплению грунтов шлаками, разработанные Союздорнии и одобренные Министерством автомобильных дорог Казахской ССР, предъявляют ряд технических требований (Таблица 5) к основаниям дорожных одежд, укреплённых золами и шлаками.

Таблица 5 - Физико-механические свойства грунта, укрепленного шлаковыми вяжущими

Наименование показателей	Класс прочности		
	I	II	III
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов (90-суточного твердения), кгс/см^2	60 - 40	40 - 20	20 - 10
Коэффициент морозостойкости, не менее	0,75	0,70	0,65

Исследование вяжущих свойств конвертерного шлака КМК (Таблица 1) показало невозможность получения результатов, удовлетворяющих требования СН-25 74 при использовании шлака в качестве самостоятельного вяжущего. Введение 2% добавки извести в качестве активатора вяжущих свойств шлака (состав 2 Таблицы 1) не дало принципиального увеличения прочности материалов. Поэтому была экспериментально исследована возможность укрепления отобранного лёгкого суглинка Акмолинской области 25-35% добавкой конвертерного шлака КМК, активированного 4, 6 и 8% добавкой извести (Таблица 4).

Введение в грунт 4% добавки извести позволило к 90 суткам получить прочность, соответствующую первому классу (4 – 6 МПа) прочности оснований автодорог согласно СН-25 74. Некоторые материалы с 6 – 8% извести достигли величины прочности первого класса уже на 3-и сутки (составы 7 – 8) или 7-ые (составы 5 и 6). Многие из составов значительно превзошли максимальные требования этих норм к 60 суткам. Больше половины составов к 7 суткам, а к 14 суткам – почти все из них, могут быть рекомендованы как строительные материалы типа кирпичей, блоков и т.п. Прочность материалов продолжает расти до 180 суток включительно, достигая уровня 5,18 и 17,39 МПа в зависимости от содержания отхода производства извести.

Данные таблицы 7 показывают, что с увеличением прочности материалов трёхкомпонентных систем растёт и их водо- и морозостойкость. Сопоставляя эти характеристики с требованиями СН 25074 (Таблица 5) видно, что уже с 14 дней некоторые составы соответствуют требованиям, предъявляемым к первому классу материалов как по прочности водонасыщенных образцов, так и по величине коэффициента морозостойкости.

Величина коэффициента линейного расширения образцов в процессе их гидратации, как и при активации шлака добавками извести зависит от количества вводимой извести и времени гидратации. Присутствие 57 – 71% суглинка (Таблица 8) приводит к уменьшению величин расширения образцов в 2 – 5 раз вследствие ионного обмена между грунтом с одной стороны и шлаком, и известью – с другой стороны. Очевидно, при этом идёт адсорбция ионов Са и Mg частицами глины, что замед-

Таблица 6 – Изменение прочности образцов лёгкого суглинка, укреплённого активированным шлаком КМК

№ с-в	Состав материалов, вес.%			Прочность при одноосном сжатии (МПа) после гидратации (дни)							
	Грунт	Шлак	Изв.	3	7	14	28	60	90	180	365
1	71	25	4	0,17	0,32	0,64	1,15	2,48	3,11	5,18	
2	66	30		0,43	0,67	0,86	1,38	2,75	3,67	6,06	
3	61	35		0,56	0,70	0,92	1,54	3,02	4,72	6,88	
4	69	25	6	0,97	1,84	2,85	3,72	5,15	6,45	8,12	
5	64	30		1,47	2,31	2,92	3,88	6,08	8,24	9,95	
6	59	35		1,86	2,91	3,49	4,15	8,17	9,60	12,05	
7	67	25	8	2,23	3,14	3,88	4,54	10,47	11,20	13,86	
8	62	30		2,68	3,74	4,14	4,86	13,28	14,35	16,40	
9	57	35		3,27	4,05	4,58	6,95	15,63	16,07	17,39	

Таблица 7 - Водо- и морозостойкость материалов трёхкомпонентных систем в 90 суточном возрасте образцов

№ с-в	Состав материалов (вес.%)			Водо- и морозостойкость материалов (90 суток)			
	Грунт	Шлак КМК	Изв.	Прочность воздушно влажных	Прочность -водо-насыщенных	Прочность 25 циклов	Коэфф. морозо-стойкости
1	71	25	4	3,11	2,74	1,97	0,72
2	66	30		3,67	3,36	2,49	0,74
3	61	35		4,72	4,59	3,44	0,75
4	69	25	6	6,45	5,97	4,59	0,77
5	64	30		8,24	7,79	5,92	0,76
6	59	35		9,60	9,16	7,14	0,78
7	67	25	8	11,20	10,65	8,84	0,83
8	62	30		14,35	13,87	12,07	0,87
9	57	35		16,07	15,83	14,25	0,90

Таблица 8 – Изменение коэффициента линейного расширения образцов лёгкого суглинка, укреплённого активированным шлаком КМК в процессе их гидратации

№ с-в	Состав материалов, вес.%			Линейное расширение материалов (%) в процессе упрочнения (сутки)							
	Грунт	Шлак	Изв.	3	7	14	28	60	90	180	365
1	71	25	4	0,43	0,85	1,11	1,28	1,33	1,34	1,29	
2	66	30		0,49	0,98	1,24	1,32	1,35	1,38	1,33	
3	61	35		0,51	1,01	1,25	1,44	1,46	1,49	1,42	
4	69	25	6	0,48	0,67	0,98	1,30	1,38	1,41	1,37	
5	64	30		0,47	0,78	1,00	1,35	1,38	1,42	1,36	
6	59	35		0,55	0,94	0,95	1,35	1,40	1,43	1,40	
7	67	25	8	0,66	0,83	0,80	1,56	1,58	1,63	1,59	
8	62	30		0,70	0,85	1,25	1,63	1,67	1,68	1,61	
9	57	35		0,76	0,91	1,28	1,74	1,77	1,76	1,68	

Таблица 9 - Изменение прочности образцов лёгкого суглинка, укреплённого активированным шлаком КМК и шламом боксита

№ с-в	Состав материалов (вес.%)			Прочность (МПа) при одноосном сжатии после гидратации (дни)							
	Грунт	Шлак	Шлам	Изв.	3	7	14	28	60	90	180
1	51	25	20	4	0,67	0,98	1,93	2,75	3,45	5,53	8,63
2	49			6	1,22	1,57	2,68	3,44	5,08	6,17	9,35
3	47			8	2,05	2,77	3,57	4,87	5,32	7,54	10,76
4	36	30	30	4	1,68	2,33	3,29	4,62	5,83	6,94	10,00
5	34			6	2,11	3,29	4,17	5,29	7,14	8,52	13,45
6	32			8	3,23	3,83	5,38	7,05	9,05	12,61	15,97
7	21	35	40	4	3,00	4,58	5,03	6,73	10,1	12,15	15,04
8	19			6	4,07	5,13	6,39	7,17	10,8	15,44	19,63
9	17			8	4,53	5,88	6,52	7,60	12,6	16,06	21,08

Таблица 10 - Водо- и морозостойкость четырёхкомпонентных материалов

№ с-в	Состав материалов (вес.%)				Водо- и морозостойкость материалов (90 суток)			
	Грунт	Шлак КМК	Шлам ПАЗ	Изв.	Прочность воздушно влажных	Прочность водонасы-щенных	Проч-ность 25 циклов	Коэфф. морозо-стойкости
1	51	25	20	4	5,53	4,74	3,37	0,71
2	49			6	6,17	5,80	4,47	0,77
3	47			8	7,54	6,59	5,21	0,79
4	36	30	30	4	6,94	5,87	4,46	0,76
5	34			6	8,52	7,82	6,26	0,80
6	32			8	12,61	11,58	9,50	0,82
7	21	35	40	4	12,15	11,34	8,85	0,78
8	19			6	15,44	14,07	11,11	0,79
9	17			8	16,06	15,48	13,00	0,84

ляет синтез новых формирований и увеличение объёма и прочности образцов.

Увеличение коэффициента линейного расширения образцов продолжается до 90 суток, к 180 суткам заметно уменьшаясь, очевидно, вследствие начала перехода золь-гель с уплотнением и упрочнением новообразований в поровом пространстве.

Укрепление грунта активированным шлаком КМК и шламом боксита

Замена в смесях 20-40% химически нейтрального грунта высоко щелочной добавкой бокситового шлама (Таблица 9) вызывает значительное улучшение прочности образцов вследствие резкого повышения щёлочности материалов.

Прочность 28-суточных образцов из грунта, шлака и извести изменяется от 1,15 до 6,95 МПа, а введение в эту смесь шлама боксита увеличивает эти пределы до величин 2,75 - 7,60 МПа. К 180-суточному возрасту образцов разница в пределах прочности возрастает от 5,18 и 17,39 МПа у образцов без шлама до 8,63 – 21,08 у образцов со шламом. Кроме значительного увеличения прочности материалов, достигается экологическая цель настоящего исследования – утилизация опасного промышленного отхода с содержанием его в материа-

Таблица 11 – Изменение коэфф. линейного расширения образцов лёгкого суглинка, укреплённого акт. шлаком КМК в процессе их гидратации

№ с-в	Состав материалов (вес.%)				Линейное расширение материалов (%) в процессе упрочнения (сутки)							
	Грунт	Шлак	Шлам	Изв	3	7	14	28	60	90	180	365
1	51	25	20	4	0,31	0,72	0,86	1,17	1,32	1,50	1,46	
2	49			6	0,36	0,78	0,98	1,27	1,36	1,53	1,48	
3	47			8	0,40	0,87	1,15	1,33	1,48	1,54	1,51	
4	36	30	30	4	0,37	0,83	1,00	1,22	1,42	1,52	1,50	
5	34			6	0,42	0,88	1,07	1,30	1,46	1,59	1,55	
6	32			8	0,48	0,94	1,15	1,37	1,52	1,67	1,62	
7	21	35	40	4	0,48	1,07	1,16	1,28	1,50	1,65	1,64	
8	19			6	0,50	1,18	1,24	1,36	1,53	1,60	1,69	
9	17			8	0,53	1,20	1,33	1,41	1,59	1,68	1,75	

ле до 40%. Это повышение прочности скорее всего объясняется снижением расхода щелочных ионов Са и Mg на создание и поддержание высокой щёлочности, необходимой для протекания процессов щелочного возбуждения поверхностей нейтральных частиц грунта и остеклованных частиц шлака.

Прочность водонасыщенных образцов (Таблица 10) к 90-суточному сроку гидратации четырёхкомпонентных материалов соответствует первому классу материалов оснований автодорог (Таблица 5). Величина коэффициента морозостойкости только состава 1 соответствует второму классу, а все остальные значительно превышают пороговую величину первого класса (0,75).

Аналогичные изменения происходят и с величинами коэффициента линейного расширения образцов: они увеличиваются до 90 суток, а затем на 180 сутках начинают уменьшаться вследствие уплотнения геля при синерезисе.

Выводы. Изучены составы и свойства образцов конвертерного шлака Карагандинского металлургического комбината (КМК) АО «АрселорМиттал Темиртау», красный шлам (КШ) Павлодарского алюминиевого завода, извести и суглинок Акмолинской области.

Разработана технология строительства оснований автодорог. Изучен эффект активации вяжущих свойств шлака Карагандинского металлургического комбината отходом производства извести, коэффициент линейного расширения образцов активированного шлака, изменение карбонатности активированного шлака КМК, изменение величины pH активированного шлака КМК, укрепление грунта активированным конвертерным шлаком КМК, укрепление грунта активированным шлаком КМК и шламом боксита.

Определено, что увеличение прочности материалов трёхкомпонентных систем растёт и их водо- и морозостойкость, которые соответствуют с требованиями СН 25074 для первого класса материалов.

Введение в грунт 4% добавки извести позволило к 90 суткам получить прочность, соответствующую первому классу (4 – 6 МПа) прочности оснований автодорог согласно СН-25 74. Прочность водонасыщенных образцов к 90-суточному сроку гидратации четырёхкомпонентных материалов соответствует первому классу материалов оснований автодорог.

Настоящими исследованиями установлено, что все вышеперечисленные свойства активированного шлака КМК, материалов из трёх компонентов (грунт-шлак–известь) и из четырёх компонентов (грунт-шлак-шлам боксита-известь) соответствуют нормам, предъявляемые к материалам оснований автодорог.

Список литературы

Mymrin V.A., Alekseev K.P., Catai R.E., Nagalli A. Aibuldinov Y.K., Bekturganov N.S., Juliana L.R., Ronaldo L.S. Izzo. Red ceramics from composites of hazardous sludge with foundry sand, glass waste and acid neutralization salts // J Env. Chem.Eng.– 2016. - Vol. 4. – P. 753-761.

Мымрин В.А., Алексеев К.П., Айбульдинов Е.К. Утилизация промышленных отходов Казахстана в качестве сырья для производства экологически чистых и экономически высокоэффективных строительных материалов // Вестник РАЕН. – 2016. - № 1. – С. 41- 52.

Айбульдинов Е.К., Газизова А.Д., Алексеев К.П., Мымрин В.А, Бектурганов Н.С. Исследование физико-химических процессов формирования структуры образцов после 28 дней гидратации и упрочнения // Вестник ЕНУ имени Л.Н.Гумилева. – 2016. - № 6.

Mymrin V.A., Fortini O.M., Aibuldinov Ye.K., Nagalli A., Winter Jr.E., Catai R.E., Costa E.B.C., Pedroso C. Environmentally clean materials from hazardous red mud, ground cooled ferrous slag and lime production waste // Journal of Cleaner Production. – in press https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.109

Р.А.ИРКИМБЕКОВ, А.А.МУРЗАГАЛИЕВА, Л.К.ЖАГИПАРОВА, Г.А.ВИТЮК

РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ ИГР

Аннотация. Реактор Импульсный графитовый реактор (ИГР), эксплуатирующийся Национальным ядерным центром, является важнейшим инструментом для проведения экспериментов мирового значения по исследованию аварийных процессов в ядерных энергетических реакторах.

В настоящее время проводятся исследования динамики нейтронного и температурного поля в активной зоне ИГР, целью которых является изучение динамики тепловой мощности ИГР и облучаемых в реакторе устройств. Важной задачей, которая должна быть решена для достижения цели исследований, является численное моделирование процессов переноса тепла в активной зоне ИГР.

В работе представлена трехмерная модель, позволяющая провести расчет температуры моделируемых элементов реактора в рассматриваемых условиях, а также приведены параметры экспериментов, для которых применимы адиабатные модели разогрева активной зоны.

Ключевые слова. МОДЕЛИРОВАНИЕ, РЕАКТОР ИГР, МОЩНОСТЬ РЕАКТОРА, ТЕМПЕРАТУРА, КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООТДАЧИ

Импульсный графитовый реактор используется для решения широкого круга задач, например, таких, которые предусматривают эксперименты по разрушению тепловыделяющих элементов и изучению их состояния после повреждения, моделирование запроектных тяжелых аварий, а также исследование поведения топливных и конструкционных элементов при высокой и быстроизменяющейся температуре активной зоны реактора.

В реакторе ИГР не предусмотрена система принудительного охлаждения активной зоны. Вследствие этого, при проведении экспериментов, происходит значительный разогрев активной зоны, что приводит к пространственному перераспределению потока нейтронов и существенному изменению параметров облучения объекта испытаний [1]. В свою очередь конструкция активной зоны реактора не позволяет произвести экспериментальное исследование его теплового состояния с достаточной детализацией. Поэтому расчетные исследования температурного поля реактора является важной задачей.

Расчеты теплового состояния активной зоны проводились по двум методикам, для устранения возможных методических погрешностей. Первая методика заключалась в моделировании разогрева всей активной зоны реактора ИГР. Вторая в моделировании разогрева центарльной части активной зоны с водоохлаждаемой ампулой.

Описание модели тепловой модели в ANSYS mechanical

Для расчета температурных полей конструкционных элементов ИГР с помощью программного комплекса ANSYS [2] была разработана трехмерная модель (рисунок 1), позволяющая в процессе расчета определять температурное поле поперечного сечения конструкционных элементов

ИРКИМБЕКОВ Р.А.

кандидат физико-математических наук. Окончил в 2006 году Семипалатинский Государственный Университет им. Шакарима, получив квалификацию «инженер-физик» с практической специализацией «Ядерные реакторы и энергетические установки».

реактора. Модель включает размерно-материальное описание колонн реактора и газовых зазоров между ними.

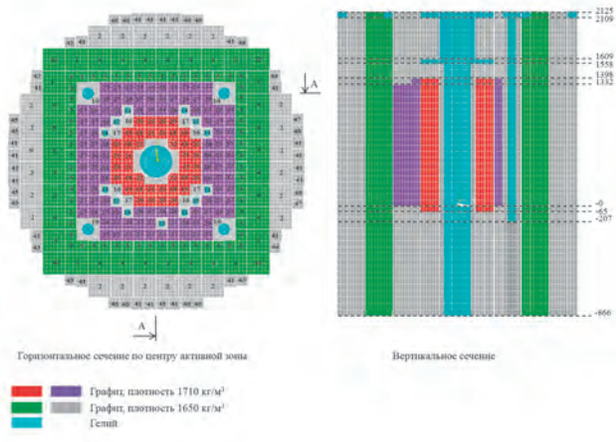


Рисунок 1 – Расчетная модель реактора ИГР

Активная зона реактора ИГР – сложная система, в которой заметную роль играют все виды теплообмена. Теплопроводность и лучистый теплообмен между колоннами играют примерно одинаковую роль. В холодной активной зоне роль лучистого теплообмена близка к нулю. Но, по мере роста температуры графитовой кладки, радиационная составляющая теплообмена между колоннами превалирует над эффектами теплопроводности в газе. Поэтому важно правильно задать все границы теплообмена и размеры графитовых блоков, составляющих активную зону.

Для моделирования переноса тепла приняты следующие исходные допущенначальная температура конструкционных элементов в нормальных условиях (293 К);

исходное распределение энерговыделения по высоте всех графитовых колонн рассчитывается по нейтронной [3] модели в холодном критическом состоянии;

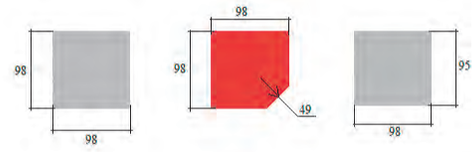
теплопередача в элементах конструкции осуществляется за счет теплопроводности, теплопередача между колоннами осуществляется посредством теплопроводности и лучистого теплообмена;

конвективный теплообмен на границах отражателя 5 Вт/(м·К), с температурой окружающей среды 300 К;

стержни органов СУЗ не воспроизведены в модели и не влияют на теплообмен в активной зоне в рамках тепловой модели.

Правильное задание размеров играет важную роль, поскольку ошибка в задании зазора между элементами конструкции может значительно исказить параметры теплопереноса в активной зоне.

Активная зона состоит из 172 колонн (№ 10 – 22, 27 – 32, 34 – 39). Колонны № 18 – 22, 27, 29, 30, 36 – 39 представлены однотипной структурой, размером 98 × 98 мм (рисунок 2а) и имеют зазоры 2 мм, заполненные гелием. Четыре колонны № 22 имеют диагональный срез на расстоянии 49 мм от оси колонны (рисунок 2б). Колонны № 28, 31, 32, 34, 35 представлены однотипной структурой, размером 95 × 98 мм (рисунок 2в), имеют зазоры 2 и 5 мм, заполненные гелием.



а) б) в)

Рисунок 2 – горизонтальные сечения колонн активной зоны.

Колонны №№ 18 – 22 имеют высоту 1463 мм, колонны №№ 27 – 39 имеют высоту 1332 мм и имеют плотность графита 1710 кг/м³.

Колонны № 16 и 17 представлены однотипной структурой размером 98 × 98 × 3263 мм с плотностью графита 1650 кг/м³ и имеют зазоры размером 2 мм, заполненные гелием. Графитовые колонны № 10 – 15 с плотностью 1650 кг/м³ смоделированы с каналом, заполненным гелием. Основные размеры указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Основные размеры колонн с каналам

Колонны	10	11	12	13	14	15
Сечение, мм	198 × 198	96 × 98	95 × 95	97 × 98	96 × 98	95 × 95
Высота, мм	2991	2991	2991	2991	2991	2991
Диаметр и высота канала, мм	d=110 h=2332	d=65 h=2332	d=65 h=2332	d=65 h=2332	d=65 h=2332	d=65 h=2332

В центральной части расчетной модели учтено наличие крестообразной втулки из графита (плотность 1650 кг/м³) высотой 2424 мм, с каналом диаметром 290 мм и высотой 2991 мм, заполненным гелием. Основные размеры втулки показаны на рисунке 3.

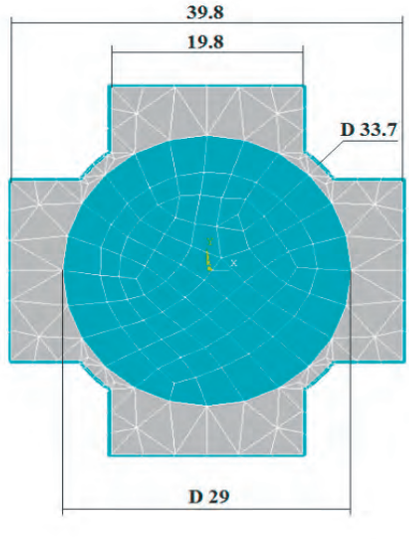


Рисунок 3 – Крестообразная втулка

Вокруг активной зоны расчетной модели реактора ИГР смоделированы 168 колонн из графита с плотностью 1650 кг/м³ (колонны № 1 – 9 и 40 – 48 рисунок 1). Основные размеры колонн указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Основные размеры колонн, м

Колонны	1, 2, 3, 9	4	5	8	6, 7	40	41	42 – 48
Сечение	196×196	197×197	96×96	98×98	96×98	198×198	108×108	98×98
Высота	2991	2991	2975	2975	2975	2991	2975	2991

Описание модели тепловой модели в ANSYS CFD

В центре активной зоны реактора внутри центральной графитовой втулки установлен водоохлаждаемый экспериментальный канал. Разогрев центральной втулки и отвод тепла из центра активной зоны ставит задачу определения теплового потока от центральной втулки к охлаждаемому каналу. Для решения данной задачи построена трехмерная модель для тепло-гидравлических расчетов в ANSYS CFD [2]. Модель учитывает распределение поля скоростей охлаждающей воды, используемой для охлаждения центрального экспериментального канала реактора ИГР, соответствующее требуемому значению расхода воды в тракте охлаждения ампулы равного 4,5 кг/с.

Основываясь на условиях осевой симметрии реактора, для расчета был выбран сегмент одной четверти реактора, включающей в себя сегмент центрального экспериментального канала, состоящий из трех кожухов, сегмент охлаждающей воды в зазоре между внутренним и наружным кожухом ампулы центрального экспериментального канала, сегмент среды во внутренней полости ампулы, сегмент графитовой втулки, сегмент среды в зазоре между наружным кожухом ампулы и графитовой втулкой, сегмент графитовых топливных колон в количестве 6 штук, а также сегмент среды в зазорах между топливными колоннами. По высоте модель описывает центральную часть реактора ИГР, нижний торец модели находится на отметке «-2991 мм», а верхний – на отметке «-567 мм». Расчетная сетка модели испытательной секции включала в себя 220027 четырехугольных и треугольных призматических элементов (Рисунок 4). Для упрощения построения модели и улучшения сходимости результатов нижняя часть неподвижной ампулы центрального экспериментального канала была смоделирована без закругления, при этом объемы конструктивных элементов ампулы были сохранены в соответствии с начальными условиями.

Свойства материалов конструкционных элементов модели

Исходные данные для проведения тепло-гидравлических расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные для тепло-гидравлических расчето

Параметр	Значение
Материал топливных колонн	Графит марки 11-03
Материал крестовины и стакана	Графит марки ГМЗ
Материал внутреннего кожуха ампулы центрального канала реактора	Сплав АМг-6
Материал разделительного кожуха ампулы центрального канала реактора	Сплав АМг-6
Материал наружного кожуха ампулы центрального канала реактора	Сплав Э125
Вид теплоносителя для охлаждения ампулы	вода
Среда в зазорах топливных колон	гелий
Среда в зазоре между наружным кожухом ампулы и графитовой втулкой	гелий
Давление среды между наружным кожухом ампулы и графитовой втулкой, МПа	0,1
Среда во внутренней полости ампулы	воздух
Давление среды во внутренней полости ампулы, МПа	3
Температура охлаждающего теплоносителя на входе в ампулу, К	293
Падение давления теплоносителя в ампуле, МПа	1,5
Расход теплоносителя, кг/с	4,5

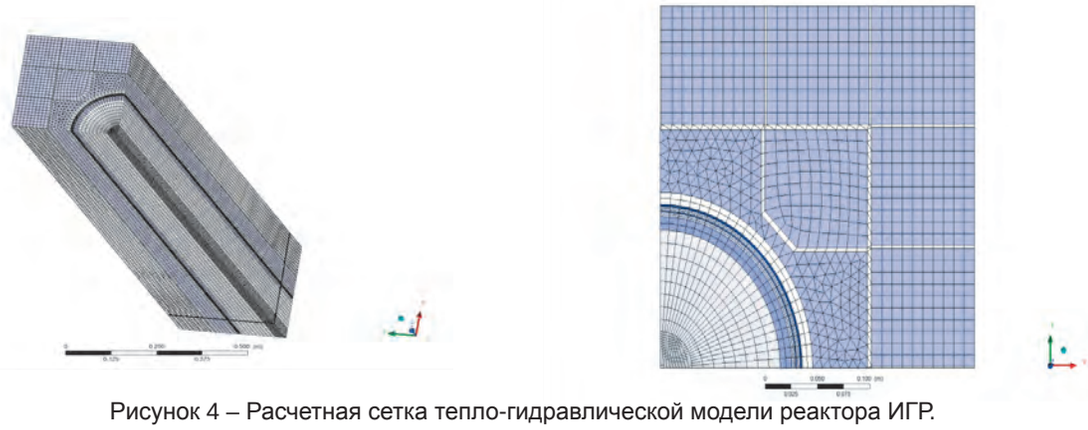


Рисунок 4 – Расчетная сетка тепло-гидравлической модели реактора ИГР.

Теплофизические свойства материалов в зависимости от температуры [4] показаны на рисунках 5 и 6. В активной зоне графитовые колонны марки 11-03, содержащие топливо, имеют плотность 1710 кг/м³, остальные графитовые колонны марки ГМЗ имеют плотность 1650 кг/м³. Теплоемкость, теплопроводность и степень черноты у графитовых колонн идентичны (рисунок 6.).

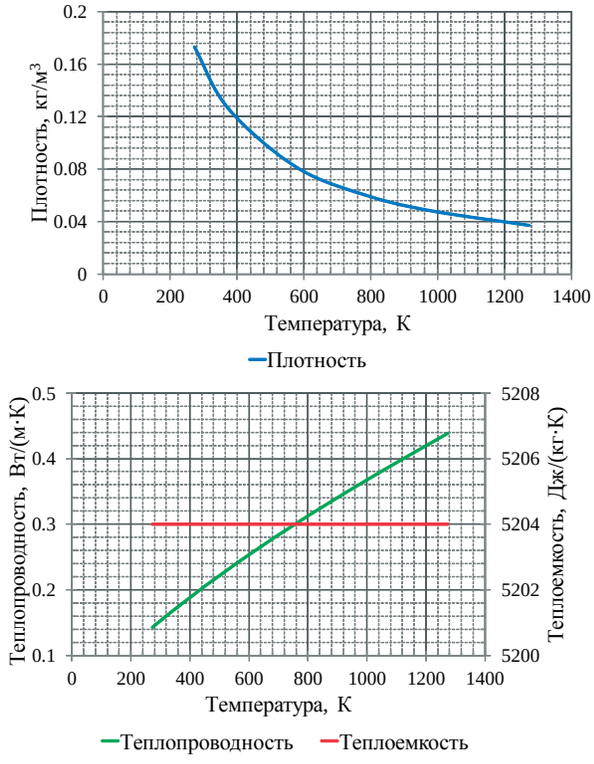


Рисунок 5 – Зависимость теплофизических свойств гелия от температуры

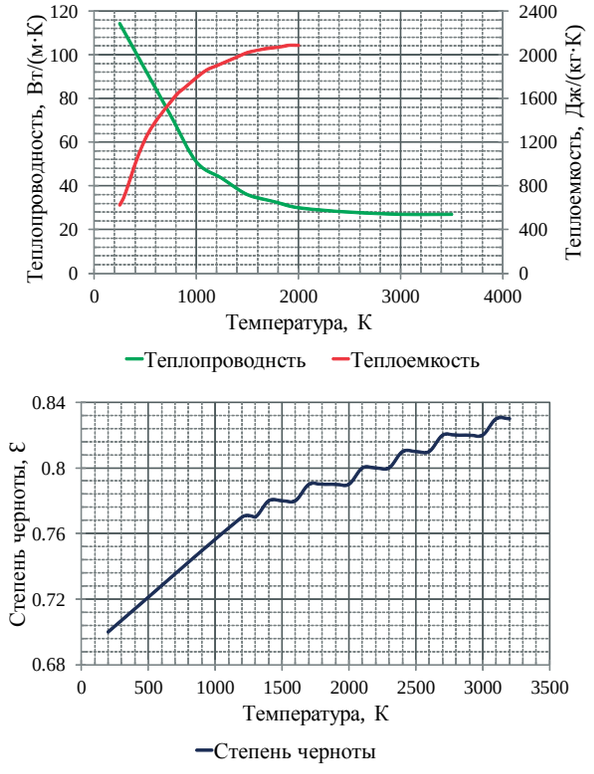


Рисунок 6 – Зависимость теплофизических свойств графита от температуры

Верификация тепловой модели

Расчеты тепловых параметров реактора ИГР проводились в соответствии с полученными данными нейтронно-физических характеристик для реактора. Верификация расчетной модели с экспериментальными данными практически не возможна, поскольку в данном случае при расчете не учитывается изменение нейтронного поля по объему реактора [1]. В частности, в работе [1] показано значительное смещение максимума потока нейтронов по высоте активной зоны в процессе разогрева реактора и передвижения органов СУЗ (Рисунок 7). Также отрицательный вклад в погрешность измерения температуры вносит инерционность системы измерения температуры.

Единственный параметр, который измеряется в процессе работы реактора – это температура активной зоны, определяемая по термопаре, размещенной в центральной, по высоте, части активной зоны в колоне Г9 (рисунок 1).

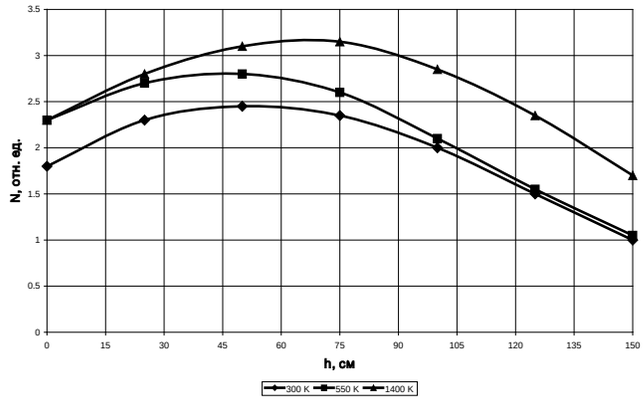


Рисунок 7 – Распределение тепловых нейтронов по высоте экспериментального канала при различной температуре кладки

Для проведения расчетов было выбрано три режима работы реактора с различной длительностью, при которых полный интеграл мощности реактора составляет 5200МДж. В расчетах учитывалась лучистая составляющая теплообмена в зазорах между топливными колонами, в зазорах между топливными колонами и графитовыми втулками (стакан и крестовина), при этом степень черноты материалов принималась равной 0,8.

Сравнение графиков температуры графита, рассчитанных по двум тепловым моделям, показывает, что при реализации полного интеграла мощности реактора за 5,2 секунды при расхолаживании активной зоны наблюдается максимальное расхождение результатов оценки температуры в графитовой втулке 30 К при ее подогреве на 300 К (Рисунок 8). Такое согласие двух моделей, реализующих различный методический подход позволяет утверждать о представительности получаемых результатов.

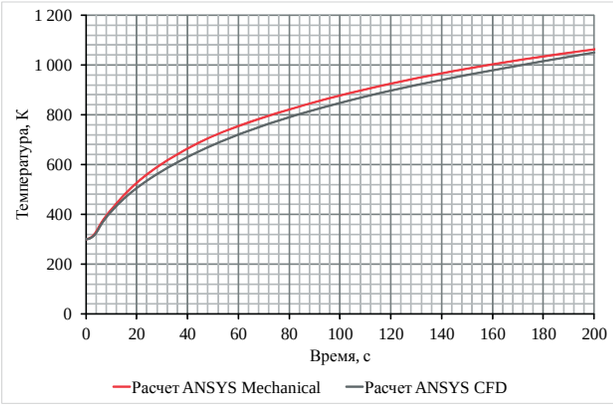


Рисунок 8 – Расчетное изменение темперы в центральном графитовом отражателе

Сравнение результатов моделирования разогрева активной зоны с экспериментальными результатами приведено в таблице 4. Экспериментальный разогрев активной зоны длился в течение 100 с. Методическая погрешность определения температуры составляет 5 %. При проведении расчетов не учитывалось пространственная динамика мощнсоти, поэтому было получено завышение температуры графитового блока в области измерения на 100-150 К.

Таблица 4 – Разогрев активной з

	Эксперимент	Расчет 1	Расчет 2	Расчет 3
Длительность разогрева, с	100,0	5,2	50,0	200,0
Температура в области расположения термопары, °С	1120	1266	1265	1220

Оценка пределов применения адиабатического приближения

Для исследования переноса тепла в активной зоне реактора ИГР была произведена серия расчетов с различными диаграммами мощности. Были выбраны режимы реализации полного интеграла мощности за 5,2 с, 50 с и 200 с.

Активная зона реактора ИГР профилирована по высоте и по радиусу таким образом, что в центре активной зоны расположены блоки с большей концентрацией урана, чем на периферии и по торцам. Графитовые колоны, не пропитанные ураном, но находящиеся в активной зоне, нагреваются за счет радиационного излучения и за счет теплопередачи от соседних горячих колон.

В пределах активной зоны имеется 8 целых колон, 13 колон с органами управления, 4 больших колоны с органами управления и центральная графитовая втулка. Также активную зону окружают колоны, разогревом которых нельзя пренебречь для расчета нейтронного поля.

Общая масса активной части 3269 кг, масса непропитанного графита в активной зоне составляет 770 кг, на периферии 1254 кг. На торцах 600 кг.

Согласно тепловым расчетам в ANSYS, за характерное время типичного эксперимента на реакторе ИГР непропитанные графитовые блоки разогреваются не более чем на 300 градусов.

Теплота, затраченная на разогрев непропитанных графитовых блоков, составляет не более 10 % общей выделяемой теплоты, что снижает температуру пропитанных графитовых блоков не более чем на 5 %.

На рисунке 9 показаны графики температуры одного из графитовых блоков, расположенного рядом с холодной центральной графитовой втулкой. Предположительно, данный блок должен терять максимум энергии при соседстве с холодными деталями активной зоны. Отличия между первым и вторым режимами составляет всего 40 К при разогреве более чем на 1400 К, что составляет 3 % от общего увеличения температуры. Различие между первым и третьим режимом значительно и составляет 150 К (11 %).

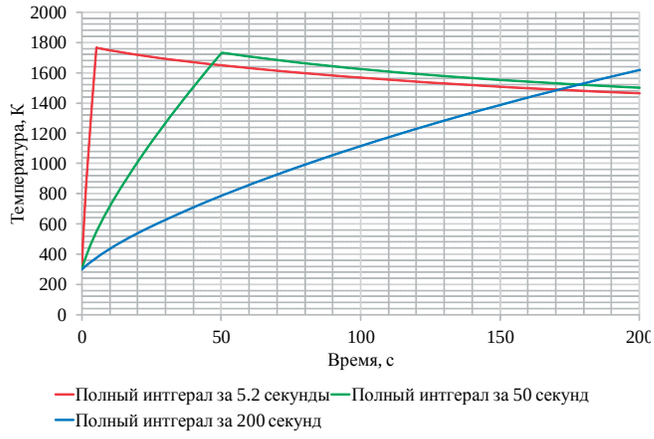


Рисунок 9 – Разогрев топливных блоков

Выводы:

Созданные модели для тепловых расчетов согласуются между собой и удовлетворительно оценивают тепловое состояние реактора. Для развития методов оценки теплового состояния должно учитываться пространственное распределение мощности с учетом изменения состояния активной зоны.

Результаты показывают, что в экспериментах, длительность которых не превышает 50 секунд, при адиабатном приближении погрешность расчета температуры графитовых блоков не превысит 5%, что является удовлетворительным результатом.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки МОН РК по проекту 2067/ГФ4 «Исследование динамики нейтронного и температурного поля в импульсном реакторе теплоемкостного типа» 2015-2016 гг.

1 Котов, В.М. Расчет характеристик ИГР [Текст] / В.М. Котов, А.М. Курпешева, Р.А. Иркимбеков // Атомная энергия. – Москва, август 2011. – Т 111, вып. 2. – С. 116-120.
2 ANSYS release 14.5 Documentation for ANSYS WORKBENCH: ANSYS Inc. – Электрон. дан. и прогр. – [Б. м.], 2014.
3 Вурим А.Д., Котов В.М., Иркимбеков Р.А., Жагипарова Л.К., Байгожина А.А. Компьютерная модель реактора ИГР для стационарных нейтронно-физических расчетов. – А.с. №2738 РК, 27.12.2016.
4 Чиркин, В.С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники [Текст] / В.С. Чиркин; М.: Атомиздат, 1968. – 484 с.
5 Горин, Н.В. Обзор результатов исследований импульсного реактора ИГР [Текст] / Горин Н.В. [и др.] // Известия Челябинского научного центра. – Челябинск 2004 г. – Выпуск 1(22). – С. 37-61.

С.О. НУКЕШЕВ, Г.З. ГАЙФУЛЛИН, М.А. АМАНТАЕВ,

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РОТАЦИОННОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

НУКЕШЕВ С.О.

доктор технических наук профессор, профессор, декан Технического факультета, Казахский Агротехнический Университет им.С.Сейфуллина

ГАЙФУЛЛИН Г.З

Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова доктор технических наук, профессор кафедры «Машин, тракторов и автомобилей».

Аннотация: В статье представлены результаты исследований взаимодействия дисковых рабочих органов с почвой. Установлено, что во время работы на рабочей поверхности дисковых рабочих органов происходит сгруживание почвы с последующим формированием почвенных образований. Предотвращение указанного явления позволяет повысить агротехнические и энергетические показатели работы рабочих органов. Для решения данной проблемы разработан ротационный рабочий орган с острым углом исполнительного элемента к оси вращения, при функционировании которого обеспечивается скольжение почвы по рабочей поверхности и отсутствует формирование почвенного образования.

Ключеве слова: дисковый рабочий орган, сгруживание почвы, почвенное образование, ротационный рабочий орган, исполнительный элемент.

1 Введение

Почвообрабатывающие орудия, снабженные дисковыми рабочими органами, вследствие их ряда положительных свойств находят широкое применение в сельском хозяйстве во всех странах мира. Дисковые рабочие органы, по сравнению со стрельчатыми, имеют меньшее тяговое сопротивление и более высокую производительность [1-2]. Они работоспособны на более влажных, засоренных почвах, не забиваются при работе на полях с высокой стерней и наличием мелких куч соломы.

Наибольшее распространение в земледелии получили диски сферические со сплошной поверхностью [3]. Они изготавливаются с различными диаметрами, радиусами кривизны рабочей поверхности и конфигурацией режущего лезвия. Во время работы диски устанавливаются под углом атаки α к направлению движения.

В эрозионно-опасных районах используются диски с прорезными поверхностями (прорезные диски). Они состоят из ступицы с прикрепленными спицами, на которых жестко зафиксирован цельный режущий нож, имеющий форму усеченного круглого конуса [4-6]. Рабочий орган функционирует с углом атаки α. Через вырезы проходят почва и растительные остатки. Последние равномерно распределяются по поверхности поля и защищают почву от ветровой эрозии.

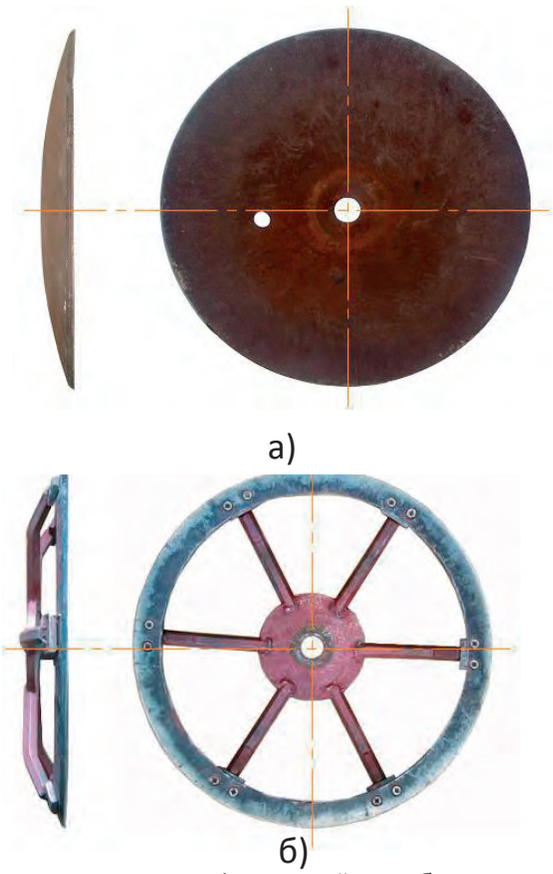
Исследованию дисковых рабочих органов посвящены труды П.С. Нартова, Ф.М. Канарева, В.Ф. Стрельбицкого, N.A.E.H. Abo El Ees, M.J. O'Dogherty, R.J. Godwin, D.R.P. Hettiaratchi и других [3-4, 7-11]. Многие из них исследовали геометрические и кинематические параметры диска, оценивали его работу в полевых условиях, определяли составляющие сил сопротивления почвы, действующих на рабочий орган. Однако, при исследовании дисковых рабочих органов, как правило, за пределами внимания остается явление формирования почвенных образо-

ваний на их рабочей поверхности. Имеются только косвенные свидетельства о существовании подобного процесса [12-14].

Целью работы является повышение качества работы и снижение энергозатрат на поверхностной обработке почвы.

2 Материалы и методы

Проведены экспериментальные исследования взаимодействия дисковых рабочих органов с почвой. Исследовались сферический и прорезной дисковые рабочие органы (таблица 1).



а – сферический диск; б – прорезной диск

Рисунок 1 – Виды исследуемых дисковых рабочих органов

При проведении опытов влажность почвы составляла 26%, а ее твердость 1,1 МПа. Угол атаки дисков изменялся от 10 до 40 град. с шагом 10 град. При этом, рабочие органы работали без чистиков.

Опыты проводились в четырехкратной повторности. Дисковый рабочий орган, установленный под углом атаки к направлению движения, перемещался на заданной глубине 8-10 см с поступательной скоростью 1 м/с и вращался за счет сцепления с почвой.

3 Результаты и их обсуждение

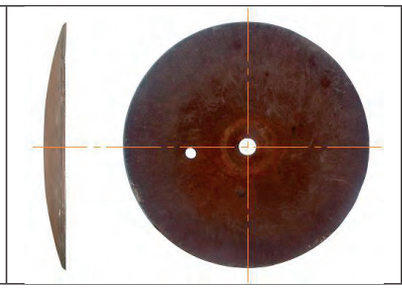
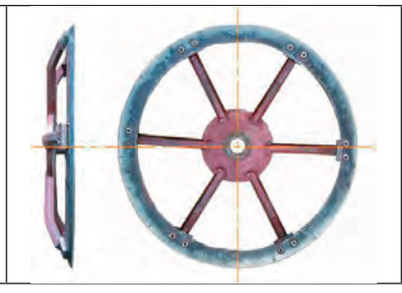
Результаты выполненных исследований показали, что во время работы на рабочей поверхности дисковых рабочих органов происходит накапливание и сгруживание почвы. Установлено, что во время работы сгруженная масса под действием обрабатываемого слоя почвы прессуется и формирует почвенное образование в виде клина в поперечном сечении (таблицы 1). Данное образование воздействует на обрабатываемый слой почвы, за счет чего изменяется весь технологический процесс. При этом, чистики не обеспечивают предотвращения данного явления. Дисковые рабочие органы воздействуют на почву не своей поверхностью, а поверхностью почвенных образований. Параметры почвенных образований определяют качественные и энергетические показатели работы орудия, а не конструктивные параметры рабочего органа.

Для снижения затрат энергии на обработке почвы и повышения качества работы необходимо предотвратить формирование почвенных об-

АМАНТАЕВ М.А.

PhD докторант КазАТУ им.С.Сейфуллина Костанайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства».

Таблица 1. Почвенные образования на рабочей поверхности дисковых рабочих органов

№ п/п	Тип рабочего органа	Общий вид рабочего органа с почвенным образованием на поверхности	Поперечное сечение почвенного образования
	Сферический диск		
1			
	Прорезной диск		
2			

разований на поверхности рабочих органов. Для решения указанной проблемы разработан новый ротационный рабочий орган, функционирующий без сгруживания почвы и формирования почвенного образования на его поверхности.

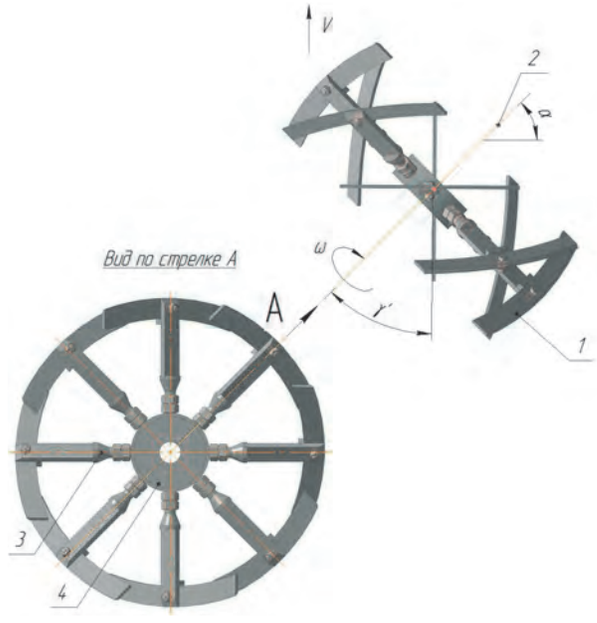
Ротационный рабочий орган вращается вокруг оси 2, отклоненной от поперечной плоскости на угол атаки *α* (рисунок 1). Его исполнительные элементы 1 в период нахождения в почве наклонены к оси вращения 2 под углом *γ'* для обеспечения скольжения почвы по их рабочим поверхностям. За счет этого исключается формирование почвенного образования на поверхности исполнительного элемента вследствие сгруживания почвы. Исполнительные элементы, закрепленные на ступице 4 с помощью спиц 3, вращаются относительно оси 2 с угловой скоростью *ω*. Вектор *V* характеризует поступательную скорость движения рабочего органа. Для обеспечения постоянной глубины обработки режущие кромки исполнительных элементов имеют эллиптическую форму. Ротационный рабочий орган может работать как в пассивном, так и в активном режимах [14-19].

Технологический процесс обработки почвы осуществляется следующим образом. Ротационные рабочие органы, собранные в батареи и установленные в один ряд под углом атаки α перемещаясь в почве на заданной глубине, производят её рыхление, подрезание сорняков, вынос их на дневную поверхность и выравнивание поверхности поля.

Таким образом, совершенствование ротационного рабочего органа путем расположения исполнительных элементов под углом наклона к оси вращения рабочего органа обеспечивает скольжение почвы по его поверхности, и вероятность сгруживания почвы и формирования почвенного образования сводится к минимуму.

Заключение

1. При функционировании дисковых рабочих органов на их поверхности происходит сгруживание почвы.



1 – исполнительный элемент; 2 – ось вращения; 3 – спица; 4 – ступица

Рисунок 1 – Ротационный рабочий орган

Сгруженная масса под действием обрабатываемого слоя почвы прессуется и формирует почвенное образование. При исследовании взаимодействия дисковых рабочих органов с почвой необходимо принимать во внимание данное явление.

2. Разработан ротационный рабочий орган с острым углом исполнительного элемента к оси вращения, функционирующий без сгруживания почвы и формирования почвенного образования на его поверхности. Такой рабочий орган позволяет снизить затраты энергии на обработку почвы и повысить качество работы.

Е.М. САПАРГАЛИЕВ, А.И. ДЕМЧЕНКО,
Е.М. АУБАКИРОВ, С.А. СЕРЕБРЯНИКОВ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ИЛОВЫМИ ОСАДКАМИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА С ЦЕЛЬЮ ИХ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ

САПАРГАЛИЕВ Е.М.
директор ТОО «Алтайский геолого-экологический институт», д.г.м.н.

Аннотация. Применяемая в настоящее время технология обращения с осадками сточных вод в городах Казахстана не отвечает современным требованиям и приводит к загрязнению окружающей среды (атмосферный воздух). Разработанная и апробированная на очистных сооружениях усовершенствованная технология с использованием биопрепаратов и дополнительной механической сушки осадков в значительной мере снизила экологические риски. На основе аналитических исследований проведена оценка санитарно-гигиенических и агрохимических показателей и приведены рекомендации по дальнейшему использованию иловых осадков в сфере материального производства.

Ключевые слова: Иловые осадки, биопрепарат, утилизация, стабилизация осадка.

Введение. Одной из наиболее серьезных проблем в развитии городов Казахстана является все возрастающее образование и накопление в окружающей среде отходов производства и потребления, т.е. отходов хозяйственно-бытовой деятельности человека.

По мнению Н.Ф. Реймерса [1], при учете всех видов отходов количество полезного хозяйственного продукта составляет не более 2% от вовлекаемых природных веществ, остальные 98% составляют отходы. Сопоставимые данные получены зарубежными учеными, подсчитавшими годовые объемы извлекаемых из недр Земли природных веществ. Выявлено, что на одного жителя планеты ежегодно добывается 50 тонн сырья с получением из них 2 тонн конечного продукта. В итоге человечество получает на душу населения почти такое же количество (48 тонн) отходов, из которых от 0,1 до 0,5 тонн – опасные.

Особое место среди пастообразных отходов занимают иловые осадки канализационных сточных вод. Учитывая, что образующиеся илы во всех средних и крупных городах Казахстана загрязнены тяжелыми металлами (ТМ), проблема утилизации осадков сточных вод (ОСВ) канализации приобретает первостепенное значение.

Усть-Каменогорск – промышленный, культурный и административный центр Восточно-Казахстанской области, является одним из наиболее крупных индустриальных городов Казахстана. Благоприятное расположение территории, выражающееся в непосредственной близости сырьевых ресурсов (руд цветных и редких металлов, золота, угля, строительных материалов), наличие дешевой гидроэнергии (Усть-

Каменогорская и Бухтарминская ГЭС), способствовали быстрому становлению и развитию экономического потенциала города.

Одним из объектов, обеспечивающим жизнедеятельность областного центра, являются Левобережные очистные сооружения (ЛОС). Построенные в 70-х годах прошлого столетия на левом берегу Иртыша, они учитывали возможности города того времени. За несколько десятилетий развития областного центра, очистные сооружения оказались в селитебной зоне, а в связи с нерешенностью вопросов, касающихся модернизации этого предприятия, возникли проблемы по утилизации все возрастающих объемов осадков сточных вод [2].

На Левобережных очистных сооружениях города Усть-Каменогорска, как и в других промышленных городах Казахстана, обезвоживание активного ила осуществляется на иловых площадках – самых простейших и наиболее распространенных технологических сооружениях, где он обезвоживается естественной сушкой, при этом удаляется только свободная вода.

В этих условиях осадки долгое время сохраняют пастообразное состояние, подвергаясь процессам брожения, гниения, издавая неприятный запах, служащий объектом социального напряжения в селитебных зонах города, примыкающих к очистным сооружениям.

Сложившаяся ситуация диктовала необходимость разработки мер по предотвращению загнивания осадков, изменению их физико-химических характеристик, улучшению водоотдающей способности, существенному сокращению объема, частичному или полному обеззараживанию, улучшению удобрительных свойств, снижению неприятного запаха, т.е. мер по стабилизации иловых осадков.

Методика исследований. Администрация города, областное Управление природных ресурсов и регулирования природопользования совместно со специалистами ТОО «Алтайский геолого-экологический институт», ТОО «Ерлитос» и ГКП «Өскемен Водоканал» с 2006 г начали исследования по совершенствованию применяемой на производстве технологии обращения с отходами.

При обработке иловых осадков очистных сооружений необходимо было решить несколько проблем: первое – уменьшить неприятный запах, исходящий от иловых отходов во время их естественной сушки на площадках, второе – ускорить водоотдачу илов, что создаст условия для их вывоза на дополнительную механическую сушку с последующей безопасной утилизацией.

Для удаления неприятного запаха и повышения водоотдачи осадков предпочтение было отдано ЭМ-технологии – биотехнологии эффективных микроорганизмов [3].

Были проведены лабораторные исследования по осаждению иловых частиц, где в качестве биопрепарата использовался Байкал ЭМ-1, позволивший эффективно отделять водную массу в бутылочных емкостях. Соответственно исследования показали резкое сокращение неприятного запаха иловых осадков в процессе экспериментов. Положительные результаты позволили перейти в 2012-2013 гг. к промышленным испытаниям биопрепарата «Байкал ЭМ-1» на очистных сооружениях.

Для этих целей предприятием ГКП «Өскемен Водоканал» была приобретена установка, выпускаемая фирмой ALEBRO Dosier-und Umwelttechnik (Германия), для приготовления и дозирования растворов – MixLine M x 7300. Биопрепарат «Байкал ЭМ-1» использовался в концентрации 1:100, в объеме 1,3 л/м^3 иловых осадков.

На момент начала промышленных испытаний в восьми картах было заскладировано 12 825 м^3 осадков. В течение летнего сезона в карты дополнительно было закачано 77 510 м^3, то есть общий объем илов составил 90 335 м^3, что превысило в 4,2 раза проектный объем восьми карт.

Такая эффективность использования иловых карт обусловлена исключительно за счет интенсивной водоотдачи илов, влажность которых к концу эксперимента не превышала 85%. В итоге уменьшился гнилостный запах, практически исчезли крылатые насекомые и птицы, питавшиеся их личинками. Достигнутые результаты позволили беспрепятственно проводить работы по вывозке иловых осадков на специальную площадку не через два года, как раньше, а через три месяца после вышеописанных испытаний. Дополнительная сушка с доведением относительной влажности осадков менее 40% достигалась методом 3-х кратной механической экскавации (ворошения) илов на площадке временного хранения Левобережных очистных сооружений.

В процессе механической экскавации происходит интенсивная аэрация отходов, что активизирует процессы их гумификации. В итоге илы превращаются в диспергированный сыпучий субстрат, обладающий слабым землистым запахом. Влажность субстрата не превышает 40% отн..

Для решения вопроса о возможностях дальнейшего использования иловых осадков, был проведен комплекс аналитических исследований по оценке их санитарно-гигиенических и агрохимических показателей.

Санитарно-гигиеническая оценка обезвоженных иловых осадков проведена с изучением концентраций валовых и подвижных форм тяжелых металлов, патогенной микрофлоры.

При изучении валовых содержаний тяжелых металлов в аномальных концентрациях (коэффициент концентрации $K_c \geq 1,3$) выявлено 13 химических элементов, которые составили ассоциацию сонахождения тяжелых металлов следующего вида (ранжирование элементов проведено по значениям K_c):

$$\underbrace{[Ag^{27}\ Bi^{8,3}\ Sb^{8,3}\ Cd^{5,1}\ Zn^{4,4}\ As^{4,2}\ Pb^{2,7}\ Cu^{1,3}]}_{\text{Цветнометальная группа}}$$

$$\underbrace{[Ta^{6,9}\ Zr^{3,5}\ Jn^{3,0}\ Sn^{2,5}]}_{\text{Редкометальная группа}}\ [\ P^{2,7}\ ],\qquad Z_c = 67,9,$$

где Z_c – суммарный показатель загрязнения почв

Установленная ассоциация сонахождения тяжелых металлов распадается на две основные группы: цветнометальную и редкометальную, обязанных своим про-

исхождением промышленным предприятиям различной технологической ориентации.

Повышенные концентрации фосфора ($К_с$ = 2,7), установленные в иловых осадках, являются производными бытового сектора и связаны с обилием синтетических моющих средств, поступающих в городскую канализацию.

Надфоновое (валовое) количество ТМ в одной тонне иловых осадков (в сухом весе) оценивается в 1 837,4 г.

Иловые осадки Очистных сооружений города Усть-Каменогорска характеризуются низкими значениями водорастворимых форм ТМ. В подавляющем большинстве проб содержания Cu, Pb, Zn, Cd и Ni не превышают десятых долей – первых процентов от их валовых концентраций. Это значит, что в случае использования иловых осадков в качестве удобрения в растениеводстве, с тонной иловых осадков в почву может дополнительно попасть Cu – 2,18 г, Pb – 0,44 г, Zn – 4,53 г, Cd – 0,02 г и Ni – 1,53 г, что негативно не скажется на экологическом состоянии почв.

Исследование транслокационной составляющей ТМ в илах, т.е. содержаний подвижных форм элементов, доступных для растений, выполнено путем их определения в аммонийно-ацетатном буферном растворе с pH 4,8.

Анализ результатов исследований показал, что в вытяжке экстрагированы все проанализированные элементы: Cu, Pb, Zn, Cd и Ni в различных концентрациях по отношению к валовому содержанию: от 5,43% (Cu) до 70,6% (Zn).

Известно, что наибольшей способностью к растворению в воде имеют такие химические соединения как сульфаты и хлориды. Например, сульфат меди $CuSO_4$ имеет растворимость 20,7 г в 100 г воды, хлорид цинка $Zn(ClO_3)_2$ – 200,3 г, сульфат кадмия $CdSO_4$ – 76,6 г и т.д. Судя по полученным данным, в иловых отходах отмечены очень низкие содержания водорастворимых форм ТМ, что свидетельствует о том, что их сульфаты и хлориды не характерны для осадков сточных вод города Усть-Каменогорска. Более вероятно поступление со сточными водами элементов, находящихся в форме оксидов, сульфидов, карбонатов, сложных комплексных соединений, которые экстрагируются более агрессивным, более химически активным реагентом, которым и является аммонийно-ацетатный буфер с pH=4,8 – CH_3COONH_4.

Таким образом, с одной тонной иловых осадков в почвы может попасть порядка 400 г доступных для растений форм ТМ – а это ничтожно малое количество, не способное оказать негативное влияние на качество конечной продукции растениеводства.

Микробиологические исследования иловых осадков показали, что наиболее высокой дифференциацией характеризуются значения коли-титра – от >1 до 0,00001, а в этой связи и широким диапазоном степени загрязнения – от слабо до сильнозагрязненных, и опасности – от относительно безопасных до чрезвычайно опасных.

По остальным нормируемым показателям (титр анаэробов, показатель самоочищения почвы термофилов) иловые осадки характеризуются как безопасные - чистые, в редких случаях – относительно безопасные – слабозагрязненные [4].

Оценка агрономической ценности иловых осадков – проведена с определением следующих агрохимических показателей: гидровлаги, органики, валовых содержаний азота и фосфора, углекислоты, pH водный, поглощенных Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, подвижных пятиокиси фосфора и двуокиси калия, азота гидролизуемого.

В итоге выяснилось, что основная ценность иловых осадков, как возможных органоминеральных удобрений, заключается в высоких содержаниях органического вещества (до 40,9%) и массовой доли общего азота (от 1,97 до 2,68% на сухое вещество при нормативе 0,6%), превосходя по этим показателям навоз крупного рогатого скота и наиболее плодородные горные черноземы Рудного Алтая.

Сравнительная оценка агрохимических показателей горных черноземов – одних из самых плодородных почв региона, с осадками сточных вод города Усть-Каменогорска, указывает на более высокие концентрации в последних гумуса (относительное значение много выше 1) и валового азота – превышение в 4,4 раза. Убедительно выглядит в илах и комплекс поглощенных оснований. Это ионы Ca^{++} и Mg^{++}, удерживаемые твердой фазой ОСВ.

Преимущественное положение в обменном комплексе занимает кальций, содержание которого в илах в 1,6 раз выше, чем в черноземах. Комплекс поглощенных оснований в биохимических процессах, протекающих в иловых осадках, способен замещать другие элементы, в том числе – тяжелые металлы, и вытеснять их даже из сложных органо-минеральных комплексов.

Выводы. Исследования последних лет показали, что ОСВ очистных сооружений областного центра соответствуют требованиям ГОСТ Р 17.4.3.07-2001, устанавливающим нормативные требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений [5] – таблица 1.

Таблица 1 – Допустимое валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка в иловых осадках

Наименование металла	Концентрация, мг/кг сухого вещества, не более для осадков группы		Содержание в осадках ЛОС г. Усть-Каменогорска (2016г.), мг/кг
	I	II	
Свинец	250	500	59,9
Кадмий	15	30	3,6
Никель	200	400	ниже фона - <57,0
Хром (общ.)	500	1000	ниже фона - 47
Цинк	1750	3500	551
Медь	750	1500	79,4
Ртуть	7,5	15	нет данных
Мышьяк	10	20	ниже чувствительности <50

По концентрации тяжелых металлов и мышьяка осадки при сельскохозяйственном использовании подразделяются на две группы. Иловые осадки ЛОС г. Усть-Каменогорска уверенно можно отнести ко II груп-

пе. ГОСТ допускает в этом случае их использование без ограничения в промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, лесных и декоративных питомниках, а также в качестве агроминерального удобрения при выращивании зерновых, зернобобовых, зернофуражных и технических культур.

Как было показано выше, иловые осадки ЛОС характеризуются высокими агрохимическими свойствами, что предопределяет их возможность использования для улучшения плодородия бедных почв.

Исследования на полях крестьянского хозяйства «Дружба» Уланского района ВКО подтвердили необходимость работ, направленных на повышение плодородия почв региона. Актуальность таких работ предопределялась низкими значениями гумуса (1,8 - 2,2%), обедненным макро- и микроэлементным спектром (K, Mg, P, Zn, Cu, B, Mn и др.).

Внесение иловых осадков на экспериментальном участке площадью 1 га в количестве 30 тонн в первый же год дали положительные результаты, отраженные в таблице 2.

Таблица 2 – Эффективность использования осадков сточных вод на полях
крестьянского хозяйства «Дружба»

Вид сельскохозяйственной культуры	Урожайность на контроле, ц/га	Урожайность на участке с илами, ц/га	Повышение урожайности, %
Посев ячменя	4,2	5,4	28,6
Посев суданской травы	187,0	265,5	42,0

В заключение следует подчеркнуть, что в ближайшей перспективе необходимо пересмотреть отношение к иловым осадкам, как к техногенным отходам и направить их использование в сферу материального производства в качестве органоминерального удобрения – мелиорацию бедных почв, растениеводство, промышленное цветоводство, зеленое строительство и т.д.

Следует также продолжить работы по рекультивации техногенно нарушенных земель с использованием иловых осадков: карьеров по добыче нерудных полезных ископаемых, свалок твердых бытовых и промышленных отходов и др., успешно практикуемых в Усть-Каменогорске с 2006 года. На сегодня рекультивировано 18 га таких земель с возвращением им общесанитарных и природоохранных функций.

Литература

[1] Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь - справочник. – М.: Мысль, 1990. – 697с.

[2] Сапаргалиев Е.М., Демченко А.И., Аубакиров Е.М., Сапаргалиева Л., Серебряников С.А. Практический опыт утилизации иловых отходов канализации города Усть-Каменогорска // Вестник Казахстанско-Американского Свободного Университета. Выпуск 6. Вопросы экологии, математики и информационных технологий. – Усть-Каменогорск, 2011. – С. 63-70.

[3] Сухамера С.А. – составитель. ЭМ-технология – биотехнология XXI века. Сборник материалов по практическому применению препарата «Байкал ЭМ-1». – Алматы, 2006. – 68с.

[4] Санитарно-эпидемиологические правила и нормы «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территории населенных мест». Утверждены приказом и.о. министра здравоохранения Республики Казахстан от 24 марта 2005 г. № 137.

[5] ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Государственный стандарт Российской Федерации. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. Госстандарт России. – Москва.

НУКЕШЕВ С.О., КАКАБАЕВ Н.А.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СОШНИКА ЗЕРНОТУКОВОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОДПОЧВЕННО-РАЗБРОСНОГО ПОСЕВА

Проведённый обзор конструктивно-технологических схем для подпочвенно-разбросного посева [1, 2, 3] показал, что перспективным направлением совершенствования процесса разбросного подпочвенного посева семян зерновых культур является разработка сошников, обеспечивающих совмещение предпосевной культивации, равномерный сев на всю ширину лапы и внесение удобрений.

Разрабатываемый сошник зернотуковой сеялки должен отвечать следующим агротехническим требованиям к посеву зерновых культур [4, 5]:

- заделка семян зерновых культур и минеральных удобрений в почву осуществляется на глубина 30-80мм;

-при формирований борозды для закладки семян влажные слои почвы не должны выносится на поверхность;

- борозда должна быть одинаковой глубины и иметь уплотнённое дноложе для семян;

- семена должны укладываться на одинаковую глубину и заделываться рыхлой и влажной почвой;

- допустимые отклонения глубины заделки семян до 5 см±0,7 см, свыше 5 см ±1,0 см;

-отклонение фактической нормы высева семян в отдельные рядки от расчетного среднего значения для зерновых культур не более ± 3%, нормы внесения удобрений±10%;

- дробление семян для зерновых не более 0,3%;

- количество семян заделанных в слой заданной глубины и в двух смежных с ним десятимиллиметровых горизонтах, не менее 80%;

- плотность почвы в зоне расположения семян 1,1-1,3 г/см^3;

- не допускается нагартывание почвы и пожнивных остатков перед рабочими органами;

- рабочие органы посевного агрегата не должны выносить на поверхность влажный слой почвы;

- ширина основных стыковых междурядий в пределах ширины захвата посевного агрегата должны быть одинаковой, их отклонение от заданного основного междурядья не более 10мм;

- не допускается посев огрехами;

- высота гребней и глубина борозд на поверхности после прохода посевного агрегата не более 30мм.

Для получения дружных и полных всходов зерновых культур посев следует проводить в оптимальные сроки и заделать не менее 80 % семян на требуемую глубину и во влажный слой почвы при одновременном вне-

НУКЕШЕВ С.О.

доктор технических наук, профессор, Декан Технического факультета Казахский Агротехнический Университет им.С.Сейфуллина

КАКАБАЕВ Н.А.

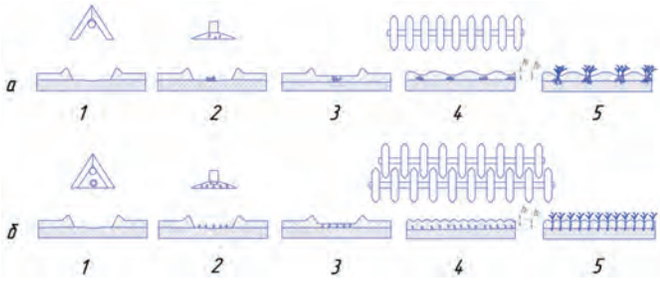
Докторант PhD, Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Астана

сении стартовой дозы удобрений. Засеянное поле выравнивают и при необходимости прикатывают уплотняющими катками.

Поле, обработанное по противоэрозионной системе, после посева должно иметь гребнистую ветроустойчивую поверхность с расположением гребней поперек или по горизонталям склона.

Агротехнические допустимые скорости движения агрегатов на посеве зерновых культур - до 2,3 м/с (до 8 км/ч), по стерневым фонам - до 2,0 м/с (до 7 км/ч).

Исходя из агротехнических требований к посеву зерновых культур предлагается конструктивно-технологическая схема работы сошника в комплексе с уплотняющими катками, рисунок 1.



а) обычный рядовой посев б) подпочвенно-разбросной посев

Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема работы сошника

Технологический процесс посева сошника зернотуковой сеялки включает следующие этапы:

1-сошник,заглубляясь в почву на заданную глубину, разрыхляя и подрезая сорняки, приподнимает верхний слой почвы и обеспечивает высев семян;

2- из зернотукового ящика семена и минеральные удобрения подаются через высевающее устройство по семя-тукопроводамв рассеиватель сошника и ударяются сверху об корпус верхней половины маятникового рассеивателя–полусферыи равномерно распределяется на ширину захвата стрельчатой лапы, рисунок 2;

3 - масса почвы перемещаясь назад по поверхности козырька и падая вниз, закрывает высеянные семена и минеральные удобрения;

4 - в последующем уплотняется двойными катками;

5 - появляются равномерные и дружные всходы семян.

При этом полное завершение технологического процесса для подпочвенно-разбросного способа посева зерновых культур зависит от правильности выбора уплотняющего катка, которая позволит добиться выравнивания поверхности поля с достаточным уплотнением верхнего слоя, что благоприятно сказывается на развитии растений.

Техническая задача заключается в снижении неравномерности распределения и в увеличении ширины высеваемой ленты семян зерновых культур и минеральных удобрений. Общеизвестно, что многим из вышеперечисленных агротехнических требований к посеву семян зерновых культур отвечает сошник стерневой зернотуковой сеялки СЗС-2,0. Анализ исследований этих сошников с разными конструктивными отличиями показали, что неравномерности распределения семян пшеницы по ширине захвата в зависимости от различных параметров распределителей превышают 44-45% [6]. Отсюда следует, что задача снижения неравномерности распределения семян зерновых культур или гранул минеральных удобрений является актуальной.

Для решения поставленной задачи предлагается новая конструкция сошника с маятниковым распределителем. Для обеспечения распределения семян зерновых культур или гранул минеральных удобрений в сошниках стерневых зернотуковых сеялок тип СЗС необходимо обеспечить пространство для полета семян или гранул. Для этой цели стрельчатая лапа содержит расположенный выше её режущих кромок козырёк, образующий вместе с внутренними боковыми стенками крыльев стрельчатой лапы закрытое подпочвенное пространство [7, 8]. Внутри подлапового пространства на шарнирно подвешенной скобе установлен маятниковый распределитель в виде полусферы. Ось вращения полусферы параллельна горизонтальной оси симметрии шарнира подвески скобы и совпадает с направлением движения агрегата.

На рис. 2 представлен общий вид сошника в разрезе; на рис. 3 – разрез А-А; на рис. 4 представлена схема расположения семян и удобрений в почве при их внесении предлагаемым сошником.

Сошник включает стойку 1 с закреплённой на ней с помощью болтового соединения 11 стрельчатой лапой 2. Стрельчатая лапа 2 содержит закреплённый на ней с помощью усиков 10, расположенный выше её режущих кромок, козырёк 3. Маятниковый распределитель 6 установлен внутриподлапового пространства на шарнирно подвешенной с помощью шплинта 9 скобы 7 и стержня 8.К верхней части жёсткого корпуса 5 семятукопровода присоединён тонкостенный эластичный семя-тукопровод 4.

Сеялка работает следующим образом. При движении трактора и сеялки по засеваемому участку поля, из зернотукового ящика семена и удобрения подаются по семя-тукопроводам в распределитель. При этом масса семян или гранул минеральных удобрений ударяется об вибрируемые за счет собственных колебаний скобы 7 и далее упорядоченно в виде кольца об маятниковую полусферураспределителя 6 и равномерно рассеивается по всей площади внутри образованного закрытого подпочвенного пространства, покрывая семенами и удобрениями всю ширину захвата стрельчатой лапы.В процессе движения сеялки стрельчатая лапа подрезает сорняки, разрыхляет землю, которая перемещаясь по поверхности козырька назад и падая вниз, покрывает высеянные семена и минеральные удобрения. В последующем весь проход уплотняется катками.

В следствие этого устраняется взаимоугнетаемость зерен, увеличивается зона прорастания, появляются лучшие условия для роста и развития растения.

В результате свободного кущения стеблей, растения покрывают промежутки между смежными рядами высеянных семян, что позволяет эффективно использовать всю посевную площадь почвы. При этом повышается полевая всхожесть, приспособленность растений к уборке и уменьшается засоренность посевов, тем самым увеличивается урожайность зерновых на 18….25 процентов с одного гектара [9, 10].

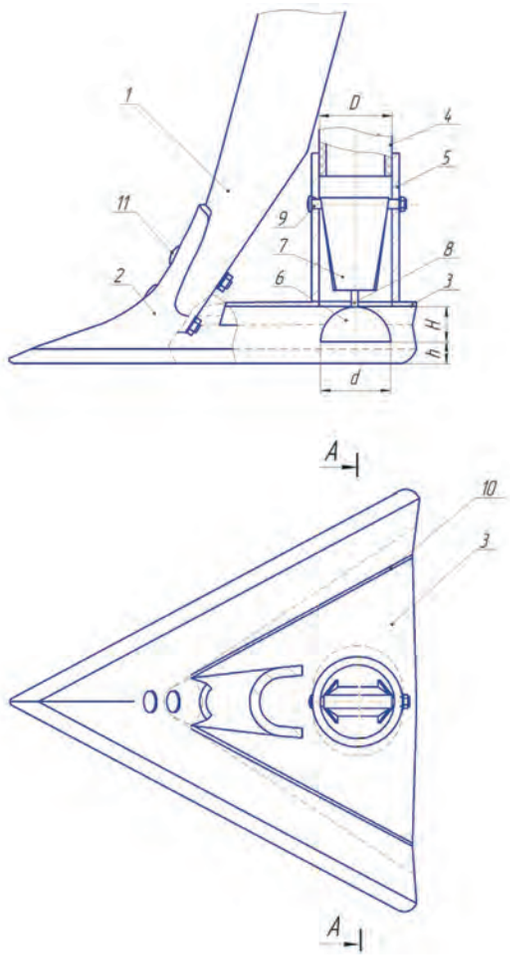


Рисунок 2 – Общий вид сошника для подпочвенно-разбросного посева

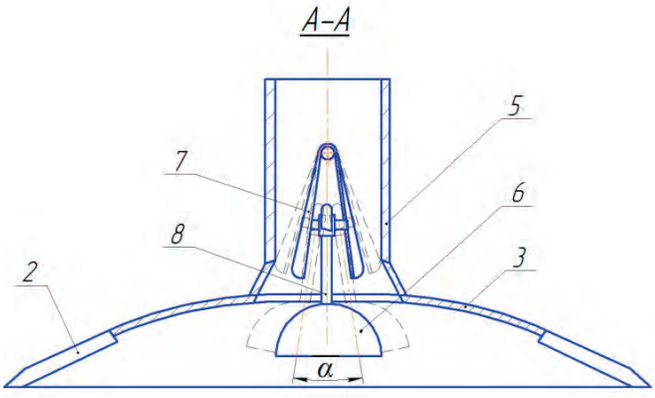


Рисунок 3 – Распределитель

Конструктивно-технологическая схема сошника разрабатывается к зернотуковым сеялкам типа СЗС-2,0, «Омичка» с условием сохранения ее компоновочной схемы. Основные конструктивные элементы сошника для посева семян зерновых культур и/или внесения гранулированных минеральных удобрений защищена инновационным патентом №29217 РК [11, 12].

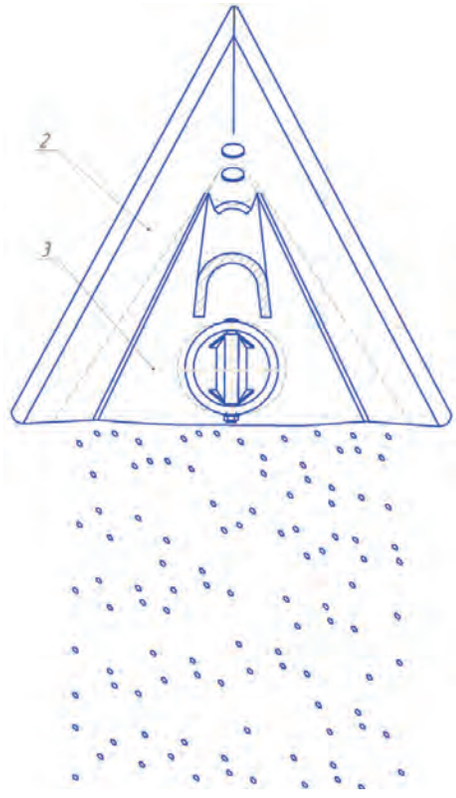


Рисунок 4 – Схема расположения семян и удобрений

Лабораторно-полевые эксперименты показали, что экспериментальный сошник обеспечивает устойчивый посев зерновых культур на глубину 5…6 см (более чем 80%) при скорости движения агрегата *V*=7..8 км/ч, что соответствует агротехническим требованиям для зерновых культур (±1,0 см), рисунок 5. Урожайность на опытных участках составила 13,7 ц/га, а на контрольном участке - 11,7 ц/га.

Рисунок 5 - Сеялка с экспериментальными сошниками

Применение сошника с маятниковым рассеивателем приводит к повышению качественных показателей работы и как результат - прибавке урожая в среднем на 1,5-2 ц/га. Годовой экономический эффект за счет прибавки урожая от применения сеялки с экспериментальными сошниками составил 835, 4 тыс. тенге.

КУЧИН В.Н.

кандидат технических наук, профессор

Имеет 50 научных работ, 6 патентов и 3 монографии посвященные актуальным проблемам энергосбережения, надежности проектирования, организации работы промышленного транспорта и альтернативных источников энергии.

ЮРЧЕНКО В.В.

доктор PhD

Имеет 15 научных работ, 4 патента и 1 монография, посвященная актуальным проблемам энергосбережения и машиностроения

КУЧИН В.Н., ЮРЧЕНКО В.В., КАЛИНИН А.А.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ЖИДКИХ СРЕД

В настоящее время энергетический сектор Казахстана работает в непростых условиях, когда с одной стороны – происходит постепенное истощение традиционных источников энергии (нефти, газа, угля, добыча которых является дорогостоящим бизнесом), а с другой – набирает высокие позиции введённая во всем мире политика экологически чистого производства энергии с использованием возобновляемых или альтернативных источников энергии. В этой связи, поиск и использование возобновляемых и альтернативных источников энергии с недавнего времени стал приоритетным направлением развития энергосбережения в Казахстане, заключающегося в снижении энергоёмкости экономики республики. Для систематического решения этой проблемы необходим поиск и скорейшее освоение таких источников энергии, как внутренняя энергия жидких сред, энергия ветра и солнечных лучей.

Одним из направлений, имеющих перспективы внедрения в Казахстане, является нетрадиционная энергетика, в которой исследуются физические процессы извлечения внутренней энергии из жидких сред внешними силовыми полями и разрабатываются эффективные энергетические технологии. Практически это направление связано с конструированием, исследованием и изготовлением гидродинамических нагревателей (ГДН), в которых внутренняя энергия извлекается из жидкой среды в процессе механоактивации с помощью механического силового поля, создаваемого насосом с электрическим приводом [1-3].

Научные исследования в вышеотмеченном направлении привели к изобретениям «Гидродинамический нагреватель», «Теплогенератор механоактиваторный» и др. [4, 5], которые стали единственными в Казахстане патентно-защищенными техническими решениями для реализации задач производства и использования тепловой энергии в техногенных системах разнообразной функциональности на основе принципов выделения внутренней энергии при вихревом движении жидких сред.

Данное изобретение в 2014 году было признано Всемирной организацией интеллектуальной собственности лучшим изобретением года в области альтернативных источников энергии [6].

В целях экспериментального определения энергетической эффективности ГДН была изготовлена опытно-промышленная установка ГДН-20 с использованием насоса фирмы «Grundfos» (Германия) мощностью 22 кВт [7], которая была подключена к системам водо- и теплоснабжения, а также силовым линиям электроснабжения и автоматизированного управления для проведения стендовых опытно-промышленных исследований (рисунок 1).

Конструктивные узлы ГДН обеспечивали вихревое движение рабочей жидкости в кавитационной трубе с формированием непрерывного кави-

тационного процесса в ее объеме, циркуляцию рабочей жидкости в замкнутом теплогенерирующем контуре, что в совокупности и ведет к выделению из рабочей жидкости внутренней энергии в форме тепла.

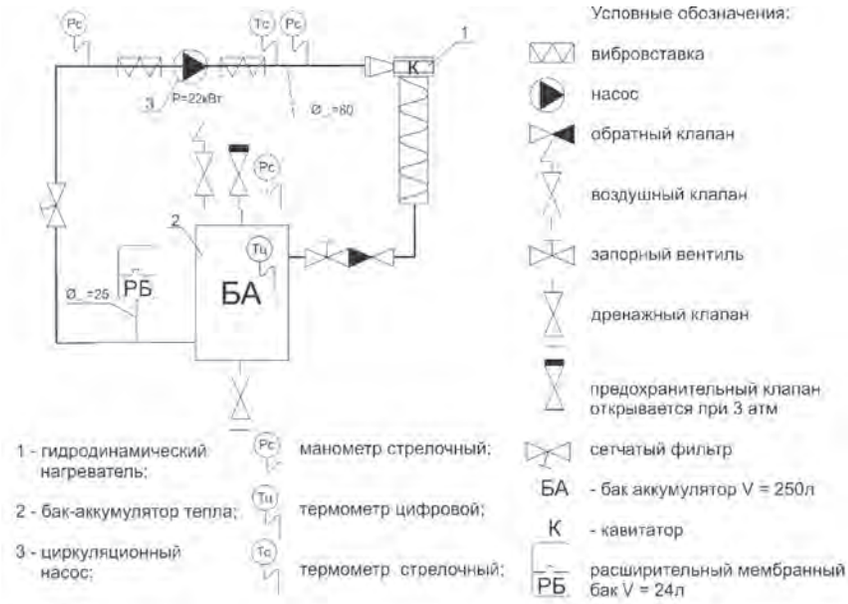


Рисунок 1 – Технологическая схема установка ГДН-20

В ходе стендовых испытаний гидродинамического нагревателя ГДН-20 была произведена серия замеров температуры с помощью тепловизора промышленного применения ThermaCAM T360 [8] (рисунок 2). Цифрами обозначены конструктивные узлы ГДН и порядок снятия замеров.

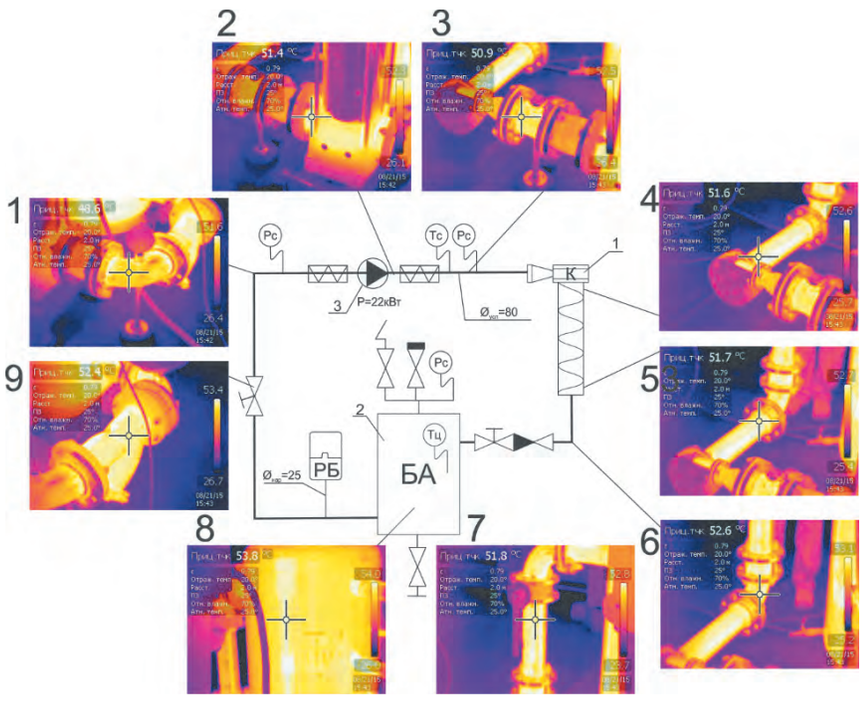


Рисунок 2 – Технологическая схема ГДН-20 с наложенными фотографиями тепловых замеров по основным узлам установки

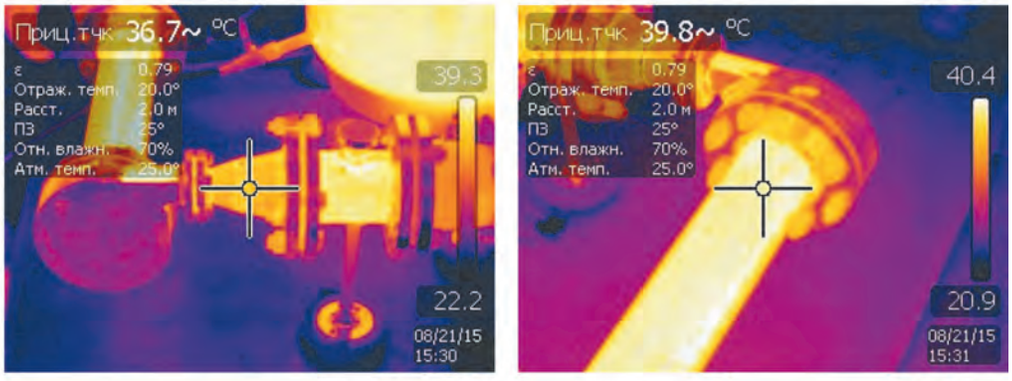
(1 – колено с установленным стрелочным манометром перед входом в насос; 2 – выход из насоса; 3 – вход в кавитатор; 4 – выход из кавитатора; 5 – конец вихревой трубы; 6 – тормозное устройство; 7 – вход в бак-аккумулятор; 8 – бак-аккумулятор; 9 – сетчатый фильтр)

После анализа полученных данных сделан вывод, что наибольший нагрев рабочей жидкости происходит в конструктивном элементе «Ка-

КАЛИНИН А.А.

докторант

Имеет 10 научных работ, 4 патента и 2 монографии посвященные актуальным проблемам энергосбережения



Точка района сопла перед кавитатором

Точка выхода из кавитатора

Рисунок 3 – Температурный срез нагрева жидкости в кавитаторе

витатор». Таким образом, функциональное назначение «Кавитатора» обусловлено созданием условий для образования разрывов сплошности в тех местах вихревого потока рабочей жидкости, где давление снижается до величины, соответствующей давлению насыщенного пара при данной температуре. В таких местах происходит быстрое вскипание жидкости, образование, перенос пузырьков пара и их быстрая конденсация.

Гидродинамическая кавитация сопровождается термическими, электрохимическими и ударными явлениями. Более детальный температурный срез нагрева жидкости в кавитаторе приведен на рисунке 3.

Расчет коэффициента преобразования энергии (затраченная электрическая энергия – полученное тепло) установки ГДН-20 проведем на основе результатов испытаний.

Расчет произведенной тепловой мощности (Q) производится по формуле:

$$Q = 1{,}163 \cdot V \cdot \rho \cdot (T_2 - T_1), \text{ Вт}, \quad (1)$$

где V – объем жидкости в контуре ГДН-20 равный 550 л = 0,55 м^3;

T_2 и T_1 – температура а баке в начале и в конце эксперимента, °С;

ρ = 990,25 кг/м^3 плотность жидкости (воды) при температуре 45°С.

$$Q = 1{,}163 \cdot 0{,}55 \cdot 990{,}25 \cdot (46{,}15 - 21{,}25) = 15771 \text{ Вт.}$$

Коэффициент преобразования энергии (Кп) установки ГДН-20 рассчитаем по формуле:

$$Кп = Q / (0{,}5 \cdot Q_{эл.ср}) = 15771 / (0{,}5 \cdot 22600) = 1{,}4 \quad (2)$$

где 0,5 – числовой коэффициент, соответствующий 30 минутам работы установки.

Экспериментальными исследования было установлено, что на 1 кВт установленной электрической мощности установки было получено 1,4 кВт тепловой энергии.

Таким образом, гидродинамический нагреватель является альтернативой традиционным источникам теплоснабжения и горячего водоснабжения. Это сравнительно простое и вместе с тем эффективное устройство, принцип действия которого основан на преобразовании энергии завихренного потока жидкости в тепловую энергию с использованием эффекта кавитации [9, 10]. Эти установки можно использовать в общественных и производственных зданиях в автономных системах отопления.

Специальной комиссией при Министерстве энергетики Республики Казахстан проект «Демонстрационный образец серии экологически чистых гидродинамических нагревателей жидких сред» прошел отборочный конкурс экспонатов на участие в Международной специализированной выставке ЭКСПО-2017 «ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО» (Павильон «Сфера» - экспозиция «Казахстан»). Цель проекта – наглядная демонстрация эффективности использования гидродинамических нагревателей жидких сред, позволяющая обоснованно подойти к созданию высокоэффективных экологически чистых энергосберегающих источников тепловой энергии.

Список использованных источников

1. Пат. РФ № 2045715, МПК F25B29/00. Теплогенератор для нагрева жидкости [Текст] / Потапов Ю.С.; патентообладатель Потапов Ю.С. (RU) - № 93021742/06; заявл. 26.04.1993; опубл. 10.10.1995.

2. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. – Самара: Оптима, 1997. 348 с.

3. Фурмаков Е.Ф. Могут ли гидродинамические теплогенераторы работать сверхэффективно? / Фурмаков Е.Ф.//В сб. «Проблемы исследования вселенной»: С.-Пб. 2004. – 21 с.

4. Патент № 6900 РК KZ В. Гидродинамический нагреватель [Текст] / Карасев Н.И. Кучин В.Н., Окрут И.И. Бюл.№10, 2002.

5. Патент № 30705 Республика Казахстан МПК F24H 1/10, F24J 3/00, F24H 7/00, F24D 3/02. Теплогенератор механоактиваторный [Текст] / Кучин В.Н. (KZ); Бектурганов Н.С. (KZ); Исаев В.Л. (KZ); Калинин А.А. (KZ); Юрченко В.В. (KZ) – № 2014/1278.1; заявл. 03.10.2014; опубл. 15.12.2015, бюл. № 12(I) – 2015.

6. Certificate WIPO Award for Best Inventor for their invention: Hydrodynamic heater - TMM.

7. GRUNDFOS. Многоступенчатые центробежные насосы: Publ. No. 91830035/07.12. – 173 с.

8. FLIR. Руководство пользователя: Publ. No. 1558810 Rev. a379 RUSSIAN (RU) - August 14. 2009. – 312 с.

9. Kalinin Alexey, Breido Josif & Kuchin Valery. (2016). Determining heating capacity and coefficient of energy transformation of hydrodynamic set, Proceedings of the 27th DAAAM International Symposium, pp.0600-0607, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-08-2, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria.

10. Кучин В.Н., Калинин А.А., Юрченко В.В., Мергенов А.А. Экспериментальные исследования энергетических характеристик гидродинамических нагревателей жидких сред. Вестник Казахстанской национальной академии естественных наук. – 2015. – № 2. С. 32-34.

САПАРГАЛИЕВ Е.М.

директор ТОО «Алтайский геолого-экологический институт», д.г.м.н.

Г. Д. ГАНЖЕНКО, Е. М. САПАРГАЛИЕВ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКОВО - РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА РУДНОМ АЛТАЕ

С теоретических позиций мобилизма рассмотрены особенности локализации полиметаллических месторождений Рудном Алтае, образовавшихся в рифтогенных обстановках ранней стадии герцинского тектогенеза ($D_1 – D_3$). Затронута необходимость изучения литофациальных особенностей рудовмещающих толщ, поствулканических магматических образований, характера связи вулканизма с процессами рудогенеза и эволюции последних во времени и пространстве. Уточнены приуроченности оруденения к определённым литохронологическим уровням в различных структурно-фациальных обстановках и связи его с поствулканическими магматическими образованиями. На основании современных представлений об условиях образования колчеданно-полиметаллического оруденения и его динамометаморфогенного преобразования, даны рекомендации по дальнейшему направлению поисково-разведочных работ на Рудном Алтае.

Вулканиты, рифтогенез, вулкано-терригенно-осадочные отложения, поствулканические гидротермально-магматические образования, литохронологические уровни.

From theoretical positions of mobilism considered features of localization of polymetallic deposits in Rudny Altai, which were formed in the early stage of rifting environments of early stage of Hercynian tectogenesis ($D_1 – D_3$). Affected by the needs to study the peculiarities of ore-bearing strata litofacial post-volcanic igneous formations of volcanic nature of the relationship with the processes of ore genesis and evolution of the latter in time and space. Refined mineralization confinement to certain litho-chronological levels in different structural-facial environments and its connection with postvolcanic magmatic formations. On the basis of modern ideas about the conditions of formation of pyrite-polymetallic mineralization and dinamicometamorphogenic conversions the recommendations are given for further direction of search and exploration on Ore Altai.

Volcanics, rifting, volcano-clastic sedimentary deposits, post-volcanic hydrothermal-magmatic formations lithochronologicical levels.

Краткие сведения о результатах геологоразведочных работ на Рудном Алтае

Практика горнорудного дела на Алтае показала, что прирост запасов минерального сырья и открытие новых месторождений зависят, в первую очередь, от поставленных задач, методик работ и капиталозатрат на их реализацию. Известно, все рудные поля и большинство месторождений в регионе открыты более двух веков назад. Последующая разведка на этих территориях приводила к открытию новых объектов, с 30-х годов XX века вплоть до 1985 года, когда выделялись достаточные ассигнования для поддержания и развития геолого-разведочной службы.

Активизации поисково-разведочных работ в прошлом предшествовали прогнозно-металлогенические исследования в 30-е, 50-е и 70-ые годы прошлого века. В 30-е и послевоенные годы инициирования геологоразведочных работ определены выездными сессиями Академии наук СССР в 1934 году и Академии наук Каз. ССР в 1947 году, на которых были регламентированы основные направления изучения и освоения производительных сил Большого Алтая (Большой Алтай, 1934, 1936; Труды Второй сессии, 1947, 1948).

Прогнозно-металлогенические исследования на Алтае проведённые в 1954-1962 годы, привели к открытиям Иртышского, Ново-Берёзовского, Камышинского, Орловского месторождений и Глубочанских залежей Белоусовского месторождения в Прииртышском районе; Шубинского, Тишинского, Стрежанского, Гусляковского, Снегирихинского месторождений в Лениногорском районе; Богатыревского и Правоберезовского месторождений в Зыряновском районе; Ново-Золотушинского, Корбалихинского, Степного месторождения в Алтайском крае [Буров, Курек, 1934; Воробьев, 1963; Дробышевский, 1978; Попов и др., 1995].

До 70-х годов на Рудном Алтае господствовала «интрузивная» гипотеза рудогенеза, согласно которой оруденение считалось постскладчатым, связанным с нижнекаменноугольным магматизмом. При геологопоисковых работах рудоконтролирующая роль отводилась глубинным разломам и сопряженным с ними разрывам, а рудолокализующая–складчатым структурам, секущим разломам, межформационным и послойным срывам и зонам дробления. Признавалась пространственно-структурная связь оруденения с жильными породами кислого и основного состава завершающей стадии девон-нижнекаменноугольного тектономагматического этапа. В зонах смятия и сопряженных структурах Иртышской зоны смятия решающая роль отводилась структурно-литологическому контролю и особое внимание уделялось лентовидным типам структур и рудных залежей [Иванкин и др., 1961; Попов и др., 1995].

После 70-х годов превалировала «вулканогенная» гипотеза, согласно которой на Рудном Алтае оруденение является доскладчатым, связанным с девонским вулканизмом. С указанных позиции локализация месторождений контролируется разрывными нарушениями, но уже синвулканического заложения, предопределившими размещение вулканических аппаратов и оруденение связано преимущественно с морской базальт-риолитовой терригенно-осадочной формацией девона. Месторождения приурочены к литолого-стратиграфическим уровням, отвечающим поствулканическим циклам [Беспаев и др., 1988; Бубличенко, 1961; Вулканогенные…под ред. Яковлева, 1978; Гаськов и др., 2010].

В 1971-1974 гг. на Рудном Алтае вновь проводилось прогнозирование с участием ведущих НИИ бывшего СССР и всех производственных организаций, осваивавших недра региона. Работы явились логическим развитием прогнозно-металлогенических исследований прошлых лет и практики открытия и прогноза новых месторождений и залежей на эксплуатируемых объектах. Выполнялась на геологической основе, на результатах, выполненных значительных объёмов горно-буровых и геофизических работ, учитывала новые выявленные поисково-оценочные факторы контроля оруденения. Исследованиями 1971-1974 гг. были определены потенциально перспективные площади, выработаны рекомендации по направлению и методам геологоразведочных работ. Их реализация обеспечивала практически непрерывное наращивание минерально-сырьевой базы. Расширение поисков на флангах Риддерского рудного поля способствовало открытию Ново-Лениногорского, Долинного и Обручевского месторождений, а разведка глубоких горизонтов на флангах первоначально средних по масштабу месторождений Белоусовского, Николаевского, Малеевского, Камышинского, Орловского месторождений, привела к открытию новых промышленных рудных залежей, что позволило перевести месторождения в разряд крупных. Для этого потребовались десятки лет интенсивных геологоразведочных работ, обеспеченных крупными финансовыми вложениями.

По состоянию на 1994 год рекомендованные для поисково-оценочных работ прогнозные площади регионального масштаба, в основном были опоискованы, за исключением единичных локальных участков. С 1994 года из-за отсутствия ассигнований практически ликвидирована геологоразведочная служба в регионе и прекратились прогнозно-металлогенические исследования. Одновременно, в последние 20 лет, зарубежными концессионерами интенсифицирована отработка запасов руд эксплуатируемых месторождений, что влечет в ближайшее десятилетие исчерпание в недрах кондиционных руд. На эксплуатируемых в настоящее время Риддер-Сокольном, Тишинском, Малеевском, Орловском месторождениях осуществляется доразведка глубоких горизонтов и флангов, в пределах горных отводов в целях прироста запасов. Однако, этот прирост ничтожно мал, по сравнению с отрабатываемыми запасами.

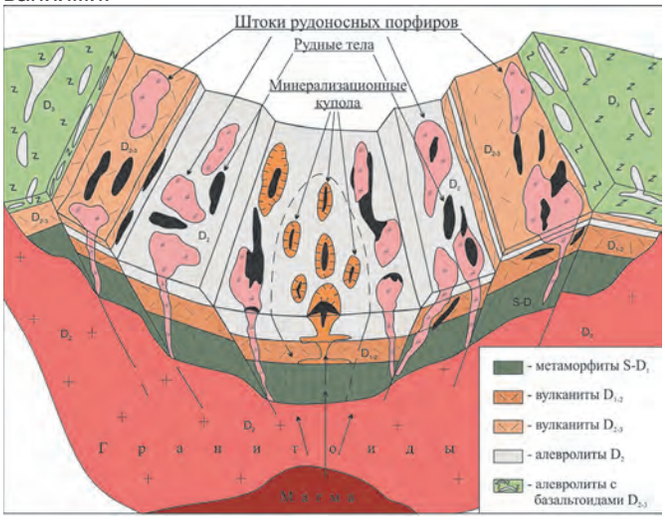
Теоретические предпосылки рудогенеза

ТОО «Алтайский геолого-экологический институт» в 2012-2014 годах по гранту выполнил работу по разработке теоретических основ прогнозирования и оценки геологических структур для уточнения поисковых критериев глубинного оруденения, анализом и моделированием продуктивности рудообразующих систем типовых объектов Рудного Алтая, выявлением факторов рудолокализации.

Теоретической основой прогноза, является мобилистская концепция развития геотектоники плит и поствулканического гидротермально-магматического рудообразования, в периоды прекращения эксплозивной фазы вулканических извержений. В эти периоды остаточный магматический очаг обусловливает обширное сводообразование, сопровождающееся поднятием океанических хребтов на опущенной платформе с формированием рифтовых долин и грабенов в них с деструкцией (разрушением) вулкано-тектонических поднятий, их длительным циклическим проседанием с накоплением вначале вулканогенно-осадочных, а затем терригенно - и хемогенно-осадочных толщ, локализующих полиметаллическое оруденение (рис 1).

Все полиметаллические месторождения Рудного Алтая локализованы в хемогенно-осадочных образованиях среднего, верхнего девона и пространственно ассо-

циирует с поствулканическими магматическими образованиями.



Подавляющее большинство месторождений приурочено к терригенно-осадочным фациям, на удалении от вулканических центров. Руды сформированы одновременно с накоплением глинисто-известковисто-кремнистых отложений, сопровождавшихся интенсивной гидротермальной деятельностью и проявлением мощного метасоматоза в условиях ритмично-пульсационного поступления рудных растворов. Богатые полиметаллические синседементационно-метасоматические руды отложены в придонной части межвулканических депрессий, а вкрапленное гидротермально эксплозивное колчеданно-медно-цинковое оруденение в слоистых вулканогенно-осадочных толщах. Процесс рудообразования носил циклический характер, смещался в пространстве и был единым для конкретных рудных полей, но пульсационно-многостадийным. В пределах рудных полей и крупных месторождений в различных соотношениях присутствуют полиметаллические и медноколчеданные руды. В центре рифтовой зоны превалируют полиметаллические разности с баритом и золотом, а по его периферии медноколчеданные Последние формируются после полиметаллических и локализуются в их подошве на Риддер-Сокольном, Камышинском, Артемьевском, Малеевском, Орловском, Золотушинском и в ряде других месторождений [Беспаев и др., 1997; Буров, Курек, 1934; Попов и др., 1995] . На пострудных орогенных этапах структуры большей части месторождений подверглись динамометаморфическим преобразованиям, в результате которых во вторичных структурах локализовано регенерированное оруденение.

Обсуждение результатов работ и изучение литохроноуровней рудолокализации

В эволюции процессов рудообразования на территории Рудного Алтая с начала 50-х годов установлено несколько литохроноуровней рудолокализации, которые и по настоящее время являются одним из основных факторов контроля оруденения (рис.2). Они фиксированы горизонтами рудоотложения, которые, по видимому, формируются в промежутках между циклами вулканизма и приурочены к депрессионным структурам палеорельефа морского дна, в которых мощности осадков составляют десятки и сотни метров. Это может означать, что время формирования стратифицированных рудных залежей значительно моложе процесса экструзивного вулканизма на несколько миллионов лет. Поэтому не корректно временной диапазон процессов рудообразования отождествлять с циклами вулканизма.

Особенностью рудообразования является его многоэтажное проявление, обусловленное как этапностью девонского вулканизма и его антидромным характер развития, так и многостадийностью процессов рудоотложения в условиях напряженной палеодинамической обстановки, что отразилось на весьма сложном геолого-структурном строении рудных полей, в которых отдельные части месторождения нередко имеют несопоставимые геологические разрезы.

В Ревнюшинской структуре Зыряновского рудного района, выделен один, наиболее ранний этап вулканизма, вероятно эмс-эйфельский, существенно кислого состава, за которым последовал циклический продолжительный гидротермально - магматический процесс рудоотложения в среднем девоне, с мощной 600 метровой вертикальной амплитудой оруденения. Общий объём вулканогенных образований в районе меньше 10%. Оруденение локализовано в верхних горизонтах переслаивания осадочных пород ревнюшинской свиты и согласно перекрывающих их известково-алевропелитовых отложений маслянской свиты среднего девона. Первоначальное рудоотложение на месторождениях представляется в форме нескольких зон минерализации, расположенных многоярусно и состоящих из множества согласных линзовидных и лентовидных кулисообразно расположенных тел. Такие зоны в процессе разведки, объединены в 6-8 промышленные залежи на конкретных месторождениях. Структуры Зыряновского и Греховского рудных полей в процессе герцинского тектогенеза и последующих складчатостях преобразованы в крутопадающие лентовидные зоны с уплощенными рудными телами, погруженными на глубины до 2000 м.

В Лениногорском районе установлено два уровня концентрированного оруденения - нижнеэйфельский и эйфель-живетский. Первый отвечает верхним горизонтам лениногорской свиты и 250 метровой мощности осадков крюковской свиты интрудированой порфирами с золото-барит-полиметаллическим оруденением. Промышленное оруденение ограничено нижним эйфельским хроноуровнем, представленным крюковской свитой, на котором В. Н. Дубатолов установил нижнюю границу среднего девона [Дубатолов, 1980]. Второй верхний уровень отвечает приграничным областям ильинской и сокольной свит в Кедровско-Бутачихинской зоне и синхронной успенской и белоубинской свит в

Успенско-Карелинской зоне смятия. Колчеданно полиметаллические и медно-цинковые руды в зонах концентрируются в гидротермально-измененных терригенных толщах на границе с вулканитами кислого и основного состава, а также в прорывающих порфировых породах на месторождениях Чекмарь, Стрежанское, Шубинское.

В Прииртышском рудном районе, включающим Верхубинский, Орловский, Белоусовский и Шемонаихинский блоки, оруденение локализуется на трёх уровнях. Первый эйфель-живетский отвечает лосишинской свите представленной вулканогенно-терригенно-осадочными отложениями с угнетенным вулканизмом. Здесь располагаются месторождения Верхубинского рудного поля и, вероятно, этому стратоуровню отвечают отложения условно стратифицированных шипулинской и белоусовской свит, вмещающих Белоусовское и Берёзовское месторождения. К верхним горизонтам этой свиты, приурочены рудные залежи Орловкого и Золотушинского месторождений, тесно ассоциирующие с телами кварцевых порфиров [Беспаев и др., 1997; Посысаев, 1961]. Третий живет-франский уровень отвечает маломощной толще алевролитов и базальтов гериховской свиты, наложенной на кислые вулканиты таловской свиты. Завершается рудоотложение третьего стратоуровня, в районе рудоносными порфирами сопки «Памятник» прорывающими вулканогенные отложения франа – николаевской и снегирёвской свит на Николаевском месторождении [Беспаев и др., 1997].

В Змеиногорском рудном районе оруденение локализуется на двух литолого-стратиграфических уровнях. Нижний - приурочен к осадочной толще внутри маслинской вулканогенно-осадочной свите нижне-эйфельского возраста, коррелируемой, по всей видимости, со свитами крюковской в Риддере и лосишинской в Прииртышье. Франский уровень фиксируется в нижней части каменёвской свиты на Корбалихинском месторождении [Гаськов и др., 2010; Чекалин, Дьячков, 2013].

В Рубцовско-Таловском рудном районе известен лишь франский уровень. Рудные тела залегают согласно на маломощном слое кремнистых пород, в основании нижнекаменевской подсвиты непосредственно на вулканитах давыдовской свиты, которая в Прииртышье, вероятно коррелирует с таловской свитой.

Оруденение упомянутых рудных районов обособлено в рудные поля, приурочено к палеовулканическим депрессиям, контролируется порфировыми породами, представленными кварцевыми порфирами и альбитофирами, которые после 70-х годов стали относить к субвулканическим образованиям [Щерба, 2000; Вулканогенные…под ред. Яковлева, 1978; Гаськов и др., 2010; Попов и др., 1995].

К настоящему времени структурно-морфологические и геолого-стратиграфические особенности рудоносных сооружений относительно детально изучены В. В. Авдониным, Д. И. Горжевским, П.Ф. Иванкиным, А.К.Каюповым, В. И. Старостиным, Г. Ф. Яковлевым, и другими. Однако генетическая сущность эндогенных процессов, формирования, раскрыта ими недостаточно. Авторы статьи полагают важным акцентировать внимание на необходимость особое внимание уделять связи оруденения с литолого-хронологическими уровнями и ассоциирующими с ними магматическими образованиями.

Практически весь осадочный и вулканогенно-осадочный разрез является рудовмещающим в рудных районах и рудных полях. Однако, наиболее продуктивные рудоносные горизонты приурочены к осадочным толщам на контактах с вулканогенно-осадочными и вулканогенными породами, отвечающим эйфельскому, эйфель-живетскому и франскому литохроноуровням, изображенных на рисунке 2. Уровни в осадочных толщах отмечены в свитах крюковской, сокольной, ильинской, малеевской, лосишинской, берёзовской, белоусовской, иртышской, греховской, таловской, соответствующим известным месторождениям. Возраст вулканогенных образований и продолжительность циклов вулканизма повсеместно принят условно по возрасту перекрывающих и подстилающих фаунистически охарактеризованных осадочных толщ. Промышленного полиметаллического оруденения в лавобрекчиях не установлено, поэтому связь оруденения с собственно вулканитами сомнительна. Оруденение локализуется вдали от вулканических построек, но не в них. Рудовмещающими являются исключительно осадочные образования, выполняющие межвулканические депрессии, либо руды приурочены к апикальным частям девонских порфировых интрузий, внедрённым в толщи туфогенно-терригенных пород на Николаевском, Ново-Лениногорском, Долинном, Стрежанском и других месторождениях.

Значительная часть месторождений локализована в зонах смятия в деформационно-метаморфических структурах, не сохранивших органических остатков датирующих возраст. Поэтому, в пределах рудных районов и полей выделяли местные стратиграфические подразделения, трудно коррелируемые между собой. В Рудноалтайском поясе выделено около сотни подобных свит. Дробная стратиграфия девонских отложений несёт на себе отпечаток литологических различий местного значения, что обусловлено сложной динамометаморфической обстановкой. К примеру, в интенсивно дислоцированном Берёзовско-Белоусовском блоке, выделены около десяти свит. Берёзовское месторождение отнесено к берёзовской свите нижнего девона, а Ново-Берёзовское и Иртышское месторождения к иртышской свите условно датируемой средним и верхним девоном [Щерба, 2000; Попов и др., 1995]. Залежи Белоусовского месторождения локализованы в белоусовской подсвите, а позже вскрытые залежи того же месторождения, отнесены к глубочанской подсвите шипулинской свиты, среднего девона [Дробышевский, 1978]. Это свидетельства условности стратонов. По нашему мнению, при проведении поисково-разведочных работ предпочтительная роль должна отводиться литохронологическому контролю оруденения. Стратиграфические критерии имеют локальное значение, которые являются ведущими при поисковых и разведочных работах только в пределах конкретных рудных полей и месторождений.

Важной особенностью является приуроченность части рудных зон к подошве тел порфиров, к экзоконтактам кровли и участкам их выклинивания, сопровождаемым обширными ореолами гидротермально изменённых пород, иногда с богатым полиметаллическим оруденением. С надрудными порфировыми порода-

ми девона на всех выявленных стратоуровнях, связано завершение постмагматического гидротермально-магматического процесса. Источниками металлов, по нашему мнению, являлись поствулканические вторичные (остаточные) магматические очаги, породившие гидротермалиты, руды, порфировые и порфиритовые разности пород. Последние, после утверждения концепции вулканогенного рудообразования называют «субвулканическими» породами и подавляющее большинство исследователей связывают с ними оруденение [Беспаев и др., 1988; Вулканогенные…под ред. Яковлева, 1978; Гаськов и др., 2010; Чекалин, Дьячков, 2013]. Мы полагаем, что правильным было бы называть их поствулканическими магматическими образованиями, так как, на всех месторождениях цветных и благородных металлов мира первоисточником является магматический субстрат. С самим вулканизмом связь оруденения всего лишь парагенетическая, вследствие единства первичного исходного магматического очага, сформировавшего рудоносный девонский базальт-риолитовый вулканогенный комплекс пород и руд [Щерба, 2000, Вулканогенные…под. ред. Яковлева, 1978; Гаськов и др., 2010].

Проведенными работами уточнены и конкретизированы ранее известные поисковые критерии. Получены принципиально новые данные, позволяющие, не отступая в целом от общепринятой поствулканической модели, существенно её откорректировать.

Ни одна из гипотез не может полностью и достоверно объяснить возникновения всего многообразия обстановок локализации оруденения. Геологическую информацию следует анализировать всесторонне. Наиболее достоверны первичные геологические материалы, полученные в процессе детальной разведки месторождений. Последующие публикации, нередко осуществляются не по личным наблюдениям авторов, а по сторонним источникам, с интерпретацией видения с позиции приверженности к определённой идее или просто компилированы.

Концепция гидротермально-магматического рудообразования позволяет свести в единое целое существующие взгляды на генезис колчеданно–полиметаллических месторождений Алтая; устранить противоречия и дополнить современными представлениями о субмаринном рудообразовании и последующих динамометаморфических преобразованиях. Модели, на основе концепции, приобретают прогнозное значение (что, собственно и требуется от теоретических разработок). Они позволят определить принадлежность к литологическим уровням рудолокализации рудных тел в зависимости от вероятной глубины формирования. Объём метасоматитов укажет на масштаб оруденения, а наличие геохимических барьеров оценить массу рудоотложения. Зоны гидротермолитов зафиксируют пути поступления флюидов и возможные отложения сульфидов. Предложенная модель рудообразования расширит границы возможной локализации оруденения за пределами известных литолого – стратиграфических уровней в подстилающих толщах, увеличивая перспективы выявления оруденения на новых уровнях.

Практические рекомендации

Разработанные схемы рудообразования перспективны для прогноза оруденения, что позволяет сформулировать ряд поисковых критериев.

1 Главным критерием продуктивного оруденения является установление рудолокализующего уровня, представленного хемогенно-осадочными морскими отложениями, сформированными в межвулканических депрессионных обстановках среднего и верхнего девона от эйфеля по фран в течение 15 млн. лет, нередко интрудированными порфирами и порфиритами. Каждое известное рудное поле (район) содержат месторождения на своих рудоносных хроно-литологических стратоуровнях: нижнее-средне-эйфельский на Риддерском и Змеиногорском рудных полях, средне-верхне-эйфельский в Зыряновском и Прииртышском районах; нижнеживетский в Орловско – Золотушинском районе, Тишинском, Чекмарском и Стрежанском рудных полях; франский на Иртышско-Берёзовском, Камышинском Николаевском и Рубцовско-Таловском рудных полях (рис.2).

В слабометаморфизованных структурах поиски должны быть направлены на вскрытие главных рудолокализующих уровней, мощностью по 200-300 м, перекрывающих кислые вулканиты, потенциально рудоносные до глубин 500-1000 м.

При поиске скрытых рудных тел геохимические, метасоматические и другие прямые поисковые признаки - не эффективны. Поэтому, поиски оруденения на глубине необходимо базировать на детальном анализе геологической ситуации для выбора уровня пересечения. Глубина бурения поисковых скважин зависит от количества рудоносных горизонтов и их интервалов с пересечением всего рудовмещающего среднедевонского разреза. Изучение элементов глубинного строения рудных районов и палеовулканических структур должно сопровождаться геофизическими исследованиями, вдобавок в целях корреляции рудных стратоуровней.

2 При поисковых работах в зонах смятия необходимо учитывать роль пострудных динамометаморфических и магматических процессов, обусловивших отклонение от первоначальных обстановок нахождения объектов и формирование вторичного регенерированного оруденения, контролируемого тектоническими нарушениями и пострудными складчатыми структурами. Оруденение в них представлено крутопадающими маломощными (1–20 м) телами, простирающимися и погружающимися на глубины более 2 км. Поэтому поиски рудных тел в крутопадающих зонах должны осуществляться путем подсечения рудолокализующего уровня по простиранию и падению на указанную глубину.

Крутопадающие рудоносные зоны содержат комплексные ореолы халькофильных элементов - Cu, Pb, Zn, Sb, As, Ba, Ag, Au, Bi, Mo. Ореолы являются надежными поисковыми признаками. Они не широкие в плане, но протяженные по падению и простиранию. Вертикальная зональность в них практически не проявлена. Интенсивность аномалий, их размер, прямо зависят от уровня эрозионного среза и масштаба оруденения, а конфигурацию усложняют тектонические структурные элементы. В большинстве случаев аномалии вытянуты по простиранию зон рассланцевания кливажа и тектоническим нарушениям. Рудные тела, залегающие на глубинах более 300 м, на дневной поверхности ореолов не содержат.

3 Приуроченность большинства залежей полиметаллических руд к области подошвы девонских порфиро-

вых залежей и к фронтальным частям порфировых апофиз служит надежным поисковым признаком позволяющим сузить фронт поисковых работ. Использование данного поискового признака способствовало открытию Артемьевского месторождения в Прииртышье [Беспаев и др., 1977].

Ассоциация руд с порфировыми породами влечет необходимость их изучения. Особого внимания заслуживают сложные порфировые тела с развитием гидротермально - изменённых обломочных разностей типа «эксплозивных брекчий» в апикальных частях. Наличие купольных структур и пачек, так называемых «пестрых пород» подобных «кварцитам» является критерием рудоносности.

4 На участках развития верхнепалеозойских образований, перекрывающих рудолокализующие уровни девонских отложений, необходимо проводить комплекс детальных геофизических исследований методами высокоточной гравиметрии, сейсмики в совокупности с магнитометрическими методами в целях установления глубины залегания контактов и их конфигурации с подстилающим продуктивным горизонтом.

5 Важное научно-практическое значение имеют руднично-геологические материалы, необходимые для решения многих кардинальных проблем геологии и металлогении и, в первую очередь определения стадий образования руд. Необходимо возобновить исследования руд на разрабатываемых в настоящее время Малеевском, Артемьевском, Иртышском, Тишинском и Орловском месторождениях.

Особое внимание следует уделить фациально-литологическому анализу вулканогенных и осадочных толщ девона, выявлению связей оруденения с группами литофаций, уточнению возраста магматических пород, установлению их петрохимических особенностей.

6 Исходя из изложенных представлений о закономерностях размещения колчеданно-полиметаллического оруденения на Рудном Алтае, при возобновлении поисковых геолого-разведочных работ, следует сосредоточится, на недостаточно опоискованных площадях:

в Зыряновском районе на юго-западном фланге Греховского рудного поля (до контакта с гранитами);

в Лениногорском районе в пределах самого Риддерского рудного поля и обрамляющих его зон смятия на востоке северо-восточного фланга Стрежанско-Гусляковской зоны и на западе северного фланга Кедровско-Бутачихинской зоны смятия Снегирихинского рудного района;

в Прииртышском районе на северо-восточное обрамление Иртышской зоны смятия в Рулихинско-Сугатовской и Верхубинско-Орловской зонах расслацевания, на которых рудовмещающими являются среднедевонские вулканогенно и терригенно-осадочные образования лосишинской свиты (рис. 3).

7 Необходимо определится с направлением и методиками поисков в конкретных геологических структурах. Выполнению поисково-разведочных работ должны предшествовать прогнозно-металлогенические исследования, заключающиеся в анализе геологической информации на основе представлений о субмаринном рудообразовании с построением металлогенических реконструкций. При проведении этих работ следует руководствоваться тем, что оруденение имеет тесную пространственную и структурную связь с телами порфировых интрузий, сформированных после завершения основной части вулканизма, и тесно ассоциирующих с осадконакоплением в среднем и верхнем девоне.

Основной задачей на будущее является переоценке фонда геологических материалов с критическим анализом. Особое внимание заслуживает изучение генезиса порфиров в алтайских рудно-магматических системах. Разносторонний подход к вопросам генезиса месторождений данного региона, оценка его предопределяет использование опыта и фактических данных, накопленных в прошлом сторонниками различных генетических концепций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вулканогенно-терригенно-осадочные отложения на Рудном Алтае в девоне накапливались в течение 45 млн. лет, а продолжительность рудоотложения составляла порядка 15 млн. лет. Связь рудообразования с циклами вулканизма неоднозначна. В Зыряновско-Лениногорской подзоне Рудноалтайской структурно-формационной зоны кислый вулканизм проявлен в эмском ярусе нижнего девона, после чего в рифтогенных обстановках происходило накопление мощных толщ осадочных отложений, в которых локализовано богатейшее полиметаллическое оруденение, стадийно сформированное в эйфельском ярусе среднего девона. На флангах Лениногорского рудного района, оруденение приурочено к контактам вулканитов кислого - основного состава эйфеля с алевролитами живета в среднем девоне. В Алейской подзоне явных признаков вулканизма эмс-эйфельского периода не установлено, но в этот период сформировано ряд месторождений в Верхубинском и Орловско-Золотушинском рудных районах, локализованных в терригенно-осадочных отложениях. В Алейской подзоне повсеместно проявлен живетский среднедевонский цикл кислого вулканизма, за которым последовало образование многих полиметаллических и колчеданно-медно-цинковых месторождений Прииртышья и Алтайского края, локализованных в осадочных породах, наложенных на вулканиты и перекрытых базальтами с прослоями алевролитов и риодацитов верхнедевонского возраста. С вулканитами франа и фамена промышленного оруденения не зафиксировано.

Перспективы прироста кондиционных руд связаны с опоискованием флангов и глубоких горизонтов на из-

вестных рудных полях и месторождениях. Поиски слепого полиметаллического оруденения необходимо ориентировать на выявление крупных объектов в Алейской подзоне на нижних литохронологических уровнях. Прогноз обоснован на повсеместном развитии раннедевонского вулканизма и, соответственно, площадного распространения терригенных и осадочных толщ среднего девона, вмещающих самые крупные в регионе Риддер-Сокольное и Зыряновское месторождения. В Прииртышье и Алтайском крае данный стратоуровень рудолокализации опоискован явно недостаточно.

На Риддер-Сокольном месторождении необходимо пройти 1-2 структурно–параметрические скважины в центре рудоносных куполов для оценки оруденения на глубоких горизонтах, возможном на контактах разнородных толщ, в том числе, в апикальной части гранитоидов. Попутно будет решена задача изучения характера рудно-метасоматической и вещественной зональной рудоносной гидротермальной колонны на мощность 2,5-3 км – от подстилающих гранитоидов до конечного геохимического барьера.

Целенаправленное изучение перспективных рудных полей с детальным лито-фациальным анализом рудовмещающих вулканогенно-осадочных и магматогенных образований, несомненно, позволит выявить новые месторождения и будет способствовать укреплению минерально-сырьевой базы горно-металлургического комплекса Восточного Казахстана.

Литература

1. Беспаев Х. А., Николаев Л. Г., Ганженко Г. Д., Тойбазаров М. А. Колчеданно-полиметаллические месторождения Прииртышского района Алма-Ата .1988. 248 с.

2. Беспаев Х.А., Полянский Н.В., Ганженко Г.Д, Дъячков Б. А., Евтушенко О. П., Ли Тянь Дэ. Геология и металлогения Юго-Западного Алтая (в пределах территории Казахстана). Алматы. Гылым. 1997. 288 с.

3. Большой Алтай (геология и металлогения). Металлогения (под ред. Щерба Г. Н.) Алматы. РИО ВАК РК. 2000. Кн. 2.298 с.

4. Бубличенко Н. Л. Стратиграфический контроль в металлогенических процессах на Рудном Алтае. Труды АГМНИИ АН Каз. ССР. 1961, т. X. С. 196-207.

5. Буров П. П., Курек Н. Н. Риддерская группа полиметаллических месторождений Сб. «Большой Алтай». Ленинград. Изд-во АН СССР. 1934. С.121 – 143.

6. Воробьёв Ю. Ю. Геолого-генетические особенности и зональность Иртышского полиметаллического месторождения на Алтае М. Гостехиздат. 1963, 126 с.

7. Волков В. М., Гинатулин А. М., Сахаров И. Т., Чекалова К. А. Орловское рудное поле на Рудном Алтае Алма-Ата. Наука. 1972. 108 с.

8. Вулканогенные колчеданно-полиметаллические месторождения / под ред. Яковлева Г.Ф. – МГУ, 1978. – 278 с.

9. Гаськов И. В., Дистанов Э. Г, Ковалёв К. Р. Закономерности размещения и условия формирования колчеданно-полиметаллических месторождений на территории северо-Западной части Рудного Алтая (Россия). Матер. международной конференции «Большой Алтай – уникальная редкометально золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии» Алматы-Усть-Каменогорск 2010. С. 23-25.

10. Дубатолов В. Н., Дубатолова Ю.А., Козлов М. С., Спасский Н. Я. Биостратиграфия нижнего и среднего девона Рудного Алтая. М..Наука, 1980. С. 4-163

11. Дробышевский М. И. Белоусовское месторождение. Металлогения Казахстана. Рудные формации Алма-Ата. 1978. С. 66-71

12. Иванкин П.Ф., Иншин П.В., Кузебный В.С. Рудные формации Рудного Алтая. Алма-Ата. -Изд-во АН Каз ССР, 1961. 286 с.

13. Попов В. В., Стучевский Н. И., Дёмин Ю. И. Полиметаллические месторождения Рудного Алтая. Москва. ИГЕМ РАН. 1995. 418 с.

14. Посысаев А.Г. О генезисе рудных «валунов» Золотушинского полиметаллического месторождения и о двух этапах оруденения. Труды СНИИГГИМС. Вып. 6. 1961. С. 93-101.

15. Чекалин В. М., Дъячков Б. А. Рудноалтайский полиметаллический пояс: закономерности распределения колчеданного оруденения. Геол. рудн. м-ний. 2013, том 55, №6. С. 513-532.

М.К. СКАКОВ, Н.Е. МУХАМЕДОВ, И.И. ДЕРЯВКО

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОТОТИПА КОРИУМА РЕАКТОРА НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

Аннотация. В настоящей работе выполнялась разработка и отработка способа изготовления слитка прототипного (полученного во внереакторных условиях) кориума быстрого энергетического реактора с последующим экспериментальным определением теплофизических свойств (температуропроводности *a*, удельной теплоемкости C_p и теплопроводности λ) такого кориума при комнатной температуре. Полученные данные по теплофизическим свойствам кориума (расплава конструкционных и топливных материалов активной зоны реактора) будут использоваться в расчетах температурных полей при моделировании процессов по удержанию кориума внутри силового корпуса реактора в условиях развития тяжелой аварии.

Ключевые слова: прототипный кориум ядерного реактора, теплофизические свойства, плавильный тигель, карбидизация материала, диоксид урана, нержавеющая сталь.

Введение

В Институте атомной энергии Национального ядерного центра Республики Казахстан в течение многих лет интенсивно ведутся экспериментальные исследования по проблемам безопасности легководных и быстрых энергетических реакторов в условиях гипотетически возможных тяжелых аварий с плавлением материалов активных зон [1]. При этом в экспериментах, выполненных на внереакторных стендах АНГАРА и ВЧГ-135, получены важные результаты по изучению теплофизических свойств (ТФС) прототипных кориумов легководных энергетических реакторов: разработаны и отработаны технологии изготовления слитков таких кориумов на установке ЛАВА-Б и на стенде ВЧГ-135, технологии изготовления образцов из полученных слитков кориумов, а также методики измерений ТФС у этих образцов на установке УТФИ-2; получены данные по ТФС кориумов при комнатной температуре; построены температурные зави-симости ТФС кориумов различного состава.

Поскольку экспериментальные данные по ТФС кориумов энергетических реакторов чрезвычайно важны и необходимы при моделировании и прогнозировании процессов тяжелых реакторных аварий на АЭС, то начиная с 2016 года в ИАЭ НЯЦ РК на стенде ВЧГ-135 и установке УТФИ-2 проводятся аналогичные работы и по изучению ТФС прототипного кориума быстрого энергетического реактора с натриевым теплоносителем. В связи с чем в настоящей работе будут представлены первые из полученных результатов по разработке и отработке технологии изготовления слитка такого кориума на стенде высокотемпературных испытаний ВЧГ-135 и технологии изготовления образцов из полученного слитка кориума, а также по измерению ТФС у этих образцов на установке теплофизических исследований УТФИ-2 при комнатной температуре.

Изготовление слитка кориума и образцов для измерений ТФС

При разработке технологии изготовления слитка прототипного кориума быстрого энергетического реактора было принято во внимание, что

СКАКОВ М.К.

заместитель Генерального директора РГП НЯЦ РК по науке.

МУХАМЕДОВ Н.Е.

PhD-докторант специальности «Техническая физика» ГУ имени Шакарима города Семей.

ДЕРЯВКО И.И.

ученого секретаря филиала «Институт Атомной Энергии» РГП НЯЦ РК.

плавление шихты из смеси конструкционного (нержавеющая сталь) и топливного (диоксид урана) материала активной зоны этого реактора в графитовом плавильном тигле, будет осуществляться путем высокочастотного нагрева тигля, установленного внутрь витков водоохлаждаемого индуктора в рабочей камере стенда ВЧГ-135. Поэтому технология изготовления слитка прототипного кориума будет тесно связана с особенностями плавления шихты в графите, нагреваемом до очень высокой температуры (до температуры, превышающей температуру плавления ($T_{пл}$) диоксида UO_2, которая составляет 2867 °С [2]).

Эта особенность состоит в том, что графитовый материал имеет следующий существенный недостаток: при нагревании он испаряется, причем тем интенсивнее, чем выше температура нагрева. В связи с этим материалы шихты в графитовом тигле начнут карбидизироваться задолго до начала их плавления, и в составе полученного слитка кориума окажется значительное количество простых и сложных карбидов, которых не должно быть в реальном кориуме.

Очевидно, что для получения «чистого» кориума необходимо создать между тиглем и материалами плавления некий барьер для их защиты от карбидизации. Следует отметить, что в ранее разработанной и отработанной технологии изготовления слитков кориумов легководных реакторов в качестве такого барьера использовался [3] тонкий (~50 мкм) слой карбида циркония, наплавленного на внутреннюю поверхность тигля, что позволяло получать «чистый» прототипный кориум легководного реактора при нагреве тигля с шихтой до температур порядка 2600 °С.

Задача создания защитного барьера на внутренней поверхности графитового тигля при изготовлении слитка кориума быстрого реактора была решена путем размещения внутри тигля вставки из карбида тантала. Суть этого решения [4] заключалась в следующем. Вначале из листа тантала толщиной 0,8 мм с использованием аргонодуговой сварки изготавливают стакан, затем из пористого графита, например из графита марки ГМЗ (пористость около 30 %), вытачивают тигель с внутренним диаметром, равным внешнему диаметру стакана, и глубиной внутренней полости, равной высоте стакана, и вставляют танталовый стакан в полость графитового тигля.

После этого заполняют стакан пенографитом и закрывают тигель графитовой крышкой, имеющей в центре сквозное вертикальное отверстие для визирования пирометром. Подготовленную таким образом сборку теплоизолируют графитовым войлоком и помещают внутрь индуктора стенда ВЧГ-135 для осуществления сначала дегазационного, а затем и карбидизационного отжига.

Дегазационный отжиг сборки проводят при температуре 800 °С в вакууме с остаточным давлением 0,1 кПа в течение 30 мин, а карбидизационный отжиг выполняют в гелии под давлением 0,13 МПа в два этапа: сначала при температуре 2500 °С в течение 60 мин, а затем при температуре порядка 2900 °С в течение 10 мин. Температура 2500 °С на первом этапе карбидизационного отжига (где начинается и заканчивается процесс карбидизации тантала – процесс перехода тантала в карбид тантала по механизму реакционной диффузии углерода в металл) выбрана с учетом того, что она находится гарантированно ниже $T_{пл}$ эвтектики Ta-Ta_2C, составляющей 2830 °С в соответствии с диаграммой состояния системы тантал – углерод [5], показанной на рисунке 1.

Длительность отжига на этом этапе выбрана на основании результатов тестовых экспериментов, из которых следовало, что после одночасового отжига среднемассовый состав карбидизированного тантала, по данным рентгеноструктурного анализа, близок к $TaC_{0,9}$. Именно такой состав достехиометрического карбида тантала обладает максимальной $T_{пл}$ для всей области гомогенности этого соединения (см. рисунок 1).

Температура 2900 °С на втором этапе карбидизационного отжига (где в течение 10 минут происходит в основном только выравнивание состава карбида по сечению стенки карбидизированного изделия) выбрана для контроля достигнутого эффекта карбидизации: отсутствие плавления карбидизированного стакана при этой температуре будет означать

возможность использования графитового тигля с защитным стаканом внутри для изготовления слитка прототипного кориума путем плавления шихты при температурах порядка 3000 °С.

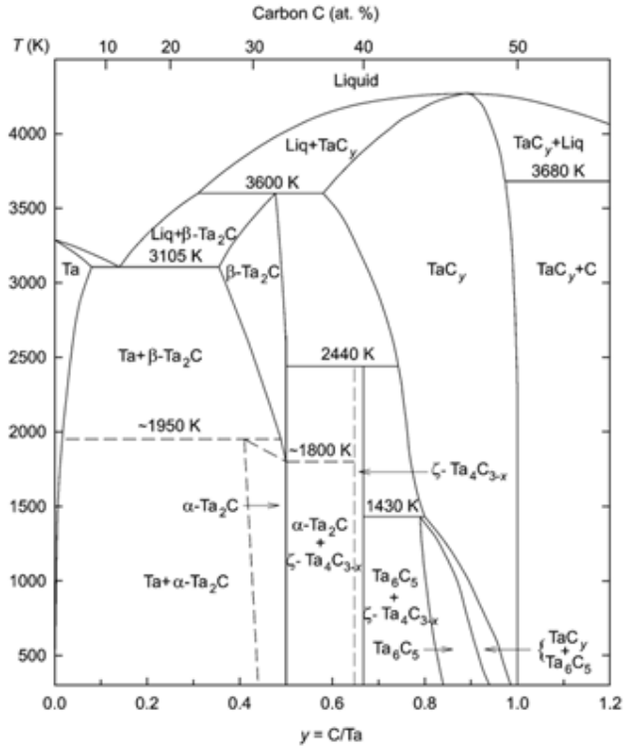


Рис. 1. Диаграмма состояния системы тантал – углерод

С использованием указанной технологии создания защитного барьера были изготовлены тигли с TaC-вставками для выполнения эксперимента по изготовлению слитка прототипного кориума (10-минутный карбидизационный отжиг этих тиглей при температуре 2900 °С показал вполне приемлемое состояние защитного слоя в тиглях). Изготовление слитка прототипного кориума было осуществлено на стенде ВЧГ-135 в одном из графитовых плавильных тигле с защитной вставкой (рисунок 2а). Шихта, загруженная в этот тигель (рисунок 2б), содержала 135 г диоксида UO_2 (в форме мелких фрагментов спеченных таблеток) и 8,5 г нержавеющей стали Х16Н15М3Б (в виде фрагментов оболочек твэлов реактора БН-350). Перед выполнением плавления шихты была проведена откачка рабочей камеры в течение 30 мин до давления 0,1 кПа при температуре 700 °С, после чего был осуществлен разогрев шихты в аргоне под давлением 1,3 МПа при температуре 2850 °С в течение 10 мин. Результат плавления шихты (результат изготовления слитка кориума) показан на рисунке 2в.

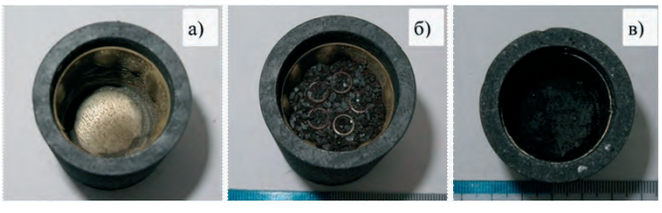


Рис. 2. Этапы изготовления слитка прототипного кориума

а) тигель с TaC-вставкой; б) тигель со вставкой и шихтой; в) тигель со слитком кориума

Последовательность изготовления образцов из полученного слитка кориума включала продольную разрезку тигля в диаметральной плоскости (рисунок 3а), высверливание с помощью трубчатого сверла с абразивным наконечником кернов кориума в форме цилиндров диаметром ~11 мм (рисунок 3б), вырезку из кернов дисковых образцов толщиной ~4 мм с плоскопараллельными торцами, шлифовку и полировку торцовых поверхностей образцов (рисунок 3в).

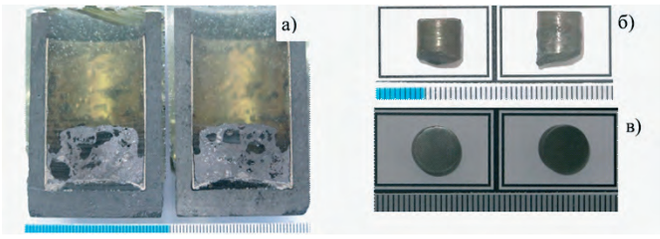


Рис. 3. Этапы изготовления образцов прототипного кориума

а) тигель с кориумом в разрезе; б) керны для образцов; в) готовые образцы

Следует отметить, что повышенная макропористость полученного слитка прототипного кориума, что хорошо видно на рисунке 3а, не позволила изготовить из него более двух образцов для измерений ТФС этого кориума.

Методика и результаты измерений ТФС кориума

Измерения ТФС у подготовленных дисковых образцов прототипного кориума были проведены на установке УТФИ-2 с использованием методики [6], основанной на известном методе тепловой вспышки. Сущность методики заключалась в нагреве одного из торцов плоского дискового образца кратковременным воздействием теплового импульса и регистрации временной зависимости температуры T = f(τ) на противоположном торце образца. Применялась схема измерений с двумя образцами, один из которых являлся основным (исследуемым), а другой вспомогательным (рисунок 4). В качестве вспомогательного образца использовался дисковый образец, изготовленный из таблетки спеченного диоксида UO_2. Тепловой импульс создавался электрическим нагревателем, расположенным между исследуемым и вспомогательным образцами.

По этой методике необходимо получить термограмму исследуемого образца (рисунок 5) и определить с ее помощью такие параметры образца, как перегрев ΔT (разность между начальной и максимальной температурами образца) и время $\tau_{1/2}$ – время достижения половины максимальной температуры поверхности образца.

Эти параметры позволяют рассчитать искомые значения температуропроводности *a*, удельной теплоемкости C_p и теплопроводности *λ* исследуемого образца. Действительно, для расчета *a* необходимо знать только $\tau_{1/2}$ и толщину образца L, так как температуропроводность *a* равна $1{,}38 \cdot L^2/(\pi^2 \tau_{1/2})$, для расчета C_p – только ΔT, массу образца M и энергию электрического импульса Q, поскольку удельная теплоемкость C_p равна Q/(M·ΔT), а для расчета *λ* – только плотность образца ρ, так как теплопроводность *λ* равна произведению $a \cdot C_p \cdot \rho$.

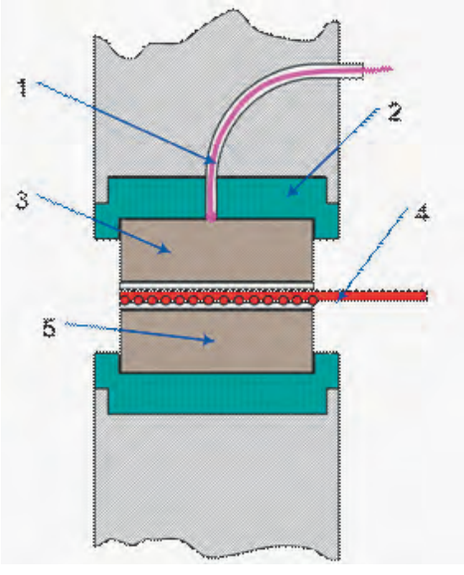


Рис.4. Схема размещения образцов в установке УТФИ-2

1 – термопара; 2 – теплоизоляция; 3 – исследуемый образец; 4 – нагревательный элемент; 5 – вспомогательный образец

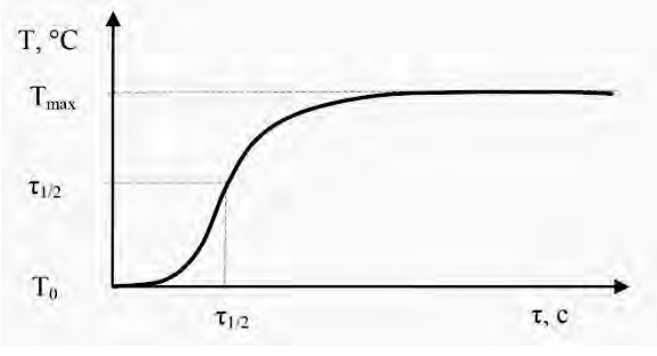


Рис. 5. Характерный вид термограммы исследуемого образца

Для определения теплофизических свойств у основного (исследуемого) образца вначале проводятся расчеты его объемной плотности ρ по результатам измерений его массы M, толщины L и диаметра D, а затем и расчет значений *a*, C_p и *λ* в предположении выполнения условия близости геометрических и структурных параметров основного и вспомогательного образцов. Результат измерений ТФС у каждого образца находится путем усреднения результатов обработки трех его термограмм, погрешность измерений рассчитывается как стандартное отклонение (среднее квадратическое отклонение отдельного измерения от средней величины).

В таблице 1 приведены результаты определения толщин, диаметров, масс и плотностей у трех образцов, использованных при измерениях ТФС в качестве основных и вспомогательного. Из таблицы хорошо видно, что условие близости геометрических и структурных параметров основных и вспомогательного образцов при измерениях ТФС выполнено полностью: геометрические размеры, массы и плотности у образцов кориума и диоксида урана в пределах погрешностей измерений практически совпадают. Выполнение этого условия обеспечило максимальное снижение систематической погрешности в представленных в таблице 2 результатах измерений ТФС прототипного кориума, полученных по указанной методике в условиях установки УТФИ-2.

В дополнение к измерениям ТФС у двух образцов прототипного кориума были выполнены также измерения ТФС у образца диоксида UO_2 (участвовавшего ранее в качестве вспомогательного образца в измерениях ТФС у образцов кориума). Результаты измерений температуропроводности *a*, удельной теплоемкости C_p, и теплопроводности λ у этого образца составили соответственно (3,08 ± 0,07) 10^{-6} м²/с, (236 ± 6) Дж/(кг К) и (7,4 ± 0,15) Вт/(мК). Полученные значения ТФС оказались очень близкими к значениям ТФС у образцов кориума, что естественным образом связано с близостью составов у образцов кориума и диоксида урана, поскольку состав исследуемого прототипного кориума – это диоксид урана и 6 % нержавеющей стали.

Заключение

Выполнен комплекс работ по изучению теплофизических свойств прототипного кориума быстрого энергетического реактора, включающий разработку и отработку способа подавления процессов карбидизации шихты в графитовом плавильном тигле при изготовлении кориума на стенде ВЧГ-135, изготовление образцов кориума применительно к условиям установки УТФИ-2 и измерение ТФС у этих образцах при комнатной температуре. На основании результатов выполненных работ сделаны следующие общие выводы:

– впервые осуществлено изготовление прототипного кориума быстрого энергического реактора с натриевым теплоносителем;

– впервые получены данные по теплофизическим свойствам такого кориума при комнатной температуре;

– полученные данные по ТФС будут в дальнейшем

Таблица 1. **Результаты измерений параметров образцов кориума и UO_2**

Обозначение образца	L, мм	D, мм	M, г	r
№1 (основной)	4,09 ± 0,01	10,70 ± 0,01	3,72 ± 0,01	10,1 ± 0,2
№2 (основной)	4,13 ± 0,01	10,89 ± 0,07	3,981 ± 0,001	10,00 ± 0,04
UO_2 (вспомогательный)	4,02 ± 0,01	10,96 ± 0,01	3,87 ± 0,01	10,20 ± 0,02

Таблица 2. **Результаты измерений ТФС у образцов кориума**

Образец	*a*, 10^{-6} м²/с	C_p, Дж/(кгЧ	l
№1	2,8 ± 0,11	230 ± 10	6,5 ± 0,17
№2	3,00 ± 0,02	227,1 ± 0,5	6,81 ± 0,04

использоваться как исходные при построении температурных зависимостей ТФС прототипного кориума быстрого реактора в требуемом диапазоне температур.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного учреждения «Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан» в рамках проекта 2065/ГФ4 «Исследование теплофизических свойств расплава активной зоны быстрого энергетического реактора» 2015 – 2017 гг.

Список использованных источников:

1 Назарбаев Н.А., Школьник В.С., Батырбеков Э.Г. и др. Проведение комплекса научно-технических и инженерных работ по приведению бывшего Семипалатинского испытательного полигона в безопасное состояние. – Павлодар: «Дом Печати», 2016. – Т. 3. – 596 с.

2 Годин Ю.Г., Тенишев А.В., Новиков В.В. Физическое материаловедение, том 6, часть 2. Ядерные топливные материалы. – М.: МИФИ, 2008. – 604 с.

3 Бакланов В.В., Скаков М.К., Жданов В.С. и др. Способ нанесения защитного барьерного покрытия из карбида циркония на внутреннюю поверхность графитового тигля. – Инновационный патент РК на изобретение №30667, бюлл. №12 (I), опубл. 15.12.2015.

4 Скаков М.К., Мухамедов Н.Е., Дерявко И.И. и др. Способ создания защитного барьера из карбида тантала внутри графитового плавильного тигля. – Заявление о выдаче патента РК на полезную модель, рег. №2016/0161.1.

5 Hackett K., Verhoef Sh., Cutler R., and Shetty D., 2009. Phase Constitution and Mechanical Properties of Carbides in the Ta–C System. J. Am. Ceram. Soc., 92 [10] 2404–2407.

6 Жданов В.С., Бакланов В.В., Саблук В.В. и др. Методика определения теплофизических свойств образцов перспективного топлива для ВВЭР // Международная конференция: Ядерная энергетика Республики Казахстан. – Курчатов, 2009. – С. 150-156.

ФАЗЫЛОВ Е.М., ПРИХОДЬКО Д.Е., МУСИНА Э.С.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАЗАХСТАНСКОГО УЧАСТКА ШЕЛКОВОГО ПУТИ ЧЕРЕЗ КАНАЛ «ЕВРАЗИЯ» И АНАЛИЗ СВЯЗАННЫХ С НИМИ РИСКОВ

Рассмотрены вопросы инженерно-геологического строения районов проектируемых железнодорожных веток Коргас – Актау и Достык – Актау, как составных частей мультимодального транзитного коридора «Порт Ляньюньган – Коргас и Достык – порт Актау – канал «Евразия» - черноморские порты России» (далее – «Шелковый путь через канал «Евразия»). Выделены неблагоприятные факторы, которые могут оказать отрицательное воздействие в процессе их строительства и эксплуатации. Рассмотрены возможные риски и вероятная степень их опасности. Наиболее опасными представляются сильные землетрясения, селевые потоки, миграция незакрепленных песков и сильно просадочные лессовые породы. Показано, что все опасности находятся в области допустимых рисков, периодичность их возникновения охватывает большие периоды и часто они имеют локальное распространение. Причем наиболее опасные процессы и явления большой степени интенсивности проявляются крайнее редко. В целом инженерно геологические условия благоприятны для строительства данных транспортных магистралей.

Вхождение Республики Казахстан до 2030 г. в число наиболее развитых государств мира предполагает опережающее развитие транспортного комплекса страны. При этом особое внимание уделяется развитию транзитных перевозок.

Наибольшее распространение в Казахстане имеют железнодорожный и автомобильный транспорт, наименьшее водный транспорт и трубопроводный, получивший развитие в западных областях республики, где расположены крупные месторождения нефти и газа.

Железнодорожный транспорт имеет для республики стратегическое значение. Эксплуатационная длина железных дорог Казахстана составляет в настоящее время 14,8 тыс. км, в том числе двухпутных линий – 4,9 тыс. км (33%), электрифицированных линий – 4,2 тыс. км (28%). Доля железнодорожного транспорта в общем грузообороте страны составляет около 49%, но на перевозку груза приходится только около 9%.

На севере территорию государства пересекают три сибирские магистрали: Транссибирская - через г. Петропавловск; Южносибирская - через Астану - Павлодар на Барнаул; и Среднесибирская - через Кустанай - Кокшетау и далее на Барнаул. Огромное значение в перевозке грузов имеют крупные казахстанские магистрали: Оренбург - Ташкент, Турксиб, Трансказахстанская (Петропавловск - Моинты - Шу). От всех крупных железнодорожных магистралей отходят пути, соединяющие промышленные узлы Казахстана: Астана - Павлодар, Есиль - Аркалык, Атырау

- Октябрьск - Орск, Озень - Актау - Атырау, Отрар - Жанабай и др. За последние годы завершено строительство моста через Ертис в Семее и важнейшей железнодорожной линии Алтынсарино - Хромтау и Аксу - Дегелен. Огромное значение имеет строительство железных дорог: Ералиево - Курык, Мангыстау - Баутино, Хоргос - Жетыген и др. С вводом магистрали, соединяющей Казахстан с Китайской Народной Республикой, появилась возможность налаживания перевозок через Китай в страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Основными странами назначения транзитных грузопотоков через Казахстан являются страны Центральной Азии – 87% (Узбекистан – 36%, Кыргызстан – 19%, Афганистан – 13%, Таджикистан – 11%, Туркменистан – 8%), в то время как на Россию и Китай приходится по 5% .

Международные грузоперевозки являются неотъемлемой и крайне важной составляющей для развития экономики всех стран. В мае текущего года в Пекине состоялся Форум международного сотрудничества «Один пояс и один путь», на котором был проведен обмен мнениями в рамках консультаций для решения вопросов глобальной и региональной экономики и создание совместной платформы для сотрудничества на уровне глав государств, в том числе Казахстана, России и Китая.

Поэтому в настоящий момент строительство железнодорожных веток Коргас – Актау и Достык – Актау и канала «Евразия» является приоритетной задачей, направленной на увеличение грузопотока из стран Азии в Европу и далее по всему миру.

При осуществлении сообщения между Европой и Китаем через Казахстан, расстояние перевозок уменьшается в два раза по сравнению с морским путем и на тысячу километров по сравнению с транзитом по территории России.

С учетом строительства железнодорожной линии «Жезказган – Бейнеу» будет создан железнодорожный коридор «Восток – Запад», протяженностью 988 км с основными точками входа грузов на станциях «Достык» и «Алтынколь», который позволит сократить расстояние транзитных перевозок до 1 200 км от станций «Достык» и «Алтынколь» в морской порт Актау.

В настоящее время прорабатывается вопрос по созданию индустриально-логистического хаба в специальной экономической зоне «Коргас – Восточные ворота», решающий вопрос о технологической увязке специальной экономической зоны, железнодорожной линии «Коргас – Жетыген» и автомагистрали «Западная Европа – Западный Китай». Это позволит превратить ее в крупный перевалочный узел для продвижения грузов между Китаем, странами Таможенного союза и Центральной Азии, обеспечения эффективного осуществления деятельности на территории Международного центра приграничного сотрудничества «Коргас»

Введение в эксплуатацию «Шелкового пути через канал «Евразия» очень актуально для развития международных торговых отношения для стран Азиатского региона, Евросоюза и всего мира.

Для территории Республики Казахстан принята схема инженерно-геологического районирования, на которой она разделена на регионы I и II порядков (рисунок 1). В соответствие с ней магистральная железнодорожная трасса Коргас – Актау начинается от границы с Китаем и проходит сначала по Илейской впадине орогенного пояса Казахстана вдоль Жетысуского Алатау, затем параллельно горам Северного Тянь-Шаня (Илейского Алатау), по Шу-Сарысуской впадине (Туранская плита), пересекает хребет Каратау и далее по Сырдариинской впадине, Торгайскому прогибу (Северное Приаралье) и Мангыстау – Устиртскому региону Туранской плиты до берега Каспийского моря (порт Актау).

Ветка магистрали Достык – Актау также начинается от китайской границы (станция Достык) и протягивается от нее в северо-западном направлении по Алакольской впадине Орогенного пояса Казахстана в сторону озера Балкаш, затем проходит по территории Казахстанского щита (Прибалкашский регион, затем Центрально-Казахстанский). Далее она пересекает всю Туранскую плиту – соответственно Шу-Сарысускую впадину, Торгайский прогиб и в Северном Приаралье соединяется с трассой Коргас – Актау.

Таким образом, сфера проектирования данных магистралей включает следующие инженерно-геологические регионы I порядка: Орогенный пояс Казахстана (Илейская и Балкаш-Алакольская впадины, регионы II порядка); Казахстанский щит (Прибалкашский и Центрально Казахстанский регионы II порядка) и Туранскую плиту (Шу-Сарысуский, Сырдариинский, Торгайский и Мангыстау-Устиртский регионы II порядка).

Анализ инженерно-геологических рисков

Объективная оценка инженерно-геологических условий по маршруту трасс является одной из важных задач, так именно эти сведения лягут в основу для инженерных расчетов по строительству этих объектов. Правильный учет всех отрицательных факторов и разработка комплекса эффективных мероприятий по степени негативного их воздействия позволит значительно снизить финансовые затраты при производстве строительных работ и эксплуатации, и обеспечить бесперебойную работу проектируемых железнодорожных магистралей.

В международной практике используются различные методики и компьютерные программы для оценки рисков, возникающих при осуществлении различных проектов. При этом применяется следующая терминология:

Риск (risk) - это деятельность, связанная с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятность достижения предполагаемого результата, неудачи и отклонения от цели.

В общем случае под риском понимают возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой различного рода потери (например, получение физической травмы, потеря имущества, получение доходов ниже ожидаемого уровня и т.д.).

Анализ рисков - процедуры выявления факторов рисков и оценки их значимости, по сути, анализ вероятности того, что произойдут определенные нежелательные события и отрицательно повлияют на достижение целей проекта. Анализ рисков включает оценку рисков и методы снижения рисков или уменьшения связанных с ним неблагоприятных последствий.

Инженерно-геологические регионы I порядка: А - Орогенный пояс Казахстана, Б – Казахстанский щит, В - Западно-Сибирская плита, Г – Алтае Саянский, Д – Туранская плита, Е – Восточно-Европейская платформа, Ж – Уральская складчатая система. Инженерно-геологические регионы II порядка: А-I – Северо-Тяньшаньский, А-II – Илийский, А-III – Балкаш-Алакольский, А-IV - Жонгарский, А-V - Шынгыз-Тарбагатайский, А-VI - Ертис-Жайсанский, А-VII – Рудно-Алтайский; Б-I – Центрально-Казахстанский, Б-II – Прибалхашский; В-I - Тобыл-Ертисский, В-II – Приертисский; Г-I – Горно-Алтайский; Д-I - Шу-Сарысуский, Д-II – Сырдариинский. Д-III – Торгайский, Д-IV - Мангыстау-Устюртский; Е-I – Прикаспийский, Е-II – Русская плита; Ж-I – Приуральский, Ж-II – Мугалжарский. Красной линийе показаны железнодорожные магистрали Коргас – Актау и Достык – Актау.

Рисунок 1 – Карта инженерно-геологического районирования территории Республики Казахстан

Анализ рисков можно подразделить на два взаимно дополняющих друг друга вида: качественный и количественный. Качественный анализ имеет целью определить (идентифицировать) факторы, области и виды рисков. Количественный анализ рисков должен дать возможность численно определить размеры отдельных рисков и риска предприятия в целом.

Оценка рисков - это определение количественным или качественным способом величины (степени) рисков.

Управление рисками - это процессы, связанные с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, которые включают максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рисковых событий.

Риск-менеджмент представляет собой систему управления риском и экономическими (финансовыми) отношениями, возникающими в процессе этого управления, включая в себя стратегию и тактику управления риском.

При обосновании проекта по строительству железнодорожных магистралей Достык – Актау и Коргас – Актау оценка рисков, связанных с инженерно-геологическими особенностями районов трассы, имеет одно из приоритетных значений.

Основными чертами риска при проектировании является альтернативность, т.е выбора самого оптимального варианта трасс. В нашем случае проводится анализ инженерно-геологических условий схемы магистралей предложенной Институтом географии, которая, по их мнению, отвечает всем географическим, геоморфологическим, экологическим и экономическим аспектам. При этом имеется и неопределенность, связанная с неполнотой и неточностью инженерно-геологической информации, как по отдельным участкам, так и по проявлению тех или иных неблагоприятных экзогенных и эндогенных процессов. Это обусловливается тем, что статистики по частоте проявлений и интенсивности этих процессов практически нет. Для создания такой базы статистических данных необходимы наблюдения на протяжении десятков, а то и сотен лет, так как такие процессы происходят довольно редко, с разной интенсивностью и всегда проявляются в разных местах. Поэтому ситуация риска (это разновидность ситуации неопределенности, когда наступление событий вероятно и может быть определено) при имеющихся данных оценена быть не может, так как природные процессы и связанные с ними стихийные бедствия, зачастую носят спонтанный характер (землетрясения, ураганы, наводнения, засухи, аномально холодные зимы, обильные атмосферные осадки и др.).

Факторами рисков, обусловленных особенностями инженерно-геологическим условиями регионов, являются спонтанные проявления геологических, тектонических, геофизических, климатических и экологических процессов, возникновение, интенсивность и продолжительность которых пока не может быть спрогнозирована. В этой связи конструктивный аспект функции риска заключается в правильности выбора трассы магистралей, которые должны максимально обходить места, в которых возникновение неблагоприятных инженерно-геологических проявлений наиболее вероятны.

Качественный анализ рисков проводится в несколько этапов:

1 Идентификация (определение) возможных рисков;

2 Описание возможных последствий (ущерба) реализации обнаруженных рисков и их стоимостная оценка;

3 Описание возможных мероприятий, направленных на уменьшение негативного

влияния выявленных рисков, с указанием их стоимости;

4 Исследования на качественном уровне возможности управления рисками

инвестиционного проекта:

- диверсификация риска;
- уклонение от рисков;
- компенсация рисков;
- локализация рисков.

В сферу инженерно-геологического проектирования входят первые три пункта. Главным мероприятием, направленным на уменьшение негативного влияния эти процессов является обоснованный выбор трассы магистралей, проходящий по наиболее безопасным в этом отношении районам. Кроме того, существует много строительных технологических методов, позволяющих устранить большинство этих рисков: строительство защитных инженерных сооружений (дамб для отвода воды и др.), посадка деревьев вдоль трассы, укрепление слабых несвязных грунтов (цементация, битуминизация, пропитка жидким стеклом), изоляция водоносных горизонтов, укрепление стенок откосов и возвышенностей и др. Все эти мероприятия разрабатываются

для каждого конкретного случая на локальных участках в процессе их инженерного проектирования.

Анализируя инженерно-геологические условия проектируемых транспортных линий можно сделать следующие выводы:

Трассы железнодорожных магистралей проходят по равнинным территориям – предгорным и межгорным впадинам, плато Устирт и Мангыстау. Все они сложены преимущественно рыхлыми мезозой-кайнозойскими породами – глинами, суглинками, супесями, алевритами и песками [1-11]. Непосредственно вблизи горных сооружений гранулометрический состав возрастает, и здесь встречаются грубообломочные толщи, состоящие из гравия, галечника, щебня и даже валунов. Это в основном конуса выноса аллювиального генезиса, а также селевых потоков. Все эти грунты в целом благоприятны для прокладки железнодорожных путей и особых трудностей при строительстве и эксплуатации дороги не вызовут. Исключением являются только площади распространения лессов и лессовидных суглинков, характеризующиеся значительными просадками, что может привести к негативным результатам, если при проектировании не предусмотреть систему мероприятий по их устранению. Второй отрицательной составляющей являются эоловые незакрепленные пески, обладающие довольно высокой степенью мобильности и способные перемещаться при сильных ветрах на несколько метров в сутки. Но решение задачи по их закреплению в инженерном отношении не вызывает трудностей.

На физическое состояние несвязных и слабо связных грунтов сильно влияет и климатический фактор. Аномально холодные зимы и аномально жаркие летние периоды, а также обильные осадки в виде дождя и снега сильно изменяют состояние грунтов, вызывая размокание глин, эрозию, дефляцию, просадки, карстовые процессы, суффозию, образование солончаков, такыров, падение или наоборот подъем уровня воды в реках и озерах, образование селевых потоков и др. негативные явления.

В Центрально-Казахстанском, Прибалкашском регионах, а также при пересечении хребта Каратау развиты скальные грунты палеозойского и протерозойского возраста, которые в инженерно-геологическом отношении являются очень устойчивыми. Рельеф в этих регионах полого-холмистый и равнинный.

Из современных инженерно-геологических процессов, проявление которых может негативно сказаться на строительстве и эксплуатации железнодорожных магистралей можно выделить следующие [5, 6, 9]:

- Илейский регион: селевые потоки, эрозия, просадочность лёссовых пород, дефляция и переотложения песчано-пылеватого материала, засоление и заболачивание Илейской впадины;

- Балкаш - Алакольский регион: эрозия, просадка лессовых грунтов, абразия берегов озер и рек, падение уровня воды в озере, подтопление ранее осушенных территорий;

- Центрально - Казахстанский регион: плоскостная эрозия, речная эрозия, эоловые процессы, образование солончаков, такыров, карста;

- Торгайский регион: денудация, дефляция, речная и овражная эрозия, суффозия, засоление грунтов, образование оползней;

- Шу-Сарысуский регион: эрозия, дефляция, переотложение песчаного материала, затопление, просадка грунтов, обрушение берегов, заболачивание и засоление;

- Сырдариинский регион: дефляция, выветривание, засоление и заболачивание, эрозия, гравитационные, суффозионно-карстовые и эоловые процессы, абразия берегов водохранилищ, просадочные явления в лессовых породах, образование такыров;

- Мангыстау - Устиртский регион: карст, оползневые явления, такырообразование, засоление грунтов, выветривание пород, эоловые, селевые, эрозионные процессы, просадка лессовидных пород.

Количественный анализ рисков инвестиционного проекта предполагает численное определение величин отдельных рисков и риска проекта в целом. Количественный анализ базируется на теории вероятностей, математической статистике, теории исследований операций.

Для получения количественной характеристики анализа рисков необходимо описать как можно больше возможных вариантов событий в будущем, соответствующих данному риску и определить вероятность наступления каждого из этих вариантов (случайных событий).

Вероятность наступления события (вероятная мера риска) может быть определена объективным или субъективным методом. Последний базируется на использование субъективных критериев, основанных на различных предположениях; к ним могут относиться суждения принимающего решение, его личный опыт, оценка эксперта, консультанта и т.д. и, поэтому, в нашем случае не подходит.

Прямой вероятностный (статистически) метод, основанный на вычислении относительной частоты, с которой происходит случайное событие: если в n испытаниях случайное событие наблюдается m раз, то его вероятность находится по формуле:

$$p = m / n$$

При этом следует учитывать следующие ограничения:

- pi = 1, то есть сумма вероятностей всех событий равна 1;

- 0 <= pi < 1, вероятность отдельного события должна быть больше или равна 0 и меньше 1.

Этот метод является наиболее предпочтительным в том случае, когда имеется обширная и достаточно надежная информация об истории оцениваемого объекта. Как было указано выше точных статистических данных по времени проявления, интенсивности и продолжительности тех или иных инженерно-геологических процессах, которые могут неблагоприятно отразиться на строительстве и эксплуатации железнодорожных магистралей пока нет, т.к. для этого нужны специализированные наблюдения в течение десятков, а то и сотен лет. Однако какие-то приблизительные данные все же можно использовать для таких расчетов. Так катастрофические землетрясения случаются в Южном Казахстане примерно раз в сто лет.

$$P = 1:100 = 0,01$$

Многие экзогенные геологические процессы зависят от изменений климата, который, как известно, имеет циклические вариации. В литературе приводятся различные цифры продолжительности климатических циклов. Так одни исследователи указывают, что минимальные циклы колебания климатических условий составляют 12 лет, а более высокого порядка 60 лет. Другая группа ученных утверждает, что приблизительно каждые 30-45 лет условия климата заметно меняются. В последнее время вариации климата связывают с солнечной активностью, которая также циклически изменяется каждые 11 лет. Имеющиеся далеко неполные и приблизительные данные показывают, что в пределах проектируемых трасс довольно редко происходят негативные экзогенные инженерно-геологические процессы средней силы, не более 1-2 за минимальный цикл.

Периоды вращения планет Юпитер Сатурн вокруг Солнца длятся соответственно 12 лет и 30 лет. «Наименьшее общее кратное» для 12 и 30 равно 60. То есть взаимосвязанное движение Юпитера и Сатурна образует 60-летний цикл, вначале которого обе планеты соединяются (между ними 0 градусов углового расстояния), затем угловое расстояние между ними растёт до максимума (между ними 180 градусов), затем уменьшается опять до их соединения, которое происходит через каждые 60 лет. В те моменты, когда обе планеты находятся по одну сторону от Земли и на одной линии их суммарное гравитационное поле оказывают максимальное воздействие на нашу планету. И наоборот, когда они находятся на одной линии, но по разные стороны от Земли это воздействие минимальное. Установлено, что эта цикличность оказывает большое влияние на нашу планету, в том числе на изменение климата и проявления различных эндогенных процессов – усиление вулканической и тектонической деятельности. Кроме того, круговой оборот нашей солнечной системы вокруг оси составляет 12 лет.

Поэтому для расчетов возьмем приведенные выше цифры в 12 и 60 лет,

$$P = 1 : 12 = 0{,}08 \text{ или } P = 2 : 12 = 0{,}16 \text{ (редко)};$$

Катастрофические события возникают не более 1 раза за 60 лет.

$$P = 1 : 60 = 0{,}016;$$

Приведенные цифры являются спорными и весьма приблизительными, по причине отсутствия достоверных статистических данных. В любом случае результаты намного меньше единицы, и свидетельствуют о том, что негативные процессы происходят довольно редко. К этому следует добавить локальный характер их проявления. Например, селевые потоки вырываются из горных ущелий и образуют конусы выноса лопастеобразной формы шириной от нескольких десятков метров, редко до первых километров. Оползневые явления приурочены к склонам возвышенностей и обычно размеры их оцениваются в несколько десятков, реже сотен квадратных метров. Наиболее масштабные по площади распространения являются просадки лессовидных грунтов и эоловая аккумуляция и перемещение песчаных дюн и барханов – десятки и сотни квадратных километров.

Многие инженерно-геологические риски связаны между собой и возникновение одного из них может вызвать и проявление несколько других. Например, подъем уровня воды в водоемах вызывает абразию (размыв) берегов. Интенсивные проливные дожди приводят к размоканию глин и просадкам лессовых пород, а в отдельных случаях, в горных областях возникают селевые потоки.

При анализе перспективных рисков учитывались следующие моменты:

- время возникновения и продолжительность;
- основные факторы возникновения;
- характер последствий (негативных);
- район возникновения и площадь охвата негативным явлением.

По классификации риски, возникающие в результате инженерно-геологических процессов относятся к производственным (неблагоприятное воздействие природной среды на процессы строительства и эксплуатации железнодорожных магистралей). Но при их возникновении возникают и другие риски – коммерческий, финансовый и страховой. Кроме того может возникнуть и ситуация технико-производственного риска – нанесения ущерба окружающей среде (экологический риск); возникновение аварий, пожаров, разрушение магистралей; риск нарушения функционирования магистралей и др.

В зависимости от последствий проявления негативных инженерно-геологических процессов, зависящих от интенсивности и продолжительности их воздействия на объекты, риски разделяются на:

- допустимый риск – имеются нарушения (локальные), исправление которых не превышают размер ожидаемой прибыли;
- критический – образуются нарушения (охватывающие значительные участки), при этим ремонтные работы превышают размер прибыли;
- катастрофические (региональные) – в результате возникновения которых трассы перестают функционировать.

Для того, чтобы, как можно, большее количество рисков свести к категории допустимых необходимо на стадии проектирования предусматривать альтернативность вариантов трасс, обходящих места с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями.

Таким образом, суммируя вышесказанное, можно сказать, что в целом трассы железнодорожных магистральных линий Коргас – Актау и Достык – Актау спроектированы в инженерно-геологическом отношении в соответствие с действующими инструкциями [12, 13, 14, 15, 16]. и полностью отвечают строительным нормам и правилам СНИП РК 3.03-01-2001, Республики Казахстан [17] и СНИП 32-01095 Российской Федерации [18]. Большая часть участков магистралей относится к участкам с допустимым риском строительства. Исключение составляют отрезки вдоль гор с повышенной сейсмической активностью и вблизи устьев крупных ущелий, опасных для возникновения селевых потоков. В межгорных и предгорных впадинах имеются участки с развитием просадочных лессовидных грунтов, но площади их распространения составляют не боле 10% от общего объема грунтов и развиты на ограниченных участках. Все остальные негативные инженерно-геологические условия могут быть сведены к минимуму и не представлять особых угроз при строительстве и эксплуатации

магистралей. Это подтверждается многолетней успешной безопасной эксплуатацией железнодорожных веток Алматы – ст. Защита, Алматы – Уральск, Алматы – Петропавловск, Актогай – Достык, Коргас – Капшагай, Актогай – Балкаш, Макат – Актау, Бейнеу - Ашгабад проходящих по тем же регионам, что и проектируемые трассы.

Проведенные исследования показали, что инженерно-геологические условия районов, по которым планируется прокладка магистралей, вполне соответствуют строительным нормам и правилам, применяемым как на территории Казахстана, так и России. В целом вся территория трасс относится к категории допустимых рисков. Имеются локальные участки, примыкающие к горам с более опасной категорией рисков связанные с повышенной сейсмической и селевой активностью, а также районы с развитием просадочных грунтов. Современные технологии строительства позволяют свести их воздействие до минимума.

ЛИТЕРАТУРА

1 Инженерно-геологическая карта Казахстана масштаба 1:1 000 000. Гл. редактор Б.С. Ужкенов. 2008. 12 л.

2 Пояснительная записка к Инженерно-геологической карте Казахстана масштаба 1:1 000 000. Гл. редактор Б.С. Ужкенов. Астана. 2008. -219 с.

3 Абдулин А.А. Геология Казахстана. Алма-Ата. 1981. 312 с.

4 Геология СССР T.XL. Южный Казахстан. Книга 1. Геологическое описание. М.: Недра.1971. -536 с.

5 Инженерная геология СССР. Т.6. Казахстан. М.: МГУ, 1977.- 296 с.

6 Бочкарев В.П., Печеркин И.А., Неизвестнов Я.В. Инженерная геология СССР. Урал, Таймыр и Казахская складчатая страна. М.: Недра, 1990. -408 с.

7 Геология СССР. Т. XX. Центральный Казахстан. Книга 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1972. -532 с.

8 Геология СССР. Т. XXXIV. Тургайский прогиб. Книга 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1971. -536 с.

9 Герасимова А.С., Ершова С.Б., Захаров Ю.Ф. Инженерная геология СССР. Западно-Сибирская и Туранская плиты. Кн. 2. М: Недра, 1990. -334 с.

10 Геология и полезные ископаемые юго-востока Тургайского прогиба и Северного Улытау. Т. 1. Геологическое строение. Алма-Ата: Наука Каз.СССР. 1984. -232 с.

11 Геология СССР. Т. XXI. Западный Казахстан. Ч. I. Геологическое описание. Книга 1. М.: Недра, 1970. -880 с.

12 Справочник по инженерным изысканиям для строительства Северьянов Н.Н., Агалина М.С., 1958. -456 с.

13 Золотарев Г.С. Методика инженерно-геологических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1990. - 384 с.

14 Коломенский Н.В. Специальная инженерная геология. - М.: Недра,1969. -336 с.

15 Коломенский Н.В. Общая методика инженерно - геологических исследований. - М.: Недра, 1968. -237с.

16 Лыкошин А.Г. Основные принципы методики проведения изысканий и инженерно-геологического прогнозирования // Тр. Гидропроекта. -М., 1981. Вып. 76.- С. 2-7.

17 СНИП Строительные нормы и правила РК 3.03-01-2001 Железнодорожные дороги колеи 1520 мм. Астана. 2001. -35 с.

18 СНИП 32-01-95 Строительные нормы и правила 32-01-95. Железнодорожные дороги колеи 1520 мм. Москва. 1995. -40 с.

ИСАГУЛОВ А.З., САРКЕНОВ Б.Б.

СЫРЬЕВЫЕ БАЗЫ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ МАРГАНЦЕВЫХ СПЛАВОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

В последние годы намечается тенденция к повышению производства высококачественной стали и полупроводников, что определяет возрастающую потребность в производстве ферросплавов и кремния. Современная металлургия черных и цветных металлов ставит приоритетные задачи по повышению качества выпускаемой продукции, освоению новых прогрессивных технологических процессов, а также разработке новых марок сталей и сплавов, обладающих повышенными эксплуатационными свойствами. Ферросплавы массового применения получают карботермическим способом, основанным на восстановлении металлов из их оксидов. Ферросплавы на основе марганца широко применяются в производстве высококачественной легированной стали и в настоящее время наблюдается постоянный рост потребления ферросплавов при выплавке стали. На сегодняшний день мировой практике обеспечение предприятий черной металлургии высококачественными марганцевыми ферросплавами остается актуальной задачей

В мировой металлургической практике марганец входит в число стратегических металлов и сегодня на мировом рынке растет спрос на марганцевую продукцию. Общие мировые запасы марганцевых руд оцениваются в 23 млрд. т. в том числе в Африке – 14,33 млрд. т (67,4 % мировых) и Европе – 3,44 млрд. т (16,2 %). Главными держателями запасов марганца являются 11 стран, владеющих примерно 95 % мировых подтвержденных запасов (5,1 млрд т). Это Украина, ЮАР, Казахстан, Габон, Грузия, Австралия, Бразилия, Китай, Россия, Болгария, Индия. Республика Казахстан по подтверждённым запасам марганца занимает ведущие 3-5 позицию в мире и доля от мировых запасов составляет примерно – 7,5% (рис 1).

Рис. 1 - Запасы марганцевых руд в мире

Таблица 1. Мировая добыча марганцевой руды (тыс. т)

Годы	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Китай	4 600	8 500	9 500	11 000	14 000	15 000	16 000	16 992
ЮАР	3 500	4 282	4 612	5 213	5 996	6 807	4 610	6 136
Австралия	2 564	3 431	3 136	4 556	5 289	4 812	4 255	5 664
Габон	2 000	2 460	2 859	3 000	3 334	3 250	2 836	3 776
Бразилия	2 544	3 143	3 200	3 128	1 866	3 210		
Индия	1 650	1 776	2 386	2 084	2 551	2 616	2 482	3 304
Казахстан	2 361	2 318	2 233	2 531	2 482	2 485	2 457	3 045
Украина	2 071	2 278	2 217	1 606	1 719	1 447	1 459	2 174
Гана	1 509	1 597	1 715	1 600	1 600	1 090		
Мир	**24 186**	**27 858**	**30 969**	**32 805**	**35 721**	**34 150**	**35 462**	**47 200**

В металлургии основном используют руды с содержанием более 30-40% марганца, менее 0,2% фосфора, SiO_2 менее 9–15 %. Кондиционное содержание для легкообогатимых руд более 10 %, а для труднообогатимых - более 20 % марганца.

По данным Геологической службы США (USGS), добыча марганцевого сырья в последние годы растет: в 2002 году в мире было добыто около 22,1 млн. тонн, в 2007 году мировая добыча марганцевой руды составила около 35,7 млн. тонн (табл. 3). При содержании Mn в диапазоне 20-50% (в зависимости от региона добычи), в 2002 году в мире было произведено около 7,7 млн. тонн марганца в руде, в 2007 году - около 12,6 млн. тонн. Рост производства марганца за пять лет составляет 63% (таблица 1).

По состоянию па 01.01.2010 г. положение Казахстана по добыче марганцевой руды среди стран СНГ не изменилось, но на сегодняшний день ситуация изменилась в лучшую сторону.

Объемы добычи марганцевой руды выводят Казахстан на 6-ю позицию в мире. Экспорт марганцевой руды и концентрата, который в 2010 г. составил 428,1 тыс. т, главным образом направлен в Россию (286,8 тыс. т) и Китай (106,7 тыс.), а также в Украину, Грузию и Узбекистан. В 2013 году производство ферросплавов в Казахстане составило 1,708 миллиона тонн.

Всего в Казахстане учтено более 300 месторождений и рудопроявлений марганца различного возраста и генезиса. Из подтверждённых запасов, доля по промышленным категориям составляет примерно - 700 млн. т. и из них 200 млн. т. пригодны для открытой разработки, а остальное для подземной разработки. Марганцевая руда в основном оксидных железо-марганцевых и карбонатно-оксидной форме.

В отличие от марганцевых руды стран СНГ, руды Казахстана отличаются низким содержанием фосфора, серы и практическим отсутствием вредных примесей мышьяка и сурьмы, и существенно окисленным минеральным составом.

В республике обеспеченность запасами по ряду месторождений составляет от 50 до 100 и более лет. Месторождения марганцевых руд с запасами более миллиарда тонн относят к уникальным, к крупным - с запасами в сотни миллионов тонн, к средним и мелким - с запасами в десятки миллионов тонн.

Минерально-сырьевую базу марганцевых руд Казахстана определяют практически два месторождения - Западный Каражал и Ушкатын – III. Западный Каражал является крупным даже в мировом аспекте: его общие запасы составляют 350,287 млн. т, в том числе подтвержденные 286,623 млн. т.. Руды месторождения Западный Каражал составляют 70,3% подтвержденных запасов республики, состоящий в основном из карбонатно-силикатно-окисных (родохрозит – браунит - гаусманитовые с якобситом) руд, содержащие (в недрах) 20,4% Ми, при добытой руде содержание марганца составляет 17,58% (с учетом разубоживания - 16%) и железа -18,25%.

Запасы месторождения Ушкатын - III составляет - 88,9 млн. т.. Общие балансовые запасы двух месторождений составляют 91,7% общих запасов республики Казахстан, в том числе 88,8% подтвержденных и 99,6%, предварительно оцененных.

Основным крупным месторождением марганцевых руд Ушкатынской группы является Ушкатын III. По запасам перекидных руд (680 тыс. т.) Казахстан уступает только Грузию. Все запасы таких руд разведаны на месторождении – Ушкатын – III в границах открытой отработки (в зоне окисения первичных окисных руд). Общие запасы месторождении Ушкатын - III составляют 148,758 млн т, в их структуре преобладают предварительно оцененные запасы - 85,094 млн. т или 57%, аналогичных запасов Казахстана (75,318 млн. т — подтвержденные запасы). В табл. 2. показано среднее содержание и колебание компонентов в марганцевых рудах месторождения Ушкатын-III.

Ферромарганцевые руды разведаны на месторождении Восточный Каражал: такого качества руд нет на других месторождениях стран СНГ. Железомарганцевые руды разведаны на трех месторождениях - Большой Ктай, Кашыс, и Ушкатын - I, запасы этих руд известны.

Рудные залежи имеют форму линз, пластовых тел различной мощности и протяженности, которые залегают согласно с вмещающими породами. Руды месторождений в разной степени изменены под влиянием регионального метаморфизма, в связи с чем нередко имеют сложный минеральный состав. Рудные залежи протяженностью от сотен метров до нескольких километров приурочены к девонским кремнисто-карбонатным отложениям, представляют собой чередование пластов железных, марганцевых руд и кремнистых пород и имеют мощность до 25 м. Среднее содержание марганца изменяется от 11,2% в железо-марганцевых рудах до 44,3% в пероксидных. Для всех типов руд характерно низкое содержание фосфора (0,02-0,08%) и серы (0,1-0,3%).

Таблица 2. **Среднее содержание и колебание компонентов в марганцевых рудах месторождения Ушкатын-III, %.**

Компонент	Окисленные руды					первичные руды				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Марганец	40,6-50,64	36,1-47,58	30,0-33,80	20,0-29,26	20,0-50,64	40,7-45,98	35,19-38,60	30,4-34,2	15,8-31,11	15,8-45,98
сред.	43,57	39,12	32,69	22,35	39,95	45,25	36,34	32,50	20,85	29,53
Железо	1,00-5,65	3,82-9,64	2,90-7,10	3,70-20,00	1,00-20,00	2,26-3,93	1,11-4,61	1,59-3,07	1,01-20,0	1,01-20,00
сред.	4,30	8,10	6,58	10,85	6,73	2,91	3,89	3,43	8,86	5,79
Кремнезм	5,46-14,56	6,76-18,26	23,0-32,60	1 5 , 6 - 37,77	5,46-37,77	5,40-9,61	7,27-10,65	7,41-13,91	6,86-18,64	5,40-18,64
сред.	11,74	16,45	25,22	33,00	19,60	7,16	9,50	9,68	11,32	10,03
Фосфор	0,01-0,052	0,01-0,050	0,02-0,086	0,01-0,068	0,01-0,086	0,01-0,052	0,012-0,060	0,01-0,080	0,00-0,074	0,00-0,076
сред.	0,019	0,046	0,065	0,026	0,028	0,026	0,022	0,013	0,019	0,019
Оксид кальция	0,91-	0,77-	0,77-	0,78-	0,77-	8,67-	8,84-	13,2-	7,80-	7,80-
сред.	2,06	1,43	1,81	3,64	3,64	13,90	16,32	23,58	32,18	32,18
	1,31	1,03	1,35	1,64	1,38	10,46	10,64	17,89	21,06	17,03
Окись магния	0,71	1,19	0,72	0,70	0,75	0,91	1,05	1,00	1,17	1,07
Окись свинца	0,03	0,28	0,48	0,45	0,36	0,02	0,12	0,03	0,45	0,23
Окись цинка	0,50	0,34	0,45	0,31	0,43	0,26	0,31	0,17	0,13	0,19

Примечание -I первый сорт; II - второй сорт; III - третий сорт; IV - четвертый сорт; V - первый-четвертый сорта; 1,2 строки - пределы колебаний; 3 строка - среднее.

Все промышленные месторождения марганцевых руд находятся в Центральном Казахстане, относятся к стратиформному типу и приурочены в основном к кремнисто-карбонатной (Атасуйский район) и красноцветной терригенной (Жездинский район) формациям фаменского возраста.

Характерной особенностью марганцевых руд Центрального Казахстана является их низкая фосфористость (менее 0,1% P), повышенное содержание цветных (и редких) металлов, к том числе Pb и Zn, а также постоянная ассоциация с железными (гематитовыми, магнетитовыми, гематит-магнетитовыми) рудами.

Кроме крупных месторождений Западного Каражала и Большого Ктая, в Жайремском районе имеется значительное число более мелких месторождений. Эти месторождения по геологическому строению, природными типам руд и их химическому составу мало чем отличаются от месторождений Каражальской и Ктайской групп.

Руды Жайремского месторождения характеризуются более высокой окисленностью и значительно более высоким содержанием барита и кварца. На сегодняшний день большая часть запасов железомарганцевых и барит-полиметаллических месторождений Жайремского района являются активными. С учетом того, что запасы были подсчитаны до глубины 600 м по кондициям для подземных работ в 1994 г. Жайремским ГРЭ проведена доразведка верхних горизонтов месторождения.

По месторождению Жомарт на Госбалансе РК запасы марганцевых и железных руд в количестве 6,3 млн. т и 33,5 млн. т числились как за балансовые, при содержании марганца в марганцевых рудах 24,4% и железа 41,8% в железных рудах.

Наличие богатой сырьевой базы позволило Казахстану создать высокоразвитую отрасль по выпуску ферросплавов. На мировом рынке отмечается растущий спрос на ферросплавы со стороны производителей нержавеющей стали. Мировой выпуск в 2010 г. оценивался в 34,5 млн. т. Ферросплавная отрасль в республике ориентирована не только для внутреннего потребления продукции, но и экспортирования в ближнее и дальнее зарубежье. В ряде развитых стран таких, как США, Германия, Россия и других отсутствует достаточное количество ресурсов качественной марганцевой руды.

Таблица 3. **Химический состав окисленных и окисных Ушкатынских марганцевых руд по результатам детальной разведки**

Компоненты	Окисленные руды			окисные руды		
	Мас. доля, %			Мас. доля, %		
	От	До	среднее	от	до	Среднее
Марганец	13,38	50,64	30,56	17,91	49,15	25,68
Железо	1,0	34,16	8,20	0,50	53,93	6,36
Фосфор	0,002	0,600	0,039	0,002	0,53	0,018
Сера	0,004	0,21	0,051	0,02	0,54	0,13
Мышьяк	0,006	0,248	0,039	0,003	1,00	0,06
Кремнезем	5,46	51,18	23,92	1,70	27,10	11,76
Глинозем	1,14	11,70	4,12	0,60	4,01	1,58
Оксид кальция	0,40	13,74	2,95	4,55	32,92	19,23
Оксид магния						
Оксид калия	0,0	4,30	0,54	0,0	6,74	0,99
Оксид натрия	0,30	2,90	1,14	0,1	2,30	0,30
Свинец	0,20	1,3	0,45	0,10	2,30	0,38
Цинк	0,013	1,7	0,34	0,04	3,30	0,16
Медь	0,01	0,85	0,26	0,005	0,93	0,11
П.п.п.	0,002	0,03	0,006	0,001	0,014	0,003
	5,22	17,0	8,41	9,33	27,38	17,42

Основным видом производимых ферросплавов является феррохром, доля которого в мировом производстве занимает 24%. На втором месте – силикомарганец (21%), на третьем – ферросилиций (20%), на четвертом месте – ферромарганец (13%). Эти ферросплавы занимают более 78% мирового производства. Металлургическое производство в Казахстане имеет все возможности для дальнейшего развития марганцевой подотрасли. Это означает, что Казахстан, обладая большими запасами марганцевых руд, в перспективе может стать одним из крупных экспортеров товарных марганцевых руд и ферросплавов, с преимущественной ориентацией на рынки не только Китая и России, но и стран Европы, Азии и Африки.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. А. Акылбеков, Марганец Казахстана, Известия НАН РК, Серия геологическая. 2006. №1. С. 42–53

2. МАРГАНЕЦ /Минерально-сырьевая база СНГ / под ред. акад. К.Н. Трубецкого. - М.: Издательство Академии горных наук,1999. -271 с.

3. Месторождения марганца Казахстана/. Алматы, 1999. 95 с.

ЕРМАГАМБЕТ Б.Т.

доктор химических наук, академик Международной академии информатизации.старший научный сотрудник, специалист в области углехимии, химической технологии переработки твердых горючих ископаемых.

Он является автором более 200 научных публикации, в том числе более 20 патентов СССР и РК, авторских свидетельств, 5 монографии и 2 учебника. Под его руководством составлены бизнес планы, технико – экономического обоснования многих других проектов.

Б.Е. ЕРМАҒАМБЕТ, М.К. КАЗАНКАПОВА, Л.АБУЛГАЗИНА, Ж.М.КАСЕНОВА

СИНТЕЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ CVD НА ПОВЕРХНОСТИ ГИДРОФОБНОЙ ЗОЛЫ СЛАНЦА

В работе представлена меодика синтеза углеродных нанотрубок (УНТ) методом CVD (Chemical Vapor Deposition) при разложении монооксида углерода при температуре пиролиза 800^{0}С. В качестве катализатора были использованы частицы кобальта, а в качестве носителя для катализатора применялся гидрофобная зола сланца (Кендырлык) на основе сажи. С использованием методов энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии и электронной микроскопии определен химический состав и изучена морфология поверхности исследуемых образцов.

Ключевые слова: сланец, зола, сажа, метод CVD (Chemical Vapor Deposition), пиролиз, катализатор, УНТ

Наибольший интерес среди наноматериалов привлекают углеродные нанотрубки. Перечень возможных областей их применения очень велик: промышленное производство нанокомпозитных жаропрочных материалов для космической техники, получение углеродных нановолокон, медицина, охранные и оборонные устройства, устройства генерации и хранения электроэнергии, транспорт, связь, вычислительная техника. Среди наиболе важных свойств УНТ, в первую очередь следует назвать связь между геометрической структурой нанотрубки и ее электронными характеристиками [1].

Развитая поверхность и структура УНТ определяет их уникальные электрохимические и сорбционные свойства, при реализации условий их заполнения газообразными либо жидкими веществами. Расстояние между слоями в многослойной углеродной нанотрубке близко к соответствующему значению для кристаллического графита (3,4 нм). Это расстояние достаточно для размещения внутри УНТ другого вещества, а графитовая оболочка обеспечивает достаточно хорошую защиту содержащегося в ней материала от внешнего химического либо механического воздействия. Поэтому УНТ можно рассматривать как уникальную емкость для хранения веществ, находящихся в газообразном, жидком или даже в твердом состоянии [2].

Широкое применение УНТ требует производства большого количества материала с низкой стоимостью. В настоящее время стоимость 1 кг УНТ на мировом рынке колеблется от 30 до несколько сот долларов США. Поэтому разработка низкозатратных методов синтеза УНТ является актуальным.

В работе представлены результаты по получению углеродных нанотрубок методом газофазного осаждения. Для начала необходимо подготовить поверхность с катализатором. В качестве него могут служить мелкие частицы разных металлов, например, кобальта, никеля и многих других. Нанотрубки начинают появляться из слоя катализатора. Их толщина напрямую зависит от размера катализирующего металла. Поверх-

Рисунок 1 –Ректор для синтеза УНТ

ность нагревается до высоких температур, а затем происходит подвод газа, содержащего углерод. Среди них - метан, ацетелен, этанол и т. д. Данный способ получения нанотрубок является самым распространенным [3,4].

В качестве носителя катализатора применяется не летучие оксиды (магний, кальций, цирконий, алюминий, лантан, кремний, титан), некоторые соли (карбонат кальция, шпинель, перовскит), цеолит, силикагель, аэрогель, природная глина, аморфный углерод [5]. В нашем случае в качестве носителя был использован гидрофобная зола сланца на основе сажи.

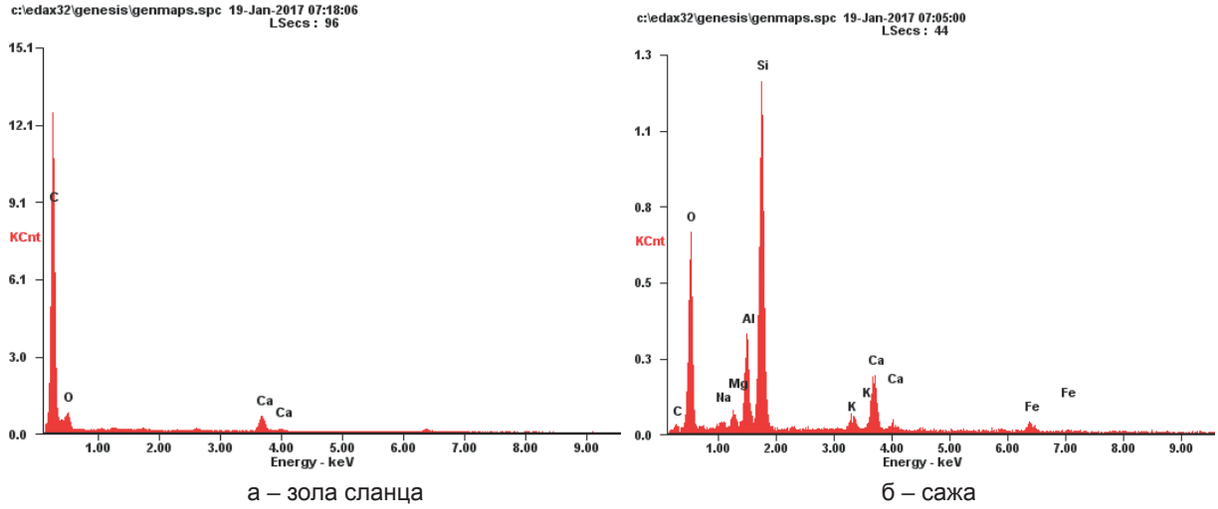
В качестве неподвижного слоя использован катализатор на основе кобальта, который получен из 0,5М $CoCl_2$ в спиртовом растворе на ультразвуковой ванне. В качестве носителя использована зольная часть сланца и сажа в соотношениях 10:1. Далее катализатор высушен в муфельной печи при 100^{0}С в течение 15 минут, обработан в инертней среде аргона при 400^{0}С в течение 1 часа.

Синтез УНТ методом газофазного осаждения (CVD) осуществлялся при атмосферном давлении в среде аргона при температуре 800^{0}С в течение 60 минут в горизонтальном трубчатом кварцевом реакторе (рисунок 1).

Нагрев и охлаждения кварцевого реактора проводился в инертной среде аргона, при скорости газа 80 см^3/мин. В качестве источника углерода был использован монооксид углерода, скорость подачи 80-100 см^3/мин.

Элементный состав, структуру и размерность золы Кендырлыкского сланца и сажи исследовали методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии на приборе SEM (Quanta 3D 200i) с приставкой для энергодисперсионного анализа от EDAX. Результаты проведенного анализа приведены на рисунке 2 и в таблице 1.

Результаты энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии показывают, что в зольной части сланца содержаться в основном соединении кремния, алюминия, кальция и железа, а содержание углерода составляет только 4,6 %, за счет интенсивного выделения летучих органических веществ после термообработки. Элементный состав сажи показывает наличие С, О, и Са.



а – зола сланца б – сажа

Рисунок 2 – Элементный состав зольной части сланца (а) и сажи (б)

Таблица 1 –Элементный состав золы сланца «Кендырлык» и сажи

Элемент	Мас. %	
	Зола сланца	Сажа
C	4.59	83.67
O	37.33	11.09
Na	0.68	-
Mg	1.37	-
Al	6.99	-
Si	29.91	-
K	2.37	-
Ca	10.54	5.24
Fe	6.20	-

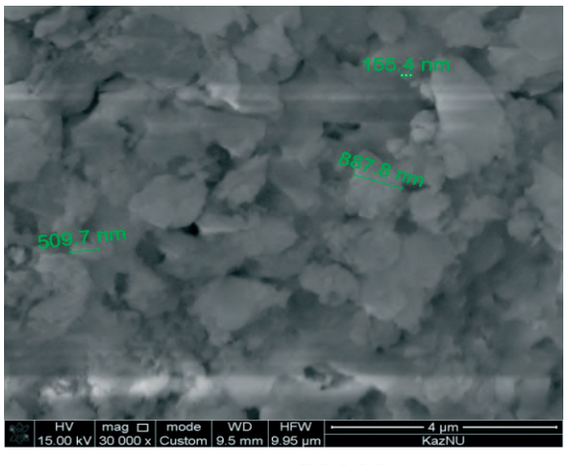
Электронно-микроскопические снимки золы Кендырлыкского сланца и сажи представлены на рисунках 3 и 4. При анализе морфологии поверхности образцов установлено, что поверхность скола представлена неоднородностью структуры и имеет плотные образования с прочными агломератами с размерами частиц от 155-900 нм. В некоторых местах наблюдается поверхность скола пластинчато-ступенчатой формы.

На основе анализа микрофотографий и элементного состава сажи можно сделать вывод, что основой является структурированная углеродная матрица состаящая из частиц размеры 80-850 нм, которые указаны на микрофотографиях.

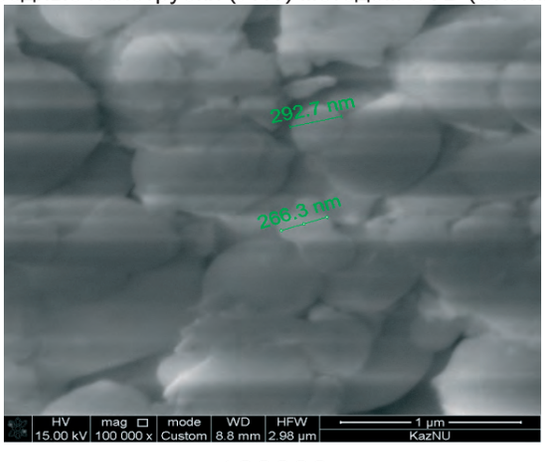
На рисунке 5 представлен SEM снимки исходного гидрофобного сланца и после синтеза методом CVD при температуре 800^{0}С, время синтеза 60 мин.

Как видно из полученных данных на поверхности гидрофобного сланца в присутсвии Со-частиц после синтеза образовались УНТ. Морфология выращенного УНТ предсавляет трубчатую, изогнутую форму.

Таким образом, в результате высокотемпературного процесса при 800^{0}С (в инертной среде) получен углеродные нанотрубки (УНТ) методом CVD (Chemical Vapor

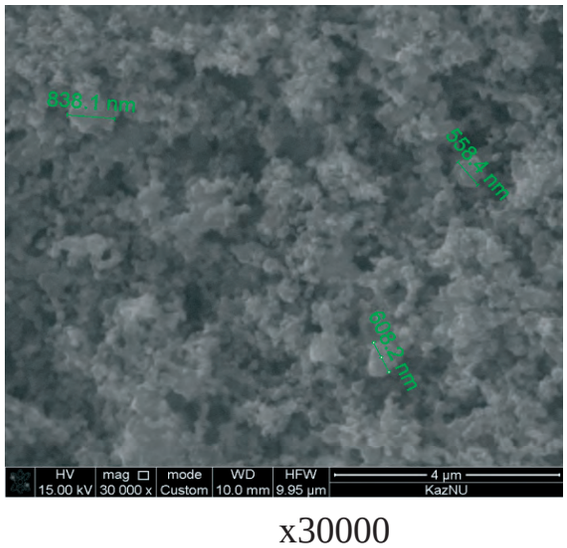


x30000

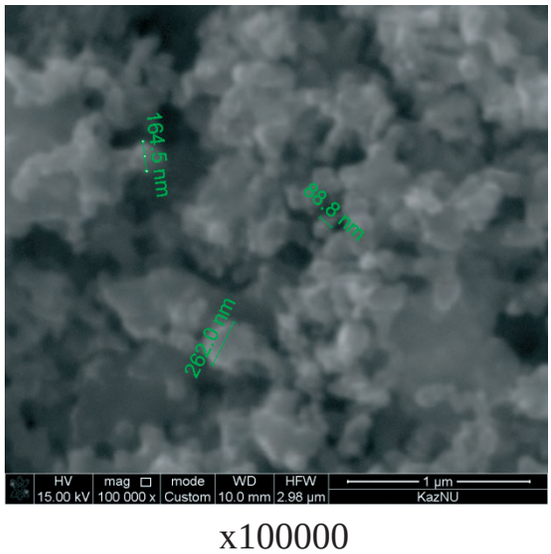


x100000

Рисунок 3 − Электронно-микроскопические снимки золы сланца Кендырлыкского месторождения



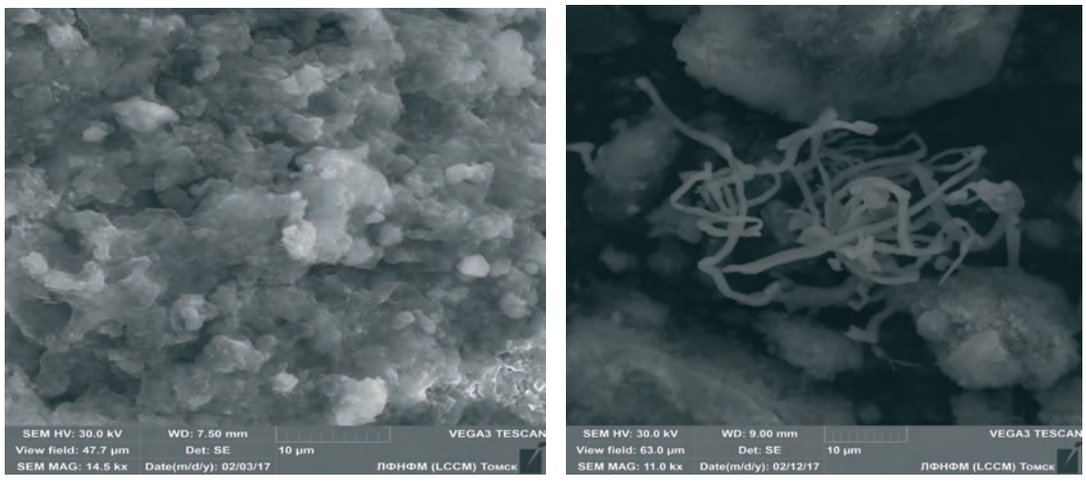
x30000



x100000

x30000 x100000

Рисунок 4 − Электронно-микроскопические снимки сажи



а – гидрофобный сланец б – образец после процесса CVD

Рисунок 5– SEM снимки исходного гидрофобного сланца (а) и после синтеза методом CVD (б), увеличение х30000

Deposition) при разложении монооксида на поверхности Co-катализатора, где в качестве носителя для катализатора применялся гидрофобная зола сланца (Кендырлык) на основе сажи. В настоящее время рассматривается создание опытной установки для получения УНТ и УНВ из продуктов сгорания твердых горючих ископаемых.

ТОКМОЛДИН Н.

ведущий научный сотрудник.

Является автором ряда научных статей в зарубежных журналах с высоким импакт-фактором. h-индекс (индекс Хирша) статей Токмолдина Н.С. составляет «5». Помимо этого, Токмолдин Н.С. является автором 5 патентов на территории Республики Казахстан

NURLAN TOKMOLDIN, SAIF A. HAQUE, DONAL D.C. BRADLEY, SEREKBOL TOKMOLDIN

HYBRID METAL-OXIDE/POLYMER LIGHT-EMITTING DIODES EMPLOYING AL_2O_3 AS A HOLE BLOCKING BUFFER LAYER

Abstract

In this paper we demonstrate that insertion of a thin (2-10 nm) insulating layer of spray-deposited Al_2O_3 leads to an improvement in the performance of an inverted hybrid polymer/metal-oxide light-emitting diode based on an emissive layer of a polyfluorene derivative polymer, Lumation™ 1300 Series, and an electron-transporting layer of TiO_2. In particular, the use of the Al_2O_3 buffer in combination with TiO_2 enhances the device efficiency and brightness over those achieved for devices using these interlayers individually. It is argued that the observed improvement is attributed to a more balanced injection of electrons and holes and stronger exciton confinement within the emissive layer due to the large band gap of Al_2O_3.

1. Introduction

Since its inception in 1990s, research into development and functioning of organic light-emitting diodes (OLEDs) has experienced continuous academic and industrial interest [1]. While OLEDs are already demonstrating high efficiency and brightness values sufficient for commercial applications, their stability is largely determined by the quality of encapsulation materials. Encapsulation of the organic diodes limits the access of water and oxygen to low-work function cathode materials, as such Ca, Ba, etc., required to ensure efficient electron injection [2, 3].

Inverted hybrid inorganic/organic light-emitting diodes (HyLEDs) have recently been introduced as a technology with the potential to produce encapsulation-free, atmospherically stable devices based on emissive organic layers [4, 5]. These devices employ an inverted architecture in which air-stable metal-oxides serve as electron and hole injecting layers (EIL and HIL, respectively), a high work function metal electrode, such as Au or Ag, is used as an anode, and indium-tin oxide (ITO) operates as a cathode. Much interest has recently been focused on the electron injecting side of the HyLEDs with a focus on deposition of solution processed EILs by such methods as spray pyrolysis or spin-casting. A number of electron-injecting metal oxide buffer layers both with flat and nanostructured morphologies have been reported, among them TiO_2, ZnO, ZrO_2, HfO_2 and MgO [4, 6-10]. One of the conclusions regarding the choice of an EIL in a HyLED highlighted the requirement for efficient blocking of holes and/or excitons within the emissive layer. One of the possibilities to achieve this is by using a wide band gap EIL with a deep valence band edge to block the escape of holes and a high conduction band edge to avoid the possibility of exciton quenching [9, 10]. Such wide band gap materials include metal oxides, e.g. ZrO_2, HfO_2, MgO and Al_2O_3, or well-known insulating materials like polytetrafluoroethylene (Teflon) [11].

Meanwhile, the use of the wide band-gap materials may result in a considerable barrier for electron injection from ITO into the transport interlayer. This, for example, is evident in the higher luminance turn-on voltage observed

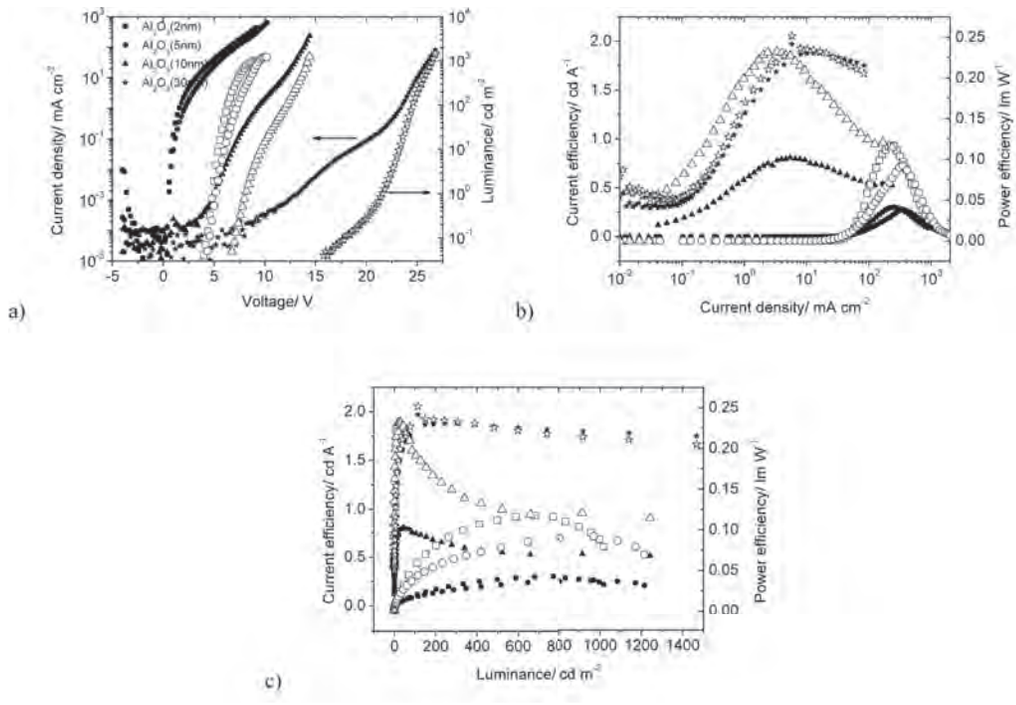


Figure 1. a) Current versus voltage (left ordinate, filled symbols) and luminance versus voltage (right ordinate, open symbols) curves of HyLED devices with structure ITO/Al_2O_3/Lumation 1300 Series/MoO_3/Au with varying thickness of the Al_2O_3 layer: 0 nm (squares), 5 nm (circles), 10 nm (triangles) and 30 nm (stars); (b) current efficiency versus current density (left ordinate, filled symbols) and (c) power efficiency versus current density (right ordinate, open symbols) curves for the same devices.

for the HyLEDs employing wider band gap EILs, in spite of the rise in the device maximum efficiency and luminance [9, 10]. A potential approach to improving the functionality of an EIL is to combine buffer materials maintaining good electron injection with those ensuring efficient hole/exciton blocking within the emissive layer. This idea in HyLEDs has been investigated by Morii et al. and later Bolink et al. who reported significant enhancements in HyLED efficiency by evaporation on top of TiO_2 and ZnO of a thin layer of Cs_2CO_3 [12, 13]. The impact of this top wide band gap buffer has been attributed to blocking of holes and an improvement in electron injection. Facilitation of device fabrication in this approach can be achieved by using a solution-processed buffer instead of a thermally evaporated one. Aluminium oxide (Al_2O_3) is a wide band gap material known for its high stability, abundance, good mechanical properties, which can be deposited by a variety of techniques, including solution processing. In the past, it has been employed on its own as an electron-injecting/hole-blocking layer in small-molecule OLEDs [14, 15]. In this paper we demonstrate that by using a combination of two electron injecting buffer layer of Al_2O_3 and TiO_2 it is possible to enhance the performance of a HyLED over that when using the same metal oxide interlayers individually.

2. Methods

Fabrication of device reported herein was performed in air. The ITO-coated glass substrates were cleaned by ultra-sonic bath treatment in detergent, water, acetone and propan-2-ol. Both TiO_2 and Al_2O_3 were deposited by spray pyrolysis at 420°C. The precursor for TiO_2 deposition was prepared by mixing Ti isopropoxide with 2,4-pentanedione in a 1:1 molar ratio and then adding ethanol to obtain a 0.25 M solution. Al_2O_3 was sprayed from a 0.05 M solution of Al acetylacetonate (Aldrich) in N,N-DMF. After deposition the metal oxides were annealed in a furnace at 450°C for 30 min. The thickness of TiO_2 was estimated from profilometry studies to be approximately 30 nm. Lumation™ 1300 Series (Lumation Green) light-emitting polymer, kindly provided by Sumitomo Chemical Company, Ltd., was used as an emissive layer [16]. The polymer was spin-cast from a 10 g L^{-1} chlorobenzene solution at 2000 rpm for 1 min, followed by annealing for 20 min at 180°C in a nitrogen glovebox. Films of MoO_3 (20 nm) and Au (100 nm) thermally evaporated in vacuum (<5×10^{-6} mbar) were used, respectively, as an HIL and an anode. Device testing was performed in a computer-controlled setup using a Keithley 2400 Series SourceMeter and a Konica Minolta LS100 luminance meter.

3. Results and discussion

3.1. Results

To investigate the performance of Al_2O_3 as an EIL on its own, we fabricated devices with structure ITO/Al_2O_3/Lumation Green/MoO_3/Au with the Al_2O_3 layer thickness varying from 2 to 30 nm (Figure 1). On increasing the Al_2O_3 thickness, the trends of rising luminance turn-on voltage and device current efficiency were observed. If in the device featuring a 2 nm Al_2O_3 interlayer luminance turn-on voltage is ~ 100 cd m^{-2}. The maximum brightness achieved for the Al_2O_3-only devices prior to their burn-out did not exceed 2000 cd m^{-2}.

Employing a solitary 20 nm-thick spray-coated TiO_2 buffer as an EIL in combination with the Lumation Green emissive layer produced a device with poor current efficiency of ~ 3×10^{-4} cd A^{-1} and luminance below 4 cd cm^{-2}. However, inserting the Al_2O_3 buffer between TiO_2 and the polymer led to a remarkable improvement in the device performance. Device characteristics for the Al_2O_3 layer thickness of 0, 2, 5 and 10 nm are demonstrated in Figure 2. Upon insertion of 5 nm of Al_2O_3 between the TiO_2 and polymer layers, the maximum luminance rises from ~ 4 cd m^{-2} at 10 V to ~ 12200 cd m^{-2} at 13 V. Current efficiency increases to 1.1 cd A^{-1}, while power efficiency for the TiO_2/Al_2O_3 devices reaches 0.35 lm W^{-1} at the luminance of ~ 900 cd m^{-2} (Figure 3b). As the Al_2O_3 thickness rises to 10 nm, the device current and power efficiency values drop to 1 cd A^{-1} and

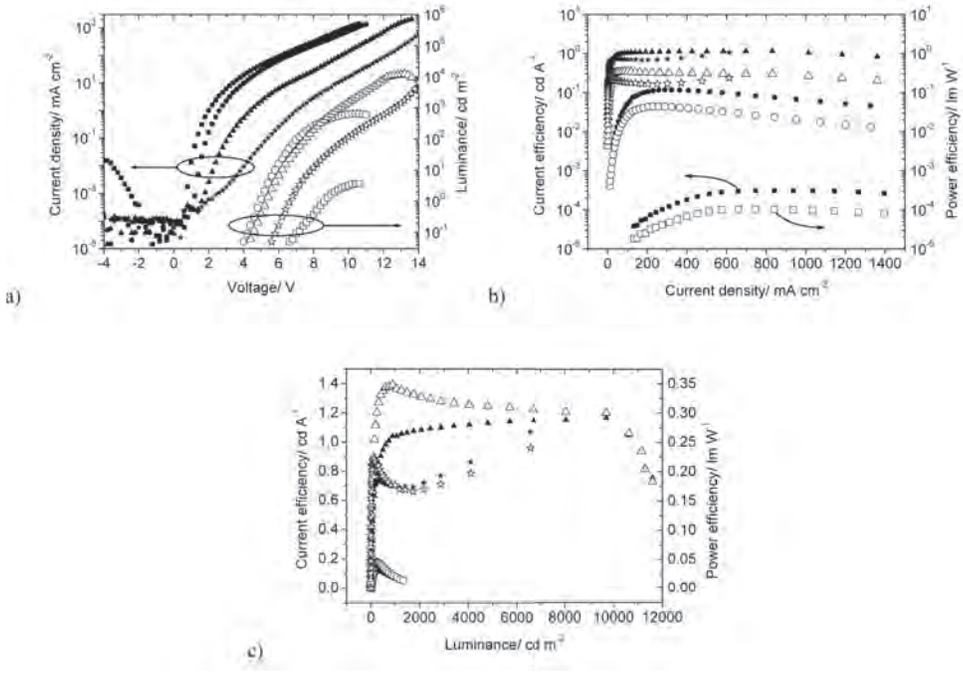


Figure 2. a) Current versus voltage (left ordinate, filled symbols) and luminance versus voltage (right ordinate, open symbols) curves of HyLED devices with structure ITO/TiO_2 (20nm)/Al_2O_3/ Lumation 1300 Series/MoO_3/ Au with varying thickness of the Al_2O_3 layer: 0 nm (squares), 5 nm (circles), 10 nm (triangles) and 20 nm (stars); (b) current efficiency versus current density (left ordinate, filled symbols) and power efficiency versus current density (right ordinate, open symbols) curves for the same devices.

0.22 lm W^{-1}, respectively, potentially indicating deteriorating electron injection through the insulating oxide layer.

3.2. Discussion

It was demonstrated in the past that the hole-blocking performance of an EIL is crucial for fabrication of efficient HyLED devices [9, 10]. The reason for this is believed to be due to poor balancing of holes and electrons within the typically employed emissive layers. Injection of holes from Au via MoO_3 into the highest occupied molecular orbital (HOMO) of the polymer is considered to present a lower energetic barrier into the polymer than the injection of electrons from ITO via a typically employed metal-oxide EIL [17-19]. In this case, retention of holes inside the polymer layer is crucial to ensure formation of emissive states. It is also argued that electron injection is enhanced by the hole build-up at the polymer/EIL interface and the resulting strong space-charge field [17].

Poor performance (low luminance and efficiency) at high current density observed for the ITO/TiO_2/Lumation Green/ MoO_3/Au device (Figure 2a) indicates that titanium dioxide on its own does not cope well with the hole blocking role when Lumation Green is employed as an emissive layer. This is in contrast to observations made on TiO_2-only devices when using another polymer, poly(9,9-dioctylfluorene-co-benzothiadiazole) (F8BT) demonstrating high brightness and efficiency [4]. The difference can be explained by a significantly higher position of the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) of Lumation Green compared to F8BT, -3.05 eV compared to -3.5 eV, resulting in the higher energy barrier for electron injection. Substitution of the 20-nm TiO_2 layer with Al_2O_3, even as thin as 2 nm, increases the HyLED maximum current efficiency by 3 orders of magnitude. Further rise in efficiency is observed as the aluminium oxide layer grows thicker, albeit at the expense of the considerably reduced current and a larger luminance turn-on voltage. The improvement in the device current efficiency with thicker Al_2O_3 is consistent with better hole blocking at the polymer/EIL interface and better electron/ hole balance within the emissive layer.

The nominal barrier for electron injection from ITO into Lumation Green is 1.75 eV. This value is reduced to 0.75 eV when TiO_2 is deposited on top of the transparent electrode. At the same time, insertion of a hole-blocking Al_2O_3 layer leads to the improvement in the electron-hole balance, evidenced by the growth in efficiency accompanied by the reduction in the diode current densities (Figure 2a). Thus, the combination EIL of TiO_2 and Al_2O_3 both reduces the nominal electron injection barrier into the polymer when compared to the Al_2O_3-only interlayers, and enhances the device hole-blocking ability (and therefore, electron-hole balance) when compared to the TiO_2-only interlayer (Figures 1 and 2). The data presented suggests that the use of the TiO_2/Al_2O_3 combination, when the thickness of both components is optimised, is capable of producing device performance better than what would be possible to achieve when employing the same metal oxides individually.

The positive effect of the wide band gap Al_2O_3 buffer may also lie in inhibiting the quenching by the TiO_2 interface of the emissive excited states formed in the polymer layer. This possibility was mentioned previously, as is confirmed by the studies of the polymer layer annealing on the surface of various metal oxide EILs [9, 20]. Possible processes occurring in a HyLED employing a combined TiO_2/Al_2O_3 EIL are presented graphically in Figure 3.

In this paper, the Al_2O_3 layer thickness is utilized as a parameter for optimisation of the device efficiency. While it is argued that the main purpose of this buffer is to improve hole/exciton blocking in the emissive layer, it is also reasonable to believe that its large band gap, reported to reach values as high as 8.8 eV, strongly limits electron injection from TiO_2 [21]. Thus, the higher Al_2O_3 thickness is expected to result, besides the improvement in hole/ exciton blocking, in deterioration of electron injection. This is confirmed by the steady rise in the device luminance turn-on voltage for thicker Al_2O_3 interlayers. Accordingly, the efficiency of the TiO_2/Al_2O_3 devices peaks for the aluminium oxide thickness of 5 nm (Figure 2). The results on Al_2O_3 thickness dependence presented here demonstrate the

importance of the trade-off between hole/exciton blocking and electron injection provided by this buffer.

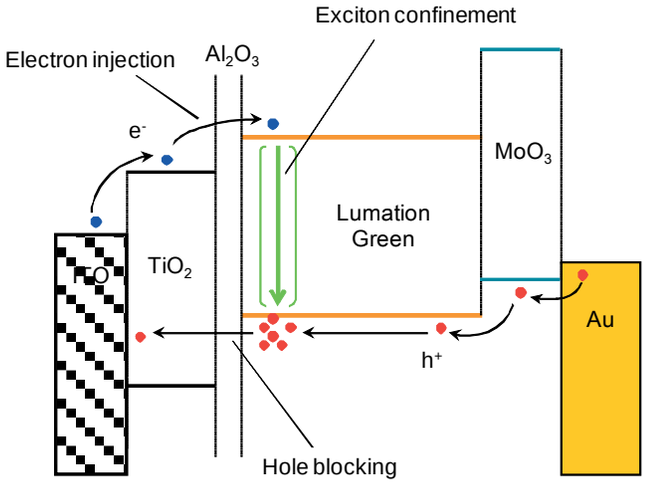


Figure 3. Operation of a hybrid metal-oxide/polymer LED employing Al_2O_3 as a hole-blocking layer. The figure also shows processes which define ultimate HyLED efficiency and which are influenced by the presence of Al_2O_3.

4. **Conclusion**

In summary, we have shown that aluminium oxide (Al_2O_3) can be used as an effective hole-blocking material in hybrid metal-oxide/polymer LEDs. Insertion of a thin layer of Al_2O_3 between TiO_2 ETL and Lumation™ Series 1300 emissive layer results in enhancement of brightness and efficiency by more than 3 orders of magnitude. The maximum brightness exceeds 12000 cd m^{-2} while current efficiency exceeds 1 cd A^{-1}. We have also demonstrated that Al_2O_3 thickness is an important parameter which controls the device performance. When selecting the optimum aluminium oxide thickness, it is necessary to consider the trade-off between efficient hole/exciton blocking and strong electron injection. The abundance of Al_2O_3 and its ease of processing are important factors for wider use of this material in fabrication of cheap and efficient hybrid inorganic/organic light-emitting diodes.

References

[1] J.H. Burroughes, D.D.C. Bradley, A.R. Brown, R.N. Marks, K. Mackay, R.H. Friend, P.L. Burns, A.B. Holmes, Light-Emitting-Diodes Based on Conjugated Polymers, Nature, 347 (1990) 539-541.

[2] G.L. Graff, P.E. Burrows, R.E. Williford, R.F. Praino, Barrier Layer Technology for Flexible Displays, Flexible Flat Panel Displays, John Wiley & Sons, Ltd2005, pp. 57-77.

[3] D.A. Nissen, Low-Temperature Oxidation of Calcium by Water-Vapor, Oxid Met, 11 (1977) 241-261.

[4] K. Morii, M. Ishida, T. Takashima, T. Shimoda, Q. Wang, M.K. Nazeeruddin, M. Gratzel, Encapsulation-free hybrid organic-inorganic light-emitting diodes, Appl Phys Lett, 89 (2006).

[5] M. Sessolo, H.J. Bolink, Hybrid Organic-Inorganic Light-Emitting Diodes, Adv Mater, 23 (2011) 1829-1845.

[6] S.A. Haque, S. Koops, N. Tokmoldin, J.R. Durrant, J.S. Huang, D.D.C. Bradley, E. Palomares, A multilayered polymer light-emitting diode using a nanocrystalline metal-oxide film as a charge-injection electrode, Adv Mater, 19 (2007) 683-+.

[7] H.J. Bolink, E. Coronado, D. Repetto, M. Sessolo, Air stable hybrid organic-inorganic light emitting diodes using ZnO as the cathode, Appl Phys Lett, 91 (2007).

[8] D. Kabra, M.H. Song, B. Wenger, R.H. Friend, H.J. Snaith, High efficiency composite metal oxide-polymer electroluminescent devices: A morphological and material based investigation, Adv Mater, 20 (2008) 3447-+.

[9] N. Tokmoldin, N. Griffiths, D.D.C. Bradley, S.A. Haque, A Hybrid Inorganic-Organic Semiconductor Light-Emitting Diode Using ZrO2 as an Electron-Injection Layer, Adv Mater, 21 (2009) 3475-+.

[10] H.J. Bolink, H. Brine, E. Coronado, M. Sessolo, Hybrid organic-inorganic light emitting diodes: effect of the metal oxide, J Mater Chem, 20 (2010) 4047-4049.

[11] Y. Qiu, Y.D. Gao, L.D. Wang, D.Q. Zhang, Efficient light emitting diodes with Teflon buffer layer, Synthetic Met, 130 (2002) 235-237.

[12] K. Morii, T. Kawase, S. Inoue, High efficiency and stability in air of the encapsulation-free hybrid organic-inorganic light-emitting diode, Appl Phys Lett, 92 (2008).

[13] H.J. Bolink, E. Coronado, J. Orozco, M. Sessolo, Efficient Polymer Light-Emitting Diode Using Air-Stable Metal Oxides as Electrodes, Adv Mater, 21 (2009) 79-82.

[14] F. Li, H. Tang, J. Anderegg, J. Shinar, Fabrication and electroluminescence of double-layered organic light-emitting diodes with the Al2O3/Al cathode, Appl Phys Lett, 70 (1997) 1233-1235.

[15] H. Tang, F. Li, J. Shinar, Bright high efficiency blue organic light-emitting diodes with Al2O3/Al cathodes, Appl Phys Lett, 71 (1997) 2560-2562.

[16] D. Poplavskyy, F. So, Bipolar carrier transport in a conjugated polymer by complex admittance spectroscopy, J Appl Phys, 99 (2006).

[17] H.J. Bolink, E. Coronado, D. Repetto, M. Sessolo, E.M. Barea, J. Bisquert, G. Garcia-Belmonte, J. Prochazka, L. Kavan, Inverted solution processable OLEDs using a metal oxide as an electron injection contact, Adv Funct Mater, 18 (2008) 145-150.

[18] K. Morii, The role of TiO2 in the air-stable hybrid organic-inorganic light-emitting diodes, Synthetic Met, 159 (2009) 2312-2314.

[19] Y. Nakayama, K. Morii, Y. Suzuki, H. Machida, S. Kera, N. Ueno, H. Kitagawa, Y. Noguchi, H. Ishii, Origins of Improved Hole-injection Efficiency by the Deposition of MoO3 on the Polymeric Semiconductor Poly (dioctylfluorene-alt-benzothiadiazole), Adv Funct Mater, 19 (2009) 3746-3752.

[20] N. Tokmoldin, S. Dowland, N. Bansal, D.D.C. Bradley, S.A. Haque, Fabrication and characterization of hybrid polymer/metal-oxide light-emitting diodes using ZrO2 as an electron-injecting layer, Organic Electronics, (submitted for publication).

[21] M. Wolborski, M. Bakowski, A. Ortiz, V. Pore, A. Schoner, M. Ritala, M. Leskela, A. Hallen, Characterisation of the Al2O3 films deposited by ultrasonic spray pyrolysis and atomic layer deposition methods for passivation of 4H-SiC devices, Microelectron Reliab, 46 (2006) 743-755.