

# ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## КАЗАХСТАНА

издается с 2000 года

идеи ► технологии ► результат



- Новые ориентиры инвестиционной политики Казахстана
- Казахстан развивает обрабатывающую промышленность, строительство жилья и фармацевтику
- Развитие нефте- и газохимии – перспектива нефтегазовой отрасли
- Исследование эффективности очистки загрязненных высокопарафинистой нефтью почв
- Перспективная технология бурения технологических скважин подземного скважинного выщелачивания урана
- Тендер технологий
- Средневековая промышленность Казахстана

# ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

КАЗАХСТАНА

издается с 2000 года

идеи ► технологии ► результат



**Архив журнала «Промышленность Казахстана» 2020 г. -  
на сайте [www.cmrp.kz](http://www.cmrp.kz)**

Аналитика, обзоры, мнения специалистов, а также научные результаты в разделе «Тендер технологий».

ВИЗИТЫ	Расширяя всестороннее сотрудничество	2
ЭКОНОМИКА	Казахстан развивает обрабатывающую промышленность, строительство жилья и фармацевтику	4
АКТУАЛЬНО	Новые ориентиры инвестиционной политики Казахстана	8
ЭКОЛОГИЯ	Развитие нефте- и газохимии – перспектива нефтегазовой отрасли	13
	Исследование эффективности очистки загрязненных высокопарафинистой нефтью почв	17
	Обеспечение экологической безопасности на Каспийском море	20
ТЕХНОЛОГИИ	Оценка экологической обстановки Алматы	23
	Метод каротажа по мгновенным нейтронам деления для отработки гидрогенных месторождений урана в Казахстане	27
	Бурение скважин при депрессии с применением системы бурения с контролем забойного давления	31
ЭНЕРГЕТИКА	Перспективная технология бурения технологических скважин подземного скважинного выщелачивания урана	35
	Правовое регулирование энергетического сектора	38
ИНДУСТРИЯ	Энергетикалық стандарт негізінде мекеме қызметін тиімді басқаруға арналған модель	45
	Совершенствование процессов окомкования тонковкрапленных золотосодержащих руд	49
ЮБИЛЕИ	Человек дела	53
ПАМЯТЬ	К 70-летию со дня рождения Александра Николаевича Клеца	55
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ		56
ТЕНДЕР ТЕХНОЛОГИЙ	Кешенді модификацияланған қоспалардың ауыр бетонның қатаю процестеріне әсері	58
	«Теңіз» күкіртінен литий сульфиді, полисульфиді, тиосульфатын алу	62
	Алтын өндірісінен бөлінетін зиянды заттар	65
	The influence of the fractional composition of sawdust on sawdust concrete	68
	Synthesis of heterocyclic haloidenins	71
	Состав бурового раствора при бурении технологических скважин в неустойчивых глинистых породах	73
	СВ-синтез композиционных огнеупорных материалов на основе минерального сырья в режиме технологического горения	76
	Исследование прочности типовых сварных соединений с дефектами типа трещин	82
	Обобщение результатов исследований теплообмена в искусственно турбулизированных каналах	86
	Утилизация отработанных буровых растворов при бурении технологических скважин в АО «НАК «КАЗАТОМПРОМ»	89
ИСТОКИ КУЛЬТУРЫ	Средневековая промышленность Казахстана	92
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ		99



## РАСШИРЯЯ ВСЕСТОРОННЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев принял участие в 14-м саммите Организации экономического сотрудничества.

В работе саммита в режиме видеоконференцсвязи 4 марта также приняли участие Премьер-министр Пакистана Имран Хан, Президент Турции Реджеп Тайип Эрдоган, Президент Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедов, Президент Афганистана Ашраф Гани, Президент Азербайджана Ильхам Алиев, Президент Ирана Хасан Рухани, Президент Кыргызстана Садыр Жапаров, Президент Таджикистана Эмомали Рахмон, Президент Узбекистана Шавкат Мирзиёев, Генеральный секретарь Организации экономического сотрудничества Хади Сулейманпур.

В своем выступлении Касым-Жомарт Токаев выразил благодарность братскому турецкому народу и Президенту Турции Реджепу Тайипу Эрдогану за помощь, оказанную нашей стране в борьбе с пандемией. Как отметил глава государства, в нынешнее непростое время наши страны вновь убедились в том, насколько важны взаимная помощь и поддержка на глобальном уровне.

Основное внимание в выступлении Президента Казахстана было уделено преодолению негативных экономических последствий пандемии.

«Благодаря реализации комплексного антикризисного плана, обеспеченного финансовыми ресурсами,

Казахстан смог минимизировать негативное воздействие пандемии и даже добился роста в таких сферах, как строительство, сельское хозяйство и производство. В этом году мы ожидаем роста ВВП более чем на 3 %», – сказал Президент Казахстана.

Касым-Жомарт Токаев назвал сотрудничество с ОЭС одним из приоритетов внешней политики Казахстана. По его мнению, основой взаимодействия в рамках организации должны стать крупные инфраструктурные и социальные проекты. Одним из наиболее перспективных проектов видится Транскаспийский международный транспортный маршрут, который формируется совместно с Китаем. В частности, в ноябре 2019 года был запущен контейнерный поезд по маршруту Сиань–Стамбул–Прага, соединивший Казахстан, Китай, Азербайджан, Грузию и Турцию. В апреле прошлого года первый контейнерный состав прошел по маршруту Сиань–Измил. Он преодолел расстояние около 7000 километров за 16 дней.

«Это хорошие примеры нашего взаимодействия. Однако нам предстоит еще немало сделать, чтобы обеспечить устойчивый прогресс. В этом году нам необходимо обеспечить выход на полную мощность железнодорожного маршрута Казахстан–Туркменистан–Иран. Прорабатываются и другие

новые маршруты. Ожидается, что высокоскоростная железная дорога из Туркестана в Ташкент увеличит туристический потенциал как Казахстана, так и Узбекистана, сократит время в пути до двух часов и облегчит связи между бизнесменами и социальные контакты наших стран», – сообщил Касым-Жомарт Токаев.

В выступлении также была представлена информация об участии Казахстана в инфраструктурных проектах в Афганистане. Вместе с российскими и узбекскими партнерами наша страна участвует в строительстве железных дорог Мазари–Шариф–Кветта и Мазари–Шариф–Пешавар. Рост двусторонней торговли с Афганистаном в прошлом году составил 55 %.

Еще один важный приоритет для нашего региона – продовольственная безопасность. Президент подчеркнул, что Казахстан поддерживает все инициативы ОЭС в области сельского хозяйства, и призвал государства-члены присоединиться к Исламской организации по продовольственной безопасности (IOFS), штаб-квартира которой находится в Нур-Султане.

«Мы работаем над созданием национальной сети оптовых дистрибуторских и логистических центров. Продовольственная безопасность и доступность – это общая проблема,



поэтому мы считаем, что объединение наших усилий для создания эффективной логистики имеет большой потенциал. Казахстан и Узбекистан создают Международный центр торгово-экономического сотрудничества на границе», – подчеркнул глава государства.

Касым-Жомарт Токаев также остановился на потенциале сферы туризма, которая, несмотря на пандемию, остается одним из перспективных направлений сотрудничества: «Казахстан намерен довести долю туристической отрасли до 8 % ВВП к 2025 году. Мы активно развиваем священный для стран Центральной Азии и всего тюркского мира город Туркестан. Только в 2020 году внутренние инвестиции в городскую инфраструктуру, туризм и логистику в Туркестане составили около 1 миллиарда долларов. Туркестан вошел в ТОП-10 туристических направлений Казахстана, которые могут стать привлекательными для инвесторов и туристов из ваших стран».

Как подчеркнул глава государства, здравоохранение также может стать центром притяжения

иностраннных инвестиций в Казахстан. Конкуренентоспособные тарифы, высококвалифицированная рабочая сила и множество возможностей государственно-частного партнерства привлекли турецкие компании, которые участвуют в строительстве новых больниц в Казахстане и оснащении их высокотехнологичным медицинским оборудованием.

«Турецкая Rönensans Holding начинает строительство своих клиник в семи городах Казахстана. Мы также приветствуем компанию Oghun Medical, которая совместно с Казахским национальным институтом онкологии и радиологии планирует в этом году ввести в действие Центр томотерапии в Алматы. Уверен, что сотрудничество с турецкими компаниями будет продолжено. Мы также намерены приглашать партнеров из других стран-участниц инвестировать в систему здравоохранения Казахстана», – отметил Касым-Жомарт Токаев.

Президент высказал ряд предложений по повышению эффективности

Организации экономического сотрудничества. По его словам, Казахстан в качестве председателя Совещания по взаимодействию и мерам доверия в Азии готов оказать содействие в развитии сотрудничества между ОЭС и СВМДА в сфере экономики. Взаимодействие между этими структурами представляется наиболее перспективным в сферах транспорта и логистики, сельского хозяйства, финансов, энергетики, туризма, цифровых технологий и других.

«Мы надеемся, что всестороннее сотрудничество, основанное на взаимных интересах и практической реализации совместных проектов, позволит нам противостоять вызовам сегодняшнего дня и подготовить нас к возможностям завтрашнего дня. Мы возлагаем на организацию большие надежды», – подытожил глава нашего государства.

В заключение Касым-Жомарт Токаев пожелал Туркменистану успешного председательства в Организации экономического сотрудничества.



## КАЗАХСТАН РАЗВИВАЕТ ОБРАБАТЫВАЮЩУЮ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, СТРОИТЕЛЬСТВО ЖИЛЬЯ И ФАРМАЦЕВТИКУ

Правительство Казахстана ставит перед собой задачу разогнать обороты программы строительства доступного жилья для граждан, нарастить инвестиции, особенно в обработку и ускорить развитие лекарственной фармацевтики.

В 2021 году индекс физического объема в производстве строительных материалов должен вырасти к уровню 2020 года на 6 %, в фармацевтической отрасли – на 5 %, в обрабатывающей промышленности – на 6 %.

### Строительство доступного жилья

В Казахстане «запущена жилищная программа «5-10-20». Она вызвала большой интерес со стороны населения, уже предоставлено более 5 тысяч займов.

За два месяца 2021 года в республике введено в эксплуатацию 1,9 миллиона квадратных метров жилья. Всего в 2021 году планируется обеспечить строительство 17 миллионов квадратных метров

жилья. Инвестиции в жилищное строительство составили 231,2 миллиарда тенге, что выше прошлогоднего уровня на 37 %.

В строительстве индекс физического объема составил 110 %. Рост ввода жилья в сравнении с прошлым годом отмечается во всех регионах, а по итогам января-февраля строительство жилья растет во всех регионах Казахстана. Атырауская область увеличила строительство жилья – в 2,3 раза, Костанайская – на 124 %, Павлодарская и Актюбинская – на 119 %, Мангистауская и Карагандинская – на 114 %, Западно-Казахстанская и Атырауская – на 112 %, Северо-Казахстанская и Акмолинская – на 111 %, Восточно-Казахстанская – на 108 %, Жамбылская – на 103 %, Кызылординская, Туркестанская и Алматинская – на 102 %, Шымкент – в 4,5 раза, Алматы – на 111 % и Нур-Султан – на 106 %.

В производстве строительных материалов индекс физического объема

планируется на уровне 106 %. На 2021 год намечен ввод в эксплуатацию производств компаний ТОО «Valtherm» и ТОО «Novus Polymer» по изготовлению инженерной сантехники и отопительного оборудования, пластиковых профилей в Алматы.

Всего в рамках реализации карты индустриализации в 2021 году отработаются 110 проектов на общую сумму около 2 триллионов тенге с созданием более 12 тысяч постоянных рабочих мест.

Производство строительных материалов зафиксировано на уровне 123 % к плану за счет повышения производства портландцемента (на 61 %) и гипса (на 45 %).

«Действующие предприятия уже обеспечивают порядка 50 % стройматериалов по теплоизоляции, профлистам, пластиковым трубам и другим, а по 3 позициям – линолеум, обои, санфаянс – производство на внутреннем рынке в настоящее время

отсутствует», – сказал министр инвестиций и инфраструктурного развития (МИИР) Республики Казахстан Бейбут Атамкулов на одном из заседаний правительства.

По его словам, для определения потребности в стройматериалах МИИР РК проанализировало рынок по ключевым 24 позициям. Отечественные производители полностью покрывают потребность внутреннего рынка по 10 товарным позициям: железобетонные изделия, бетон, сухие смеси, лакокрасочная продукция, кирпич керамический и силикатный, ячеистые блоки из бетона, дверные внутренние, стальные, стекло. В 2021 году планируется рост в отрасли за счет увеличения объемов производства по железобетонным изделиям на 16 %, кирпичу – на 15 %, цементу – на 11 %, растворам – на 13 %, теплоизоляционным материалам – на 12,5 %, гипсокартону – на 11 %.

### Драйвер обрабатывающей промышленности – машиностроение

Развитие обрабатывающей промышленности в 2021 году, по словам министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан Бейбута Атамкулова, включает запланированный рост индекса физического объема обрабатывающей промышленности на 6 %.

В машиностроительной отрасли был стабильный рост на уровне 121 % за счет выросшего на 20 % выпуска автотранспортных средств, трейлеров и полуприцепов, на 55 % – машин и оборудования, на 39 % – прочих транспортных средств и компьютеров, электронного и оптического оборудования, на 7 % – электрооборудования, на 5 % – ремонта и установки.

К тому же в 2021 году будут запущены ТОО «Петропавловский электротехнический завод» по производству трансформаторов и локализационный центр АО «АгромашХолдинг KZ» в Костаное по производству автокомпонентов сельскохозяйственной техники и их объемы уже добавятся в общее производство.

В металлургии объем производства вырос на 3 %. Так, в черной металлургии в АО «АрселлорМиттал Темиртау» рост производства стали составил 2 %, Таразский металлургический завод увеличил производство ферросиликомарганца на 91 %.

Темиртауский электрометаллургический комбинат произвел ферросплавов на 1 % больше, чем в предыдущем году. Завод добывает марганцевую руду и известняк, производит и реали-

зует ферросплавы и карбид кальция. Создан полный производственный цикл: сырье – производство – готовый продукт. Продукция сертифицирована, качество контролирует аккредитованный испытательный центр, выбросы вредных веществ в атмосферу – аттестованная санитарная лаборатория отдела охраны.

В черной металлургии в январе-феврале 2021 года выросли объемы производства чугуна на 5 % и ферросиликомарганца – на 73 %. На 2021 год в черной металлургии индекс физического объема установлен на уровне 105 %. В целом в 2021 году ожидается увеличение производства ферросплавов на 10 %, стали – на 17 % и проката на 19 %.

До 2025 года будет завершена модернизация основных технических мощностей компании «АрселорМиттал Темиртау» с доведением объема производства до 4 миллионов тонн стали в год, сумма инвестиций составит 1,3 триллиона тенге. В 2021 году будут увеличены объемы производства цинка и свинца на 19 %, медного концентрата – на 9 %, алюминия – на 6 %.

В 2021 году планируется запустить дополнительно 6 проектов, которые позволят увеличить объемы производства ферросплавов, строительной арматуры, стальных сварных труб, переработки железной и марганцевой руды. Самые крупные из них: проект ТОО «INDJAZ» по строительству завода по переработке железной и марганцевой руды в Карагандинской области и ТОО «QazCarbon» по строительству Сарыаркинского ферросплавного завода с агломерационной фабрикой.

В цветной металлургии плановый показатель на 2021 год установлен на уровне 105 %. Дополнительные объемы производства обеспечат запуск Жайремского ГОК и Сатпаевского горно-обогатительного предприятия, а несколько позже – проект «Актогай II» компании KAZ Minerals, в расширение которого вложат 1,2 миллиарда долларов, а также золотоизвлекательные фабрики. Производство выросло на 5 %: объемы аффинированного золота – на 42 %, аффинированного серебра – на 60 %, золота в слитках – на 45 %, серебра в гранулах – на 10 %, катодной меди – на 45 %.

«Корпорация «Казахмыс» увеличила объем производства золота в слитках на 52 % и серебра в гранулах на 33 %. В компании «Тау-Кен Алтын» производство аффинированного золота выросло на 4 %, аффинированного серебра – на 47 %.

Металлургическая компания «Кастинг» увеличила объем производства катодной меди на 19 %. Освоив технологии комплексной переработки вторсырья, используя собственные разработки и ноу-хау, компания выпускает стальную заготовку, мелющие шары и стержни, арматурный прокат, катодную медь и медные изделия, бронзу, латунь, алюминиевые и свинцовые сплавы.

### Развитие фармацевтики снизит возможные риски

В целях наращивания потенциала в борьбе с пандемией и будущими эпидемиологическими угрозами в Казахстане принят Комплексный план по развитию фармацевтической и медицинской промышленности на 2020-2025 годы.

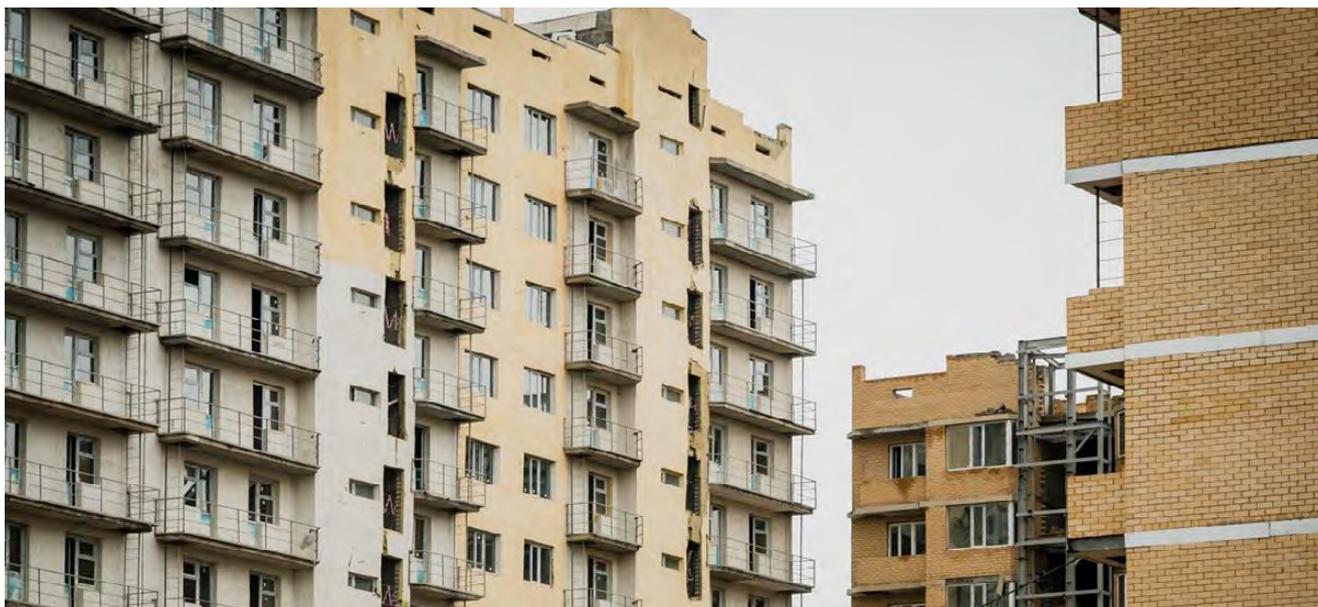
План предусматривает увеличение к 2025 году отечественного производства фармацевтических препаратов в 2,5 раза (с 92 до 230 миллиардов тенге). Доля отечественной фармацевтической продукции на внутреннем рынке повысится до 50 % в натуральном выражении.

Для реализации плана будет использовано возмещение затрат бизнеса на проведение клинических и доклинических испытаний, определение ключевых товарных позиций, потенциальных ниш, а также инвестиционных предложений для иностранных инвесторов. Планируется поэтапное внедрение обязательной маркировки и прослеживаемости лекарств и медицинских изделий на всех этапах логистики лекарств до конкретного пациента.

«Привлечение инвестиций является ключевым инструментом достижения поставленных целей по развитию фармацевтической промышленности Республики Казахстан. Ведется работа по привлечению 30 иностранных компаний с обеспечением локализации производства их фармацевтической продукции на территории Казахстана», – отметил на заседании правительства премьер-министр Казахстана Аскар Мамин.

Казахстан намерен нарастить объем экспорта лекарств в 3 раза (до 174 миллионов долларов)», – заявил глава МИИР РК Бейбут Атамкулов на одном из заседаний правительства.

По его словам, на АО «Химфарм» с долей в отрасли 45 % объемы производства вырастут на 26 %, на АО «Нобел АФФ» – снизятся на 23 %, на ТОО «Абди Ибрагим ГлобалФарм» с долей в отрасли 7 % объемы вырастут на 18 %, на ТОО «КелунКазфарм» с долей в отрасли 1 % объемы вырастут на 5 % и



на ТОО «Dolce» с долей в отрасли 6 % – на 321 %.

Основной рост будет обеспечен за счет увеличения производства лекарств на 10 %. Положительное влияние окажет запуск производств по выпуску вакцины против коронавирусной инфекции и 5 новых производств: АО «Химфарм», НИИ проблем биологической безопасности в Жамбылской области, завода по выпуску иммунобиологических препаратов и вакцин и другие. «В целом в 2021 году объем производства фармацевтической отрасли запланирован на уровне – 105 %», – отметил Атамкулов.

#### Новые проекты химической промышленности

В химической отрасли рост объема производства за 2020 год составил 14 %. Рост физического объема ожидается на уровне 102 % за счет увеличения объема производства крупными предприятиями отрасли, доля которых составляет 57 %. В 2021 году будут запущены три новых проекта, которые увеличат объемы производства отрасли: ТОО «Мунайхим ЛТД» в Актюбинской области по производству нефтехимических реагентов, ТОО «КазХимСинтез» в Карагандинской области по промышленным реагентам и ТОО «НПП Интеррин» в Жамбылской области по производству взрывчатых веществ.

Также планируется увеличить объемы производства фосфорных удобрений на 17 %, аммофоса – на 15 %, селитры аммиачной – на 11 %, хромовых соединений – на 14 %. До 2025 года в отрасли запланировано реализовать инвестпроекты и увели-

чить мощности по производству минеральных удобрений до 1,5 миллиона тонн.

#### Увеличился выпуск продукции легкой промышленности

В легкой промышленности в 2020 году рост составил 4 % за счет увеличения производства одежды на 20 % и кожаной продукции – на 17 %. Индекс физического объема планируется на уровне 105 %. В 2021 году будут запущены 5 проектов по выпуску пряжи, геотекстиля, одежды и обуви на сумму 5,4 миллиарда тенге. Крупными проектами 2021 года будут ТОО «ПК «АГФ Групп» в Шымкенте по производству прикладных материалов, ТОО «Tulpar Textile» в Туркестанской области по производству хлопчатобумажной пряжи и ТОО «Ультрастаб-Казахстан» в Атырауской области по производству геосинтетических материалов.

#### Ожидается приток инвестиций от изменения промышленной политики

В выступлении на расширенном заседании правительства Казахстана в январе Президент Касым-Жомарт Токаев назвал свободные экономические зоны (СЭЗ) страны с «ярким примером низкой эффективности».

«Сегодня действуют 13 СЭЗ, а в прошлом году хотели создать еще две. При этом их наполняемость проектами осталась на низком уровне – в целом всего 52 %. По каждой из них следует провести анализ целесообразности, выработать новую модель функционирования. Хочу подчеркнуть: акимы, не занимающиеся реальным разви-

тием своих СЭЗ, сильно рискуют. Мы просто закроем такие зоны и не будем тратить на них бюджетные деньги. Эту проблему нам нужно решить в самое ближайшее время – в I квартале этого года. Нужно провести очень серьезный анализ», – сказал Токаев.

МИИР РК предложило ряд нововведений в СЭЗ, чтобы повысить их эффективность.

Так, предложено увеличить срок действия СЭЗ с 25 до 49 лет. При этом для каждого инвестора государство предоставит разные сроки действия льготного пакета в зависимости от применения критериев по объему инвестиций и окупаемости проекта. В случаях невыполнения обязательств участнику СЭЗ доначисляются все налоги за соответствующий период, что позволит укрепить обоюдную ответственность сторон и повысить дисциплинированность инвестагентов.

Доля крупных и средних предприятий, использующих цифровые технологии вырастет до 7 %, планируется внедрение 45 проектов на 150 миллиардов тенге.

Министр индустрии и инфраструктурного развития (МИИР) Республики Казахстан Бейбут Атамкулов заявил, что правительство к 2025 году ожидает рост инвестиций до 10 триллионов тенге от регулирования ситуации в отрасли новым законом «О промышленной политике», внедрения новых механизмов по законопроекту «О промышленной политике». Будет создано 700 новых проектов и более 105 тысяч рабочих мест с освоением 85 % территории СЭЗ.

МИИР РК прорабатывается ряд системных мер для решения

проблемных вопросов и дальнейшего развития обработки.

Будет разработана программа развития отечественных поставщиков товаров, работ и услуг – пояс МСБ, вокруг крупных горно-металлургических предприятий, Дорожная карта развития редких и редкоземельных металлов на 2021-2025 годы.

Для развития фармацевтической промышленности планируется проработать вопрос субсидирования расходов фармпредприятий на проведение клинических и доклинических испытаний, а также на внедрение стандартов GMP (Good Manufacturing Practice, Надлежащей производственной практики) и снижения таможенных пошлин на ряд импортируемых субстанций и сырье.

В машиностроении инвестициями 35,5 миллиарда тенге через АО «Фонд развития промышленности» будет обеспечена программа лизинга отечественных автомобилей и изъятие из национального режима лифтов, электро- и нефтегазового оборудования, автобусов.

В нефтепереработке Министерством энергетики Республики Казахстан начата разработка нацпроекта по развитию нефтегазохимии до 2025 года.

Кроме того, для продвижения экспорта несырьевой продукции Министерство торговли и интеграции Казахстана с бизнесом и отраслевыми ведомствами запустило проект по ускоренному продвижению экспорта товаров и услуг. В 2021 году в рамках программы «Экспортная акселерация» 130 новых экспортеров будут выведены на внешние рынки, 50 экспортеров – на международную электронную площадку Alibaba. Государственной компанией KazakhExport будет оказана страховая поддержка экспортерам до суммы в 200 миллиардов тенге.

В рамках привлечения инвестиций Министерством иностранных дел РК предоставляются 2 пакета инвестпреференций – инвестиционный проект и инвестиционный приоритетный проект, в зависимости от объема вложенных инвестиций.

Кроме того, для фиксации договоренностей между государством и инвесторами в январе 2021 года вступили в силу законодательные поправки, включающие понятие соглашения об инвестициях.

### Новые подходы к управлению инвестициями

На заседании Инвестиционного штаба под председательством



премьер-министра РК Аскара Мамина в начале марта рассмотрены новые подходы к управлению инвестициями, представленные в рамках Высшего совета по реформам при президенте.

Министр национальной экономики Асет Иргалиев отметил на заседании штаба, что в Национальном плане развития Казахстана до 2025 года, а также предвыборной программе партии Nur Otan поставлена цель по доведению объема инвестиций в основной капитал в 2025 году до 30 % к ВВП, прямых иностранных инвестиций – до 30 миллиардов долларов. Для реализации цели будут привлекаться инвестиционные секторы: агропромышленный комплекс, туризм, инфраструктура, машиностроение, фармацевтика, ГМК, нефтехимия, IT, образование и другие отрасли с высоким уровнем добавленной стоимости. Причем, показатели целевых объемов инвестиций декомпозированы по отраслям, госорганам и акиматам регионов с разбивкой по годам.

Для комплексной оценки эффективности мер по привлечению инвестиций планируется внедрить инвестиционный рейтинг регионов, который позволит определить наиболее эффективные практики по работе с инвесторами и стимулировать работу местных органов власти. Рейтинг состоит из 50 индикаторов на основе сведений, полученных методом опроса, статистических данных и экспертной оценки. Инвестиционный рейтинг регионов и Национальный доклад по инвестициям планируется выпускать в I квартале каждого года.

Сформирован инвестиционный пул из более 1600 проектов на сумму 32,4 триллиона тенге. В рамках реализации новых подходов по интенсификации притока прямых иностранных инвестиций разработаны и приняты трехлетние страновые программы для

загранучреждений МИД РК. Каждая программа отражает таргетируемые отрасли и компании определенной страны с учетом специфики структуры ее экономики.

В 2021 году в Карагандинскую область планируется привлечь не менее 810 миллиардов тенге в отрасли машиностроения, металлургии и горно-металлургического комплекса. До конца года будут завершены 14 проектов на сумму 282,2 миллиарда тенге с созданием более 2,5 тысячи новых рабочих мест.

Министр индустрии и инфраструктурного развития Бейбут Атамкулов отметил, что в 2021-2025 годы в промышленности, строительной отрасли, транспортном секторе, недропользовании и оборонно-промышленном комплексе планируется реализовать 819 проектов на общую сумму 17,6 триллиона тенге частных инвестиций. На 2021 год целевой объем инвестиций в основной капитал установлен в размере 6 триллионов тенге.

Инвестиционный портфель АО «НК «КазМунайГаз» (КМГ) содержит 57 проектов на общую сумму 58,1 триллиона тенге. Прорабатываются вопросы реализации таких инвестиционных проектов недропользования на шельфе Каспия, как «Абай», «Исатай», «Женис», «Аль-Фараби», «Каламкас-море», «Хазар» и «Хвалынское». Планируется завершить в 2021 году инвестпроекты реверса в рамках строительства нефтепровода Казахстан–Китай, строительства и модификации самоподъемной плавучей буровой установки на месторождениях «Апшерон» и «Бабек» в Азербайджанском секторе Каспийского моря, газификации Алматы, развития розничной сети в Черноморском регионе, строительства установки производства сжатого воздуха для нужд ТОО «Kazakhstan Petrochemical Industries Inc.».

# НОВЫЕ ОРИЕНТИРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ КАЗАХСТАНА

## Инвестиционная составляющая экономической политики Казахстана

Казахстан улучшает инвестиционный климат, предпринимая действенные меры, направленные на развитие местного бизнеса и создание рабочих мест, что особенно ценно в период пандемии. Акцент сделан на введение упрощенного налогового режима, расширение пакета инвестиционных преференций, гарантию стабильности налогового законодательства для инвесторов, реализующих проекты в приоритетных отраслях [1].

Особую значимость имеет диверсификация экономики, как ведущий компонент внешнеэкономической политики государства, остро нуждающейся в привлечении внешних инвестиций, важнейшего условия поддержания и наращивания текущих темпов экономического роста, наращивания капиталоемкости экономики [2].

С 2017 года в стране функционирует единый оператор по мобилизации инвестиций, содействию инвесторам при получении государственной помощи – АО Национальная компания «Kazakh Invest», обладающая сетью представителей за рубежом и в регионах Казахстана, обеспечивающая взаимодействие с инвесторами в соответствии с принципом «одного окна». Она гарантирует весь спектр оказываемых услуг по системному сопровождению инвестиционных проектов от возникновения идеи и организации первичных переговоров от имени правительства и передачи требуемых данных для принятия окончательного инвестиционного решения, включая реализацию, в постинвестиционный отрезок, то есть охватывая все этапы жизненного цикла. Для результативных действий по мобилизации финансов Казахстан сотрудничает с предполагаемыми инвесторами в странах их присутствия. Kazakh Invest располагает представителями в приоритетных странах – США, КНР, Германии и других.

О результативности инвестиционной политики говорит тот факт, что за годы новой индустриализации (2010-2019 гг.)

национальная экономика пополнилась 250,2 миллиарда долларов прямых иностранных инвестиций (ПИИ). В 2019 году размер валового притока ПИИ в страну составил 24,1 миллиарда долларов [3]. На 01.01.2020 года из 3570,6 миллиарда долларов прямых инвестиций в Казахстан, в географическом срезе наибольший вес занимают Нидерланды (27,678 %) и США (20,86 %), являющиеся крупнейшими инвесторами уже не первый год. На начало 2020 года в стране зарегистрировано 16,8 тысячи компаний с зарубежным капиталом, это на 18,1 % больше по сравнению с 2018 годом.

За 1992-2019 годы совместно с Всемирным банком в стране реализовано 47 инвестиционных проектов на 8 миллиардов долларов в сфере финансов, инфраструктуры, энергетики, бизнеса и свыше 250 проектов по оказанию технической помощи на 40 миллионов долларов, что повысило качество жизни граждан, создало новые возможности в частном и национальных секторах [4]. В будущем для достижения по обозначенным инвестиционным проектам *конкретных количественных индикаторов* требуется шире применять потенциал консалтинговых компаний и таких международных финансовых институтов, как Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР), Азиатский банк развития (АБР) в рамках оказываемого ими Казахстану технического содействия.

Если в 2018-2019 годах в мире наблюдалось падение инвестиционной активности, то Казахстан, наоборот, нарастил валовой приток ПИИ за 2018 год на 15,8 %, в 2019 году объем мобилизованных ПИИ превысил 25 миллиардов долларов, торговый оборот с зарубежными странами достиг 96 миллиардов долларов (*табл.*).

Наибольший объем ПИИ традиционно сконцентрирован в горнодобывающей промышленности и разработке карьеров, где за 2018-2019 годы производительность труда возросла в среднем на 13 % и наблюдается наивысшая

концентрация иностранных предприятий: 10,4 % от всех действующих субъектов, или 388 компаний с общей численностью рабочих 276,8 тысячи человек (*рис. 1, 2*). При этом на крупные предприятия приходится 28,7 % иностранных компаний, на средние – 27,4 %, рентабельность производства крупных и средних компаний составила 76,9 %, что является максимальным значением за 2017-2019 годы.

Второе место по объему инвестиций занимает обрабатывающая промышленность, где функционируют 1,1 тысячи компаний с иностранным капиталом. Государственные инвестиции в обрабатывающую промышленность призваны частично уравновесить ограниченный прирост добычи нефти за счет реализации экспортоориентированных проектов с высокой добавленной стоимостью [5]. Отечественные экспортеры несут высокие временные и материальные затраты, связанные с соблюдением требований на границе, включая таможенное оформление, процедуры проверки и требования к документации, что также снижает конкурентоспособность производимой ими продукции.

За последние годы динамика и состав зарубежных вложений в Казахстан постепенно сместились в обрабатывающий сектор. Так, в 2018 году число заявленных инвестиционных проектов в сравнении с 2017 годом возросло более чем в 2 раза: 56 проектов против 25. В 2019 году реализованы 228 инвестиционных проектов на 54,3 миллиарда долларов. Лидируют проекты в агропромышленном комплексе (27 проектов на 3 миллиарда долларов), в нефтегазохимии и химической промышленности (26 проектов на 21,8 миллиарда долларов), в машиностроении (29 проектов на 3 миллиарда долларов), ВИЭ (22 проекта на 1,4 миллиарда долларов). В 2018-2019 годах из кредитного портфеля ЕБРР, половина средств которого направлена в частный сектор, 51 % инвестирован в энергетический сектор, 35 % направлены на инфраструктурные проекты, 9 % – в промышленность, торговлю и

сельское хозяйство, 5 % – в финансовые учреждения.

Несмотря на то, что в 2018 году размер привлеченных хозяйствующими субъектами обрабатывающей промышленности вложений в основной капитал составил 1242 миллиарда тенге, что втрое превосходит показатель 2010 года, эти объемы инвестирования оказались ниже объемов вложений, пополнивших основной капитал добывающих отраслей (4494 миллиарда тенге), более чем в 3,5 раза.

Наибольший объем инвестиций приходится на металлургию – 34,6 % от совокупных вложений, выпуск кокса и продуктов нефтепереработки – 23,9 %, прочих неметаллических минеральных продуктов – 9,5 %, химических продуктов – 8,5 %, продуктов питания – 7,7 %. Величина инвестиций, мобилизованных в основной капитал других направлений обрабатывающей промышленности, незначительны и занимают 1-2 % от итогового объема.

В 2019 году в профессиональную и научно-техническую деятельность поступили 71,38 миллиарда тенге (0,6 % от всего объема капитальных инвестиций), против 43,24 миллиарда тенге в 2018 году. При этом 97 % вложений обеспечены собственными средствами предпринимателей. В 2018-2019 годах доля инвестиций в указанный сектор составила 0,2 % от всего объема капитальных вложений.

В соответствии с Национальной инвестиционной стратегией работа по мобилизации инвестиций ориентирована на два приоритетных сектора: отрасли с существующим действующим потенциалом и многообещающие отрасли [6].

Отрасли с существующим потенциалом (пищевая промышленность, глубокая переработка полезных ископаемых, металлургия, химия, машиностроение) принадлежат к источникам конкурентных преимуществ Казахстана и находятся в состоянии готовности для мобилизации инвестиций и продвижения экспортного производства. Перспективные отрасли, привлекающие для инвесторов в долгосрочной перспективе – информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), туризм и финансы: так, за 2019 год валовые поступления ПИИ в информационную сферу возросли на 27,8 %, в финансовый и страховой секторы – более чем в 3 раза.

Особо привлекают инвесторов сфера недропользование и горно-металлургическая промышленность, где Казахстан внедряет международный

практикум по внедрению прозрачных механизмов государственного регулирования отраслей, предоставляет права недропользования по принципу прямого доступа к геологическим данным, международному порядку вычисления запасов [7, 8]. Страна занимает лидирующие места в мире по разведанным ресурсам цинка, серебра, меди, золота, прогнозная стоимость свыше 5 тысяч месторождений оценена в десятки триллионов долларов.

В фокусе внимания для инвесторов находятся агропромышленный комплекс, ВИЭ, транспорт, логистика. Несмотря на пандемию, Казахстан, обладающий огромным энергетическим потенциалом, и дальше планирует развивать ВИЭ, альтернативную энергетику, зеленую экономику. Только в 2020 году внедрены свыше 20 проектов ВИЭ мощностью 500 мВатт, предполагается трехпроцентная доля ВИЭ от общей энергетической выработки. Планируется продвижение маневренной генерации, главным образом газовой и гидроэнергетики. К концу 2021 года планируется провести первые аукционы в рамках аукционного механизма привлечения инвестиций.

Казахстан относится к региональному продовольственному хабу с большими перспективами. Во-первых, страна с удобным географическим расположением и доступом к рынкам приграничных государств, располагает 200 миллионами гектаров сельскохозяйственных территорий, экспортирует сельскохозяйственную продукцию в 70 стран мира. Немалую значимость несут в себе инвестиционные льготы, содействие правительства и отстаивание прав инвесторов. Во-вторых, благодаря созданной инфраструктуре страна интегрирована в международную логистическую цепочку. Казахстан, расположившись между Европой и Азией, оказывает транспортно-логистические услуги, открывая доступ быстрорастущему рынку – Китаю. Казахстан, как один из бенефициаров зарубежных поступлений за последние четверть века, перестраивает экономику и рынки капитала в целях удержания стратегической позиции в Центрально-азиатском регионе. Преимуществом Казахстана в сравнении с другими странами региона является непосредственный доступ к рынку с 500 миллионами потребителей, включая страны Центральной Азии и Западный Китай, с которыми уже налажено сотрудничество в нефтегазовом и сельскохозяйственном секторах.

Кроме того, в стране развиваются отрасли, имеющие непосредственное

отношение к замещению импорта и продвижению экспорта сельскохозяйственной продукции: производство и обработка мяса, овощей, переработка зерновых культур, выпуск набирающих популярность в мире органических продуктов.

Благодаря достаточно мощному рыбо-хозяйственному фонду интенсивно развивается рыбная отрасль. Общий размер рынка рыбы и рыбной продукции составляет порядка 66 тысяч тонн. За 2013-2019 годы ежегодные объемы в рыбоводстве возросли с 800 тонн до 7 тысяч тонн. Преимущества отрасли – наличие водных ресурсов, внутренних и внешних рынков сбыта, передовое законодательство для организации рыбного хозяйства, государственное содействие путем субсидирования кормов и инвестиционных субсидий, обширный спектр льгот в специальных экономических зонах [9]. Казахстан реализует курс на продвижение местного рыбоводства для сохранности биологического разнообразия и биологических источников, разрабатывается документ по продвижению развития рыбного хозяйства, где предусматривается содействие и преференции для инвесторов.

Для Казахстана актуальна проблема использования накопленной в экономике ликвидности (свыше 33 триллионов тенге, в том числе пенсионные активы на счетах, депозиты физических и юридических лиц и др.) без учета финансов вне банковской системы. Из-за накопившихся структурных проблем экономики, свободные активы институциональных и частных инвесторов значительно превышают локальные инвестиционные возможности, что не только уменьшает иностранные инвестиции, но и обостряет конкуренцию среди внутренних инвесторов за имеющиеся дефицитные активы.

Финансовые и инвестиционные организации республики владеют необходимыми компонентами (приемлемые материальные ресурсы, крупный масштабированный финансовый сектор, высококачественный корпоративный менеджмент и экспертиза) для выхода за рамки страны и конкурирования в иных многообещающих регионах – российский рынок, страны Восточной Европы, некоторые стабильно развивающиеся рынки Азии.

На протяжении ряда лет в стране наблюдаются обострение рисков ухода отечественных инвесторов на более богатые инвестиционными историями рынки из-за незначительных возможностей для портфельных инвестиций,

Таблица 1

## Показатели инвестиционной политики Казахстана

Показатель	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Инвестиции в основной капитал						
Трлн тенге	6,1	6,6	7	7,7	8,7	11,1
Прирост, %	11	8,6	6,8	9,9	13,4	27,2
Инвестиции в основной капитал к ВВП, %	16,8	16,6	17,2	16,4	16,1	18
ПИИ:						
Млрд долл.	24,1	23,8	15,4	21,4	21	24,3
Рост к итогу, %	83,4	98,8	64,5	139	98,1	115,8
Заявленные иностранные проекты в РК:						
Количество	39	41	42	22	25	56
Рост к итогу, %	169,6	105,1	102,4	52,4	113,6	224
Объем инвестиций по заявленным иностранным проектам						
Млрд долл.	1	0,6	1,6	37,5	4,3	5,2
Рост к итогу, %	445,7	55,5	281,6	2297,9	11,5	120,6

Источник: Комитет по статистике МНЭ РК

Таблица 2

## Целевые индикаторы стратегии развития АО «НК «Kazakh Invest» на 2018-2027 годы

Индикатор	Ед. измерения	Годы									
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Число привлеченных ТНК / крупных компаний в перерабатывающий сектор	Совокупное количество с 2018 г.	8	16	25	35	46	55	64	73	82	91
Число созданных совместных предприятий с «якорными инвесторами» в приоритетных секторах	Совокупное количество с 2018 г.	2	4	7	10	13	16	19	22	25	28
Заявленные проекты в приоритетных секторах с участием иностранных инвесторов	Совокупное количество / млрд долл.	16 / 1	25 / 1,2	33 / 1,5	43 / 2	54 / 2,5	66 / 3	79 / 3,5	93 / 4	108 / 4,5	124 / 5
Проекты ГЧП с участием прямых зарубежных инвестиций	Ед. / млрд долл.	3 / 0,5	5 / 0,7	15 / 1	20 / 1,5	30 / 1,8	35 / 2,1	40 / 2,4	45 / 2,7	50 / 3	55 / 3,3
Рост инвестиций в основной капитал в обрабатывающую промышленность	% к предыдущему году	105,8	109,5	109,8	109,8	109,8	109,8	109,8	109,8	109,8	109,8
Объем реинвестиций в экономику действующими иностранными инвесторами	% к уровню 2016 г.	103	107	110	115	120	125	130	135	140	145
Уровень доверия инвесторов	%	50	55	60	70	80	85	90	90	90	90

Примечание: расчеты проекта по мониторингу экономики Казахстана в формате ранкингов Ranking.kz по данным Стратегии развития АО «НК «Kazakh Invest» на 2018-2027 годы

ограниченность качественных проектов в реальном секторе, значительные искажения между мощными инвестиционными ресурсами и линейкой доступного инструментария. Общеизвестно, что на Западе в уменьшении этого разрыва важная роль отведена инвестиционному банку. На рынке Казахстана статус локальных инвестиционных банков должен возрастать, в том числе в масштабе национальных программ.

Указанные игроки принадлежат к разряду недооцененных представителей институциональных инвесторов, которые вправе быть портфельными или непосредственными партнерами в консультируемых ими проектах, имеющих, на их взгляд, скрытую стоимость.

Исходя из того, что государственная доля в экономике сохраняется существенной, разрешение проблемы пред-

полагает активизацию приватизации, тем более, что качественных активов в стране достаточно [10]. С учетом бюджетного дефицита и резкого уменьшения новых бюджетных поступлений, особенно в карантинный период, проблема продажи объектов усугубляется. Инвестиционная привлекательность частного бизнеса или государственного субъекта возрастет посредством подбора оптимальной



Рис. 1 – Структура валового притока ПИИ в Республику Казахстан по видам экономической деятельности, %



Рис. 2 – Структура внешних обязательств по видам экономической деятельности, %

структуры активов, реализации непрофильных многообещающих направлений, что раскроет потенциал, повысит общую рыночную стоимость и эффективность бизнес-сегментов. Примеры результативных сделок: выделение в специальную открытую компанию

PayPal из eBay, в табачном производстве – Philip Morris из Altria Group и др. На примере целесообразности использования фондового рынка Великобританией или Южной Кореей, принесшего этим странам ощутимый эффект, у Казахстана также накоплен

положительный опыт народного IPO, привлекшего граждан на фондовый рынок через десятипроцентную продажу акций КазТрансОйла и КЕГОК. По разработанной схеме (первый этап – реализация только резидентам, второй – выход на западные площадки),

открывается возможность решения одновременно нескольких стратегических заданий (поступление и задержка инвесторов, обновление бюджета, повышение прозрачности управления субъектом).

В целом, реализованный за последнее десятилетие инновационно-технологический курс трансформировал экономику Казахстана, улучшил инвестиционный климат, но не изменил *ресурсно-экспортную* модель развития. В среднесрочном периоде для создания экспортноориентированной модели одним из драйверов экономического роста должны стать новые ориентиры инвестиционной политики.

### Среднесрочные перспективы инвестиционной стратегии

В среднесрочном периоде основное внимание индустриальной политики будет сосредоточено на дальнейшем повышении конкурентоспособности обрабатывающей промышленности, развитии и продвижении несырьевого экспорта, трансферте новых технологий, содействии цифровизации и технологической модернизации предприятий.

По оценкам мировых рейтинговых агентств, в стране поддерживается небольшой уровень государственной задолженности и существенный объем фискальных ресурсов, достаточный для ослабления экзогенных шоков. В 2020 году рейтинговые агентства Moody's и FitchRatings обосновали рейтинг страны на уровне *инвестиционной надежности*. По прогнозам, фактический рост ВВП страны в 2021 году достигнет 2,8 %, в 2025 году – 4,6 %, во всех базовых отраслях ожидается позитивное поступательное движение [11].

Стратегическая задача – привлечь иностранные инвестиции и передовые технологии, довести к 2025 году величину вложений в основной капитал до 30 % к ВВП, благодаря чему возрастет добавочная стоимости в сферах энергетики, транспорта, инфраструктуры, и других важнейших отраслях.

Поддержание и наращивание текущих темпов экономического роста предполагается счет привлечения еще больших объемов инвестиций:

- к 2022 году планируется довести соотношение ПИИ к ВВП до 19 %;
- увеличить ежегодное валовое поступление ПИИ с 24 миллиардов долларов в 2018 году до 34 миллиардов долларов к 2025 году.

Предполагается, что в 2021 году будут отсутствовать инвесторы, покидающие Казахстан, к 2024 году степень доверия инвесторов достигнет 90 %.

На текущий момент сформирован пул из 4 тысяч инвестиционных проектов с выводом их на проектную мощность, позволяющих привлечь свыше 41 триллиона тенге вложений в базовую индустриализацию, агропромышленный комплекс, транспорт, туризм и торговлю в течение 2020-2024 годов [3, 12, 13].

Для роста инвестиционной привлекательности до 2027 года обозначена установка мобилизовать не менее 91 крупного субъекта в перерабатывающий сектор, не допуская уход зарубежных инвесторов с местного рынка из-за неблагоприятного инвестиционного климата [14]. Запланирован ежегодный рост вложений в основной капитал обрабатывающей промышленности в 2020-2027 годах на уровне 109,8 % (табл. 2).

Потенциал привлечения ПИИ обозначен в объеме до 100 миллиардов долларов, в том числе до 40 миллиардов долларов в несырьевые отрасли в последующее десятилетие. Этому способствует совершенствование инвестиционных условий: упрощение бюрократических процессов, разработка ускоренных процедур для запуска стартапов, снижение минимальных требований по капиталу и упрощение процедур оформления собственности и приобретение права на строительство.

Подводя итог, отметим, что нарастание конкуренции за инвестиции в мировом масштабе и последствия пандемии внесли коррективы в инвестиционную политику Казахстана, потребовали активизации мер по вводу новых инвестиционных проектов в различных отраслях экономики и улучшению инвестиционного климата.

В среднесрочном периоде основное внимание будет сконцентрировано на:

- повышении качественных аспектов разработки планируемых инвестиционных представлений;
- координации работы государственных органов и заинтересованных сторон по актуализации пула инвестиционных проектов и целевых индикаторов по мобилизации вложений в основной капитал, исходя из неопределенности экономической обстановки как в Казахстане, так и в мире;
- внедрении нового инструментария мобилизации зарубежного капитала и технологий, таргетирования ключевых отраслей.

### Литература

1 Об утверждении Комплексного плана по восстановлению экономического роста до конца

2020 года. Постановление Правительства Республики Казахстан от 20 мая 2020 года № 307.

2 Додонов В. Ю. Международное инвестиционное сотрудничество Казахстана: тенденции, факторы, перспективы. Монография. – Нур-Султан: КИСИ при Президенте РК, 2019. – 192 с.

3 Официальный сайт АО «Национальная Компания «Kazakh Invest». – Электронный ресурс <https://invest.gov.kz/ru/https://invest.gov.kz/ru/> (дата обращения 24.12.2020).

4 Иностраные инвестиционные проекты в Казахстане. – Электронный ресурс <https://wfin.kz/publikatsii/kazakhstan-v-tsifrah/34022-inostrannye-investitsionnye-proekty-v-kazakhstane.html> (дата обращения 08.02.2020).

5 Аубакирова Г. М. Трансформационные преобразования экономики Казахстана // Проблемы прогнозирования. – 2020. – № 1. – С. 155-163.

6 Программа по привлечению инвестиций «Национальная инвестиционная стратегия». Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 22 августа 2017 года № 498 (с изменениями от 29.07.2019 года). – [Электронный ресурс] URL: [https://online.zakon.kz/document/?doc\\_id=32605571](https://online.zakon.kz/document/?doc_id=32605571) (дата обращения: 18.10.2019).

7 Кодекс Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 30.12.2019 г.).

8 Исатаева Ф. М., Портнов В. С. Роль государства в повышении инвестиционной привлекательности минерально-сырьевого комплекса. Труды XXII Международного симпозиума им. акад. М.А. Усова, 21-25 апреля 2018 г. – Томск: Томский политехнический университет. – С. 758-759.

9 О специальных экономических и индустриальных зонах. Закон Республики Казахстан от 3 апреля 2019 года № 242-VI ЗРК.

10 О некоторых вопросах приватизации на 2016-2020 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 декабря 2015 года № 1141.

11 В Казахстане реальный рост ВВП в 2021 году ожидается на уровне 2,8 %. [Электронный ресурс]. – [https://finance.kz/news/v\\_kazakhstane\\_realnyy\\_rost\\_vvp\\_v\\_2021\\_godu\\_ozhidaetsya\\_na\\_urovne\\_2\\_8-3751](https://finance.kz/news/v_kazakhstane_realnyy_rost_vvp_v_2021_godu_ozhidaetsya_na_urovne_2_8-3751) URL: [https://forbes.kz/news/2020/10/21/newsid\\_236006](https://forbes.kz/news/2020/10/21/newsid_236006) (дата обращения 10.10.2020).

12 Об утверждении Дорожной карты по дальнейшему привлечению инвестиций в Республику Казахстан. Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 июля 2019 года № 548. [Электронный ресурс]. – URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900000548> (дата обращения 01.04.2020).

13 Об утверждении Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020-2025 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2019 года № 1050. [Электронный ресурс]. – URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/P1900001050> (дата обращения 05.03.2020).

14 Об утверждении Дорожной карты по продвижению несырьевых товаров и услуг. Распоряжение Премьер-министра Республики Казахстан от 29 августа 2019 года № 163-р. [Электронный ресурс]. – URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=33488270](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33488270) (дата обращения: 20.12.2019).



## РАЗВИТИЕ НЕФТЕ- И ГАЗОХИМИИ – ПЕРСПЕКТИВА НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Для эффективного функционирования отечественного нефтегазового комплекса в условиях влияния кризисных факторов необходимо создание заинтересованности в соединении на базе внедрения новых технологий усилий предприятий по добыче нефти и газа, комплексному их использованию, их переработке и сбыту в целях достижения экономии на издержках производства.

Установленные закономерности повышения эффективности деятельности национальных нефтяных компаний, конечно же, не означают, что процесс реструктуризации может быть на этом этапе приостановлен. Важным шагом в развитии компаний является создание такой организационно-производственной структуры, в которой были бы замкнуты все звенья комплекса: геологоразведочные и геофизические работы; добыча углеводородных ресурсов; их транспортировка на внешний и внутренний рынки; нефтегазопереработка и нефтехимия; система реализации товарной

продукции; производство технических средств для отрасли; научно-исследовательский сектор.

Рост нефтегазодобычи в традиционных регионах и начавшееся освоение месторождений Каспийского шельфа создадут необходимую исходную сырьевую базу для строительства крупных нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, продукция которых способна не только полностью удовлетворить внутренние потребности, но и поставляться на внешний рынок.

В числе приоритетных проектов нефтехимических производств, способных комплексно использовать нефтегазовое сырье, могут быть названы:

– строительство нефтеперерабатывающего завода вблизи г. Актау, сырьем для которого должна послужить маслянистая нефть месторождений «Узень», «Жетыбай» и других. В связи с тем, что до сих пор в Казахстан ввозится 100 % различных сортов масел (цена 1 тонны имеет широкий диапазон – от

1200 долларов и выше), реализация этого проекта заложит основу для развития нового производства;

– строительство газоперерабатывающего комплекса вблизи г. Аксай, сырьем для которого могут стать углеводородные ресурсы месторождения «Карачаганак», а в перспективе и ресурсы месторождений шельфа Каспийского моря;

– реконструкция Шымкентского нефтеперерабатывающего и Павлодарского нефтехимического заводов должна осуществляться не только для увеличения глубины переработки нефти и повышения качества производимых видов топлива. В технологической части Шымкентского НПЗ целесообразно создать производство синтетических материалов (синтетических волокон, нитей, тканей), что в совокупности с формируемым в южном регионе хлопковым кластером позволит наладить выпуск широкого ассортимента совершенно новых для казахстанского рынка готовых изделий;

– форсированное строительство интегрированного нефтехимического комплекса в п. Карабатан Атырауской области с тем, чтобы к моменту ввода в эксплуатацию Кашаганского нефтегазового месторождения он технологически был бы готов к приему сырья для переработки;

– строительство нового нефтеперерабатывающего завода в п. Карабатан, исходным сырьем для которого послужит нефть «Кашагана».

Развитие собственной разветвленной базы нефтегазопереработки и нефтехимии необходимо республике, во-первых, в связи с ростом своих потребностей в исходных ресурсах углеводородов, во-вторых, вследствие того, что конечная продукция этих производств – от индивидуальных углеводородов до полимерных материалов представляет собой достаточно выгодную статью экспорта, о чем свидетельствует постоянно растущий спрос на нее на мировых рынках.

Изложенные пути эффективного и комплексного использования углеводородного сырья дают все основания полагать, что вывоз на мировые рынки сырьевых ресурсов, как бы благоприятно не сказывалась мировая конъюнктура, чреват многими непредсказуемыми последствиями. Одним из них являются происходящие колебания мировых цен на нефть. Однако в период установления благоприятной конъюнктуры происходит соответствующий рост цен на продукты нефтепереработки и нефтехимии. Именно такая тенденция наблюдается в течение ряда последних лет и, судя по траектории развития мирового нефтебизнеса, будет продолжена в ближайшие годы.

Обсуждение вопроса строительства 4-го НПЗ продолжается в течение последних пяти лет. Были предложены конкретные места его дислокации: Костанай, Балхаш, Шымкент, Актау. Относительно первых двух пунктов строительства завода можно сразу сказать, что в этом случае необходимо будет решить проблему обеспечения его необходимым объемом исходного сырья, что для этих регионов весьма проблематично. Относительно строительства НПЗ в Шымкенте – это предложение первого Президента страны Н. А. Назарбаева. Думаю, что в Шымкенте можно было бы на территории действующего НПЗ построить ряд объектов нефтехимического профиля для формирования нового текстильно-нефтехимического кластера. Предложение о строительстве завода в г. Актау совпадает с рекомендациями авторов статьи. Но этот объект в силу качественных характеристик углеводородного сырья месторождений Мангышлака и Бузачи, имеющих срав-

нительно небольшое содержание легких фракций, должен иметь нефтехимический профиль. Тогда, наряду с выработкой топливно-масляной продукции, может быть организовано производство некоторых типов парафина, продуктов нефтехимического синтеза, а, возможно, и металлов (ванадий, никель).

Планируемое освоение углеводородных ресурсов шельфа Каспийского моря имеет большое значение для экономики Казахстана. Уже одно то обстоятельство, что в стадии эксплуатации уже находится одна структура – нефтегазовое месторождение «Кашаган», а разведочные работы осуществляются еще на ряде морских месторождений, можно ожидать получения в ближайшие годы достаточно весомых положительных результатов. Добыча дополнительных объемов нефти и газа на морских месторождениях позволит инициировать процесс формирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств в Прикаспийском нефтегазовом регионе.

В этой связи необходимо детально изучить вопрос о возможности строительства четвертого НПЗ в этом регионе. Строительство достаточно крупного нефтеперерабатывающего объекта вблизи от месторождения предопределяет высокие экономические результаты. Мощности нового НПЗ будут загружены на многие десятилетия углеводородным сырьем одинакового физико-химического состава, что, в свою очередь, обеспечит возможность выработки качественной продукции на протяжении всего периода эксплуатации объекта при условии применения необходимого набора технологических процессов. Кроме того, строительство нового НПЗ в поселке Карабатан (Атырауская область) может стать началом формирования здесь крупного нефтехимического кластера, основу которого составят строящийся интегрированный газохимический комплекс, завод по очистке нефти «Болашак» и новый нефтеперерабатывающий завод.

Необходимость структурных преобразований в промышленности в сторону увеличения доли нефтегазоперерабатывающих и нефтехимических производств сегодня практически ни у кого не вызывает сомнений. Однако, каждый новый документ, предлагаемый в качестве национальной программы развития, лишь в незначительной степени отражает прогрессивные изменения структурного характера. В них, как правило, основные акценты расставлены вокруг процессов реконструкции действующих заводов, строительства ряда новых перерабатывающих предприятий, комплексность использования исходного сырья

на которых находится на невысоком уровне [1].

Столь неэффективный сценарий перспектив нефтегазопереработки и нефтехимии прослеживается в государственных национальных программах развития отраслей топливно-энергетического комплекса страны. Главной причиной, сдерживавшей наращивание потенциала нефтегазоперерабатывающей и нефтехимической отраслей в прошлом, являлась незаинтересованность отдельных лиц из высших органов управления хозяйством республики и регионов в создании дополнительных сложностей, сопутствующих строительству и эксплуатации столь сложных объектов, функционирование которых при малейших нарушениях технологического режима и правил безопасности чревато крупными нарушениями экологического равновесия.

В этой связи можно привести некоторые примеры развития нефтехимических комплексов в некоторых странах мира. Так, в КНР (г. Нанкин) строительство нефтехимического комплекса, выпускающего 600 тысяч тонн этилена в год продолжалось три года. На строительство аналогичного предприятия в Германии (г. Лейне) потребовалось также три года, что позволило этим странам обеспечить внутренний рынок конкурентоспособной продукцией и увеличить экспортный потенциал. Освоив значительные объемы инвестиций (бюджет каждого из этих объектов составил около 4 миллиардов долларов), экономика и Германия и Китая реализовала открывшуюся возможность увеличения своего экспортного потенциала.

Все изложенное позволяет сделать вывод о том, что в тех случаях, когда происходит ввод в промышленную разработку новых месторождений углеводородного сырья, сразу же должна разрабатываться программа комплексного его использования. Такой документ должен содержать разработку перспективных объемов использования сырья для удовлетворения собственных потребностей, увеличения экспортной составляющей и вовлечения в процессы на новых нефте- и газоперерабатывающих производствах. Развитие нефтегазовой отрасли в таком направлении способно обеспечить значительный рост эффективности не только отрасли в целом, но и послужить тем необходимым рычагом, с помощью которого получают новый импульс в развитии другие отрасли обрабатывающего сектора экономики страны.

Особое место в процессе модернизации экономики должно быть отведено газохимии, интенсивность развития которой наблюдается в нефтедобыва-

ющих странах мира. Именно возможность извлечения многочисленной полимерной и синтетической продукции, превращенной на последующих этапах переработки в сотни видов товаров, создает благоприятные условия для ее использования практически во всех отраслях промышленности, в строительстве, горнодобывающем производстве, медицине, коммунально-бытовом секторе.

Поэтому переработка наиболее эффективных путей развития всей совокупности звеньев нефтегазового комплекса, при которой определяются обоснованные объемы производства конкретных видов конечной продукции, направления рационального и комплексного их использования, сокращения размеров отходов, отрицательно влияющих на состояние окружающей среды и требующих крупных финансовых затрат для их последующей утилизации, представляет собой исключительно важную проблему. Решение ее возможно в условиях формирования региональных кластеров, основой которых могут стать предприятия нефтегазового комплекса.

Реализация задачи в комплексном варианте возможна в процессе решения следующих задач:

- формирования специфических региональных кластеров, имеющих своей целью полное и эффективное использование производимых топливно-энергетических ресурсов;

- учета особенностей воспроизводственного процесса в сфере недропользования с точки зрения оптимизации объемов добычи углеводородных ресурсов.

Следует признать, что формирование нефтехимических производств и их последующая деятельность не должны ограничиваться выработкой промежуточного ассортимента продукции. Эффективность их функционирования, как правило, непосредственно связана с уровнем комплексности использования первичных ресурсов, что предопределяет необходимость выпуска конечной товарной продукции, потребность в которой велика в различных отраслях экономики страны.

Определение ценности попутного газа позволило рассчитать денежный эквивалент всего его объема, вовлекаемого в переработку, в зависимости от физико-химических характеристик и технологических процессов, ориентированных на выпуск различной продукции. Использование потенциала газовых ресурсов в нефтехимическом направлении может иметь различные варианты. Существенный анализ результатов деятельности предприятия, работающего по различным технологическим схемам, приводит к следующим выводам.

Во-первых, переработка попутного газа, осуществляющаяся по упрощенной схеме, влечет выпуск незначительной части (около 30 %) индивидуальных углеводородов.

Во-вторых, выработанные индивидуальные углеводороды на газо-химическом комплексе, характеризующемся применением более прогрессивных технологических процессов и соответственно различными вариантами выхода исключительно важной, конкурентоспособной товарной продукции, могут быть успешно реализованы на внешнем рынке, причем по цене в два с лишним раза превышающей цену индивидуальных углеводородов, выделенных по первому варианту.

В-третьих, экономический эффект от переработки сырьевого ресурса на газохимическом комплексе в 11,5 раза выше варианта реализации сырого газа и в 5-8 раза превышает коммерческий результат, который может быть получен при простой схеме извлечения индивидуальных углеводородов.

Попытки реструктуризации отечественного нефтегазового комплекса для увеличения доли перерабатывающего сектора предпринимались неоднократно в течение истекших 26 лет. Разрабатывались планы модернизации всех трех действующих в Казахстане нефтеперерабатывающих заводов. Некоторые проекты были осуществлены. Например, на Атырауском нефтеперерабатывающем заводе (АНПЗ) был введен в эксплуатацию комплекс технологических установок, на которых предполагалось вырабатывать топливо, соответствующее европейским стандартам. Однако этого результата пока добиться не удалось, поскольку поступающая на переработку смесь нефти различных месторождений постоянно меняла свои физико-химические параметры.

Другое направление реструктуризации нефтегазового комплекса связывается с принятием некоторых программных документов, в основу которых положено создание нефтегазохимических производств. И в этом случае сложившаяся на текущий момент ситуация свидетельствует о том, что важные экономически оправданные начинания не реализуются в силу многих причин объективного и субъективного характера. Достаточно отметить, что широко разрекламированная в 2005 году идея создания первого интегрированного нефтехимического комплекса в поселке Карабатан до сих пор не имеет конкретных контуров реализации. В течение 2005-2011 годов после проведения тендера на разработку ТЭО неоднократно менялись участники этого проекта, компании – поставщики технологического оборудования. Вполне

понятно, что при такой нерасторопности в реализации особо важных для экономики страны проектов Казахстан несет ощутимые потери вследствие неопределенности сроков выпуска конечной продукции, востребованной на внутреннем рынке, а также способной увеличить экспортный потенциал страны [2].

Предполагалось, что строительство и ввод в эксплуатацию первого интегрированного нефтехимического комплекса в поселке Карабатан должно было осуществляться в два этапа:

- 1-й этап – конец 2014 года. Производство полипропилена в объеме 500 тысяч тонн в год. Стоимость проекта – 1,9 миллиарда долларов, в том числе 1,4 миллиарда долларов через Эксимбанк Китая;

- 2-й этап – конец 2015 года. Производство полиэтилена 800 тысяч тонн в год. Стоимость проекта – 4 миллиарда долларов, в том числе 2,5 миллиарда долларов – финансовые институты, 1,3 миллиарда долларов – акционеры проекта.

Однако если взглянуть на хронологию его строительства, то можно убедиться в том, что в Казахстане появился еще один долговой:

- 2005 год. Определился победитель тендера на разработку ТЭО – Shell Global Solutions (Голландия);

- 2008 год. Подписан меморандум об участии арабской компании International Petroleum Investment (обмен опытом и технологиями). Реализация проекта осуществляется казахстанской компанией АО «Казахстан Петрокемикл Индастриз» (доля участия КМГ – 51 %), ТОО «Сат и Компания» (24,5 %), Lyondell Basell Industries (24,5%);

- 2009 год. Нефтехимический концерн Basell (США) отказывается от участия в проекте. Basell официально опровергает это заявление, но не оплатил пакет в 24,5 % акций. Начались переговоры с компаниями Индии, Саудовской Аравии, Южной Кореи;

- 2010 год. Концерн Basell оказался банкротом. Его место может занять китайская компания Sinopec. Ситуация с лицензией на технологии остается неясной. Конкретная схема финансирования публично не раскрывается.

К настоящему времени серьезных работ по реализации этого проекта так и не было произведено. Стоит при этом отметить, что для загрузки мощностей завода заранее было заключено соглашение с СП «Тенгизшевройл» о ежегодной поставке 6-8 миллиардов кубометров газа, хотя этот же объем попутного газа можно будет получить с месторождения «Кашаган», что является менее затратным вариантом. Функционирующие нефтепере-

рабатывающие заводы расположены в различных регионах: Павлодарский – на северо-востоке, Шымкентский – на юге и Атырауский – на западе республики. Их суммарная (номинальная) мощность составляет 18,5 миллиона тонн нефти в год при средней глубине переработки 65,3 %. Получивший свое развитие в советскую эпоху, казахстанский нефтеперерабатывающий сектор был разработан и технически, и экономически как составная часть нефтяной промышленности Советского Союза и имел топливное направление. Поэтому в республике недостаточно развито производство авиационного бензина, зимнего дизельного топлива, смазочных масел, недостающая потребность в которых обеспечивается полностью за счет импорта как из стран СНГ, так и дальнего зарубежья.

Обосновывая направления использования углеводородных ресурсов на предприятиях нефтехимического профиля, следует учитывать реальные возможности получения всего спектра нефтехимической продукции, использование которой в различных сферах деятельности позволит выработать широкую гамму товарной продукции. При этом переработка нефти или попутного газа может происходить по различным технологическим направлениям. Однако предпочтение должно быть отдано только тем, благодаря которым внедряются технологии глубокой обработки исходного сырья, что дает возможность извлекать значительно большую долю потенциально содержащейся в нем продукции, за счет чего увеличивается коэффициент использования нефти и газа и, как следствие, растет эффективность нефтегазового комплекса [3].

В этой связи следует признать, что формирование нефтехимических производств не должно ограничиваться выработкой промежуточной продукции. Эффективность их функционирования, как правило, непосредственно связана с уровнем комплексности использования первичных ресурсов, что предопределяет необходимость выпуска конечной продукции, потребность в которой велика в различных отраслях экономики страны.

Кроме того, значительная часть этого ассортимента позволяет, во-первых, дать стимул развитию отдельных отраслей промышленности (легкая, машиностроение, резина-техническая), во-вторых, увеличить долю экспорта готовой продукции с высокой добавленной стоимостью в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Думается, что назрела необходимость решения этой проблемы путем создания технологически завершенных нефтехимических производств. И



реальная возможность для этого существует. Во-первых, на интегрированном газохимическом комплексе в поселке Карабатан не следует ограничиваться выпуском запланированного ассортимента продукции – полиэтилена и полипропилена, по сути являющихся разновидностями сырьевых ресурсов для более сложных процессов, а используя их, вырабатывать широкий спектр продукции, способной принести значительно большую прибыль и увеличивать экспортный потенциал страны.

Во-вторых, учитывая ситуацию в нефтеперерабатывающем секторе страны, характеризующуюся эксплуатацией довольно «возрастных» заводов, следует приступить к решению вопроса о строительстве нового завода, всю технологическую цепочку которого настроить на переработку нефти с морских месторождения Казахстана и, в первую очередь, «Кашагана».

Формирование в Атырауской области новых объектов нефтепереработки, нефте- и газохимии придаст новый импульс увеличению доли обрабатываемого сектора, позволит вырабатывать широкую гамму товарной продукции, спрос на которую ежегодно увеличивается на внутреннем и внешнем рынках. Именно предприятия подобного типа являются тем ядром, на котором будет базироваться нефтехимический кластер и вокруг которого может развиваться вся производственная и социальная инфраструктура, предприятия малого и среднего бизнеса.

Развитие нефтехимической промышленности означает создание в перспективе собственных производств по выпуску синтетических каучуков для резинотехнической и шинной промышленности, химических волокон, различных композиционных и поли-

мерных материалов. Формирование такого комплекса технологически увязанных производств позволит выпускать высокотехнологичные и наукоемкие виды продукции, которые, в свою очередь, вызовут ускоренное развитие других отраслей реального сектора экономики страны.

Здесь примером может стать Китай, где ввод новых нефтехимических мощностей не успевает за стремительно растущим спросом. Так, правительство заключило контракты с крупными иностранными компаниями на строительство нескольких нефтехимических предприятий: в Синьцзяне – нефтехимического предприятия стоимостью 2,8 миллиарда долларов (уже на второй год после ввода его в эксплуатацию предполагается производство товарной продукции на 1,7 миллиарда долларов), в провинции Гуандун – завода по производству этилена стоимостью 4,3 миллиарда долларов и мощностью 2,3 миллиона тонн в год, в провинции Яньцзи готовится к запуску интегрированный нефтехимический комплекс, общие инвестиции в который составят 2,65 миллиарда долларов.

#### Литература

1 Надилов Н. К. Как сделать Казахстан самой конкурентоспособной и передовой нефтяной страной мира // Нефть и газ. 2020. – № 3-4. – С.7-50.

2 Егоров О. И., Аманиязова Г. Д., Саубетова Б. С. Нефтепереработка и газохимия как приоритеты инновационного развития экономики нефтегазовых регионов Казахстана // Экономика, стратегия и практика. 2018. – № 3. – С. 87-97.

3 Егоров О. И. Стратегические сценарии развития нефтегазового комплекса в целях повышения энергетической безопасности / Коллективная монография «Стратегия экономической безопасности и социальной стабильности Казахстана». – Институт экономики КН МОН РК. – 2019. – С. 97-113.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВЫСОКОПАРАФИНИСТОЙ НЕФТЬЮ ПОЧВ

Основной экологической проблемой возникающей при различных авариях на нефтепромыслах, добывающих нефть, является загрязнение почв [1-5]. При этом разрушается водно-воздушный режим почв, происходит резкое снижение природных окислительно-восстановительных реакций [6-8]. Нефтедобывающие предприятия производят санкционированное и несанкционированное размещение нефтеотходов, происходят нефтеразливы и техногенные аварии, что приводит к загрязнению поверхностного слоя почвы. Разлитая нефть сбрасывается в технологические амбары-накопители и сливные нефтяные отходы (СНО). Почва пропитывается нефтью с высокой темпе-

ратурой застывания, с содержанием смол и асфальтенов и после высыхания превращается в асфальтоподобное образование [9-11].

В связи с этим очистка нефтезагрязненных почвогрунтов является актуальной задачей, поскольку процесс самовосстановления нефтезагрязненных земель может продолжаться более 25 лет.

Естественные процессы восстановления почвы после нефтяного загрязнения весьма продолжительны по времени, при этом главными агентами их самоочищения являются аборигенные углеводородоокисляющие микроорганизмы. Стимулирование почвенной углеводородоокисляющей микрофлоры

экобезопасными биологическими препаратами является одним из перспективных способов рекультивации [12].

Нами в экспериментальных исследованиях определено, что парафиновые углеводороды нефти наиболее легко разлагаются молочнокислыми бактериями *Lactobacillus* и *Pediosoccus*, являющихся основой биопрепарата *Lactobacillus* spp, UMBK-1T [13].

Известен способ очистки нефтезагрязненных почв [14], включающий обработку нефтезагрязненного грунта с известью и перенос полученной смеси в печь для дальнейшей термообработки. Процесс разложения нефти начинается уже при перемешивании грунта с известью в результате теплового эффекта

## Исходное содержание нефти в НЗП

Показатель	Участки НЗП		
	№ 1	№ 2	№ 3
Содержание, г/кг	141,7 ± 3,7	140,3 ± 5,14	160,7 ± 4,9

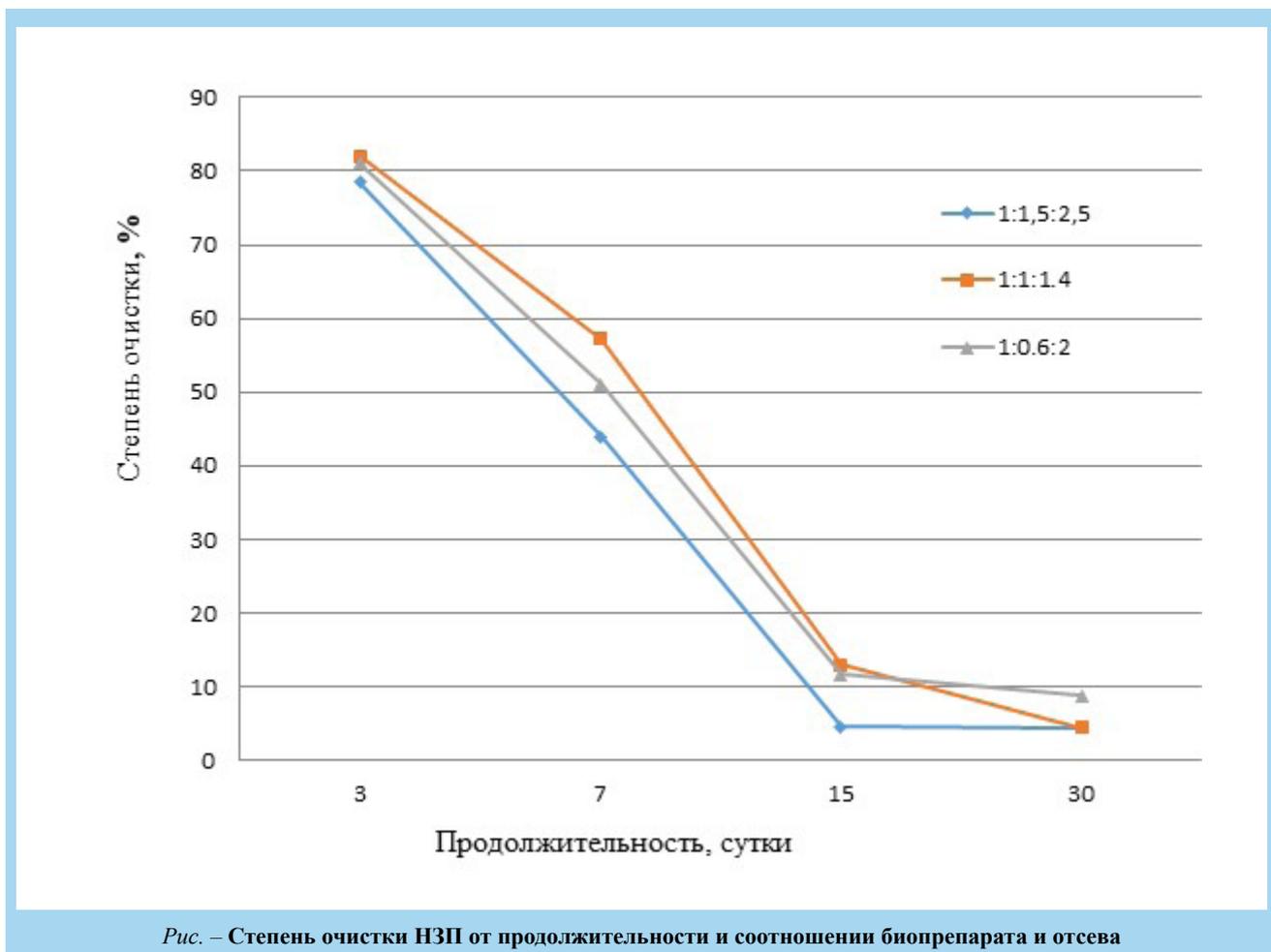


Рис. – Степень очистки НЗП от продолжительности и соотношении биопрепарата и отсева

реакции поглощения влаги из грунта известью. Также при термообработке в печи устраняется выделение диоксида серы в окружающую среду за счет конверсии карбоната кальция в сульфатную форму. Так как обработка грунта проводится в отдельной установке, возможно способ будет нерентабелен для очистки огромных нефтезагрязненных участков грунта.

Авторами [15] предложен способ очистки почвы от нефти и нефтепродуктов, включающий обработку почвы культуральной жидкостью, содержащей микроорганизмы, выделенные из взятой с места загрязнения почвы, раздельно наработанные в ферментерах до достижения максимальной концентрации клеток и смешанные в соотношении, соответствующем соотношению изолятов в отобранной с места загрязнения пробе. В данном способе

вносимые в виде суспензии микроорганизмы лишены защитного действия иммобилизации, в частности могут вымываться из очищаемого шлама, что приводит к низкой степени очистки почвы.

Авторы работ [16] проводят обработку нефтезагрязненных грунтов бакпрепаратом на основе наполнителя и микроорганизмов. При этом в качестве наполнителя используют шлам обогащения обогатительной фабрики, а в качестве микроорганизмов используют культуры *Pseudomonas fluorescens* и *Azotobacter chroococcum*, которые берут при соотношениях шлам : ВКГ RCAM00538:АИН RCAM00539 = 8 : 1,5 : 0,5. Но применение в качестве наполнителя шлама обогащения, содержащего в своем составе примеси, такие как флокулянты, вспениватели и другие, отрицательно влияющие на метабо-

лическую активность биопрепарата также могут уменьшать эффективность очистки грунта.

Цель работы – выявление степени очистки почвы загрязненной высокопарафинистой нефтью с биопрепаратом.

#### Материалы и методы исследований

Эксперименты были проведены в лабораторных условиях на нефтезагрязненных почвах месторождения «Узень» и полевых условиях в комплексе по переработке отходов производства «Калжан Курьлы». Отсев отходов известняка-ракушечника отобран из месторождений «Узень» и «Жетыбай». Физико-химические свойства нефти изучены в аккредитованной химической лаборатории ТОО «Кен-Сары». Плотность нефти при температуре 20 и 15 °С определяли согласно норматив-

ного документа (НД) КР СТ 2.153-2008/СТ РК. Для определения массового содержания воды использован НД ГОСТ 2477-65. Концентрация хлористых солей определена согласно НД ГОСТ 21534-76. Хлористые соли из нефти извлекали из нефти водой с последующим индикаторным титрованием водной вытяжки раствора нефти. Пробу нефти тщательно перемешали в течение 10 минут встряхиванием в склянке, заполненной на 2/3 ее вместимости водой. Затем сразу после встряхивания пробу нефти пипеткой отобрали для анализа. Массовое содержание механических примесей определено согласно НД ГОСТ 6370-83.

### Методика эксперимента

В почву вносили отсев отхода известняка-ракушечника близлежащих месторождений к нефтезагрязненному участку в массовом соотношении 1 : 0,6 : 1 и предварительно разведенный в воде при соотношении 1 : 100 биопрепарат *Lactobacillus* spp. UMBK-1T при соотношении 1 : 2 : 2,5 по массе.

### Результаты исследований и обсуждение

Содержание нефти в нефтезагрязненных почвах с различных участков месторождения «Узень» представлено в таблице.

Изучена продолжительность биоремедиации нефтезагрязненных почв с достаточно высоким содержанием нефти (110-170 г/кг), которая составляет не более 30 дней при обеспечении деструкции нефти свыше 90 % за счет создания условий для более эффективного функционирования биопрепарата.

Биоремедиация почвогрунтов, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, проведена с биопрепаратом в присутствии наполнителя для дальнейшей иммобилизации биокультуры и с последующим рыхлением почвы. Введение в грунт отсева отхода известняка ракушечника обеспечивает длительное время удержания влаги, сохраняя грунт от засухи, также при реагировании известняка с влагой грунта обеспечивается тепловой эффект для стимулирования метаболической активности биопрепарата. Также происходит естественная иммобилизация биокультуры на развитой поверхности частиц известняка-ракушечника. За счет создания указанных условий повышается эффективность биоремедиации нефтезагрязненного почвогрунта.

Проведен лабораторный эксперимент по определению степени биоремедиации при внесении в нефтезагряз-

ненную почву (НЗП) отсева отхода известняка ракушечника и предварительно разведенной в воде при соотношении 1 : 100 водной суспензии биопрепарата *Lactobacillus* spp. UMBK-1T (биопрепарат). Нефтезагрязненный грунт отобран с бортов амбара-накопителя на месторождении «Узень». Через определенные промежутки времени проводили перемешивание, влажность почвы поддерживали на уровне 60-65 % в течение всего опыта с последующим определением остаточного содержания нефти. Исследования показали (рис.) стабильную деструкцию нефти и нефтепродуктов в течение 10 дней.

На полигоне «Калжан Курылыс» на месторождении «Карамандыбас» был проведен опыт в полевых условиях по изучению степени биоремедиации нефтезагрязненной почвы. Исходное содержание нефти составляло  $167 \pm 4,9$  г/кг, содержание парафинов – 136 г/кг.

Внесение наполнителя и биопрепарата осуществляли при соотношении: 1 : 1,5 : 2,5; 1 : 1 : 1,4 и 1 : 0,6 : 2. Через определенные промежутки времени проводили рыхление и увлажнение почвы. Влажность почвы поддерживалась на уровне 60 % предельно полевой влагоемкости в течение всего опыта. Размер почвенной деланки составлял  $4 \times 3 = 12$  м<sup>2</sup>. Результаты исследований показали остаточное содержание нефти и нефтепродуктов через 3 суток –  $125,1 \pm 2,8$  г/кг, через 7 суток –  $102,1 \pm 2,1$  г/кг, через 15 суток –  $52,1 \pm 3,2$  г/кг, через 30 суток –  $8,3 \pm 1,1$  г/кг. Таким образом, учитывая число разубоживания почвы отсевом можно считать степень очистки объекта более 90 %.

### Вывод

Предлагаемый способ позволяет резко снизить содержание парафинистой нефти в почве в течение 15-30 дней. Использование универсальной культуры UMBK-1T с иммобилизацией микроорганизмов на носителе из местного известняка-ракушечника позволяет осуществить стабильную деструкцию нефти и нефтепродуктов при минимальных затратах и в короткие сроки. Промышленная применимость предлагаемого способа не вызывает затруднений, легко выполняется в полевых условиях, так как не требуется специального оборудования.

### Литература

1 Мусаева Ж. К., Тлепиева Г. Ш., Серикбаева А. К., Ахметова М. К. Состояние качества среды на нефтяных месторождениях Мангистау // Поиск, серия естественных и технических наук. – 2016 – № 3 (1) – С. 312-315.

2 Xu N., Wang W., Han P., Lu X. Effects of ultrasound on oily sludge deoiling // Journal of Hazardous Materials – 2009 – № 171 – P. 914-917.

3 Mrayan B., Battikhi M. N. Biodegradation of total organic carbon in Jordanian petroleum sludge // Journal of Hazardous Materials – 2005 – № 120 – P. 127-134.

4 Greg M. H., Robert A. H., Zdenek D. Paraffinic sludge reduction in crude oil storage tanks through the use of shearing and resuspension // Acta Montan Slovaca – 2004 – № 9. – P. 184-188.

5 Кенжетаяв Г. Ж., Койбакова С. Е. Исследование состояния почв в месторождениях Мангистауской области // Сборник материалов научно-практической онлайн конференции, посвященной Дню работников науки – Т. 2 – 2020 – С. 220-222.

6 Кенжетаяв Г. Ж., Сырлыбеккызы С. Энергосберегающая технология утилизации нефтяных отходов // Материалы XVII Международной научно-практической конференции «EUROPEAN RESEARCH» – Пенза, 2018 – С. 40-45.

7 Wang X. Effect of biostimulation on community level physiological profiles of microorganisms in field-scale biopiles composed of aged oil sludge // Bioresource Technology – 2012 – № 111 – P. 308-315.

8 Yang X., Tan W., Bu Y. Demulsification of asphaltenes and resins stabilized emulsions via the freeze thaw method // Energy & Fuels – 2009 – № 23 – P. 481-486.

9 Kralova I. Heavy crude oils/particle stabilized emulsions // Advances in Colloid and Interface Science – 2011 – № 169 – P. 106-127.

10 Syrlybekkызы S., Kenzhetayev G., Koibakova S. E. Estimation of negative influence of oil on soil cove // Spirit time – № 5(17) – 2019 – V. 1 – P. 16-19.

11 Кенжетаяв Г. Ж., Сулейменова Б. С., Джаналиева Н. Ш. Исследования растворимости и выпадения парафина / Материалы XIII молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Наука XXI века: Новый подход – СПб, 2015 – С. 230-236.

12 Хожанепесова Ф. М., Серикбаева А. К. Мұнай кәсіпорын қалдықтарының өңдеу: үйлесімді биосорбент әдісінің перспективасы / Материалы XVI Республиканской научно-практической конференции, 2020 – С. 45-49.

13 Боранбаева А. Н., Серикбаева А. К. Қату температурасы жоғары мұнай шламдарындағы парафиннің ерігіштігін зерттеу / Материалы Международной научно-практической конференции «Геологические и технологические аспекты разработки месторождений трудноизвлекаемых углеводородов» – Актау, 2019 – С. 170-173.

14 Патент JP 2003205284A. Способ очистки нефтезагрязненных почв – Опубликовано 22.07.2003.

15 Власов С. А., Краснопевцева Н. В., Крашенинникова Т. К., Вавер В. И. Патент RU 2128703. Способ очистки почвы от нефти и нефтепродуктов – МПК В09С 1/10 – Опубликовано 10.04.1999.

16 Вяткин А. П., Галкина Н. А., Галкин Г. А., Катаева И. В., Чечихин В. В., Шафран В. Н., Назаренко О. А., Курицын А. В., Калинин В. Л., Мальцева М. В., Вяткин К. А. Способ биоремедиации нефтезагрязненных почвогрунтов. Патент RU 2499636 – МПК В09С 110 – Опубликовано 27.11.2013.



## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ

Токсичные вещества, попадающие в Каспийское море, делятся на два типа: отходы естественного происхождения и отходы, возникшие в результате деятельности человека.

Огромное негативное влияние на экосистему моря оказывают морские суда при сбросе поллютантов, содержание токсичных веществ которых часто превышает предельно допустимую концентрацию, и их влияние зависит от количества и объема попадания в море. Нельзя также забывать об угрозе разлива нефти (нефтепродуктов) в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на море.

Как известно, Каспийское море является водоемом с малым водообменом и, соответственно, попадание нефти (нефтепродуктов) даже в небольшом их объеме приведет к катастрофическим последствиям.

В случае разлива нефти (нефтепродуктов) на поверхности моря образуется пленка загрязнения, толщина и распространение которой зависит от погодных условий – скорости ветра. Образовавшаяся нефтяная пленка нарушает естественный процесс растворения кислорода в воде и губительно влияет на флору и фауну в прибрежных районах,

в том числе на организмы на начальных стадиях развития.

Растворенные токсины, попадающие в морскую среду случайно или в результате аварии, обладают повышенной способностью проникать в живые организмы, что может привести к уничтожению морских бактериальных сообществ и жизнеспособности планктона. Они также оказывают мутагенное и канцерогенное воздействие на придонные и бентосные виды организмов, обитающих на дне моря.

Биогенные элементы моря также играют важную роль в жизненном круговороте. Однако повышенная концентрация химического состава представляет угрозу для экосистемы моря, они становятся сильнейшими токсикантами, воздействие которых проявляется нарушением функций организмов, интоксикацией, появлением тератогенного и канцерогенного эффектов.

При транспортировке опасных грузов, в особенности нефти, морские суда становятся объектами повышенного риска, а при высокой интенсивности передвижения по морским коридорам – источником хронического загрязнения моря. Поэтому со стороны государства необходимы особое

внимание и контроль за их деятельностью на море. Угроза риска передвижения морских судов складывается из аварийной и эксплуатационной:

– в результате аварийного сброса нефти в прилегающем районе происходит массовая гибель флоры и фауны (из-за неожиданного сброса большого количества загрязняющих химических веществ);

– в процессе эксплуатационного загрязнения происходит хроническое отравление моря (возникает в результате эксплуатации морских судов с высокой интенсивностью передвижения на море и в местах стоянки в портах).

По классификации Международной федерации владельцев танкеров, нефтяные разливы принято делить на три категории в зависимости от объемов утечки нефти: малые – менее 7 тонн; средние – от 7 до 700 тонн и большие – более 700 тонн. Только в Балтийском море в среднем происходит 2,9 крупных аварий в год, сопровождающихся разливами нефти и нефтепродуктов. Статистический анализ показывает, что из 39 аварий, сопровождавшихся разливами нефти в Балтийском море с 1969 по 1995 год, 20 аварий (51,3 %) произошли в акватории Швеции, 10 аварий

(25,6 %) – в акватории Дании, 7 аварий (17,9 %) – в акватории Финляндии и по одной аварии (2,6 %) – в акваториях Латвии и Литвы [1].

По проведенному анализу установлено, что интенсивность движения на Каспийском море морских судов и перевозимых на них товаров и грузов, в том числе опасных, довольно высокая. Интенсивность заходов и выходов морских судов с товарами и грузами в порты Актау, Курык и Баутино в период с 1 января 2020 года по 10 октября 2020 года показана в таблицах 1-4.

В таблицах наглядно показаны вид морского судна (транспорта), количество судов с водоизмещением, количество заходов и выходов, а также характер перевозимого груза. К наиболее опасным из перевозимых грузов является нефть, которой морскими судами в течение 10 месяцев 2020 года было перевезено более 1500 тонн.

Если рассматривать передвижение морского судна на примере морских портов Актау, Курык и Баутино, то можно сделать вывод, что интенсивность довольно высокая. Данный факт говорит о том, что основными эксплуатационными загрязнителями моря являются морские суда, которые должны быть отнесены к объектам повышенного внимания и экологического риска. Следовательно, исследованию должны быть подвергнуты судоходные пути на Каспийском море, возможные сбросы льяльных вод, поллютантов, балластных вод, должен быть проведен химический анализ морской воды как в прибрежных районах (морских портах), так и в территориальных водах, необходимо выявить риски при помощи математического моделирования, в том числе состояние донных вод, атмосферы и т. п.

Все суда, построенные после вступления в силу международной Конвенции МАРПОЛ 73/78 (далее – Конвенция) должны удовлетворять ее требования в части охраны окружающей среды, однако не все морские суда соблюдают требования Конвенции, так как практически невозможно полностью исключить загрязнение моря только за счет внедрения на судах различных современных технологий. Полностью экологически безопасное и чистое судно будет слишком дорогостоящим как при строительстве, так и при его эксплуатации.

Кроме того, морским судам требуются услуги портовых приемных сооружений и оборудования по переработке отходов.

Учитывая, что в законодательстве Республики Казахстан не предусмотрено

ведение экологического контроля при пересечении государственной границы морскими судами, прибывшими под флагом иностранного государства, остается открытым вопрос по порядку обслуживания, приема и утилизации вредных веществ, в том числе ведение экологического мониторинга. В соответствии с законодательством существуют следующие виды контроля при пересечении Государственной границы Республики Казахстан: пограничный, таможенный, транспортный, санитарно-карантинный, ветеринарный и фитосанитарный [2].

Так, в соответствии со статьей 4 Закона Республики Казахстан «О национальной безопасности» (далее – Закон), видами национальной безопасности являются общественная, военная, политическая, экономическая, информационная и экологическая безопасность.

Экологическая безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов и прав человека и гражданина, общества и государства от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду [3].

В соответствии с требованиями пункта 1 статьи 24 Закона экологическая безопасность обеспечивается решениями и действиями государственных органов, организаций и должностных лиц, направленными на:

- сохранение, рациональное использование и восстановление природных ресурсов;
- снижение уровня опасности антропогенных факторов для окружающей среды и населения страны;
- обеспечение эколого-экономической сбалансированности развития и размещения производственных сил;
- устранение негативных последствий для окружающей среды и населения Казахстана, проживающего в зонах экологического бедствия;
- экологизацию экономики, законодательства и общества, установление экосистемного подхода к регулированию общественных отношений;
- формирование в общественном сознании экологической культуры, улучшение системы экологического образования и просвещения;
- соблюдение права каждого человека на доступ к экологической информации и всестороннее участие общественности в решении вопросов охраны окружающей среды;
- снижение риска от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и смягчение их последствий;
- установление партнерских отношений в международном сотрудничестве

и соблюдение норм международного права [3].

В подпункте 18 пункта 1 статьи 6 этого же Закона написано, что основными угрозами национальной безопасности является резкое ухудшение экологической ситуации, в том числе качества питьевой воды, стихийные бедствия и иные чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, эпидемии и эпизоотии [3].

Как уже было описано выше, ведение экологического контроля за морскими судами, прибывающими из других государств, законодательством Республики Казахстан не предусмотрено, что не в полной мере соответствует Концепции обеспечения национальной безопасности Республики Казахстан.

Концепция охраны окружающей среды должна базироваться на следующем условии: «Все вредные отходы должны быть утилизированы или уничтожены, или использованы вторично». Данное условие позволит не только решить ситуацию с отходами морских судов, но и обеспечить выполнение соответствующих требований международных конвенций и законодательства в сфере защиты экосистемы Каспийского моря.

Загрязнения, образующиеся на морских судах можно разделить на следующие подгруппы:

- образующиеся в результате эксплуатации судовых механизмов и жизнедеятельности экипажа и пассажиров;
  - остатки из-за неполной выгрузки перевозимых грузов, в том числе в ходе очистки трюмов, палубы и т. п.
- Также можно выделить пути поступления поллютантов в водную среду от морских судов:
- вторичное загрязнение за счет взмучивания донных осадков;
  - при протечках льяльных вод, смазочных масел и топлива;
  - при несанкционированных сбросах в море отходов, содержащих нефтепродукты.

Необходимо учесть, что в нарушении экологического законодательства и международных конвенций не исключен факт сброса морскими судами (в основном ночью) мусора, отработанных масел, льяльных вод перед заходом в порт.

Можно предположить, что не все поллютанты полностью нейтрализуются, и их значительная часть накапливается в донных осадках. В результате этого морские организмы, обитающие в донных осадках, подвержены негативному воздействию.

Таблица 1

## Анализ движения морских судов, товаров и грузов в морском порту Актау за период с 01.01.2020 по 10.10.2020

№	Вид морского судна	Количество	Водоизмещение	Количество судозаходов	Характер перевозимого груза
1	Нефтеналивной танкер	9	10-15 тонн	Вход / выход – 332 раза	Нефть – 1 532 743,4 кг
2	Нефтеналивной танкер	3	5-10 тонн	Вход / выход – 228 раз	Нефть – 126 709,3 кг
	Грузовое судно, сухогруз	18			Зерновые культуры: – ячмень – 12 096 кг – зерно – 3 001 422, 7 кг
					ТНП – 122 539,5 кг
					Металл – 2260,3 кг
					Автомобили – 81 ед.
Грузовое судно, сухогруз	15	1-5 тонн	Вход / выход – 162 раз	ТНП – 4 406 913,4 кг Металл – 443,4 кг Автомобили – 78 ед.	

Примечание: ТНП – товары народного потребления.

Таблица 2

## Анализ передвижения морских судов в морском порту Курык за период с 01.01.2020 по 10.10.2020

№	Вид морского судна	Количество	Водоизмещение	Количество судозаходов	Характер перевозимого груза
1	Грузопассажирский паром	12	9-10 тонн	Вход / выход – 775 раз	Вагоны – 15 109 шт. Автомобили – 13 039 ед.

Таблица 3

## Анализ передвижения морских судов в морском порту Баутино за период с 01.01.2020 по 10.10.2020

№	Вид морского судна	Количество	Водоизмещение	Количество судозаходов	Характер перевозимого груза
1	Буксир	3	5-10 тонн	Вход / выход – 6 раз	Буксировка судна
2	Буксир	2	1-5 тонн	Вход / выход – 86 раз	Буксировка судна
3	Буксир	16	До 1 тонны	Вход / выход – 218 раз	Буксировка судна

Таблица 4

## Анализ заходов морских судов в морские порты Актау, Курык и Баутино по водоизмещению за период с 01.01.2020 по 10.10.2020

№	Морские судна (транспорт) с водоизмещением	Количество морских судов	Количество судозаходов (раз)
1	10-15 тонн	9	Вход / выход – 332
2	5-10 тонн	36	Вход / выход – 1009
3	1-5 тонн	17	Вход / выход – 248
4	До 1 тонны	16	Вход / выход – 218
Итого		78	1807

Таким образом, в ходе исследования необходимо определить наиболее уязвимые места морской экосистемы для поллютантов, и в случае выявления угроз разработать требования к их нейтрализации. Для этого требуется определить:

– каким образом проходят очистку льяльные воды по приоритетности концентраций вредных веществ (по содержанию хлоридов, нитратов, нитритов, тяжелых металлов, фосфора и т. п.);

– каким образом проходит очистка воды, поступающих с технологических и хозяйственных помещений морского судна.

Актуальным вопросом для исследования остается риск угрозы проникновения чужеродных видов животных и бактерий, перевозимыми балластными водами, таких как гребневик – «мнеми-

opsis». Проникновение гребневика в Каспийское море балластными водами морских судов стало проблемой. Гребневик, ежедневно потребляя примерно 40 % пищи от собственного веса, уничтожает кормовую базу каспийских рыб, в том числе особо ценных и охраняемых таких, как осетровые.

Резюмируя вышеописанное, можно сделать вывод о том, что эксплуатация морских судов не получила должного отражения в казахстанской научной литературе, что подтверждает актуальность проведения научного исследования. Экологическая безопасность может быть реализована только при системном подходе и комплексной оценке воздействия объектов морского транспорта на экосистему Каспийского моря. По результатам проведенного исследования должны быть выработаны меры, способствующие преду-

ждению нарушений экологической безопасности.

## Литература

1 Мохсен Абдулхаким Мохсен Ахмед, Фрумин Г.Т. Анализ риска для водных экосистем при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 4; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=1210> (дата обращения: 30.01.2021).

2 Закон Республики Казахстан от 16 января 2013 года № 70-V «О Государственной границе Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2021 г.); URL: [https://online.zakon.kz/document/?doc\\_id=31320511](https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31320511) (дата обращения: 01.02.2021).

3 Закон Республики Казахстан от 6 января 2012 года № 527-IV «О национальной безопасности Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 16.11.2020г.); URL: [https://online.zakon.kz/document/?doc\\_id=31106860](https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31106860) (дата обращения: 02.02.2021).



## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ АЛМАТЫ

Атмосфера является наиболее уязвимой составляющей окружающей среды, которой человеческой деятельностью причиняется огромный и невосполнимый ущерб.

Как известно, от энергетики в решающей мере зависит экономический потенциал государств и благосостояние людей.

Энергетическое производство, потребление в значительных объемах органического топлива, является одним из основных загрязнителей окружающей среды.

Основные компоненты, выбрасываемые в атмосферу при сжигании различных видов топлива, – нетоксичные углекислый газ и водяной пар. Кроме этого, в воздушную среду выбрасываются такие вредные вещества, как оксиды серы, азота, углерода, в частности угарный газ, соединения тяжелых металлов, таких как свинец, сажа, углеводороды, несгоревшие частицы твердого топлива, канцерогенный бенз(а)пирен.

Зачастую экологическую нагрузку энергетических объектов на окружающую среду удается снизить переводом станций на сжигание более экологически чистого топлива или совместного сжигания топлива.

Цель настоящей работы – на основании результатов исследований дать оценку уровня загрязнения современного состояния окружающей среды выбросами вредных веществ.

На сегодняшний день стоят задачи оценки экологической опасности загрязнения атмосферы города выбросами токсичных веществ автомобильного транспорта, что связано с ростом численности легковых и грузовых автомобилей, объективными трудностями в обеспечении эффективного трафика по магистралям города, автомобильным пробкам, а также ТЭЦ [1, 2]. Поэтому возникает необходимость изучения последствий хронического воздействия выбросов загрязняющих веществ на природные популяции и опасность для здоровья населения.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования является территория Алматинской ТЭЦ-2, на которой проведены экологические исследования и анализ воздействия при расширении электростанции парогазовыми установками [3].

Мониторинг состояния атмосферного воздуха – система наблюдений за состоянием загрязнения атмосферного воздуха

в населенных пунктах Республики Казахстан. Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха выполняются в наиболее крупных городах и промышленных центрах республики. В настоящее время наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в 49 населенных пунктах на 146 постах наблюдений, в том числе на 56 постах ручного отбора проб и 90 автоматических постах и с помощью 14 передвижных лабораторий (рис. 1) [2].

Мониторинг загрязнения атмосферы производится ДГП «Центр гидрометеорологического мониторинга г. Алматы РГП «Казгидромет – Алматы» на 16 пунктах в черте города.

Измеряется концентрация взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, фенола и формальдегида.

Степень загрязнения атмосферного воздуха примесью оценивается при сравнении концентраций примесей (в мг/м<sup>3</sup>, мкг/м<sup>3</sup>) с ПДК.

При изучении загрязнения атмосферного воздуха определяются 34 загрязняющих вещества, такие как взвешенные вещества, взвешенные частицы РМ-2,5 и РМ-10, диоксид и оксид азота, диоксид серы, оксид и диоксид углерода, серная кислота, растворимые сульфаты, фтори-



Рис. 1 – Схема расположения стационарной сети наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха Алматы

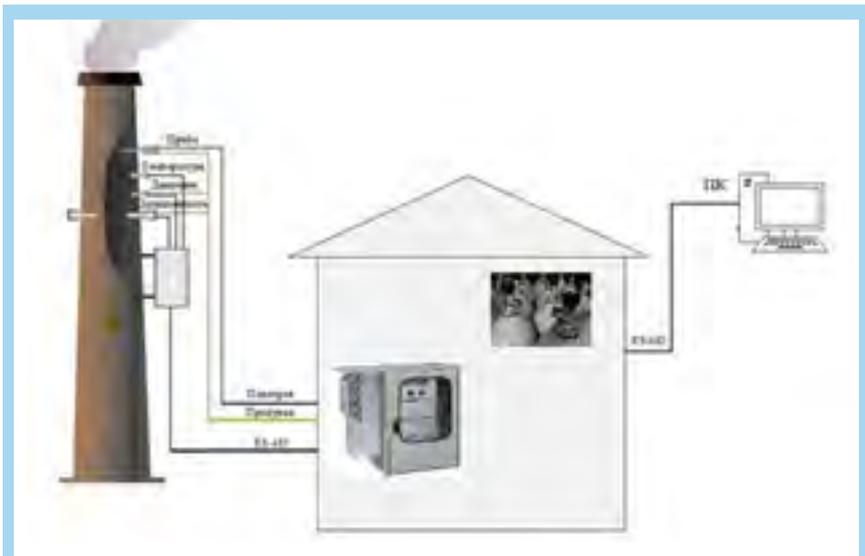


Рис. 2 – Принципиальная схема системы контроля выбросов

стый водород, хлор, хлористый водород, неорганические соединения мышьяка, аммиак, сероводород, озон, фенол, формальдегид, бензол, этилбензол, бензин, бенз(а)пирен, сумма углеводов, метан, кадмий, медь, мышьяк, свинец, хром, марганец, кобальт, цинк, бериллий [3].

В результате можно отметить, что текущий уровень мониторинга загрязнения атмосферного воздуха не является достаточным для отражения фактической ситуации по уровню и источникам загрязнения атмосферы в городе Алматы.

Показатели состояния атмосферного воздуха по данным РГП «Казгидромет» Министерства энергетики Республики

Казахстан представлены в таблицах 1-3 [2].

По данным Управления природных ресурсов и регулирования природопользования г. Алматы общие выбросы по городу за 2017 год составили 285 тысяч тонн, из них на долю объектов АО «АлЭС» приходится 11 % выбросов, а основным источником загрязнения является автотранспорт [4].

Природные и климатические особенности месторасположения города Алматы способствуют образованию мощной приземной инверсии температуры, сохраняющейся длительное время, особенно в зимний период.

Город расположен во впадине, где часто наблюдается безветрие, туманы

и приземные инверсии, которые затрудняют рассеивание примесей. Это приводит к накоплению в приземном слое продуктов загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей, выбросами котельных, ТЭЦ, промышленных объектов, частного сектора и т. д. (табл. 4).

Энергетические котлы ТЭЦ-2 работают на угле, что соответствует утвержденным проектным решениям. Для соблюдения требований экологического законодательства Республики Казахстан необходимо выполнять природоохранные мероприятия на ТЭЦ-2.

**Результаты исследования**

На территории Алматинской ТЭЦ-2 проведены экологические исследования и анализ расширения электростанции парогазовыми установками. Алматинская ТЭЦ-2 расположена в 15 километрах западнее города Алматы, в районе поселка Алгабас Карасайского района.

Алматинская ТЭЦ-2 входит в самую крупную зону централизованного теплоснабжения г. Алматы и обеспечивает теплом потребителей Западного, Выставочного и Центрального тепловых районов города. ТЭЦ-2 обеспечивает более 45 % суммарной тепловой нагрузки в зоне теплофикации АО «АлЭС» и выдает электроэнергию в объединенную энергосистему.

ТЭЦ-2 построена в две очереди с 1980 по 1989 год. С первой очередью введены в эксплуатацию паровые котлы: 3хБКЗ-420-140-7С ст. № 1, 2, 3; паровые турбины: 3хПТ-80/100-130/13 ст. № 1, 2, 3. Со второй очередью введены в эксплуатацию паровые котлы: 4хБКЗ-420-140-7С ст. № 4-7; паровые турбины 1хР-50-130/13 ст. № 4; 2хТ-110/120-130-5 ст. №5, 6. В 2016 году построен и введен в эксплуатацию паровой котел ПК-100 (Е-420-13.8-560 КТ) ст. № 8. Установленная мощность ТЭЦ-2: электрическая 510 МВт; тепловая 1411 Гкал/ч. Располагаемая мощность ТЭЦ-2: электрическая 454 МВт; тепловая 1153 Гкал/ч [4, 5].

В настоящее время основными проблемами ТЭЦ-2 являются сжигание непроектного топлива, физический износ основного и вспомогательного оборудования, загрязнение атмосферного воздуха, размещение золошлаковых отходов.

В связи с указанными выше обстоятельствами возникает острая необходимость в реконструкции ТЭЦ-2 с применением современного высокоэффективного энергетического оборудования с сжиганием полностью природ-

Таблица 1

## Загрязнение воздушного бассейна Алматы в 2017 году [7]

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА <sub>а</sub> )	Название примесей, превышающих ПДК	Средняя концентрация		Максимальная концентрация		Повторяемость концентрации примесей выше ПДК, %
		мг/м <sup>3</sup>	кратность превышения ПДК	мг/м <sup>3</sup>	кратность превышения ПДК	
6	Взвешенные вещества	0,1708	1,1	0,7	1,4	2,3
	Оксид углерода	0,8	0,3	20	4,1	0,13
	Диоксид азота	0,07	1,8	0,5	2,5	0,81
	Формальдегид	0,0123	1,2	0,049	0,98	–

Таблица 2

## Качество атмосферного воздуха в Алматы

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА <sub>а</sub> )				
2013	2014	2015	2016	2017
11,5	10	7,6	7	6

Таблица 3

## Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, тысяч тонн

	2013	2014	2015	2016	2017
РК	2282,7	2256,7	2180	2271,6	2357,8
Алматы	68,4	51,6	55,1	50,3	43,4

Таблица 4

## Количественная оценка основных выбросов загрязняющих веществ ТЭЦ-2, тонн

Наименование	2010 г.	2018 г.
Выбросы, всего, в т. ч:	37 267	34 665
Твердые	9880	5505
SO <sub>2</sub>	19 975	19 567
NOx	7715	8669

Таблица 5

## Выбросы основных вредных веществ и ЗШО при текущем состоянии на ТЭЦ-2 и при строительстве новой станции, тысяч тонн

Наименование	Факт 2016 г.	Вариант ПТУ, ПГУ	Вариант ГОУ
Расход топлива			
Уголь, тысяч тонн	2289	0	2289
Природный газ, млн м <sup>3</sup>	–	821,39	0
Выбросы вредных веществ	31,49	3,468	6,937
Пыль (зола угля)	5,159	0	0,629
Окислы серы SO <sub>x</sub>	16,985	0	2,518
Окислы азота NO <sub>x</sub>	8,557	3,069	2,512
ЗШО	936,2	0	1012

ного газа, установкой современных газоочистных установок, использованием бессточных технологий производства согласно требованиям Экологического кодекса Республики Казахстан [6].

Ожидаемый эффект от реализации данного проекта: уменьшение выбросов твердых частиц (золы); уменьшение образования золошлаковых отходов, возвращение городу золоотвалов после их рекультивации; сокращение загрязнения атмосферы оксидами азота и серы; замещение выработавшего ресурс основного оборудования.

Для выбора вариантов реконструкции и модернизации ТЭЦ-2 целесообразно провести исследования, в которых необходимо рассмотреть наилучшие доступные технологии (НДТ) и Европейский опыт сокращения выбросов согласно Директиве ЕС с установкой системы очистки дымовых газов или замену Экибастузского угля на более чистое топливо – природный газ, эффективность использования которого должна быть не менее 40 %, при использовании когенерации – 75-90 % (европейская практика). При сохранении

сжигания Экибастузского угля необходимо обязательно предусмотреть переработку и повторное использование золошлаковых отходов.

Оценка влияния существующей ТЭЦ-2 на качество атмосферного воздуха, выполненная расчетным путем по концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, создаваемым выбросами из дымовых труб станции в зимнем режиме работы, свидетельствует о необходимости принятия мер по снижению влияния ТЭЦ-2 на загрязнение атмосферного воздуха города, как в части сокращения

выбросов, так и оптимизации условий рассеивания.

Снижение выбросов – до 80-95%. Согласно Директиве ЕС почти все технические методы денитрификации отходящих газов, то есть основные и вторичные меры, а в некоторых случаях сочетание обоих типов мер, применяются в настоящее время к угольным котлам. Применение каждого из этих методов имеет свои особенности [3].

На современном этапе наилучшие доступные варианты для снижения выбросов парниковых газов, в частности CO<sub>2</sub> от угольных котельных установок, – это методы и эксплуатационные мероприятия по увеличению тепловой эффективности. Вторичные мероприятия по поглощению CO<sub>2</sub> находятся в стадии развития и изучаются на пилотных проектах. Поскольку к дымовой трубе подключаются однотипные котлы, то можно организовать контроль эмиссий на дымовой трубе. Таким образом, система контроля выбросов позволяет осуществлять контроль в автоматическом режиме (рис. 2).

Учитывая вышесказанное, предлагается проведение модернизации Алматинской ТЭЦ-2 с минимизацией воздействия на окружающую среду по следующим вариантам [7].

Вариант № 1. Строительство новой станции в районе действующей ТЭЦ-2. Основное топливо – природный газ; резервное топливо – природный газ. Подача газа в соответствии с требованиями норм технологического проектирования тепловых электростанций должна обеспечиваться от двух независимых источников.

Подвариант № 1.1: предусмотреть строительство новой ТЭЦ-2 с установкой новых паротурбинных установок и паровых котлов – ПТУ.

Подвариант № 1.2: предусмотреть строительство новой ТЭЦ-2 с установкой новых газовых и паротурбинных установок и паровых котлов утилизаторов – ПГУ.

Также при выполнении данного варианта необходимо:

- провести оценку затрат на реконструкцию и расширение, определить перечень зданий, сооружений, оборудования, узлов и механизмов, подвергаемых реконструкции;
- рассмотреть потребность и обеспечение резервного топлива;
- выполнить сравнительный анализ технико-экономических показателей;
- рассмотреть источники газоснабжения, в том числе резервные;

– произвести оценку влияния на тариф по производству электрической энергии и тепловой энергии;

– рассмотреть варианты финансирования, в том числе с привлечением средств РБ.

Для обеспечения природным газом от сетей, принадлежащих АО «КазТрансГаз Аймак», необходимы дополнительные затраты на прокладку новых газопроводов (включая установку ГРС и всего необходимого дополнительного оборудования) [8, 9].

Вариант № 2. Выполнить поэтапную реконструкцию существующих энергетических котлоагрегатов ст. № 1-8 с установкой эффективного газоочистного оборудования (ГОУ). В данном варианте необходимо рассмотреть реконструкцию ТЭЦ-2 с целью снижения выбросов вредных веществ в атмосферу (диоксида серы и оксидов азота) с доведением значений параметров до стандартов ЕС.

Подвариант № 2.1: корпусы рукавных фильтров или электрофильтра с системой интегрированной сухой сероочистки (система NID). В комплект поставки входит оборудование азотоочистки и сероочистки.

Подвариант № 2.2: использование комплексной системы газоочистки по технологии SNOX™ – это комбинация следующих процессов: производство серной кислоты из влажных газов; удаление окислов азота из дымовых газов (DeNO<sub>x</sub>); улавливание твердых частиц, золы в рукавных фильтрах.

Одна из проблем при реализации варианта № 2 – это стесненная компоновка ТЭЦ-2, а размеры газоочистного оборудования определяются расходом очищаемых газов, которые составляют 650 000 м<sup>3</sup>/ч. На станции необходимо разместить 8 таких установок, что вызывает технические сложности (табл. 5).

Варианты ПТУ и ПГУ более привлекательны по воздействию на окружающую среду, в которых наиболее эффективно используются топливные ресурсы при высокой степени утилизации энергии. Показатель эффективности использования топлива в варианте соответствует европейским критериям наилучших доступных технологий для энергоустановок на газе, работающих по принципу когенерации (75-85 %). Существенно снижаются выбросы как загрязняющих веществ (95 %), так и парниковых газов (78 %), а удельные выбросы на единицу произведенной продукции намного ниже, чем в других вариантах [7, 10]. Отсутствуют золошлаковые отходы, требующие дополнительных площадей под складирование.

Влияние на окружающую среду характеризуется как «слабое».

### Заключение

Для проведения реконструкции ТЭЦ-2 на газовом топливе необходимым условием является строительство газопровода до площадки ТЭЦ-2 и гарантированные поставки газа в необходимых количествах. Предварительные расчеты показывают, что потребление природного газа города Алматы увеличится более чем в два раза. Если реконструкция ТЭЦ-2 на газ не будет осуществлена, то модернизация должна осуществляться по угольному варианту с установкой газоочистного оборудования на существующих энергетических котлоагрегатах ст. № 1-8.

Работы по реконструкции золоулавливающих устройств с установкой эмульгаторов нового поколения на всех котельных агрегатах ТЭЦ-2 со степенью очистки от 99,5 %, что позволит снизить выбросы золы на 5,8 тысячи тонн (с 10,9 тысячи тонн до 5,1 тысячи тонн) в сравнении с первоначальным периодом; модернизация на всех котельных агрегатах станции горелочных устройств позволит снизить выбросы окислов азота на 0,2 тысячи тонн (с 7,8 тысячи тонн до 7,6 тысячи тонн) в сравнении с первоначальным периодом.

### Литература

- 1 Программа развития «Алматы-2020». – Алматы, 2018.
- 2 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. – Казгидромет, 2019, 2020.
- 3 Директива № 2001/80/ЕС Европейского Парламента и Совета «Об ограничении выбросов некоторых загрязняющих воздух веществ от крупных установок сжигания».
- 4 Годовые отчеты АО «АлЭС» ТЭЦ-2 за 2016 г., 2018 г., 2019 г.
- 5 Генетический мониторинг. Биологический контроль окружающей среды. Учебное пособие для студентов высшего профессионального образования. Под редакцией С. А. Гераськина и Е. А. Сарapultseвой – М.: Академия, 2010. – 208 с.
- 6 Экологический кодекс Республики Казахстан.
- 7 Проект нормативов предельно допустимых выбросов для АО «АлЭС» ТЭЦ-2.
- 8 Bigaliev A. B. Ecological genetics. – Publisher «Kazakh Universities», 2017. – P. 346.
- 9 Shi A., Kantartzi S., Mmbaga M., Chen P. Development of ISSR PCR markers for diversity study in dogwood (Cornus spp.) // Agriculture and biology journal of North America. 2010. – № 1 (3). – P. 189-194.
- 10 Boribay E., Akhtaeva N., Shayakhmetova I., Moldagazieva Zh., Usubalieva S., Tulegenova A. Biomonitoring of the of tech-nogenic factor's influence on the plants. European Biotechnology Congress 2018 // Journal of Biotechnology, 2018 – Vol. 280. – P. 92.



## МЕТОД КАРОТАЖА ПО МГНОВЕННЫМ НЕЙТРОНАМ ДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ГИДРОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА В КАЗАХСТАНЕ

На урановых месторождениях гидрогенного типа при поисково-разведочных работах и при подготовке их к эксплуатации как правило широко используются два ядерно-геофизических метода – гамма-каротаж (ГК) и каротаж по мгновенным нейтронам деления (КНДм). Каждый из этих методов имеют свои особенности. Так, гамма-каротаж реагирует на радиоактивные элементы, а каротаж по мгновенным нейтронам деления реагирует непосредственно и только на уран, являясь прямым методом обнаружения и оценки урана. При этом данные КНД-м не зависят от содержания в рудах радия, тория, радиоизотопа калия, и результаты интерпретации по определению содержания урана не требуют внесения поправок за радиоактивное равновесие между

элементами ураново-радиевого ряда и других радиологических условий [1].

Основные положения по использованию двухзондовой аппаратуры КНД-м приведены в инструкции [2], разработанной НПО «Рудгеофизика» в 1986 году. Адаптация данной методики и математического аппарата для обеспечения работ с однозондовой аппаратурой типа АИНК-60 (в том числе на гидрогенных месторождениях урана Казахстана) были выполнены позже, в 2000-2003 годах.

Практика показала, что применяемая однозондовая схема КНД-м не обеспечивает определение влажности, сильно влияющей на определяемую величину концентрации урана, и для ее учета используется только среднее значение влажности по месторождению

(участку). Такой подход приводит к большим погрешностям определения концентрации урана, особенно при содержаниях близких к бортовым значениям 0,01-0,05 % отн. или при значительных вариациях влажности, то есть в наиболее часто встречающихся геологических условиях на месторождениях Казахстана [3].

Переход к двухзондовой аппаратуре, которая дополнена дальним зондом тепловых нейтронов, реализующим метод импульсного нейтрон-нейтронного каротажа (ИННК) с целью оценки и учета влажности  $W$  явился важным фактором развития метода КНД-м. Другим мощным фактором стало появление мощного теоретико-вычислительного аппарата, позволяющего адекватно учитывать конструкцию

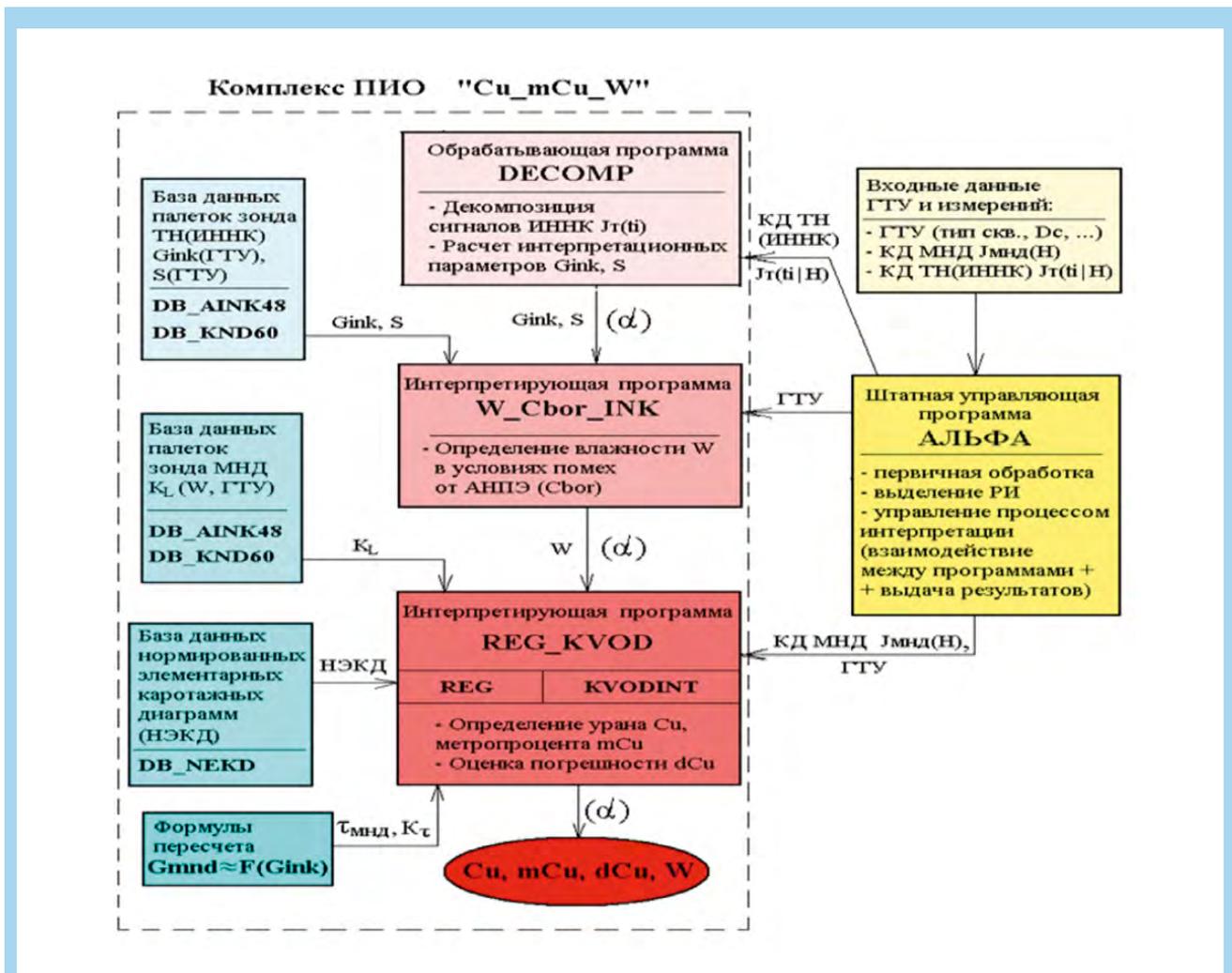


Рис. 1 – Блок-схема комплекса программно-интерпретационного обеспечения «CU\_mCU\_W» для двухзондовой аппаратуры [5]

зондовой установки аппаратуры, реальную скважинную 3D-геометрию измерений и точные физико-математические модели переноса первичных и вторичных нейтронов. Это позволило на количественном уровне учесть все влияющие параметры геолого-технических условий (ГТУ) измерений, смоделировать обширные базы данных палеточных зависимостей показаний обоих зондов КНД-м от параметров ГТУ, на их основе создать совершенно новое программно-интерпретационное обеспечение (ПИО), и тем самым полностью изменить и модернизировать всю методику интерпретаций [3].

Очередным этапом модернизации ПИО аппаратуры КНД-м было создание программного комплекса, который позволял бы минимизировать погрешности определения содержания урана, обусловленной главной помехой – переменной влажностью  $W$  (или влагонасыщенной пористостью  $K_p$ ) рудных

пересечений. Такая работа проводилась на основе математического моделирования показаний измерительных зондов КНД-м методом Монте-Карло [4]. В результате удалось создать программный комплекс, который обладает общепринятым для геофизического инструмента пользовательским интерфейсом и позволяет использовать стандартные геофизические форматы обмена данными.

Все компоненты ПИО класса двухзондовых приборов КНД-м, как показала практика, работают в тесном взаимодействии друг с другом, образуя комплекс (сборку) с именем «Cu\_mCu\_W». На блок-схеме (рис. 1) показан полный состав комплекса ПИО «Cu\_mCu\_W», его структура и взаимодействие частей / блоков. В блоке каждого элемента ПИО очень кратко и схематично указаны также его функции (решаемые задачи).

Как указано в блок-схеме ПИО (рис. 1), по данным ИННК определяется

кривая изменения значений влажности пород (Виннк). Полученные значения влажности используются при расчете параметров уранового оруденения – содержания урана  $Cu \%$  и метропроцента  $mCu \%$ .

На рисунках 2 и 3 представлены результаты обработки и интерпретации по программе «Альфа» данных каротажа КНД-м с двухзондовой аппаратурой на урановом месторождении «Буденовское».

В таблице на рисунке 2 приведены измеренные значения счета на тепловом зонде аппаратуры КНД-м ( $N_{тн1}$  и  $N_{тн2}$ ), а также рассчитанные для каждого элементарного пропластка (10 см), значения времени термализации нейтронов  $\tau_{тн}$  и влажности Виннк %. Указанные расчетные значения параметров вмещающих пород – коэффициентов глинистости  $K_{гл}$  и пористости  $K_{пор}$ , литологический код и код проницаемости, приведены ориентиро-

**ИСХОДНЫЕ и РАСЧЕТНЫЕ**  
данные результатов интерпретации ИННК \*

N п/п	Глубина, м	Nтн1, имп/мин	Nтн2, имп/мин	Tтн	WИННК %	Kгл %	Kпор %	Литогеол. код по ИННК	код проиц. по ИННК
170	675,30	12896,6	5286,1	208,3	17,4	25,4	31,2	44	0
171	675,40	11971,9	4964,6	211,5	17,4	25,4	31,2	44	0
172	675,50	11946,0	4954,6	211,6	17,4	25,4	31,2	44	0
173	675,60	12305,8	5044,6	208,7	17,4	25,4	31,2	44	0
174	675,70	13039,8	5372,8	209,4	17,4	25,4	31,2	44	0
175	675,80	12939,3	5431,8	213,9	17,4	25,4	31,2	44	0
176	675,90	12027,3	4989,3	211,6	17,4	25,4	31,2	44	0
177	676,00	11202,2	4503,8	204,8	17,4	25,4	31,2	44	0
178	676,10	10742,5	4109,7	194,6	17,6	32,1	28,8	44	0
179	676,20	12181,3	4612,0	191,8	17,6	32,1	28,8	59	1
180	676,30	11731,2	4392,5	189,9	17,6	32,1	28,8	59	1
181	676,40	11006,7	4139,6	191,1	17,6	32,1	28,8	59	1
182	676,50	11468,3	4218,2	186,7	17,6	32,1	28,8	59	1
183	676,60	11182,7	4162,0	189,0	17,6	32,1	28,8	59	1
184	676,70	11571,0	4275,0	187,5	17,6	32,1	28,8	59	1
185	676,80	11120,5	4064,3	185,7	17,6	32,1	28,8	59	1
186	676,90	10973,6	4076,3	188,8	17,6	32,1	28,8	59	1
187	677,00	10742,6	4006,1	189,6	17,6	32,1	28,8	59	1
188	677,10	10818,4	4084,8	192,0	17,3	19,8	33,3	59	1
189	677,20	12152,4	5080,2	213,4	17,3	19,8	33,3	44	0
190	677,30	13704,0	5853,2	217,8	17,3	19,8	33,3	44	0
191	677,40	12057,4	5122,0	217,4	17,3	19,8	33,3	44	0
192	677,50	13489,8	6097,6	222,2	17,3	19,8	33,3	44	0

Рис. 2 – Расчет влажности «W» по данным теплового зонда [6]

вочно, их определение требует дополнительных исследовательских работ. Значения W<sub>ИННК</sub> % из таблицы использованы для уточненного расчета параметров уранового оруденения, результаты которых приведены на рисунке 3.

Сопоставление данных гамма-каротажа и данных КНД-м (рис. 3) показывает различие природы радиоактивных аномалий, выявленных этими методами. По данным гамма-каротажа в интервале 660,9-662,5 метра зафиксирован рудный интервал мощностью 1,6 метра, в этом интервале по данным КНД-м зафиксирован рудный интервал 660,5-662,8 метра, мощностью 2,3 метра. В интервале 663,9-665 метров по данным гамма-каротажа зафиксирован рудный интервал мощностью 1,1 метра, по данным КНД-м в этом интервале зафиксирован рудный

интервал 664,4-665,3 метра, мощностью 0,9 метра. Следующий рудный интервал по данным гамма-каротажа расположен в интервале 669,7-673,1 метра, мощностью 3,4 метра, однако по данным КНД-м в интервалах 669,8-670,4 метра и 671-673,5 метра расположены 2 рудных интервала мощностью 0,6 и 2,5 метра. Это обусловлено природной радиологической особенностью месторождения.

Таким образом, использование КНД-м – метода достоверного определения содержания урана непосредственно в буровых скважинах является оптимальным решением задачи повышения эффективности поисково-оценочных и разведочных работ на пластово-инфильтрационных месторождениях урана.

К сожалению, дальнейшее развитие метода КНД-м в настоящее время сдер-

живается отсутствием метрологической аттестации двухзондовой аппаратуры (как средства измерений) и методики выполнения измерений (МВИ), что определяет необходимость выполнения дополнительных опытно-методических работ. Такая работа позволила бы получать количественные данные о параметрах урановых рудных интервалов, а именно:

- возможность уменьшения необходимых объемов бурения с отбором керна и аналитических лабораторных работ на стадии поисков и разведки;

- получение количественных параметров оруденения (мощность рудного интервала и массовая доля урана) на участках со сложной геологической ситуацией, где представительный керновый материал для опробования получить практически невозможно

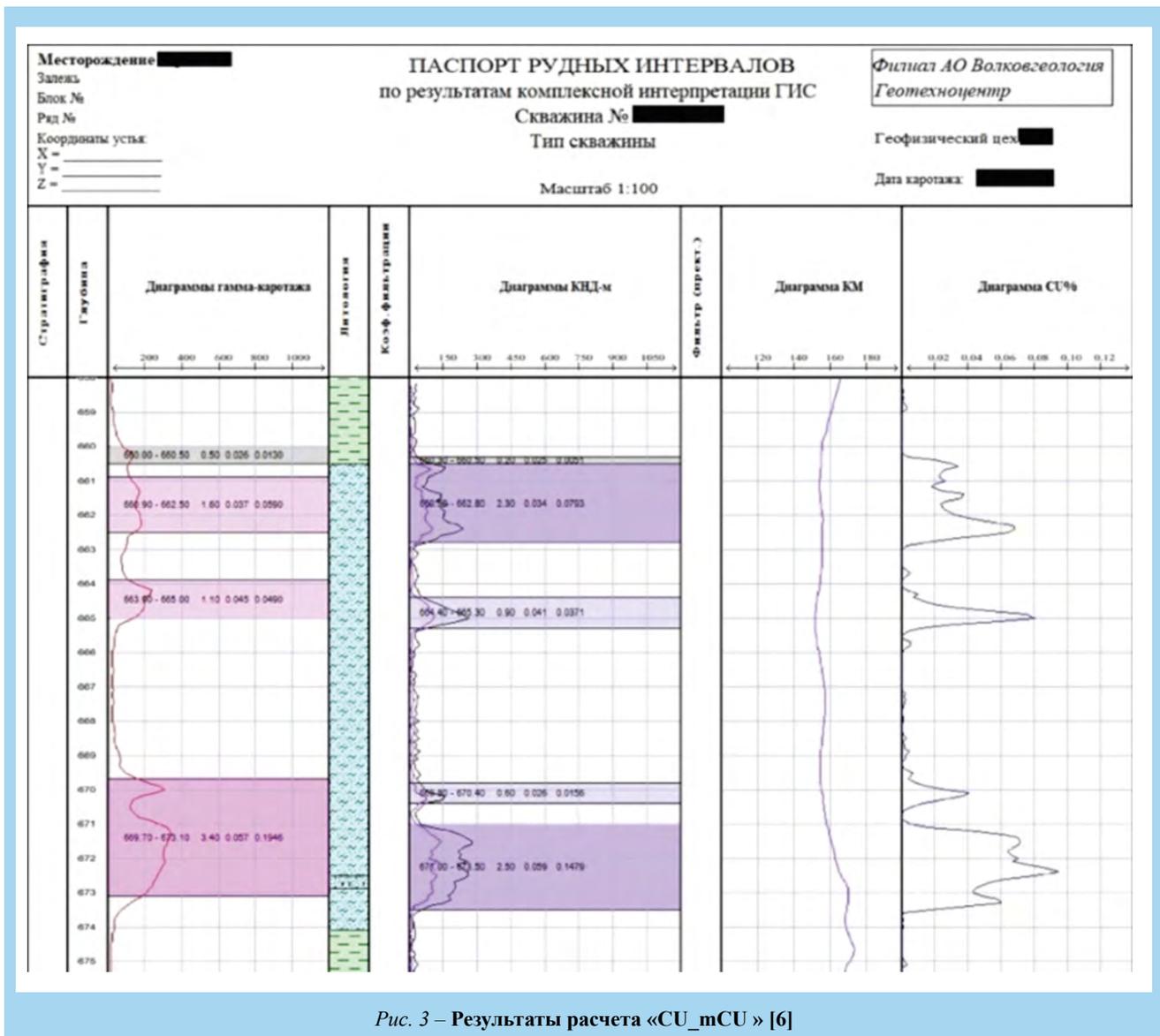


Рис. 3 – Результаты расчета «CU\_mCU» [6]

(рудомещающие породы представлены валунно-галечными отложениями и пр.);

- уточнение параметров рудных (по урану) интервалов для установки фильтров в технологических скважинах на стадии подготовки месторождений к эксплуатации;

- в период эксплуатации – оперативный контроль изменений содержания урана в рудных интервалах и его перераспределения между разными лито-фильтрационными типами (песчаными и глинистыми разностями пород) для корректировки процесса выщелачивания, получение экспресс информации для контроля динамики выщелачивания урана в процессе отработки полигона;

- на стадии ликвидации участка при завершении эксплуатации месторождений способом подземного скважинного выщелачивания – оперативная оценка полноты отработки участка и выделение площадей с сохранившимися

в недрах целиками и областями, насыщенными продуктивными растворами и определение остаточного содержания урана в недрах и расчет коэффициента извлечения урана из недр [7].

Литература

- 1 Темирханова Р. Г., Шиманский С. В. Актуальные проблемы применения метода каротажа мгновенных нейтронов деления при геологоразведочных работах на урановых месторождениях // Вестник СПбГУ – Серия. 7 – 2014 – Вып. 2 – С. 25-26.
- 2 Инструкция по каротажу методом мгновенных нейтронов деления при изучении урановых месторождений гидрогенного типа / НПО «Рудгеофизика», ред. Миронов А. И. Сост.: Ганичев Г. И., Макаров Н. А., Хайкович И. М. и др. – Л., 1986 – С. 6-27.
- 3 Инструкция по каротажу мгновенных нейтронов деления (КНД-м) с одно- и двухзондовой аппаратурой на всех этапах поисково-разведочных работ на уран и эксплуатации рудников ПСВ урана / Сост.: Поляченко А. Л., Каменев Л. И. и др. – Алматы, 2019 – С. 7.

- 4 Поляченко А. Л., Поляченко Л. Б. О развитии программно-интерпретационного и теоретико-вычислительного обеспечения импульсного нейтронного каротажа / Сборник докладов Международной научно-технической конференции «Портативные генераторы нейтронов и технологии на их основе» – Москва, 22-26 октября 2012 г. – М.: издательство ВНИИА, 2013 – С. 410-439.

- 5 Поляченко А. Л., Поляченко Л. Б. Научно-технический отчет «Разработка программно-интерпретационного обеспечения двухзондовой аппаратуры КНД-м типов АИНК-49 и ЦСП КНД-60 на основе математического моделирования баз данных палеточных зависимостей для зондов МНД и ТН» – М., 2018 – С. 134-135.

- 6 Система комплексной интерпретации данных ГИС «Альфа».

- 7 Жондиллаева М. С., Каменев Л. И., Кошевой О. Г. Применение метода КНД-м на урановых пластово-инфильтрационных месторождениях Казахстана / Сборник докладов, выпуск 10, Ассоциация «Ядерное общество Казахстана» – Астана, 2014 – С. 81-85.



## БУРЕНИЕ СКВАЖИН ПРИ ДЕПРЕССИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ БУРЕНИЯ С КОНТРОЛЕМ ЗАБОЙНОГО ДАВЛЕНИЯ

Бурение на депрессии – это технология бурения, при которой забойное давление в скважине удерживается ниже порового давления пласта. При бурении на депрессии пластовая жидкость поступает в ствол скважины и выносится на поверхность, где контролируется и отделяется от рабочей жидкости и поступает в систему отчистки. При этом используются несколько типов рабочей жидкости (бурового раствора) – как однофазной, так и многофазной. В качестве буровых растворов могут служить вода, нефть, митральное масло, дизель, аэрированный раствор, пенный раствор, воздух.

При обычном бурении (на репрессии) гидростатическое давление бурового раствора будет выше пластового давления и обеспечится первичный контроль скважины. В результате может произойти загрязнение призабойной зоны пласта, поглощение раствора, гидроразрыв пород.

При бурении на депрессии гидростатическое давление ниже пластового давления, и контроль скважины будет обеспечиваться при помощи враща-

ющегося контрольного устройства. В результате скважина проявится в процессе бурения и произойдет уменьшение загрязнения призабойной зоны пласта [1, 2].

При бурении с контролем забойного давления для скважин с небольшими запасами контроль состояния скважины осуществляется между пластовым давлением и давлением поглощения или гидроразрывом пласта. Появление данной технологии в начале 2000-х годов позволило бурить скважины, бурение которых обычным способом вызывало множество осложнений и было практически невозможно. Бурение с контролем забойного давления позволяет вовремя реагировать на резкие изменения профилей пластового давления и давления гидроразрыва, очень часто обнаруживаемые в комплексных скважинах. Для этого способа бурения важно применять возможность быстрого изменения забойного давления и тем самым минимизировать риски осложнений, аварий и потери рабочего времени. Для этих целей используется система MPD

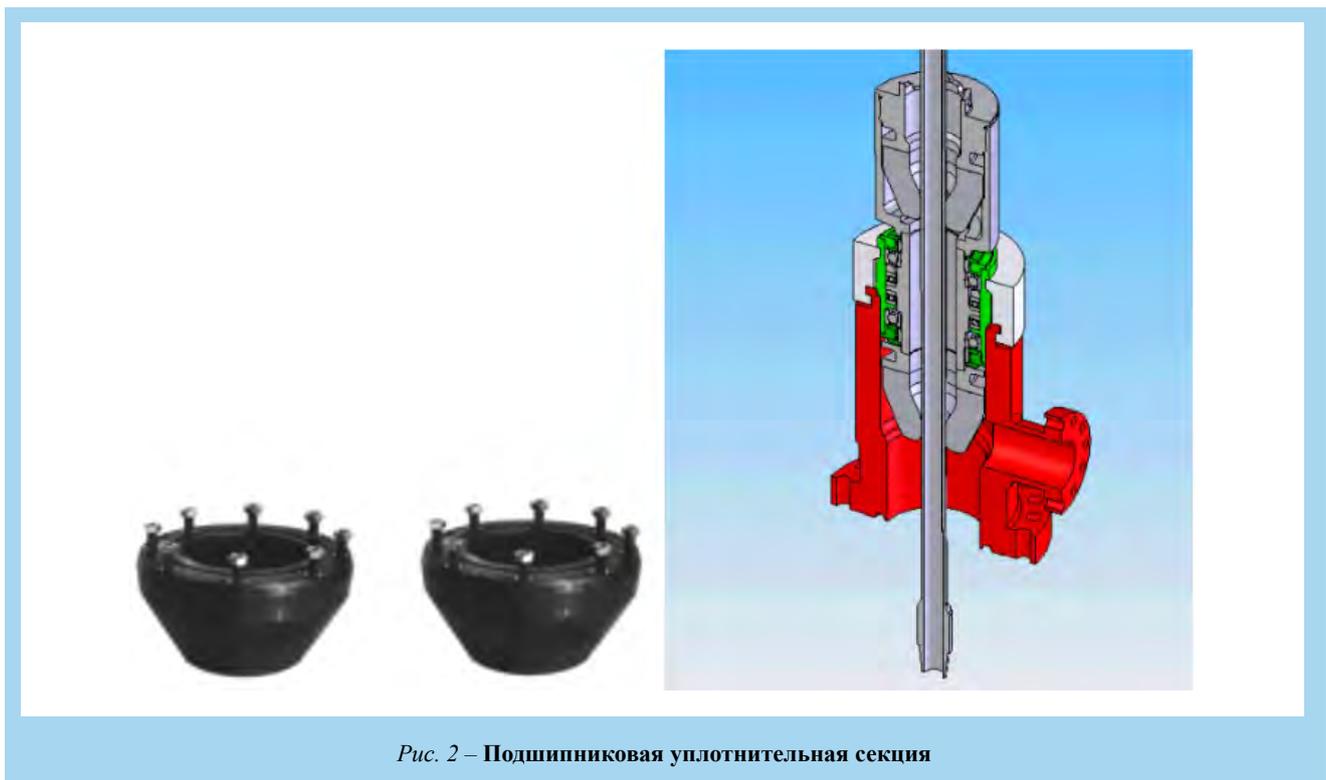
(Managed Pressure Drilling) – инструмент для управления эквивалентной плотностью циркуляции [3, 4].

По определению международной ассоциации буровых подрядчиков (IADC – International Association of Drilling Contractors), бурение с контролем забойного давления – это адаптивный процесс, который используется для точного контроля профиля затрубного давления в скважине. Цель данной технологии в определении пределов давлений в скважине и дальнейшем управлении затрубным давлением в этих пределах [5, 6].

Основными компонентами системы бурения с контролем забойного давления являются:

- вращающееся контрольное устройство (Rotating Control Device);
- манифольд с автоматическими гидравлическими дросселями;
- блок задвижек;
- расходомер Кориолиса;
- станция контроля и программное обеспечение [4, 7].

Вращающееся контрольное устройство, иногда называемое враща-



ющемся превентором, выполняет функцию превентора при вращательном или возвратно поступательном движении через него бурильной трубы. Устройство предназначено для удержания давления в скважине при бурении на депрессии. Устройство

состоит из двух основных элементов: корпуса и подшипниковой уплотнительной секции. Корпус вращающегося контрольного устройства представляет собой фланцевую катушку с боковым отводом и гидравлическим хомутом. Корпус устанавливается

непосредственно над универсальным превентором при помощи болтовых соединений. Гидравлический хомут используется для удержания подшипниковой уплотнительной секции при помощи гидравлической энергии и усиливается зажимным болтом.

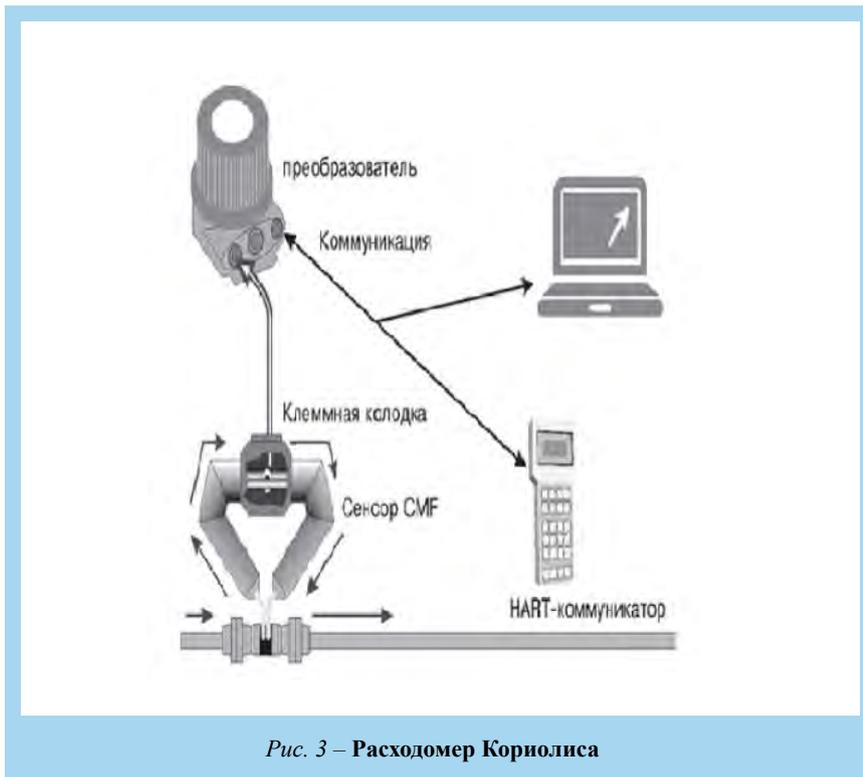


Рис. 3 – Расходомер Кориолиса

Жесткая линия диаметром 100-127 мм подсоединяется к фланцу бокового отвода и предназначена для отвода жидкости и шлама из скважины под давлением к автоматическому дросселю [1, 3].

Подшипниковая уплотнительная секция крепится к корпусу при помощи гидравлического хомута. Она состоит из нескольких подшипников и двух уплотнительных резиновых или полимерных уплотнительных элементов, которые герметизируют бурильную трубу при ее вращении или поступательном движении. Система способна выдерживать давление до 100 бар при вращении трубы [4].

Манифольд с автоматическими гидравлическими дросселями позволяет контролировать такие параметры, как устьевое избыточное давление (противодавление), забойное давление, затрубное давление. Кроме того, он также позволяет проводить ранее обнаружение проявлений, а также автоматический контроль проявлений и циркуляции. Манифольд также позволяет управлять дросселями вручную, если это необходимо.

Неотъемлемыми компонентами системы являются:

- два автоматических гидравлических дросселя;
- расходомер Кориолиса;
- гидравлическая приводная установка;

- механические задвижки;
- автоматическая контрольная система и программное обеспечение [3, 7].

Автоматический гидравлический дроссель является критическим компонентом системы бурения с контролем забойного давления. Он создает противодавление на пласт и контролирует забойное давление при циркуляции и в статическом режиме. Дроссель изменяет площадь сечения, через которую проходит поток жидкости из скважины в автоматическом режиме, и тем самым контролирует избыточное устьевое давление. Манифольд с автоматическими дросселями позволяет контролировать устьевое избыточное давление, давление на стояке, забойное и затрубное давление, а также производит раннее обнаружение проявления и автоматический контроль проявлений [3].

Расходомер Кориолиса расположен в блоке автоматических дросселей после дросселя. Существуют также модели, в которых расходомер устанавливается на отдельном стенде.

Расходомер Кориолиса измеряет поток независимо от физических свойств жидкости, таких как вязкость и плотность и позволяет производить точные замеры расхода жидкости или газа при температуре от  $-240$  до  $+204$  °C и давлении до 70 бар.

Принцип действия расходомера Кориолиса основан на изменении фаз

механических колебаний U-образных трубок, по которым движется среда. Сдвиг фаз пропорционален величине массового расхода. Поток с определенной массой, движущийся через входные ветви расходомерных трубок, создает кориолисову силу, которая сопротивляется колебаниям расходомерных трубок. Наглядно это сопротивление заметно, когда гибкий шланг извивается под напором прокачиваемой через него воды [4].

Сенсоры и система сбора и обработки данных. Для того, чтобы обеспечивать высокий уровень контроля давлений в скважине необходимо иметь точные данные о различных параметрах, которые могут влиять на забойное давление в реальном времени. Стандартные контрольно-измерительные приборы, используемые при обычных бурении, не могут обеспечить достаточный контроль над состоянием скважины. Система сбора и обработки данных при бурении с контролем забойного давления должна обеспечивать быстрый доступ к информации и возможность контроля за состоянием скважины в реальном времени [1].

Контрольная установка находится в отдельном контейнере в непосредственной близости от манифольда дросселей. Компьютерные системы сбора и обработки данных выводят данные на жидкокристаллический дисплей. Системный инженер и оператор контролируют данные и могут управлять гидравлическим дросселем при помощи жидкокристаллического экрана. Дополнительные контрольные дисплеи могут устанавливаться в офисе бурового мастера или представителя заказчика [6].

Система собирает, записывает и выводит на дисплей следующие данные:

- поток на входе;
- поток на выходе;
- плотность раствора (вход / выход);
- температура раствора на выходе;
- устьевое избыточное давление (противодавление);
- давление на стояке;
- положение дросселя;
- глубина скважины, глубина долота;
- угол скважины (вводится вручную);
- обороты долота в минуту;
- забойное давление (расчетное или pwd);
- другие параметры режима бурения: нагрузка на долото, крутящий момент, скорость проходки, нагрузка на крюке и т. д. [4, 6].

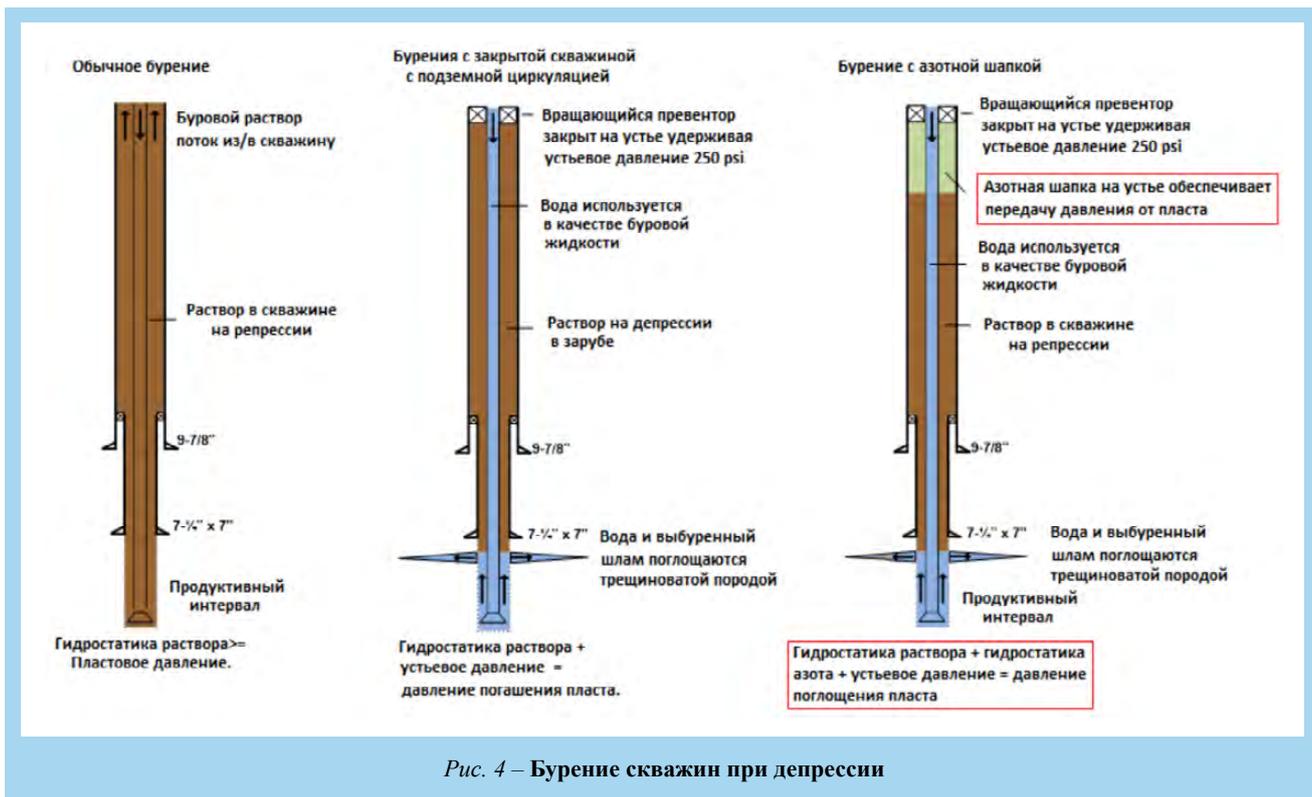


Рис. 4 – Бурение скважин при депрессии

При бурении с контролем забойного давления во время остановки насоса или при наращивании давление в затрубном пространстве будет выше, чем давление в бурильной трубе. Это связано с наличием избыточного давления в затрубном пространстве. Поэтому необходимо устанавливать забойный клапан-отсекатель в бурильную колонну для предотвращения обратного потока через бурильную трубу. Обычно в данных операциях используются несколько обратных клапанов [3].

Примером использования такой технологии можно назвать технологию бурения с использованием азотной шапки, которая была разработана и успешно применена для бурения высоко трещиноватых карбонатных пластов, где применение технологии бурения на балансе не достигало желаемого результата. Бурение с азотной шапкой – это продолжение эволюции технологии бурения закрытой скважины с подземной циркуляцией (CHCD), которая использовалась в тех же целях [4, 6].

Технология бурения закрытой скважины с подземной циркуляцией основывалась на возможности заполнения скважины жидкостью, плотность которой была меньше градиента пластового давления для создания возможности наблюдения за пластовым давлением. Если градиент пластового давления падал ниже градиента давления самой легкой жидкости в скважине, поддер-

жание целостного столба жидкости до устья скважины было невозможным, поэтому возникла необходимость использования другой технологии бурения подобных скважин [4].

Технология бурения с использованием азотной шапки заключается в заполнении кольцевого пространства скважины жидкостью, которая тяжелее, чем необходимо для уравновешивания пластового давления в момент полного поглощения раствора в скважине. Уровень жидкости в скважине не достигает устья, воздух в верхней зоне скважины заполняется сжатым азотом. Эта азотная шапка удерживается вращающимся контрольным устройством, которое позволяет удерживать контроль давления и интерпретировать информацию о состоянии пласта. Производится постоянное наблюдение за состоянием скважины посредством замера устьевое давления и уровня жидкости в скважине. Забойное давление балансируется манипуляцией уровня жидкости в скважине и контролем устьевое давления [5].

Основная цель бурения с использованием азотной шапки (NCD) такая же, как и у бурения закрытой скважины с подземной циркуляцией (CHCD):

- балансирование давления гидро-разрыва пласта;
- поддержание и сообщение пластового давления на поверхность.

Основные различия в применении:

- гидростатическое (пневматическое) сообщение с резервуаром поддерживается при помощи закачки азотной шапки ближе к устью под вращающимся контрольным устройством. Давление в шапке азота контролируется на устье;
- пластовое давление балансируется комбинацией гидростатического давления раствора, гидростатического давления столба газа и устьевое избыточного давления [4].

Литература

- 1 Овчинников В. П., Гребенщиков В. М. Контроль и управление процессом бурения в условиях аномальных пластовых давлений. Учебник для вузов. – М.: издательство «Нефтегазовый университет», 2010.
- 2 Аширьян М. О. Технология разобщения пластов в осложненных условиях. – М.: Недра, 1989.
- 3 Иогансен К. В. Спутник буровика. – 3-е издание. – М.: Недра, 1990.
- 4 Well control for the Rig-site drilling team. Aberdeen drilling school and well control training centre / Training manual.
- 5 Шевцов В. Д. Регулирование давления в бурящихся скважинах. – М.: Недра, 1984.
- 6 Гулянец Г. М. Справочное руководство по противовыбросовому оборудованию. – М.: Недра, 1983.
- 7 Булатов А. И., Макаренко П. П., Проселков Ю. М. Буровые промысловые и тампонажные растворы. – М.: Недра, 1999.



## ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА

В мировой практике технология горизонтального бурения обуславливает успешную разработку нефтегазовых месторождений и существенно улучшает экономические показатели. Повышается нефтеотдача пластов на 2-5 %, дебит скважин – в 4-10 раз, сокращается число скважин на месторождениях с одновременным значительным природоохраненным эффектом.

Метод эксплуатации месторождений углеводородного сырья горизонтальными и разветвленно-горизонтальными скважинами впервые разработан и успешно реализован в СССР в начале 50-х годов прошлого столетия. В Башкирии предложенным А. М. Григоряном методом пробурена горизонтально-разветвленная скважина с десятью резко искривленными стволами. В этой скважине почти 80 % всей проходки было сделано по продуктивному пласту. Дебит скважины составил

120 тонн в сутки, что почти в 20 раз превышало дебит по другим скважинам [1].

Вскрытие рудной зоны направленными, в том числе наклонно-горизонтальными скважинами позволяет повысить их продуктивность за счет увеличения площади фильтрации; сократить количество скважин в ячейке, состоящей из трех или пяти; увеличить степень извлечения урановой руды; вовлечь в разработку пласты с низкими коллекторскими свойствами. Кроме того, наклонно-горизонтальные скважины могут использоваться для отработки залежей, вскрытие которых вертикальными скважинами невозможно. К ряду таких условий относятся участки, где на месте рудных тел построены промышленные объекты или расположены сельскохозяйственные угодья, месторождения, залегающие под водным объектом (река, озеро), где

по охранным или другим положениям бурение в акватории не разрешено [2].

Месторождения урановых руд Казахстана в большинстве бурятся по наносам и очень неустойчивым породам, поэтому сооружение наклонно-горизонтального ствола скважины может быть одноствольным с плоско искривленным профилем – комбинированный профиль, состоящий из трех интервалов: верхнего (вертикального), второго (плавной кривой) и третьего (условно горизонтального) (рис. 1).

Для сооружения вышеназванного профиля могут быть использованы буровые станки с роторными и подвижными вращателями и с вертикальными мачтами.

Сравнение технико-экономических показателей вскрытия месторождений направленно-горизонтальными скважинами с технико-экономическими показателями существующих схем

**Технические характеристики телеметрической системы ЗИС-1**

Параметры	Значения
Диапазон измерений:	
зенитного угла, град	0-180
азимута, град	0-360
угла установки отклонителя, град	0-360
мощности экспозиционной дозы естественного гамма излучения, кР/час	1-100
Погрешность измерений, град.:	
зенитного угла	± 0,1
азимута в диапазоне зенитных углов 7°, 173°	± 3
угла установки отклонителя:	± 1,5
в диапазоне зенитных углов 3°, 7°; 173°, 177°	± 4
в диапазоне зенитных углов 7°, 173°	± 1
Максимальная рабочая температура, °С	120
Максимальное гидростатическое давление, МПа	60
Минимальный внутренний диаметр немагнитной буровой трубы, мм	57
Габаритные размеры модулей скважинного прибора, мм: диаметр / длина	42 / 1000
Масса скважинного прибора без корпусных изделий, кг	50

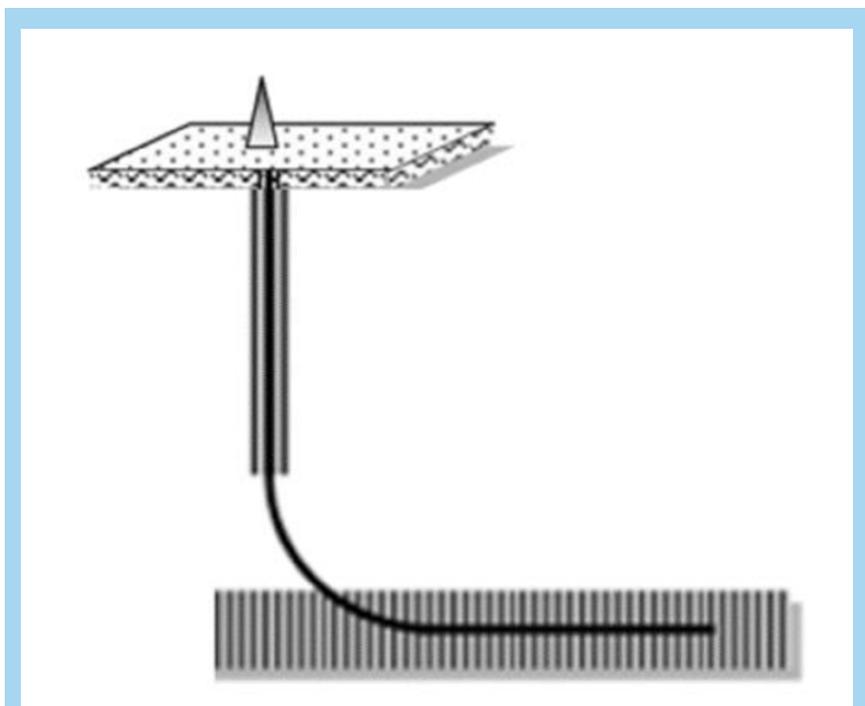


Рис. 1 – Одноствольная скважина с плоско искривленным профилем

вскрытия показывает, что применение направленно-горизонтальных скважин для вскрытия продуктивных горизонтов позволяет увеличить общую длину технологических скважин в 2-5 раза, значительно увеличив тем самым общую производительность системы в целом, сократить объем буровых работ в 2-7 раз, существенно уменьшив затраты на сооружение технологических скважин, что в конечном итоге обеспечит снижение себестоимости извлекаемой урановой руды [3].

Протяженные закачные фильтры позволяют резко сократить время на

окисления пласта, что немаловажно для сокращения общего времени на отработку ячейки.

В состав комплекта технологического оборудования, применяемого для ведения направленно-горизонтального профиля ствола может состоять из забойного двигателя, кривого переводника, специального породоразрушающего инструмента, средства контроля и корректировки траектории буримой скважины.

Геофизические исследования в горизонтальной части ствола скважины требуют применения специ-

альных средств, а нормальная работа скважины – существенных мероприятий, обеспечивающих равномерность притока жидкости по длине фильтра.

Сооружения скважин подземного выщелачивания производится на глубину, не превышающую 700-800 метров буровыми установками 1БА15В и УБВ-600 и, учитывая относительно низкую мощность насосного блока, в качестве забойных двигателей могут быть использованы винтовые двигатели Д-85 и Д-105 (рис. 2).

По техническим характеристикам забойные двигатели Д-85 и Д-105 обеспечивают частоту вращения породоразрушающего инструмента в пределах 200-250 мин<sup>-1</sup> и требуют малого объема промывочной жидкости (5-10 л/с) для привода, что позволяет использовать в качестве насосов типа 11ГрИ, НБ-50, широко применяемые буровыми компаниями АО «Волковгеология».

Высокий вращающий момент на валу винтовых забойных двигателей дает возможность вести бурение с лопастными долотами, а их малая длина позволяет получить минимальные радиусы искривления. При необходимости забуривание скважин под углом меньше 90° можно осуществить с помощью установки ЗИФ-1200 с мачтами МРУГУ-2 или МНБ-650, обеспечивающими начальный угол наклона до 65-75°.

В качестве отклоняющего устройства совместно с забойными двигателями возможно применение кривых переходников, обеспечивающих интенсивность искривления 0,2-0,8 градуса/м (рис. 3).

Расчетным путем можно определить, что для винтовых двигателей с кривым переходником радиус искривления скважин составляет 50-250 метров, что

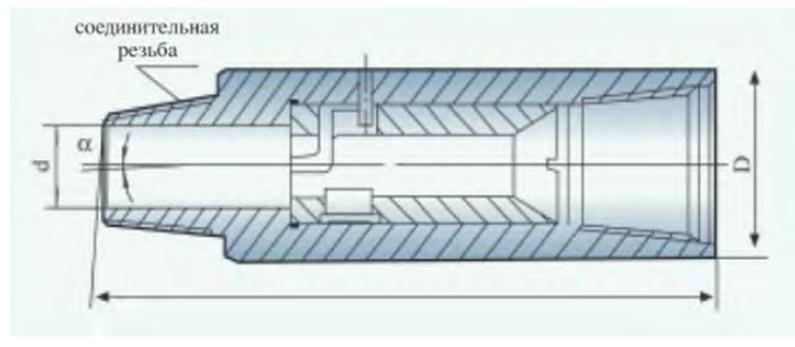


Рис. 3 – Кривой переходник для придания направления забойному двигателю



Рис. 2 – Винтовой забойный двигатель Д-105

соответствует интенсивности искривления 0,23-0,38 градуса/м [4].

При проходке горизонтального участка ствола скважины нагрузка на породоразрушающий инструмент будет снижаться из-за того что значительная часть бурильной колонны ляжет на нижнюю стенку ствола. Чтобы обеспечить достаточной нагрузкой долото на забое необходимо применить механизм забойной подачи. Из множества этих механизмов следует выбирать соответствующие условиям разреза проходимых горных пород в горизонтальной части ствола скважины.

Для выполнения текущего контроля положения забоя бурящейся скважины, а также для получения разнообразной информации с забоя скважины, таких как параметры режима бурения – значения осевой нагрузки, крутящего момента,

частоты вращения долота, применяют современные телеметрические системы. Телеметрические системы включают комплекс забойных датчиков, максимально приближенных к забою скважины, автономный, чаще всего в виде гидротурбины, вырабатывающей электроэнергию, источник питания, систему съема, передачи и приема информации с забоя на поверхности, компьютерную систему обработки полученных данных для решения задач контроля и управления процессом бурения скважины.

В России при бурении наклонно-направленных и горизонтальных нефтяных и газовых скважин телесистемы с беспроводным электромагнитным каналом связи успешно применяются уже почти двадцать лет.

Электромагнитный (беспроводной) канал связи использует колонну

бурильных труб в качестве одного из проводов линии передач, по простоте конструкции глубинных и наземных устройств, пропускной способностью является наиболее перспективным при организации устойчивой связи забой–устье при турбинном и роторном бурении скважин.

В настоящее время разработаны и успешно применяются телеметрическая система ЗИС-1 для автоматического контроля за направлением скважин в процессе бурения и телеизмерительная система «Забой» – для измерения в процессе бурения нефтяных и газовых скважин геофизических и технологических параметров.

Оборудовать пробуренную наклонно-горизонтальную скважину обсадной или фильтровой колоннами – чрезвычайно трудная задача из-за трудоемкости спуска обсадных и фильтровых колонн. Используемые на данный момент в качестве обсадных труб полиэтиленовые и металлопластиковые трубы позволяют закреплять стенки скважин с различной кривизной без разрыва колонны. Хотя следует учитывать то, что изгиб колонны не должен превышать допустимого для данного материала и размера труб в соответствии с ГОСТом.

Гибкость обсадных труб и положительная плавучесть полиэтилена не позволяет догружать обсадную колонну усилием сверху, что требует других технологических решений по спуску обсадных колонн в искривленную скважину.

В настоящее время у буровых компаний, работающих для бурения технологических скважин, подземного скважинного выщелачивания не располагают практическим опытом сооружения наклонно-горизонтальных скважин, тем не менее информация, приведенная в настоящей статье будет способствовать развитию этого направления буровых работ.

#### Литература

- 1 Басарыгин Ю. М., Будников В. Ф., Булатов А. И., Гераськин В. Г. Строительство наклонных и горизонтальных скважин. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000.
- 2 Басарыгин Ю. М., Булатов А. И., Проселков Ю. М. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учебник для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001.
- 3 Комплексы подземного выщелачивания / Под редакцией д. т. н. О. Л. Кедровского. – М.: Недра, 1992. – 263 с.
- 4 Булатов А. И., Аветисов А. Г. Справочник инженера по бурению. – М.: Недра, 1998.



## ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА

### Организация энергетического сектора

В Казахстане, богатым углем, нефтью, природным газом и ураном, экономика по-прежнему сосредоточена на промышленном секторе, а также на добыче и переработке природных ресурсов. В стране также имеется огромный потенциал возобновляемых источников энергии, в частности ветряных и малых гидроэлектростанций. Общее производство энергии в Казахстане более чем в два раза превышает спрос, поэтому в 2018 году Казахстан был девятым по величине экспортером угля и сырой нефти и двенадцатым по добыче природного газа в мире.

Энергия составляет около 21 % валового внутреннего продукта (ВВП) страны и примерно 62 % ее экспорта [1]. На уголь приходится около половины энергобаланса Казахстана (50 % в 2018 г.), за ним следуют нефть и

природный газ (оба с долей 25 %), тогда как доля природного газа в общем конечном потреблении (ОКП) в 2018 году составляла всего 13 % [2].

### Газ

Общие доказанные запасы природного газа в Казахстане на конец 2019 года составляли 2,7 триллиона кубометров [3], что позволило Казахстану в 2018 году занять 12-е место среди крупнейших экспортеров природного газа в мире. Большая часть запасов природного газа приходится на месторождения сырой нефти или конденсата, и поэтому 90 % добываемого газа в Казахстане является попутным газом [4]. Большая часть валовой добычи природного газа в Казахстане закачивается обратно (более 30 % в 2019 году) для увеличения добычи нефти. В последние годы добыча природного газа в Казахстане (валовая добыча) медленно, но неуклонно увеличива-

ется – с 19 миллиардов кубометров в 2009 году до 23,9 миллиарда кубометров в 2018 году [3]. Многие эксперты ожидают, что добыча природного газа в Казахстане останется на прежнем уровне и даже сократится после 2025 года, поскольку в ближайшем будущем не ожидается привлечения новых прямых иностранных инвестиций в разведку и разработку новых газовых месторождений в Казахстане, если не будут устранены недостатки законодательной архитектуры текущей структуры газового рынка с целью повышения коммерческой ценности газа, как описано ниже [6].

Если западная часть Казахстана является значительным потребителем газа, то на севере и востоке энергопроизводящие предприятия работают преимущественно на угле, юг использует и газ, и уголь. Ожидается, что эта тенденция сохранится [6]. Однако внутреннее потребление природного газа значи-

тельно увеличилось (с 10,1 миллиарда кубометров в 2009 году до 19 миллиардов кубометров в 2018 году) и ожидается, что видимое потребление природного газа в Казахстане будет расти в среднем примерно на 1,9% в год до 2040 года [3, 6]. Таким образом, конкуренция за доступные коммерческие объемы газа между внутренним потреблением и экспортом в Китай вскоре станет одной из основных проблем для Казахстана и потребует от казахстанского правительства сделать трудный выбор: либо продолжать отдавать приоритет внутреннему потреблению и при этом получить меньшую прибыль, чем полагается, либо выбрать более выгодный вариант экспорта ограниченных объемов газа, доступного для Китая за счет внутреннего потребления. Поэтому многие эксперты ожидают, что экспорт казахстанского газа в Китай и Россию до конца 2020-х годов, вероятно, сократится с 7-8 миллиардов кубометров до менее половины от этого показателя [7].

Большая часть газа, поставляемого по трубопроводам Казахстана, потребляется для производства электроэнергии (50 %), за которым следуют бытовые и коммерческие потребители (внутренний сектор) (36 %) и промышленность (14 %) [6].

В соответствии с национальной концепцией перехода к зеленой экономике в реализации программы газификации Казахстана и перехода преимущественно от угольной энергетики к газу за последние пять лет удалось добиться значительных успехов.

Официальная цель, изложенная в Концепции зеленой экономики, заключалась в том, чтобы к 2020 году достичь производства 20 % электроэнергии на газовых электростанциях, хотя на практике уже в 2019 году 20,2 % всей электроэнергии в Казахстане было произведено на газовых электростанциях. Следующей официальной целью, изложенной в Концепции зеленой экономики, является достижение 25 % доли всей электроэнергии, производимой газовыми электростанциями к 2025 году, тогда как конечная цель – достичь 30 % доли к 2050 году.

Значительная часть ресурсов природного газа сосредоточена в западных регионах Казахстана, тогда как крупнейший и наиболее перспективный экспортный рынок для казахстанского природного газа находится на Востоке – в Китае [8]. После завершения строительства газопровода Бейнеу–Бозой–Шымкент в 2015 году и выхода на проектную мощность в 15 миллиардов кубометров в год в сентябре 2020 года

Казахстан стремится к увеличению экспорта газа в Китай. 12 октября 2018 года Казахстан и Китай подписали пятилетний контракт на экспорт до 10 миллиардов кубометров газа в год по газопроводной системе Средняя Азия – Центр Китая (CAGP) в течение этого периода. Таким образом, за последнее десятилетие Китай заменил Россию в качестве основного экспортного направления для казахстанского газа, но все же в 2018 году Россия импортировала 12,3 миллиарда кубометров газа из Казахстана.

Однако, несмотря на все вышеперечисленные естественные преимущества, до сих пор газовая промышленность Казахстана находится в состоянии стагнации, поскольку она слишком долго находилась в тени казахстанской нефтяной промышленности, а долгосрочная политика ставит под угрозу давно назревшие реформы газового сектора Казахстана, о которых говорится в данном документе.

#### Основные производители газа в Казахстане

Крупнейшими производителями газа в обозримом будущем для Казахстана, по мнению многих экспертов [5], являются следующие компании:

– ТОО «Тенгизшевройл», разрабатывающее нефтяное месторождение «Тенгиз». Акционеры: Chevron (50 %); «КазМунайГаз» (20 %); ExxonMobil (25 %); «Лукарко» (5 %). Природный газ, добываемый на месторождении, содержит большое количество серы, поэтому требует особого обращения и дорогостоящей переработки;

– North Caspian Operating Company (NCOC) – международный консорциум, принадлежащий KazMunaiGas Kashagan B.V. (16,9 %), Shell Kazakhstan Development B.V. (16,8 %), Total E&P Kazakhstan (16,8 %), Agip Caspian Sea B.V. (16,8 %), ExxonMobil Kazakhstan Inc. (16,8 %), CNPC Kazakhstan B.V. (8,3 %) и Inpex North Caspian Sea Ltd. (7,6 %). NCOC выступает в качестве оператора Северо-Каспийского проекта (который включает месторождение «Кашаган»). Природный газ, добываемый на месторождении «Кашаган», содержит большое количество серы, поэтому требует особого обращения и дорогостоящей переработки. Сложности, связанные с этим проектом, делают его одним из самых непростых промышленных проектов, когда-либо реализованных в мире.

– Karachaganak Petroleum Operating B.V. (KPO), разрабатывающая Карачаганакское месторождение.

Акционеры: ENI (29,25 %), Royal Dutch Shell plc (29,25 %), Chevron (18 %), Лукойл (13,5 %) и КазМунайГаз (10 %). В отличие от Тенгизского проекта, который включает в себя завод по переработке природного газа, Карачаганакский проект имеет недостаточную мощность по переработке природного газа. Большая часть сырьевой продукции Карачаганакского месторождения должна экспортироваться в Россию для переработки на заводе по переработке природного газа в Оренбурге.

– СНПС-Актобемунайгаз (СНПС АМГ), разрабатывающее месторождение «Жанажол», является одним из крупнейших производителей нефти и газа в Казахстане. Акционеры: «Актобемунайгаз» и Китайская национальная нефтяная корпорация. СНПС АМГ управляет несколькими месторождениями в западном Казахстане, включая месторождение «Жанажол».

#### Газотранспортная сеть

Несмотря на то, что в последние годы в развитии газовой сети Казахстана был достигнут значительный прогресс, внутренняя трубопроводная система в Казахстане все еще недостаточно развита (всего около 9,5 миллиона человек из 18,5 миллиона населения Казахстана будут иметь доступ к газу в 2020 году). Огромные расстояния и относительно низкая плотность населения на севере, в центре и на востоке затрудняют реализацию любых проектов потенциального газопровода для обслуживания этих регионов. Таким образом, Казахстан до сих пор полагается на импорт газа из России и Узбекистана для удовлетворения внутреннего спроса: договоренность об обмене газом между Казахстаном и Россией предполагает замену карачаганакского газа, который исторически поставлялся в Оренбург для переработки, на импорт газа из Центральной Азии в южную часть Казахстана и российский газ в Костанайскую область.

Как официально определено Министерством энергетики Казахстана в недавно принятом стратегическом плане на 2020-2024 годы, основная проблема для дальнейшего развития газификации в Казахстане – это высокая стоимость инвестиций в распределение газа внутри страны и магистральные газопроводы [9]. Несмотря на вышеупомянутые трудности, в отличие от Туркменистана и Узбекистана, Казахстан сумел за последние 15 лет существенно модернизировать и расширить свою газотранспортную

систему, так что теперь она широко признана лучшей в Центральной Азии, а распределительные трубопроводы Казахстана достигли общей протяженности 49000 километров (км) в 2019 году. По состоянию на 2020 год из 16 регионов Казахстана 12 уже являются газифицированными, тогда как четыре оставшихся региона на севере и в центре Казахстана используют уголь и сжиженный нефтяной газ. За последние семь лет доступ к трубопроводному газу получили более 3 миллионов человек, при этом количество подключений увеличилось с 30 % в 2013 году до 51,47 % в 2019 году [4].

Утвержденная Генеральная схема газификации на 2015-2030 годы [10] направлена на создание условий для удовлетворения внутреннего спроса в Казахстане на газ за счет масштабного строительства новых газопроводов, но, что удивительно, она устанавливает довольно низкую цель – увеличить процент населения, имеющего доступ к газу в 2030 году до 56 % (с 51,47 % в 2019 году).

За последние пять лет Казахстану удалось завершить два крупных инфраструктурных проекта в рамках Генеральной схемы газификации на 2015-2030 годы. Первый – это газопровод Бейнеу–Бозой–Шымкент, введенный в эксплуатацию в 2016 году и реализованный в партнерстве с Китаем. Благодаря газопроводу богатый газом западный регион Казахстана теперь связан с густонаселенным южным регионом страны. Кроме того, газопровод мощностью 15 миллиардов кубометров в год снижает зависимость Казахстана от узбекского и туркменского газа, а также подключается к сети CAGP и, следовательно, позволяет экспортировать казахстанский газ в Китай. Вторая крупная инвестиция в магистральную газовую сеть – строительство газопровода Сарыарка. В декабре 2019 года введен в эксплуатацию первый его участок. После завершения строительства пропускная способность газопровода составит 2,2 миллиарда кубометров в год, и ожидается, что к 2040 году он будет обеспечивать газом Нур-Султан, Караганду, Темиртау и Жезказган, а также 171 населенный пункт вдоль трассы газопровода (примерно 2,7 миллиона человек) [11]. Эти меры должны улучшить качество воздуха в столице Казахстана, поскольку потребление угля, как ожидается, сократится на 650 килотонн в год.

Помимо развития внутренней трубопроводной системы Казахстан также

эффективно использует свое стратегическое положение для увеличения международного транзита туркменского и узбекского газа через Казахстан в Россию и Китай. Поскольку Казахстан не имеет выхода к морю, диверсификация маршрутов экспорта нефти и газа до сих пор остается одним из основных направлений государственной политики с точки зрения энергетической безопасности [12]. Сегодня два из трех самых длинных магистральных газопроводов в мире проходят через территорию Казахстана. Это GASP, который пересекает западную границу Казахстана по пути в Россию и направляется дальше на запад в Европу, и трубопровод Казахстан–Китай, который на своем пути в Китай пересекает южную границу страны.

### Текущая структура рынка газа в Казахстане

Казахстанский газовый рынок продолжает организовываться на основе центрального управления и квазимонополистических принципов, при этом АО «КазМунайГаз» (КМГ) является государственной и вертикально интегрированной нефтегазовой компанией, которая доминирует в добыче, поставках и транспортировке газа через свои прямые и косвенные дочерние предприятия. Услуги по транспортировке газа в Казахстане предоставляются дочерней компанией КМГ – АО «КазТрансГаз» (КТГ), которая представляет собой вертикально интегрированную холдинговую компанию, являющуюся оператором системы передачи / оператором системы распределения. КТГ выступает в качестве так называемого «национального оператора», тогда как АО «Интергаз Центральная Азия» (дочерняя компания КТГ) выступает в качестве так называемого «национального оператора магистрального газопровода». АО «КазТрансГаз Аймак» (другая дочерняя компания КТГ) является оператором распределительной системы. КТГ, как национальный оператор, реализует от имени Республики Казахстан установленное законом преимущественное право государства на покупку сырого газа и товарного газа у нефтяных компаний в Казахстане (то есть большая часть газа, добываемого в Казахстане, является попутным газом, и, следовательно, добыча газа не является для них основным источником дохода) по цене ниже справедливой стоимости, что сдерживает производство товарного газа, а также препятствует его эффективному использованию потребителями [6].

Таким образом, согласно текущей модели рынка газа в Казахстане, обычно применяется следующий порядок действий:

– КТГ, как национальный оператор, осуществляет предусмотренное законом преимущественное право государства и покупает сырой газ и товарный газ у нефтяных компаний по цене, определяемой по формуле, установленной законодательством [13];

– затем КТГ продает газ «КазТрансГаз Аймак» во все регионы Казахстана по регулируемым оптовым ценам, которые различны для каждого региона Казахстана [14];

– «КазТрансГаз Аймак», в свою очередь, реализует газ населению и другим потребителям по окончательным (розничным) ценам, которые регулируются Комитетом по регулированию естественных монополий Министерства национальной экономики Республики Казахстан [15].

Реализуемая в настоящее время в Казахстане модель внутреннего рынка газа обычно именуется экспертами как «основной покупатель», характерными чертами которой являются наличие единственного покупателя (КТГ в качестве основного покупателя), очень слабая конкуренция на рынке и высокие барьеры для входа новых игроков. В основном благодаря высоким ценам на газ и значительной экспортной выручке до 2019 года, используя текущую модель газового рынка, Казахстану удалось добиться значительных успехов в увеличении добычи газа, газификации своих отдаленных районов, модернизации и строительстве магистральных газопроводов, что позволило КТГ не только объединить все газопроводы в Казахстане в единую газотранспортную систему, но и диверсифицировать экспортные рынки, «прорубив окно» в Китай.

### Нефть

Доказанные запасы нефти Казахстана составляют около 30 миллиардов баррелей, что в 2018 году позволило стране стать одним из 17 крупнейших производителей нефти в мире [3]. Как и газ, запасы нефти Казахстана в основном (70 %) расположены в западной части страны, где они добываются из месторождений Каспийского моря и соседних регионов. Нефтяные проекты Казахстана:

– «Тенгиз» (доказанные запасы нефти составляют 9 миллиардов баррелей);

– «Кашаган» (подтвержденные запасы нефти составляют 13 миллиардов баррелей);

«Карачаганак» (доказанные запасы нефти составляют 2,5 миллиарда баррелей).

Завершенная в 2018 году модернизация трех существующих НПЗ помогла снизить потребность в импорте продуктов легкой нефти. Павлодарский нефтеперерабатывающий завод находится в северо-центральной части Казахстана, сырье поставляется в основном по нефтепроводу из Западной Сибири, поскольку российские поставки географически удачно расположены для обслуживания этого НПЗ. Атырауский НПЗ использует только отечественную сырую нефть с северо-запада Казахстана, а Шымкентский НПЗ в настоящее время использует сырую нефть месторождений центрального Казахстана, в том числе «Кумколь». В Актау также есть небольшой нефтеперерабатывающий завод, который перерабатывает тяжелую сырую нефть, добываемую на близлежащем месторождении, для производства битума для дорожного строительства.

### Нефтетранспортная сеть

Трубопроводная система Казахстана находится в ведении государственного АО «КазТрансОйл» (КТО), дочерней компании «КазМунайГаз», которая управляет приблизительно 5378 км магистральных нефтепроводов в качестве так называемой естественной монополии.

Основными действующими маршрутами экспорта нефти являются трубопровод Атырау–Самара; Каспийский трубопроводный консорциум (трубопровод КТК); трубопровод Атасу–Алашанькоу (нефтепровод Китай–Казахстан); и морской терминал Актау.

Казахстан является экспортером легкой малосернистой нефти. Большая часть экспорта сырой нефти Казахстана идет по Каспийскому морю или через него на европейские рынки. Именно поэтому значительная часть (75 % в 2018 году) казахстанской нефти экспортируется по трубопроводу КТК, который идет по территории России к Черному морю.

Однако, благодаря введенному в эксплуатацию в 2006 году нефтепроводу Китай–Казахстан, Казахстан диверсифицировал экспорт сырой нефти, и с того времени экспорт нефти в Китай значительно вырос. Только в 2019 году Казахстан поставил в Китай почти 11 миллионов тонн сырой нефти.

Казахстан также экспортирует сырую нефть через Каспийское море и посредством железной дороги. Нефть загружается на танкеры или баржи в казахстан-

ском порту Актау или меньшем порту Атырау, а затем отправляется через Каспийское море, где она загружается в трубопровод Баку–Тбилиси–Джейхан или трубопровод Северного маршрута (Баку–Новороссийск) для дальнейшей транспортировки, в основном, в Европу. Кроме того, Казахстан имеет разветвленную железнодорожную сеть, которую использует для перевозки жидкого топлива для внутреннего потребления и на экспорт. Продолжающееся расширение и диверсификация мощностей по транспортировке жидких углеводородов в Казахстане, особенно экспортных возможностей, являются ключом к его будущей способности увеличивать добычу.

### Структура рынка нефти

Государственная компания КМГ является интегрированной национальной нефтегазовой компанией, реализующей национальную политику в отношении развития нефтегазового сектора, и занимается разведкой, добычей, переработкой, транспортировкой, распределением и обеспечением нефтью и газом. Компания также создает системы управления недропользованием.

Крупнейшими производителями нефти в Казахстане являются ТОО «Тенгизшевройл», NCOC и КПО, на долю которых приходится 54 миллиона тонн нефти (60 % от общего объема добычи в Казахстане). КМГ имеет долю во всех трех проектах.

КТО (номинально дочерняя компания КМГ) владеет магистральной сетью, а некоторые другие трубопроводы принадлежат и управляются консорциумами инвесторов, в которых КТО является акционером.

Три основных нефтеперерабатывающих завода прямо или косвенно принадлежат КМГ, хотя Шымкентский НПЗ как совместное предприятие принадлежит CNPC Exploration and Development Company Ltd и АО «Разведка и Добыча КазМунайГаз».

### Уголь

Доказанные запасы угля в Казахстане на 2019 год составили 25 605 миллионов тонн, что составляет около 2,4 % от общих мировых запасов угля и ставит страну на восьмое место в мире. Большая часть угля находится в Центральном Казахстане (Карагандинская область) и Северном Казахстане (Павлодарская и Костанайская области). В стране более 400 угольных месторождений. Большая часть угля поступает из двух основных бассейнов в центральной части страны – Карагандинского (металлур-

гический уголь от подземных горных работ) и Экибастуза (уголь для электроэнергетики). Небольшие залежи угля, обнаруженные на востоке, юго-востоке и юго-западе страны, на сегодняшний день плохо освоены [16].

Исторически Россия была основным покупателем казахстанского угля. Другие направления экспорта казахстанского угля включают Украину и Кыргызстан и, в меньших количествах, Беларусь, Китай, Японию и Узбекистан и другие страны.

Практически весь объем добычи и экспорта угля в Казахстане состоит из энергетического угля, который подходит для сжигания на электростанциях или в других целях для выработки пара и тепла.

### Атомная энергия

По состоянию на 2020 год в Казахстане нет активных ядерных мощностей. Несмотря на то, что Казахстан обладает одними из крупнейших месторождений урана в мире (около 14 % всех разведанных мировых запасов) и является крупнейшим производителем урана (около 42 % мировой добычи в 2019 году), на данном этапе нет конкретных планов по строительству атомной электростанции, поскольку народ категорически против любых таких инициатив. Единственная в Казахстане атомная электростанция, ядерный реактор БН-350 в Актау, была остановлена в 1999 году.

По-прежнему существует огромный потенциал ядерной энергетики в Казахстане, и поэтому Россия уже давно предлагает содействие казахстанцам в запуске атомной электростанции.

На данный момент Казахстан экспортирует уран в качестве сырья в основном в Китай, Францию, Россию, Индию, США и Канаду. Однако в апреле 2020 года АО «Казатомпром», крупнейший в мире производитель урана, объявило о сокращении добычи на 20 % до 2022 года в связи с COVID-19.

### Возобновляемые источники энергии

Большие запасы углеводородных ресурсов являются одним из ключевых факторов медленного развития возобновляемых источников энергии и альтернативных источников энергии в Казахстане. Однако правительство Казахстана имеет твердую политическую волю в отношении привлечения инвестиций в проекты, использующие возобновляемые источники энергии, что демонстрирует официальная общая политика Казахстана. Правительство



Казахстана, например, взяло на себя официальное обязательство увеличить долю возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии внутри страны до 30 % к 2030 году и до 50 % к 2050 году.

К настоящему времени в Казахстане в целом имеется хорошая правовая и институциональная база для развития возобновляемых источников энергии. Как правило, проекты, использующие возобновляемые источники энергии в Казахстане, реализуются по модели независимого энергетического проекта, в соответствии с которой государственная организация (единый покупатель) заключает долгосрочное (на 15 лет) соглашение с организацией частного сектора о покупке электроэнергии, произведенной в рамках проекта, по фиксированной цене.

С 1 января 2018 года Казахстан перешел от системы поддержки фиксированных зеленых тарифов к механизму аукционов для разработки возобновляемых источников энергии. Аукционная система сделала процесс предоставления проектов по возобновляемой энергии открытым и прозрачным и дала толчок к реализации самых рентабельных проектов.

По состоянию на конец 2019 года в Казахстане действовало 83 объекта возобновляемой энергии мощностью 936,8 МВт, однако это составляет лишь 0,8 % всей вырабатываемой в

Казахстане электроэнергии. Таким образом, на долю возобновляемых источников энергии приходилось всего 1,4 % энергобаланса (ОППЭ) в 2018 году.

#### Изменения в сфере энергетики

Казахстану пришлось сократить поставки нефти и газа в Китай, где спрос упал из-за пандемии COVID-19 и крайне низких цен.

Отсутствие заинтересованности со стороны России и Казахстана в ускорении процесса формирования общего газового рынка ЕАЭС вызвало бесплодные дискуссии по поводу различных подходов к ценообразованию на газ на общем газовом рынке ЕАЭС. Последний решительный шаг к согласованию вышеупомянутых вопросов был сделан 19 мая 2020 года, когда главы государств – членов ЕАЭС должны были прийти к какому-то консенсусу по вопросу установления тарифов на услуги по транспортировке газа на общем газовом рынке союза. Однако лидеры ЕАЭС не смогли не только договориться о решении вышеупомянутого вопроса, но и принять общую стратегию развития ЕАЭС, поэтому в настоящее время существует высокий риск того, что нынешний крайний срок 1 января 2025 года для официального запуска общего газового рынка ЕАЭС не будет соблюден. Интересно, что в этот раз Президент России Владимир

Путин однозначно отверг возможность введения единого тарифа на транспортировку газа на территории ЕАЭС, поскольку «единый тариф может быть реализован только на едином рынке с единым бюджетом и единой налоговой системой». Это означает, что Путин, по-видимому, видит разницу между понятиями «общий газовый рынок» и «единый газовый рынок» и считает «единый газовый рынок» с «единым тарифом» возможным, только если существует достаточный политический уровень интеграции между странами – участницами ЕАЭС. Однако высшие эшелоны власти Армении, Беларуси, Кыргызстана и, конечно же, Казахстана не готовы отказаться от крупниц суверенитета своих стран, даже в обмен на субсидии в виде дешевого газа. Таким образом, существует довольно большой риск того, что вопрос о тарифах на газ станет решающим фактором не только для предлагаемого общего рынка газа ЕАЭС, но и для самого ЕАЭС.

#### Изменения в государственной политике

До сих пор для Казахстана было важно поддерживать статус-кво в газовой отрасли, потому что таким образом Казахстанское правительство через КТГ имело возможность инвестировать во внутреннюю газораспределительную инфраструктуру и осуществлять перекрестное субсидиро-

вание местного населения и отраслей промышленности за счет иностранных потребителей и казахстанских газодобывающих предприятий. Однако новая реальность пандемии COVID-19 и надвигающийся официальный запуск общего газового рынка Евразийского экономического союза в 2025 году требуют срочных реформ на газовом рынке. Следует ожидать, что 2020 год будет ужасным для КМГ и КТГ в связи с исчезновением спроса на газ в Китае и минимальными ценами. Скорее всего, с этого момента КТГ не следует надеяться на такой же уровень прибыли от экспорта газа, и, следовательно, это означает, что КТГ скоро вряд ли сможет нести свое социальное бремя перекрестного субсидирования. Разумно ожидать возобновления горячих дискуссий между соответствующими заинтересованными сторонами по долгожданным реформам и либерализации казахстанского внутреннего рынка газа.

Все еще есть надежда, что правительство Казахстана, наконец, готово продемонстрировать свою политическую волю для продолжения столь необходимых реформ внутреннего рынка газа Казахстана. Во-первых, в конце 2019 года правительство Казахстана при техническом содействии Азиатского банка развития привлекло группу международных экспертов для помощи Казахстану и подготовило план реформирования газового сектора страны. Во-вторых, 5 июня 2020 года КМГ официально объявило о своих планах по выделению КТГ, что можно фактически признать первым шагом к либерализации внутреннего рынка газа (разделению собственности). И, наконец, Президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев в сентябре 2020 года представил новую стратегию дальнейшего развития Казахстана, в которой четко подчеркнул, что новый экономический курс страны должен основываться на семи основных принципах, включая добросовестную конкуренцию. В поддержку этой инициативы «добросовестной конкуренции» 6 октября 2020 года Президент Казахстана подписал указ о создании нового Агентства по защите и развитию конкуренции, на которое, среди прочего, были возложены полномочия совместно с Министерством энергетики Казахстана провести реформирование газового сектора путем введения конкуренции.

#### **Изменения в законодательстве или нормативных актах**

1 января 2019 года в Казахстане был наконец запущен рынок мощности для

стимулирования инвестиций в обновление старых, а также строительство новых объектов энергетической инфраструктуры. В связи с внесением соответствующих поправок в Закон об электроэнергетике, все энергопроизводящие компании в Казахстане должны поддерживать определенную генерирующую мощность и, соответственно, участники оптового рынка электроэнергии (например, промышленные потребители) обязаны платить за доступность конкретной генерирующей мощности.

Таким образом, любой инвестор в энергетический сектор Казахстана теперь может рассчитывать на два разных источника дохода и компенсации расходов:

- выручку от продажи электроэнергии на свободном рынке по соглашениям о покупке электроэнергии (РРА) в ценовых пределах (таких, как максимальные предельные цены, которые электростанции могут запрашивать за производимую ими электроэнергию), утвержденных Министерством энергетики;

- выручку от продажи мощности электростанции (например, наличие ее генерирующих мощностей для производства электроэнергии) определенному в законе единственному покупателю по соглашениям о покупке мощности (СРА) в ценовых пределах, установленных Министерством энергетики.

Платежи в рамках РРА будут покрывать эксплуатационные расходы электростанций, тогда как платежи в рамках СРА должны покрывать капитальные затраты на инвестиции в новые проекты и в модернизацию существующих энергетических объектов.

Министерство энергетики будет ежегодно определять прогнозируемый дефицит электроэнергии, а также разрабатывать и утверждать перспективную схему размещения электрических мощностей. Для покрытия прогнозируемого дефицита электроэнергии, если таковой будет, Министерство энергетики будет проводить тендеры на строительство вновь вводимых генерирующих станций и заключит так называемые договоры на строительство вновь вводимых генерирующих станций с победителем тендера, фиксируя срок ввода в эксплуатацию генерирующих станций и ответственность победителя тендера за неисполнение или ненадлежащее исполнение условий договора. В течение 30 календарных дней после подписания указанного договора единственный исполнитель должен подписать соглашение с победителем тендера на закупку услуг о поддержании электри-

ческой мощности вновь введенных в эксплуатацию генерирующих станций в объеме и на условиях, определенных Министерством энергетики.

Эти правовые реформы, очевидно, дадут импульс новым инвестициям в электроэнергетический сектор Казахстана, хотя все еще существуют определенные юридические препятствия, которые могут помешать процессу привлечения прямых иностранных инвестиций. В частности, кредитоспособность предлагаемого единственного покупателя все еще находится под вопросом. Например, в законе весьма неясен вопрос исполнения косвенной государственной гарантии по договорным обязательствам единственного покупателя по СРА, как это в настоящее время предусмотрено в Законе о власти. Более того, действующее законодательство требует, чтобы СРА и соглашения о строительстве вновь вводимых генерирующих станций строго следовали стандартным формам, что, по-видимому, может сделать их неприемлемыми для банков.

#### **Судебные постановления, решения, результаты общественных расследований**

В 2019 году Министерство энергетики издало приказ, согласно которому все энергетические компании должны иметь нулевую рентабельность на период 2019-2024 годов. Этот приказ Министерства энергетики был успешно обжалован в суде города Нур-Султан энергопроизводящей организацией, которая справедливо отметила, что государство не имеет права ограничивать хозяйствующие субъекты в получении прибыли, а тариф должен предусматривать возмещение своих расходов и получение прибыли [17].

#### **Предложения по внесению изменений в законы и положения**

Должна быть принята комплексная национальная энергетическая стратегия.

Значительную роль в регулировании отношений в сфере энергетики в Казахстане играют инструменты «мягкого права» в виде стратегий, концепций и программ. Хотя эти инструменты не имеют обязательной юридической силы, они представляют собой политическую основу для разработки законодательства и государственной политики. Одной из основных проблем энергетического сектора Казахстана является отсутствие комплексной и современной национальной энергетической стратегии,

которая четко формулирует основные параметры, цели и направления текущей энергетической политики Казахстана. Действующая Концепция развития топливно-энергетического комплекса и Концепция развития газовой отрасли в значительной степени устарели, так как были обнародованы еще в 2014 году, тогда как Стратегический план Министерства энергетики на 2020-2024 годы, возможно, является довольно поверхностным и не решает должным образом вопросы энергетического сектора, возникшие сейчас в Казахстане. Более того, регулирование энергетического сектора в настоящее время фактически передано в компетенцию нескольких различных министерств и государственных органов (включая, среди прочего, Министерство энергетики и CRNM), которые часто преследуют только отдельные интересы или имеют ограниченные полномочия, что не позволяет казахстанскому Правительству создать эффективный единый государственный орган для решения накопившихся вопросов и проблем в сфере энергетики.

Например, проблема существующей системы тарифообразования в теплоэнергетике и электроэнергетике значительно снижает эффективность и останавливает развитие этих отраслей.

Вопрос устранения перекрестного субсидирования между различными регионами и группами потребителей в энергетическом секторе также является проблемой, которую невозможно решить без твердой политической воли, продуманной национальной энергетической стратегии и согласованной работы многих государственных органов.

В теплоэнергетике будет введена новая тарифная политика. Практически половина существующих тепловых сетей изношена на 100 %, что приводит к высокому уровню аварийности (в некоторых регионах – от 1 до 10 повреждений на 1 км трубопровода в год, тогда как в Западной Европе этот показатель не превышает 0,1) и большим потерям тепловой энергии при транспортировке. Износ электрических сетей в Казахстане составляет 70 %.

Поэтому необходимо как можно скорее изменить тарифную методологию в теплоэнергетике и электроэнергетике. Текущая тарифная методология, используемая в этих отраслях, которые считаются так называемыми естественными монополиями или регулируемые, но не обеспечивает стимулов для инвестирования в основные активы или повышения рентабельности; напротив, это побуждает компанию

увеличивать операционные расходы в качестве основы для расчета утвержденной прибыли. Вот почему необходимо введение новой конкурентной тарифной политики и тарифов, отражающих затраты.

Существуют следующие основные недостатки действующей законодательной базы внутреннего газового рынка Казахстана, которые требуют твердой политической воли для их устранения:

- государственное регулирование оптовых и розничных цен на газ и вопрос перекрестного субсидирования местных потребителей за счет иностранных потребителей и отдаленных или бедных регионов Казахстана за счет газодобывающих регионов, а также казахстанских производителей газа;

- отсутствие прозрачного тарифа на транспортировку газа, отражающего расходы;

- неразвитая биржа (например, газовые хабы) торговли природным газом;

- государственное преимущественное право КТГ и необходимость либерализации экспорта газа;

- незавершенная приватизация и разделение деятельности монополиста (КМГ) по видам деятельности (разделение собственности);

- нерешенный вопрос недискриминационного доступа к магистральным и распределительным газопроводам для третьих лиц.

Таким образом, срочно необходима либерализация газового рынка Казахстана, поскольку это устранил неэффективность в газовом секторе страны и создаст широко возможности для иностранных и местных кредиторов и инвесторов для разработки новых газовых месторождений, а также продолжит газификацию отдаленных регионов Казахстана. Несвоевременная реформа внутреннего газового рынка Казахстана, очевидно, из-за отсутствия политической воли у правительства Казахстана, может поставить под угрозу нормальное функционирование общего газового рынка ЕАЭС и негативно повлиять на конкурентоспособность и эффективность внутреннего газового рынка Казахстана.

#### Литература

- 1 The World Bank DataBank. – <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&country=KAZ>
- 2 <https://www.iea.org/reports/kazakhstan-energy-profile>
- 3 Статистический обзор мировой энергетики British Petroleum2020. – [\[economics/statistical-review/bp-statsreview-2020-full-report.pdf\]\(https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-statsreview-2020-full-report.pdf\), p.32.](https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-</a></li></ol></div><div data-bbox=)

- 4 Стратегический план Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан на 2020-2024 годы, утвержденный Постановлением Министерства энергетики Республики Казахстан № 445 от 31 декабря 2019 года. – <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/68779?lang=ru>

- 5 Шермана Э. Презентация на совместном виртуальном мероприятии KPMG и Британо-казахстанской юридической ассоциации «Нефть и газ Казахстана: новая реальность и проблемы». – 15 октября 2020 года. – <https://www.youtube.com/watch?v=gjk9yUdrirw&feature=youtu>

- 6 Национальный энергетический отчет-2019 Ассоциации KAZENERGY. – Глава 4. Рынок природного газа Казахстана и будущие проблемы газификации. – С. 84, 89, 90. – [https://www.kazenergy.com/upload/document/energy-report/NationalReport19\\_en.pdf](https://www.kazenergy.com/upload/document/energy-report/NationalReport19_en.pdf)

- 7 Pirani S. n.d. Газ Центральной Азии: Перспективы 2020 года. – OIES Paper. Оксфордский институт энергетических исследований. – <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2019/12/Central-Asian-Gas-NG-155.pdf>

- 8 Отчет Казахстанской фондовой биржи (KASE) о нефтегазовой отрасли. – Июль 2019 г. – С. 6. – [https://kase.kz/files/presentations/ru/KASE\\_OilGas\\_industry\\_2019.pdf](https://kase.kz/files/presentations/ru/KASE_OilGas_industry_2019.pdf)

- 9 Обращение министра энергетики Казахстана к населению от 27 мая 2020 года. – <https://rfc.kegoc.kz/news/detail/otchet-ministra-perednaseleniyem>

- 10 Постановление Правительства Республики Казахстан от 4 ноября 2014 года № 1171 «Об утверждении Генеральной схемы газификации Республики Казахстан на 2015-2030 гг.». – [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31631561#pos=5;-108](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31631561#pos=5;-108)

- 11 Годовой отчет КТГ за 2019 год. – С. 4. – [https://www.kaztransgas.kz/images/01\\_reports/annual-2019-eng.pdf](https://www.kaztransgas.kz/images/01_reports/annual-2019-eng.pdf)

- 12 Концепция внешней политики Республики Казахстан на 2020-2030 гг., утвержденная Указом Президента Республики Казахстан от 6 марта 2020 года № 280.

- 13 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 13 ноября 2014 г. № 121 «Об утверждении Правил определения предельной цены сырого и товарного газа, приобретаемого национальным оператором в рамках преимущественного права государства».

- 14 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 18 мая 2020 года № 196 «Об утверждении максимальных цен на оптовую продажу товарного газа на внутреннем рынке Республики Казахстан».

- 15 Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 1 февраля 2017 года № 36 «Об утверждении Правил ценообразования на социально значимых рынках».

- 16 Адамс Д. «Обзор угольной промышленности Казахстана» от октября 2019 года. – <https://www.iea-coal.org/wp-content/uploads/2019/10/Debo-Adams-Kazakhstan-beating-heart.pdf>

- 17 Решение Судебной комиссии г. Нур-Султан по гражданским делам от 7 августа 2019 г. № 7199-19-00-2a16180).

# ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ СТАНДАРТ НЕГІЗІНДЕ МЕКЕМЕ ҚЫЗМЕТІН ТИІМДІ БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН МОДЕЛЬ

Қазақстан энергетикалық ресурстардың зор қорына ие. Оларды өндіру және әлемдік нарыққа жеткізу еліміздің экономикасының негізін құрайды. Бірақ, екінші жағынан қатал климаттық жағдайлар, көлік коммуникациясының үлкен ұзақтығы және қазақстандық экономиканың әлемдік энергия тасығыштардың бағасына тәуелділігі сияқты қауіпті факторлар да бар. Нәтижесінде, біздің экономикамыздың энергетикалық тиімділігі әлемдегі ең нашарының бірі болуда. Біз энергияны құр босқа шығындаудамыз, яғни үлкен суммадағы ақшаны желге шашумен бірдей. Мұнай кен орындары жоқ Ирландия сияқты ел энергияны экспорттаушылардың бірі болуды жоспарлап жатқан кезде, біз керісінше энергияның ірі тұтынушысы және парник газының ірі өндірушісі ғана бола аламыз! Ал бұл экономикалық және сауда шығындарымен қоса ел имиджін жоғалту деген сөз. Сондықтан, елде заңнамалық нормативтік талаптарды қоса алғанда, энергетикалық тиімділікті жақсартуды ынталандыру бойынша шаралар қабылданауда [1].

Елімізде соңғы он жылдық ішінде энергия үнемдеу және энергия тиімділігі саласында нормативтік құқықтық базаны құру жөнінде үлкен жұмыстар жүргізілді. «Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы» Қазақстан Республикасының 2012 жылғы 13 қаңтардағы № 541-IV Заңы алға қойылды, оған сәйкес 2014 жылдың 10 қаңтарынан бастап «Энергия ресурстарын жылына, шартты отынның 1500 және одан да көп тоннасын тұтынатын Мемлекеттік энергетикалық реестр субъектілері, энергия менеджменті жөніндегі халықаралық стандарт талаптарына сәйкес энергоменеджменті жүйесін құруға, енгізуге және оның жұмысын ұйымдастыруға міндетті» деген, 10 – бабы күшіне енді. Сондай-ақ, Қазақстан Республикасының «Әкімшілік құқық бұзушылық туралы» кодексіне сәйкес 2014 жылдың 1 қаңтарынан бастап «Мемлекеттік энергетикалық

реестр субъектілерінің энергоменеджмент жүйесін құру, енгізу және жұмысын ұйымдастыру жөніндегі міндеттерді орындамауы» туралы 219-7 бабы күшіне енді. Ал, 2012 жылы ҚР СТ ИСО 50001-2012 «Энергоменеджмент жүйесі. Талаптар мен қолданылуы» энергия менеджмент жүйесіне қойылатын талаптарды белгілейтін мемлекеттік халықаралық стандарт ретінде қабылданды [2].

ISO 50001 барлық мекемелерге: мемлекеттік және жеке ұйымдарға, өндіріс пен қызмет көрсетуге арналған мекемелер үшін, олардың үлкен кішілігіне қарамастан енгізуге болатын стандарт. Ол кез-келген мекемені жан-жақты дамытуға, толықтай стратегиялық жұмыстармен, менеджмент жүйесімен және техникалық салада жабдықтауға септігін тигізеді. Энергоменеджмент стандарты мекемеге жұмыс жүргізуге арналған нұсқауларды, энергия үнемдеуге арналған бағдарлар мен құрылымдарын белгілейді, бірақ энергия менеджерлері үшін жұмыс жүргізуге егжей-тегжейлі толық нұсқаулық бермейді. Себебі, әр мекеме үшін өзінің жеке қажеттіліктері мен қызығушықтары әр түрлі болады.

## Негізгі бөлім

Соңғы жылдарда жасалған анализ жұмыстарына байланысты елімізде энергия тиімділігінің артта қалуының басты себептері ретінде мына факторларды айта аламыз:

- жабдықтардың физикалық тұрғыдан 45-60 %-ға тозуы;
- технологиялық жағынан артта қалуы.

Энергия көздерінің ірі қолданушы болып табылатындардың ішінде, коммуналдық сектордың жағдайына да тоқталып кетейік. Коммуналдық сектордағы проблемаларды былай жіктеуге болады:

- жаңа қуат түрлерін енгізу амортизациялық (тозу шығыны) төлемдер есебінен тарифтің артуына әкеледі;

– мемлекеттің жеке тұрғын-үй коммуналдық шаруашылық субъектілеріне тікелей қолданылатын қаржылық құралдары жоқ;

– қаржыландырудың ұзақ мерзімі қажет және бюджеттен тыс инвестицияларды тарту төмен деңгейде.

Сонымен қатар, коммуналдық сектор бойынша жасалған статистикалық мәліметтерге байланысты электр, жылу және газ жүйелерінің тозу дейгейлерін де атап өткен жөн. Оны 1-суреттен байқауға болады.

Осы секторда күрделі авариялар, желілердің бұзылуы және тұтынушылардың желіден ажыратылуы байқалады, бұл инженерлік желілердегі шығындарға және ресурстардың тұтынушыларға толық берілмеуінде ғана емес, сонымен қатар, қоршаған ортаның ластануына, тұрғындардың санитарлық әл-ауқатының бұзылуына әкеледі. Бүгінгі таңда Қазақстанда іс жүзінде инженерлік коммуникация жұмысының сенімділік дәрежесі Еуропа елдерінен он есе төмен [3].

Жоғарыдағы статистикалық мәліметтерге сай, 2012 жылғы 13 қаңтарда қабылданған «Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру» туралы Қазақстан Республикасының заңының, 13-бабы бойынша мынандай шектеу қойған болатын: жарық беру мақсатында ауыспалы ток тізбектерінде пайдаланылуы мүмкін, қуаты 25 Вт және одан жоғары электр қыздыру шамдарын пайдалануға және мемлекеттік мекемелер мен квазимемлекеттік сектор субъектілері үшін сатып алуды жүзеге асыруға жол берілмейді [4]. Дегенмен бұл шектеулер жеке тұлғаларға қолданылмайды. Осы заң ҚР-да шамдар нарығының дамуына және құрылымына әсер еткен басты фактор болғанын атап өткен жөн. Оны төмендегі суреттен байқасақ болады (2-сурет).

Жоғарыдағы диаграммада көріп отырғанымыздай, жыл сайын жарықдиодты электр шамдарына импорттан сұраныс артып жатқанын байқаймыз. Демек, тұтынушылар жарықдиодты

**Мекеменің электр қабылдағыштарының сипаттамасы**

№	Электр қабылдағыштардың атауы	Саны, дана.	Бірлік қуаты, кВт	Қосынды қуаты, кВт
1	Жарықтандыру құралдары	990	0,06	59,4
2	Оргтехника: компьютер принтер	139	0,6	83,4
		84	0,4	33,6
3	Тұрмыстық техника: кондиционер	34	1,5	51
	калорифер	18	1,5	27
	су жылытқыш	15	2	30
	тоңазытқыш	14	0,15	2,1
	электр шәйнек	53	1,5	79,5
	желдеткіш	17	0,1	1,7
Жалпы қуаты				367,7

**Электр шамдарын салыстыру кестесі**

№	Электр шамының түрі	Қуаты, кВт	Саны, дана	1 айдағы пайдаланатын энергия, кВтxсағ	1 айдағы кететін шығын, тг	12 айдағы пайдаланатын энергия, кВтxсағ	12 айдағы кететін шығын, тг
1	Люминесцентті	0,06	990	7722	200 231,46	92 664	2 402 777,52
2	Жарықдиодты	0,024	990	3088,8	80 092,584	37 065,6	961 111,008
Тиімділік көрсеткіші				4633,2	120 138,876	55 598,4	1 441 666,51

\*электр шамдары күніне 5 сағат жұмыс істейді және 1 айда 26 күн қосұлы тұрады деп есептелген.

\*тариф құны: 1кВт × сағ = 25,93 теңге, қосылған құн салығын (ҚҚС) ескермегенде (Алматы және Алматы облысы үшін) [12].



одты электр шамдарының тиімді екеніне көздерін жеткізіп отыр. Бұған «Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру» туралы Қазақстан Республикасының заңының да біршама үлесі бар. Дегенмен, көптеген мекемелер мен тұтынушылар арасында жарықдиодты электр шамдарынан бөлек люминесцентті және қыздыру шамдарын да қолданады. Бұл тұста, жарықдиодты шамдардан бөлек басқа электр шамдарын қолдану тиімсіз немесе дұрыс емес деген пікір қалыптастырып жатқан жоқпыз.

Осы жерде шет мемлекеттердің тәжірибиесін қарайтын болсақ, 2018 жылдың 1-қыркүйегінен бастап Еуроодақ аумағында галогенді шамдарға тыйым

салынған болатын. ЕО елдері жартылай өткізгіштерден жасалған жарықдиодты жарықтандыру құрылғыларын пайдалануға көшкен болатын. Бұл шараның мәні электр энергиясын тұтынуды және зиянды газдар шығындыларын азайту үшін галогендік шамдарға тыйым салу болып табылады [6].

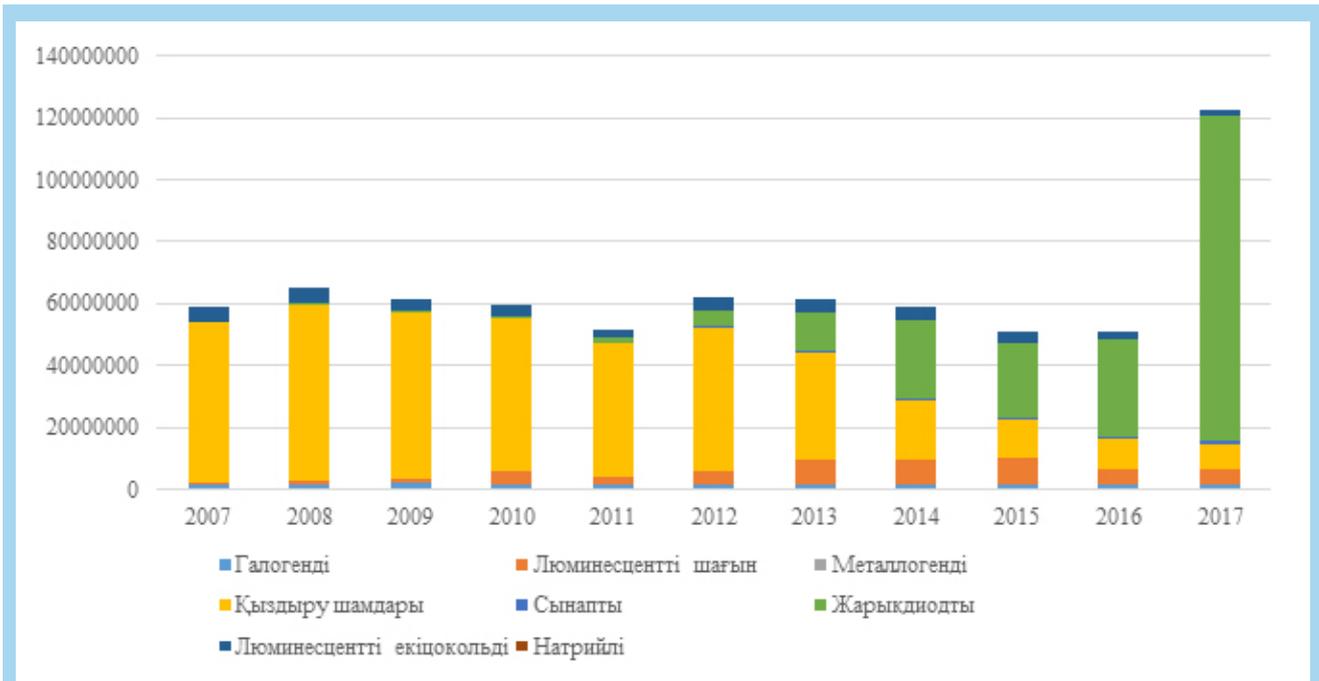
Жарықдиодты электр шамдарының сапалы түрін таңдаған жағдайда энергияға үнемді, адамға зиянын тигізбейді, кепілдік мерзімі де ұзақ, әр түрлі механикалық соққыларға төтеп бере алады, төмен және жоғары температураларға (– 60 °С тан + 60 °С) төзімді және кернеуді таңдамайды, яғни оларға арнап арнайы резисторлар орнату қажет емес. Сонымен қатар, осы жерде оның жарық

беру түсін де таңдап алу қажет, температураға байланысты оның түсі де басқаша болады. Дұрыс таңдалмаған түс адамның көру қабілетіне зиянын тигізуі мүмкін. Орнататын бөлмеге байланысты жарық беру диапазондарына бөлінеді. Бұл өте маңызды, себебі бөлмеге артық орнатылған электр шамы – артық қаражат. Оны Лм (Люменмен) өлшейді. Жарықты көп қажет ететін бөлмелерге 1 м² үшін 20 Вт қажет немесе 200-230 Лм керек, электр шамдарын сатып аларда сипаттамаларына аса назар аудару қажет, міндетті түрде Вт және Лм көрсетіліп тұруы тиіс [7].

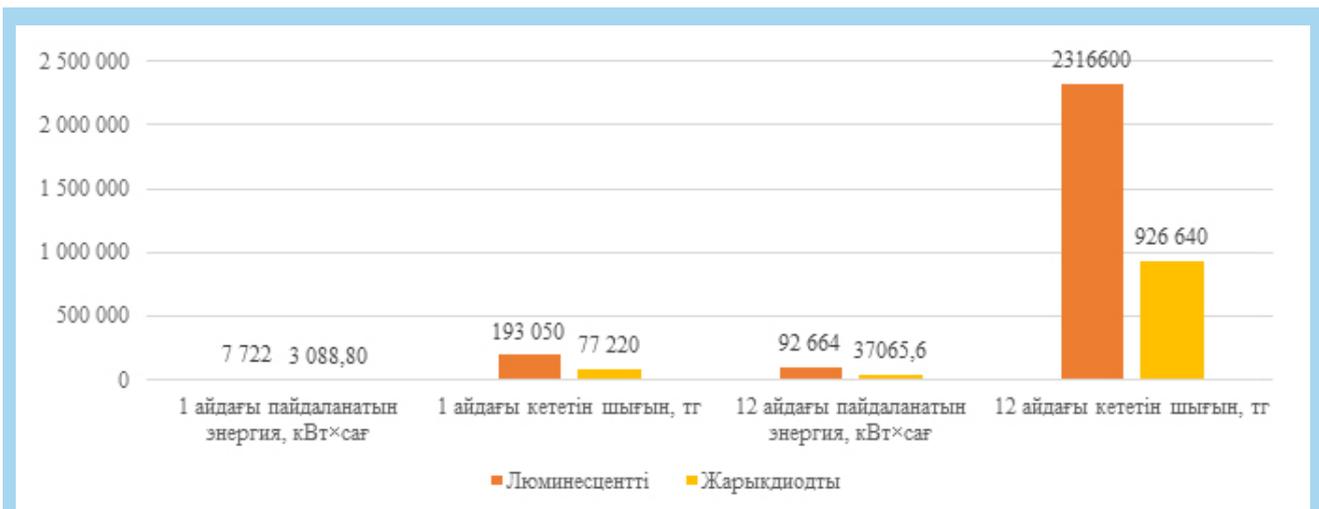
Осы жерде нақты мысалы ретінде, «Соколов-Сарыбай тау-кен байыту өндірістік бірлестігін» келтірсек болады. Энергетикалық менеджмент жүйесін енгізу кезінде энергия үнемдейтін жарықдиодты шамдарды қолдана отырып, жарықтандыру жүйесін жаңартқан болатын. 900 109 000 теңге инвестиция тарта отырып, 30 938 012 кВт/жыл энергия үнемдеп, бір жылда 275 348 000 теңге тиімділік алған [8].

Дәл осындай әдістермен, энергетикалық менеджмент жүйесін енгізіп, экономикалық тиімділік алған мекемелерге «Алматы энергетика және байланыс университетін», «Нархоз Университеті», «Рахат» кондитерлік фабрикаларын атап өтуге болады.

Энергоменеджменті жүресін енгізу кезінде, жүргізіліп жатқан іс-шараларға жауапты әрі қызметкерлерге энергияны тиімді пайдалану мақсатында стандарттар мен шаралар тізбесін көрсетіп



2-сур. – Шамдар импортының құрылымы [5]



3-сур. – Жарықдиодты және люминесцентті электр шамдарының тиімділігін салыстыру диаграммасы

жүретін қызметкер керек. Ол мекеменің басшысы немесе арнайы тағайындалған – энергия менеджері бола алады. Энергия менеджменті сәтті енгізіліп, жақсы нәтиже алынуы үшін қызметкерлерге ынталандыру сыйақылары немесе уәждемелер беріліп тұрғаны да жөн [9].

Энергетикалық менеджер лауазымында сәтті жұмыс істеу үшін қызметкер:

- энергетика саласындағы инженерлік білімінің болуы;
- өндірісті және жұмыс топтарын басқару тәжірибесі;
- жобаларды басқару тәжірибесі;
- ұйымдастырушылық қабілеттер;

– адамдардың іс-әрекетін мотивацияландыру, сендіру және түсіну қабілеті болуы керек.

Энергия менеджерінің міндеті – бұрын мүлдем болмаған компанияның энергетикалық стратегиясын әзірлеу болып табылады немесе деректері ескерілмеген және тиімсіз болып табылатын қолданыстағы стратегияны жетілдіру жұмыстарын жасау [10].

*Енді мекеме мысалында, іс-шаралар моделін құрып, есептеу жүргізіп көрейік*

Зерттеу объектісі – төрт қабатты әкімшілік ғимарат және энергиямен қамтамасыз етілген жертөлесі

бар. Алматы қаласында, Құрманғазы көшесінде орналасқан. Мекеменің электрқұрылғылары қалалық электр желісіне 1969 жылы қосылған. Кәсіпорынға электр энергиясын АӨК, ГРЭС, РЭС-2 келісілген шарт бойынша жеткізеді.

Мекемеге жүргізілген энергетикалық зерттеу бойынша:

– 2019 жылы 296 440 кВт · сағ электр энергиясы қолданылған, 2020 жылдың соңғы алты айында – 150 540 кВт · сағ электр энергиясын пайдаланған;

– электр энергиясының максималды қолданылуы 2020 жылдың қараша айында байқалды – 35 060 кВт × сағ

(мәліметтер АБ АӨК және ГРЭС, РЭС-2);

– максималды сағаттық жүктеме – 168,6 кВт құрайды;

– мекемеде жүргізілген энергетикалық талдау бойынша, орнатылған электр қабылдағыштардың сипаттамасы мен жалпы қосынды қуаты кесте түрінде төменде көрсетілген (1-кесте).

Енді мекеменің қуат беру желілері мен кірістерінің есептік жүктемесін анықтайық. Қоғамдық ғимараттардың аралас жүктемелері үшін сұраныс коэффициенті  $K_c = 0,2-1$  құрайды. Кс-тің мәнін 0,5 деп отырып, есептік қуатты төмендегі формуламен есептейік ( $P_{расч}$ ):

$$P_{расч} = K_c P_{уст.}$$

мұндағы  $P_{уст.}$  – 367,7 кВт тең, электр қабылдағыштарының белгіленген қуаты (өртке қарсы құрылғылар мен резервтік құрылғыларды ескермегенде) кВт.

Сонда,  $P_{расч} = 183,85$  кВт құрайды [11].

Кестеде келтірілген деректер әкімшілік ғимарат үшін бірнеше үлгілік іс-шаралар тізбесін жасауға мүмкіндік береді. Берілген мәліметтер бойынша мекеменің электр қабылдаушыларының жалпы қуаты 367,7 кВт құрайды. Оның ішінде, жарықтандыру құралдарына 59,4 кВт энергия жұмсайды. Көріп отырғанымыздай мекемеде 60 Вт қуатты электр шамдары пайдаланылады, оларды қуаты 24 Вт болатын жарықдиодты электр шамдарына ауыстыру шарасын қарастырайық.

Белгілі мәліметтер бойынша:

– электр шамдарының саны – 990 дана;

– жарықдиодты шамның қуаты – 24 Вт.

Сонда, жарықтандыруға пайдаланылатын жалпы энергия мөлшері – 23,7кВт құрайды. Алдыңғы мәнмен салыстырсақ, 59,4 кВт – 23,76 кВт = 35,64 кВт үнемделіп тұр. Қуаты 24 Вт болатын жарықдиодты электр шамдарының жұмыс істеу уақыты – 30 000 сағатты құрайды, ал люминисцентті 60 Вт қуаты бар электр шамының жұмыс істеу уақыты – 1000 сағатқа тең. Осы шамаларды салыстыра отырып, жарықдиодты электр шамдары жұмыс істеу уақыты және қуаты жағынан тиімді екенін көріп отырмыз.

Мекемеге энергоменеджментін енгізу жолында жарықтандыру жүйесіне жарықдиодты электр шамдарын пайдалану әдісін ары қарай модернизациялауға болады. Осы жерде біз кепілдік қағазын пайдаланамыз. Біздің зерттеп жатқан мекемеде 990 электр шамының ішінде жылына 300 шақтысы мерзімінен бұрын істен шығады. Ары

қарай ол утилизацияға кетіп, орнына жаңа шамдар алынады. Ал енді, біздің ұсынымымыздың мәні бойынша, сол істен шыққан электр шамдарын кепілдік қағазы арқылы жаңасына ауыстыру болып отыр. Кез-келген жарықтандыру құралдарын сағатын дүкендер бәсекеге қабілетті және сапалы тауар ұсынатының негіздемесі ретінде, өздерінің сатып жатқан тауарларына кепілдік береді. Сондықтан, егер электр шамдарын сапасы жоғары әрі кепілдік мерзімі бар жерден сатып алатын болса, олар ұзақ уақыт қызмет етіп, артық шығындарға алып келмейтіні анық. Мысалы, қуаты 24 Вт болатын электр шамдарымыздың біреуінің бағасы 1450 тг, ал жылына шамамен 300 данасы істен шығатын болса, оларды кепілдік қағазы арқылы ауыстырып алатын болсақ, онда  $300 \times 1450 \text{ тг} = 435 000 \text{ тг}$  үнемдейміз. Жарық көзінің көп мөлшерін қажет ететін мекемелер үшін, бұл цифрлар өте үлкен болары анық және өзінің экономикалық тиімділігі де айтарлықтай болады. Істен шыққан электр шамдарын дүкенге қайтару арқылы, сонымен қатар біз мекеменің қоршаған ортаға шығаратын зиянды заттарының да санын азайтып, экологиялық менеджментті де қатар алып жүреміз. Осы мәселе бойынша, салыстыру мақсатында төмендегі кесте бойынша қарастырып, диаграммасын көрсетейік (2-кесте).

### Қорытынды

Ғимараттар үшін энергия үнемдеу шараларын есептеу және оны аналитикалық негіздеу өзекті мәселе, қолданылатын технологияларды анализдеу ғана емес, сонымен бірге энергия үнемдеу потенциалын бағалау әдістерін де терең талдауды қажет етеді. Мақалада қалыптасқан жағдайды талдаудан және энергия тиімділігін арттыруды нақты ғимаратқа қатысты әдіс-тәсілдерді пайдалануға дейінгі кезеңдерді қамтитын алгоритм ұсынылған. Әкімшілік ғимараттың мысалында мұндай тәсілдерді қолдану энергия мен ресурстардың жоғалуын анықтау негізінде оларды іске асырудың максималды әсерін ескере отырып, негізгі шараларды таңдауға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Ұсынылған әдістерді нақтылайтын болсақ:

– электр құрылғыларына ұсынылған модель кепілдік қағазы арқылы экономикалық эффект береді;

– модель бойынша электр шамдарын сатып алудан бастап соңғы процесстеріне дейін ілеспе құжаттары белгіленді;

– электр шамдарын жинау және олардың қызметін іске асыру арқылы

кері байланыс жасалынып, жаңа бизнес процесс ұсынылды;

– энергияны үнемдеу арқылы мекемеде ISO 50001 стандартына сай энергоменеджменті жүйесі қалыптастырылып, энергетикалық көрсеткіштерін реттей алады. Қоршаған ортаға шығатын зиянды заттар мен парник газдарының мөлшерін азайтуға үлесін қосады.

Жоғарыда келтірілген іс-шаралар кез келген көлемдегі және саладағы мекемелерге қолдануға арналған.

### Әдебиеттер

1 Есмуханов Е. Энергетический менеджмент в казахстанских организациях // Успех. Success. – 2015. – № 294. – С. 40-45.

2 Бектібай Б. Ж., Жуман Г. Б. Өнім кепілдігі табыс көзі / V Международная научно-практическая конференция «Менеджмент качества: поиск и решения», Сан-Франциско, Калифорния, США, 27-29 ноября 2019. – Сан-Франциско: Quality Management: Search and Solutions, 2019. – С. 290-296.

3 Энергия үнемдеу бағдарламасы – 2020. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2013 жылғы 29 тамыздағы № 904 қаулысы [электронный ресурс]. – URL: <http://adilet.zan.kz/> (дата обращения: 13.12.2020).

4 Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы. Қазақстан Республикасының 2012 жылғы 13 қаңтардағы № 541-IV Заңы [электронный ресурс]. – URL: <http://adilet.zan.kz/> (дата обращения: 13.12.2020).

5 2017 жылдың қорытындысы бойынша Қазақстан Республикасындағы жарықтандыру нарығы [электронный ресурс]. – URL: <http://kazee.kz/kk/news/2017-zhyldy-orytyndysy-booyynsha-azastan-respublik/> (дата обращения: 12.12.2020).

6 Галогенные лампы запрещены на территории Евросоюза с 1 сентября 2018 г [электронный ресурс]. – URL: <https://regnum.ru/> (дата обращения: 13.12.2020).

7 Бектібай Б. Ж., Жуман Г. Б., Жексен Ұ. Ж. Қаражат үнемдеу мақсатында мекемелерге энергоменеджмент стандарты негізінде іс-шаралар енгізу // Вестник КазНИТУ. – 2020. – № 3 (139). – С. 273-277.

8 Карта энергоэффективности [электронный ресурс]. – URL: <http://www.eeq.kz/eeks/view/174> (дата обращения: 13.12.2020).

9 Тарасовский В. Г. Система энергетического менеджмента: трудности на пути разработки и внедрения / В. Г. Тарасовский, А. И. Сюсюкин, Г. И. Еремеева // Газовая промышленность. – 2011. – № 8. – С. 24-28.

10 Омельченко Е. Ю. Внедрение энергетического менеджмента на предприятии, метод «фазовых входов» / Е. Ю. Омельченко // Российское предпринимательство. – 2012. – № 17. – С. 66-70.

11 СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. – Введ. 01.01.2004. – Москва. Госстрой России, ФГУП ЦПП. – 81 с.

12 Тариф для потребителей электроэнергии [электронный ресурс]. – URL: <https://esalmaty.kz/ru/business-tariffs> (дата обращения: 10.01.2021).

Л. Кушакова  
А. Назаренко  
Н. Сизикова



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОКОМКОВАНИЯ ТОНКОВКРАПЛЕННЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

В Казахстане насчитывается большое количество месторождений с различными запасами окисленных золотосодержащих руд, извлечение золота из которых производится методом кучного выщелачивания, получившим широкое применение в мировой практике производства золота.

Для целого ряда месторождений в силу минералогического, гранулометрического состава и фильтрационных свойств руд проведение процесса кучного выщелачивания невозможно без применения операции предварительного окомкования дробленого рудного материала. В некоторых случаях схема «окомкование – кучное выщелачивание» представляет собой единственно разумное решение проблемы исходного сырья для переработки. Это касается как переработки глинистых руд, так и руд с малым количеством глинистых минералов, но при необходимости мелкого дробления.

Получение качественных окатышей для таких руд зависит напрямую от

правильного проведения процесса и применения реагентов, в том числе соблюдения оптимальной влажности окатышей, увеличения длительности окомкования, применения высокого расхода цемента. При этом даже при расходе цемента 15 кг/т руды и более не всегда обеспечиваются хорошие перколяционные свойства. К тому же увеличение расхода цемента более 15-20 кг/т приводит к образованию окатышей, трудно проницаемых для выщелачивающего раствора, в результате чего извлечение металла в раствор снижается.

На территории СНГ и стран дальнего зарубежья проводятся исследования в направлении как усовершенствования существующего способа окомкования с применением в качестве связующего цемента для снижения его расхода, так и поиска других альтернативных реагентов.

Достаточно перспективным направлением решения проблемы повышения

рентабельности процесса окомкования золотосодержащих руд является применение в качестве связующего реагентов на основе полиакриламида взамен или совместно с основным промышленным реагентом – цементом.

Одной из возможных добавок могут быть реагенты на основе полиакриламида, предлагаемые в настоящее время компанией BASF.

Ежегодно во ВНИИцветмете тестируются золотосодержащие руды различных месторождений Казахстана. При выборе технологии переработки мы ориентируемся на особенности вещественного состава руд и современные тенденции в подотрасли.

Одной из особенностей ряда окисленных руд, перерабатываемых на практике методом кучного выщелачивания, является резкая зависимость извлечения золота в товарную продукцию от крупности руды, увеличивающаяся по мере разработки месторождений и добычи руды с более глубоких гор-

Результаты опытов по определению показателей перколяции исходной и окомкованной руды при различных условиях окомкования (агломерации) золотосодержащей руды

№	Условия агломерации	Высота слоя руды, см				% падения высоты слоя руды			Скорость перколяции, дм <sup>3</sup> /(час·м <sup>2</sup> )
		h1	h2	h3	h4	замачивание	уплотнение	перколяция	
Исходная руда крупностью минус 2 мм									
1		45	44,5	44,5	44,5	1,1	1,1	1,1	< 100
Агломерированная руда (влажность – 13 %)									
2	Alcotac CB6 – 0,75 кг/т	46	42,5	41,5	41,	7,6	9,8	10,8	2950
3	Alcotac CB6 – 0,5 кг/т	46	42,5	41	41	7,6	10,8	10,8	2800
4	Alcotac CB6 – 0,3 кг/т	45	41	40	40	8,8	11,1	11,1	2700
5	Alcotac CB6 – 0,3 кг/т, цемент – 1 кг/т	46	41	40	39,5	10,8	13	14,1	4320
6	Alcotac CB6 – 0,3 кг/т, цемент – 2 кг/т	46	45	44	43	2,2	4,3	6,5	13 200
7	Alcotac CB6 – 0,3 кг/т, цемент – 3 кг/т	46,5	45,5	45	45	2,1	3,2	3,2	28 800
8	Цемент – 3 кг/т	44	43	41,5	40	2,3	7,9	9,1	13 400

Примечания: h1 – начальная высота слоя руды; h2 – высота слоя руды через 2 часа после замачивания; h3 – высота слоя руды после обстукивания колонны до постоянного уровня; h4 – конечная высота слоя руды



Рис. 1 – Лабораторный барабанный окомкователь



а) влажность – 12 %;  
б) влажность – 13 %;  
в) влажность – 14 %

Рис. 2 – Гранулы, полученные при различной влажности руды

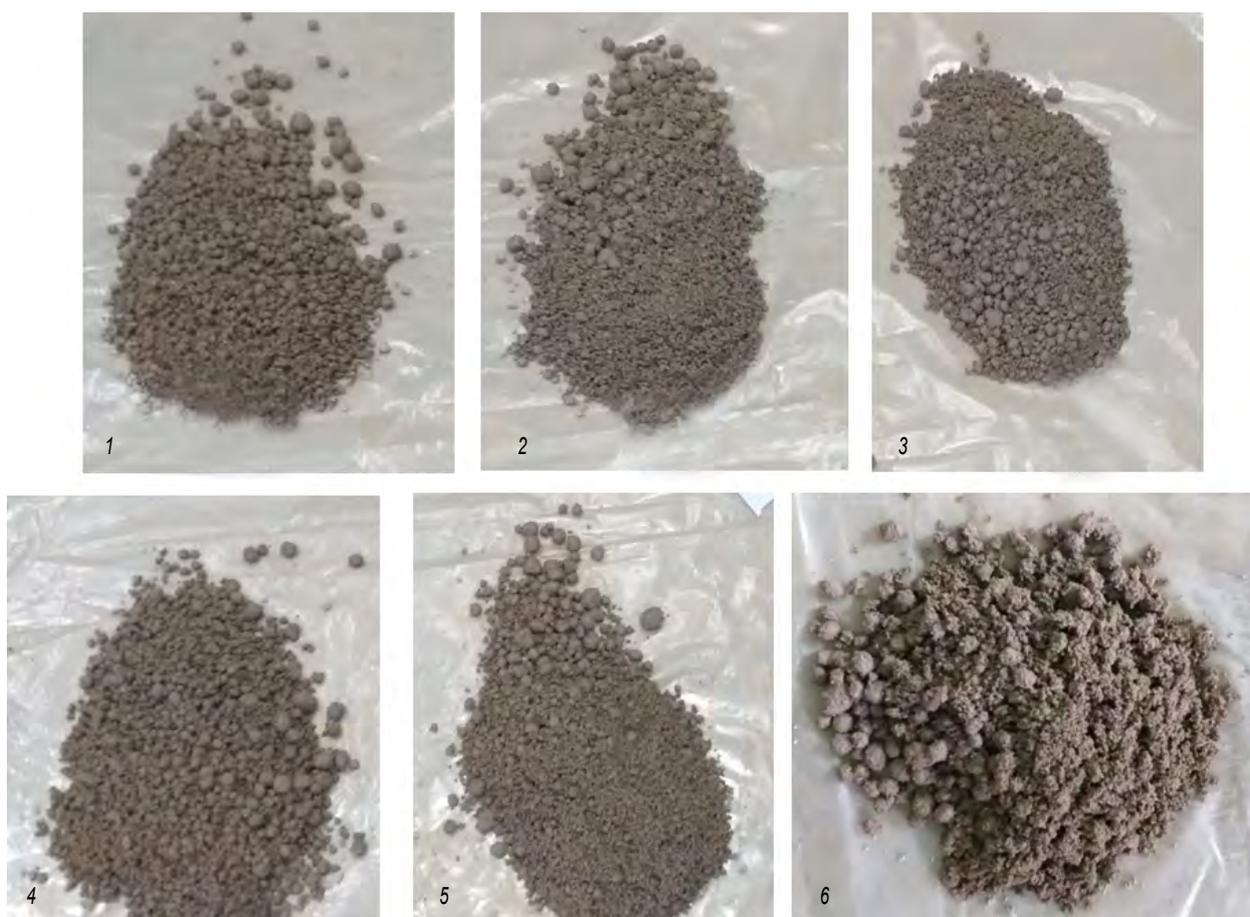
зонтов. Например, при выщелачивании золотосодержащей руды одного из месторождений Казахстана крупностью минус 10 мм извлечение золота в раствор составило 55,3 %, минус 5 мм – 69,5 %, а при более мелком дроблении

~ 2 мм степень извлечения золота составила 75,4 %.

Эксперименты по определению показателей перколяции руды различной крупности показали, что фильтрационные свойства руды крупностью

минус 10 мм можно охарактеризовать как удовлетворительные, а руды крупностью минус 5 и 2 мм – как неудовлетворительные.

В связи с этим был проведен значительный объем исследований по опре-



1 – Alcotac CB6 – 0,3 кг/т; 2 – Alcotac CB6 – 0,5 кг/т; 3 – Alcotac CB6 – 0,3 кг/т, цемент – 1 кг/т;  
4 – Alcotac CB6 – 0,3 кг/т, цемент – 2 кг/т; 5 – Alcotac CB6 – 0,3 кг/т, цемент – 3 кг/т; 6 – цемент – 3 кг/т  
Рис. 3 – Гранулы, полученные при различных режимах окомкования

делению оптимальных вариантов окомкования, в процессе которых изучалось влияние таких факторов, как расход цемента и других реагентов, влажность при окомковании, продолжительность агломерации.

Тесты по перколяции руды крупностью минус 2 мм показали, что просачивания раствора через слой неагломерированной руды практически не наблюдается, фильтруемость близка к нулю.

В тестах по окомкованию руды в качестве связующих были использованы цемент и реагент на основе полиакриламида – Alcotac CB6.

Линейка органических связующих марки Alcotac представлена полимерами, поставляемыми в форме порошков или в жидком виде. Исследованиями компании BASF установлено, что использование полимерных связующих при окомковании золотосодержащих руд позволяет улучшить физико-ме-

ханические свойства штабеля окомкованной руды: повысить его прочность под нагрузкой и увеличить скорость перколяции раствора. Другим преимуществом использования связующих марки Alcotac является более высокая прозрачность раствора после просачивания через штабель вследствие связывания взвешенных частиц органическим полимером, присутствующим в окомкованной руде. При этом полимер отсутствует в жидкой фазе (полностью связывается с твердыми частицами) и не оказывает влияния на дальнейшую переработку раствора после выщелачивания. Стоит также отметить, что органические связующие имеют нейтральный pH раствора, что может быть выгодным для случаев их применения при бактериальном кучном выщелачивании при вскрытии золота, ассоциированного с сульфидами.

Тесты по окомкованию проводили в лабораторном окомкователе барабан-

ного типа (рис. 1) на руде крупностью минус 2 мм.

На первоначальном этапе была определена влагоемкость руды, ее значение составило 17,1 %.

Далее производился выбор оптимальной влажности конечных гранул, отвечающей двум условиям:

- образование гранул достаточной крупности;
- отсутствие залипания материала в грануляторе.

Опыты по подбору влажности конечных гранул были выполнены при следующих ее значениях: 12, 13 и 14 % на навеске материала текущей влажности – 2,5 кг, при добавлении реагента марки Alcotac CB6 в качестве связующего в количестве 0,5 кг/т руды (рис. 2).

При значениях влажности 12 % размер образовавшихся гранул был слишком мал, что указывало на необходимость увеличения влажности. При влажности 14 % материал налипал на



Рис. 4 – Перколяционные колонны

стенки барабана. Таким образом, в качестве оптимальной была выбрана влажность 13 %.

Тесты по окомкованию руды проводились при различных расходах реагента Alcotac CB6 (0,3-0,75 кг/т руды) и цемента (1-3 кг/т руды). Для увлажнения руды в тестах использовали водопроводную воду. Продолжительность окомкования составляла 2 минуты. Изображение гранул, полученных при различных условиях окомкования, приведено на рисунке 3.

Для сравнительной оценки были проведены тесты по определению основных перколяционных харак-

теристик непосредственно руды и полученных агломератов. Тесты по перколяции проводились по методике Cassiday & Associates Australia Pty Ltd (КСАА) в колоннах, выполненных из органического стекла, высотой 0,5 метра и диаметром 0,08 метра (рис. 4).

Критерием оценки прочности гранул, полученных при агломерации, является степень падения высоты слоя агломерата в колонне в процессе перколяции в процентах. Результаты определения степени падения высоты слоя руды в колонне и скорости перколяции раствора через руду для исходного материала и для агломератов, полученных

при различных условиях окомкования, представлены в таблице.

По результатам проведенных исследований отмечено следующее:

- увеличение расхода связующего реагента Alcotac CB6 с 0,3 до 0,75 кг/т руды не оказывает существенного влияния на фильтрационные свойства окомкованной руды. Скорость перколяции составила порядка  $2800 \text{ дм}^3/(\text{час} \cdot \text{м}^2)$ ;

- добавление цемента в количестве 1-3 кг/т руды на окомкование в комбинации с реагентом Alcotac CB6 (0,3 кг/т руды) повышает фильтрационные свойства окомкованной руды: скорость перколяции возрастает до  $28\ 800 \text{ дм}^3/(\text{час} \cdot \text{м}^2)$ ;

- при применении в качестве связующего только цемента в количестве 3 кг/т руды скорость фильтрации составила  $13\ 400 \text{ дм}^3/(\text{час} \cdot \text{м}^2)$ .

Таким образом, на основании результатов проведенных во ВНИИцветмете экспериментов было определено, что совместное применение реагента на основе полиакриламида Alcotac CB6 и цемента в качестве связующих при окомковании золотосодержащих руд крупностью минус 2 мм позволяет существенно повысить прочность получаемых гранул и улучшить перколяционные свойства руды, тем самым исключая частичное или полное затопление кучи в процессе выщелачивания.

Результаты исследований в настоящее время планируются к реализации на практике.

Следует отметить, что традиционно для подобных руд наиболее приемлемыми считаются технологии чанового выщелачивания, позволяющие работать с материалом мелких и тонких фракций. Однако общеизвестно, что уровень капитальных и эксплуатационных затрат при чановом выщелачивании, а также экологические риски, связанные с хвостовым хозяйством, ощутимо выше, чем при кучном выщелачивании. Применение на предприятии инновационных методов подготовки руды к кучному выщелачиванию позволит достичь как стабильной работы технологического передела по получению готовой продукции, так и финансовой стабильности предприятия.

В целом это имеет важное значение для всей отрасли, так как позволяет вовлекать в качественную обработку месторождения, как с небольшими запасами руд, так и пониженными содержаниями золота в рудах, которые являются недостаточно крупными или слишком бедными для применения технологии чанового выщелачивания.



## ЧЕЛОВЕК ДЕЛА

*Исполнилось 70 лет первому Премьер-министру независимого Казахстана, видному государственному и общественному деятелю Сергею Александровичу Терещенко. Соратник Лидера нации Нурсултана Абишевича Назарбаева, возглавлявший Правительство республики в сложные годы становления молодого суверенного государства, и во времена СССР занимал ответственные посты.*

После окончания Казахского сельскохозяйственного института Сергей Терещенко начал трудовую деятельность в совхозе, где получил хорошую жизненную и трудовую закалку, начальный опыт хозяйственного руководителя, затем прошел большую школу общественной жизни, проработав на комсомольской и партийной работе в Южно-Казахстанской (ныне Туркестанской) области. Возглавлял ее и в качестве председателя облисполкома, и в качестве первого секретаря обкома партии – председателя областного Совета народных депутатов. В советское время работал первым заместителем председателя Совета министров Казахской ССР, первым заместителем председателя Верховного совета Казахской ССР, а потом и заместителем Президента Казахской ССР (была такая должность). В октябре 1991 года Сергей Александрович Терещенко был назначен главой государства на пост Премьер-министра Республики Казахстан, а с декабря 1991 года – Премьер-министром независимого Казахстана.

В 1998-1999 годах он возглавлял Общественный штаб в поддержку кандидата в президенты Республики Казахстан Нурсултана Абишевича Назарбаева. С марта 1999 года по октябрь 2002 года был исполняющим обязанности председателя Республиканской политической партии «Отан». А с ноября 2002 года являлся заместителем председателя Ассамблеи народов Казахстана (фактически был ее главой, так как председателем Ассамблеи является Елбасы – Нурсултан Назарбаев).

Волею судьбы ему довелось быть не только свидетелем, но и активным участником важнейших событий в истории независимого Казахстана. И даже больше – быть в числе создателей нашего суверенного государства, работать в те самые «бушующие и яростные» годы, когда оказалась на сломе большая когда-то страна, и на ее осколках на карте мира появились новые государства.

В своей деятельности Сергей Александрович всегда использовал

аналитический подход к опыту руководителей стран, которые в свое время достигли высокого уровня экономического развития. Подвергая анализу их реформы, Сергей Александрович не просто констатировал уже совершившиеся события, а задавался вопросом, как сделать, чтобы подобные события развивались в нужном для нашей страны русле? Как управлять ходом истории? Ведь это дано далеко не каждому. В сфере его внимания были американский президент Теодор Рузвельт, генерал де Голь и «железная леди» Маргарет Тетчер, руководители «восточных тигров», среди которых особое место занимал создатель сингапурского «экономического чуда» Ли Куан Ю, с которым Сергей Александрович не раз лично общался. Много времени он уделял изучению реформ китайского государственного деятеля Ден Сяопина. В центре внимания был и Камиль Атаюрк – основатель Турецкой Республики, сумевший круто изменить историю своей страны.

Премьер-министр Сергей Терещенко подверг анализу и многие программы по переходу от советской экономики к рыночной. В частности, наделавшую в свое время много шума программу «500 дней» Григория Явлинского и «уроки доктора Бэнга», с которым он познакомил Нурсултана Назарбаева, и который стал членом Высшего экономического совета страны. При этом Сергей Александрович выделяет деятельность заместителя председателя совета (совет возглавлял президент страны) Даулета Сембаева, принимавшего активное участие в становлении финансовой самостоятельности республики. Сергей Александрович анализировал и деятельность ряда крупных компаний Советского Союза и постсоветского пространства, разрабатывал на их основе детальные рекомендации по внедрению достижений науки и техники в нашей стране.

Все названные им люди были искренне озабочены состоянием своей страны. Ведь главной их целью было служение своему народу. Политическая мудрость в том и заключается, чтобы делать все для процветания родины, для ее продвижения вперед.

«Мы идем своим путем, в то же время учимся на мировых достижениях, перенимая лучшее, – часто повторяет первый Премьер-министр суверенного Казахстана. – Да, у нас есть нефть, газ, медь, цинк, другие полезные ископаемые, есть сельское хозяйство. Но чтобы пришли серьезные инвестиции,



нужны были грамотные законы и международный опыт».

Лидер нации Нурсултан Абишевич Назарбаев так отзывается о работе с Сергеем Александровичем Терещенко: «Сергей Александрович был первым Премьер-министром независимого Казахстана. Верно служил нашей стране и продолжает служить. Мы прошли через многие трудности и радости. Его крестьянская хватка, практичность и целеустремленность вложены в великую историю Нового Казахстана. Он всегда предан нашему курсу и делу...»

Безусловно, людям государственного масштаба нужно иметь определенные качества, чтобы заниматься любимым делом, нужна энергия, задор, способность общаться с людьми, учить их работать в команде. Этими каче-

ствами с лихвой обладает Сергей Александрович. Особое значение он придает теплым дружеским отношениям между близкими по духу коллегами, ставящими перед собой благородные цели служения своему народу.

Сергей Александрович уверен, что состоялся и как политик, и как бизнесмен, и просто как человек, благодаря поддержке близких ему людей.

Сергей Александрович часто вспоминает о своей дружбе с Виктором Черномырдиным, первым председателем правительства России, человеком широкой души, большого сердца и светлого ума. С особой теплотой рассказывает о своей дружбе с «русским французом» Алексом Московичем, длительное время проработавшим на посту экономического советника нашего лидера нации.

Среди друзей Сергей Александрович выделяет и «последнего маршала Советского Союза» Дмитрия Язова, и генерала армии, Героя Советского Союза Сагадата Нурмагамбетова, и Героя Социалистического Труда Эрика Гукасова и многих других легендарных личностей.

В настоящее время Сергей Александрович – крупный бизнесмен, президент Международного фонда «Интеграция». Главной целью фонда является научно-практическое содействие интегративным процессам и равноправному вхождению Казахстана в единое экономическое, политическое и культурное пространство современного мира. Фонд имеет более 150 дочерних фирм, непосредственно занятых производством и реализацией сельскохозяйственной продукции.

## К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АЛЕКСАНДРА НИКОЛАЕВИЧА КЛЕЦА

12 апреля 2021 года исполнилось бы 70 лет Александру Николаевичу Клецу, известному ученому и изобретателю, крупному организатору науки, руководителю научной организации высокого уровня, посвятившему почти 40 лет своей жизни работе в Государственном научно-производственном объединении промышленной экологии «Казмеханобр» и горно-металлургической отрасли.

Родился Александр Николаевич в городе Самарканде Узбекской ССР. После окончания средней школы в 1969 году он поступил в Казахский политехнический институт в Алма-Ате, который с отличием окончил в 1974 году по специальности «Механическое оборудование заводов цветной и черной металлургии» и был распределен на работу в институт «Казмеханобр».

Учитывая деловые качества Александра Николаевича, руководство института направило его в очную целевую аспирантуру при Ленинградском горном институте, которую он успешно окончил, защитив в 1980 году кандидатскую диссертацию. После окончания аспирантуры А. Н. Клец вернулся в родной институт, где прошел все ступени карьерного роста от рядового инженера до директора Научно-производственного объединения.

Директором Казмеханобра А. Н. Клец был назначен в 1992 году, в период государственного становления независимого Казахстана, когда институт из статуса союзного перешел в ведомство Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан в качестве головной организации по экологии. За время работы в структуре министерства Казмеханобр, являясь ассоциативным членом РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (РГП «НЦ КПМС РК»), выполнял важную роль в системе недропользования. Под руководством Александра Николаевича было разработано более 100 нормативных документов в сфере природопользования.

В связи с новыми и более значительными задачами государственного развития в области комплексного использования минерального сырья были внесены серьезные коррективы в деятельность института, и он был передан в Министерство науки – Академии наук РК, а в последующем стал структурным подразделением РГП «НЦ КПМС РК».

При непосредственном участии Александра Николаевича разработаны и внедрены на предприятиях

Республики Казахстан (Текелийском, Ачисайском, Акчатауском, Балхашском, Джекказганском, Лениногорском и других горно-обогатительных комбинатах) многочисленные разработки по повышению эффективности работы гравитационных аппаратов, в частности полочные сгустители, пеногасители, что способствовало повышению извлечения продуктов обогащения руд цветных металлов с получением значительного экономического эффекта.

За двадцатилетний период руководства Александра Николаевича Клеца Казмеханобром в институте были разработаны рабочие проекты, на основе которых построено более 30 предприятий горно-металлургического комплекса. В открытии двух из них – АО «Варваринское» и ТОО «Восход-Хром» – принимал участие Первый Президент Республики Казахстан Н. А. Назарбаев.

А. Н. Клец, как признанный специалист в области экологической безопасности, работал в составе Межгосударственной Казахстанско-Киргизской комиссии по регулированию вопросов оценки состояния токсикохранилищ, председателем Межгосударственного совета по оценке влияния космодрома Байконур на окружающую среду и здоровье населения Республики Казахстан, в составе постоянно действующей комиссии акимата города Алматы в области экологии, являлся членом коллегии Министерства экологии и биоресурсов РК и общественного экологического совета, членом НТС АО «НАК «Казатомпром», а также экспертом совета Национальной безопасности Республики Казахстан.

Научная деятельность А. Н. Клеца отражена в более 150 публикациях, в том числе 6 монографиях, 70 патентах на изобретения, 76 статьях, опубликованных в международных и отечественных изданиях. Являясь руководителем большого научного коллектива, Александр Николаевич уделял серьезное внимание подготовке молодых специалистов. На базе лабораторий и отделов объединения на постоянной основе было организовано прохождение преддипломных практик студентов, функционировали филиалы кафедр КазГАСА. Он сам был председателем государственной комиссии по защите дипломных проектов студентов этой академии. Сотрудникам Казмеханобра оказывалась финансовая помощь при их обучении в вузах.

Александр Николаевич Клец был широко известен в среде международной научной и инженерной общественности,



являлся членом-корреспондентом Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан, членом бюро «Партии патриотов Казахстана», дважды избирался депутатом Алматинского городского Маслихата. Многолетний плодотворный труд А. Н. Клеца в области науки и общественной деятельности отмечен правительственными и ведомственными наградами, в числе которых орден «Құрмет», медали «10 лет Независимости Казахстана», «10 лет Парламенту Республики Казахстан», нагрудный знак «Еңбек даңқы» III степени, почетные грамоты. Александр Николаевич был удостоен высшей награды в области изобретательства РК – премии «Шапағат». За особый вклад в развитие космической промышленности Правительством России он награжден Золотой медалью имени Ю. А. Гагарина.

Вся научная и производственная деятельность А. Н. Клеца является свидетельством безаветного служения науке, примером исключительного трудолюбия и работоспособности, творческого и ответственного отношения к работе. Александр Николаевич был не только признанным ученым-металлургом и уважаемым руководителем, но и замечательным семьянином – отцом, мужем, преданным другом.

Коллектив Филиала РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр» помнит Александра Николаевича как талантливого и разносторонне развитого человека, внесшего значительный вклад в сохранение института в трудные 90-е годы и его дальнейшее развитие на благо Республики Казахстан.

Светлая память об Александре Николаевиче навсегда останется в сердцах его родных, друзей и коллег.

**Руководство РГП «НЦ КПМС РК»  
Коллектив Филиала  
РГП «НЦ КПМС РК»  
ГНПОПЭ «Казмеханобр»**

# ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

## Пакет направляемых для публикации материалов должен содержать:

1. Сопроводительное письмо в редакцию журнала от организации, где выполнена данная работа, с просьбой опубликовать статью.
2. Экспертное заключение о возможности опубликования.
3. Рецензию ведущего специалиста в области тематики, освещаемой в работе.
4. Рукопись статьи в бумажном или электронном варианте (файлу со статьей присваивается имя по фамилии первого автора (пример: статья Аймбетовой)).
5. Резюме статьи на казахском, русском и английском языках.
6. Сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание, должность, полное название учреждения, в котором выполнена работа, полное название учреждения, где работают авторы, адрес, телефон, e-mail).

## Требования к рукописям

Текст объемом 5 полных страниц формата А-4 на казахском, или русском, или английском языках должен быть набран в редакторе Microsoft Word. Шрифт – Times New Roman, кегль – 12, межстрочный интервал – 1. Выравнивание текста по ширине. Без расстановки переносов и нумерации страниц. Размеры полей: верхнее и нижнее – 2 см, правое – 1 см, левое – 3 см. Формулы и уравнения оформляются в редакторе формул, рисунки – в графическом редакторе.

При написании статьи необходимо придерживаться следующего плана:

- УДК;
- Ф.И.О. автора;
- название статьи (прописными буквами в середине строки без точки, аббревиатура не допускается);
- пустая строка;
- текст статьи.

Физические единицы и обозначения в статье должны быть приведены в соответствии с Международной системой единиц СИ.

Не допускается сокращения слов, кроме обозначений метрических мер, а также общепринятых сокращений.

Список цитируемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. Ссылки на литературу в тексте статьи обозначаются порядковым номером в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Иностранные фамилии и термины в тексте допускается приводить на языке статьи, а в списке литературы – на языке оригинала.

Каждая таблица числовых данных должна иметь порядковый номер, обозначенный арабскими цифрами, и заголовок, поясняющий ее содержание. Номер таблицы следует размещать справа, а заголовок, выделенный жирным шрифтом, – по центру. В верхней части граф обязательно указываются названия величин и их размерность.

Не допускается изложение одних и тех же данных в таблице и на рисунке.

Рисунки и чертежи выполняются в графическом редакторе (размером не более 18 × 24 см) и приводятся отдельными файлами в формате JPEG. В тексте статьи подпись рисунков осуществляется внизу по центру, номер рисунка со словом «Рис.» – курсивом, название рисунка – жирным шрифтом. При ссылках слова «таблица» и «рисунок» следует писать полностью с указанием их номеров, пример: «... в таблице 1 ...», «... на рисунке 3 ...», «... (таблица 2)» и т. д.

Фотоматериал (растровые изображения) необходимо предоставить с окончательным разрешением 300 dpi в 100 %-м размере (ширина: 1 колонки – 85 мм, 2 колонок – 175 мм). Не допускается масштабирование растровых элементов менее 90 и более 110 %. Для сканирования принимаются материалы без дефектов (разрывов, выцветания и т.д.).

Формулы и уравнения оформляются в редакторе формул. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку и нумеровать по порядку в пределах всей статьи арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должна быть оставлена одна свободная строка. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после математических знаков («=», «+», «-», «×», «:» или других), которые в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «×».

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, соблюдая последовательность их приведения в формуле.

Рукописи, не удовлетворяющие настоящим правилам, возвращаются авторам для исправлений. Датой поступления рукописи считается день ее получения в исправленном виде. Корректурa автору для просмотра не высылается.

В случае отклонения статьи редакция оставляет за собой право не возвращать ее автору.

## Научные статьи направляются в РГП «НЦ КИМС РК»

Адрес: 050036, г. Алматы, ул. Жандосова, 67

Тел.: (727) 259 00 70

Факс: (727) 259 00 75

e-mail: industrykz@cmfp.kz

# ТЕНДЕР ТЕХНОЛОГИЙ

*Научные статьи направляются  
в РГП «НЦ КПМС РК»*

*Адрес: 050036, г. Алматы,  
ул. Жандосова, 67  
тел.: 8 (727) 259 00 70  
факс: 8 (727) 259 00 75  
e-mail: [industrykz@cmrp.kz](mailto:industrykz@cmrp.kz)*

## КЕШЕНДІ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ҚОСПАЛАРДЫҢ АУЫР БЕТОННЫҢ ҚАТАЮ ПРОЦЕСТЕРІНЕ ӘСЕРІ

• Исследовано влияние комплексных добавок на кинетику экзотермии цемента и стадии гидратации цемента при твердении тяжелого бетона в производственных условиях. Установлено, что рассматриваемые химические добавки, изменяя скорость гидратации и время достижения максимального показателя температуры, определяют периоды формирования гидратных фаз. Выявлено, что комплексные добавки значительно повышают степень гидратации цемента. Полученные результаты позволяют рассматривать влияния комплексных добавок как фактор направленного воздействия на процессы структурообразования и твердения тяжелого бетона. Рассматриваемые комплексные добавки, состоящие из отходов обогащения полиметаллических руд, нанонаполнителя (микрокремнезем) и химических добавок (master air 200 и master rheobuid 1000), изменяя скорость гидратации и время достижения максимального показателя температуры, определяют периоды формирования гидратов.

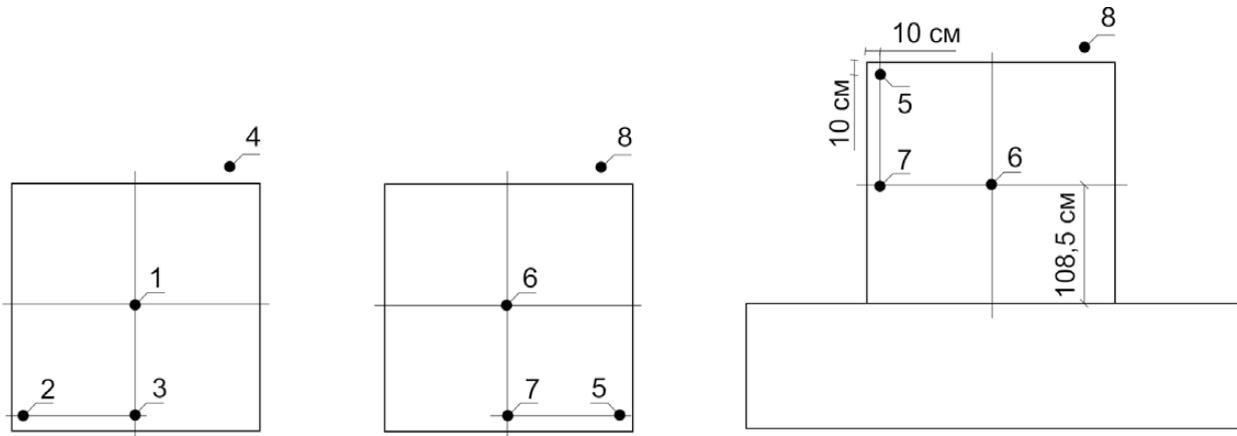
Күрделі қоспалардың цемент экзотермиясының кинетикасына және өндірістік жағдайда ауыр бетонды қатайту кезінде цементті ылғалдандыру сатысына әсері зерттелді. Қарастырылып отырған химиялық қоспалар ылғалдандыру жылдамдығын және температураның максималды деңгейіне жету уақытын өзгерте отырып, гидрат фазаларының қалыптасу кезеңдерін анықтайтындығы анықталды. Күрделі қоспалар цементтің ылғалдану дәрежесін едәуір арттыратыны анықталды. Алынған нәтижелер күрделі қоспалардың әсерін ауыр бетонның құрылымы мен қатаю процестеріне бағытталған әсер ету факторы ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Белсенді минералды қоспалардан (полиметалл кендерін байыту қалдықтары), нано толтырғыштан (микрокремнезем) және химиялық қоспалардан (master air 200 және master rheobuid 1000) тұратын күрделі қоспалар ылғалдандыру жылдамдығын және температураның максималды деңгейіне жету уақытын өзгерте отырып, гидраттардың қалыптасу кезеңдерін анықтайды.

The effect of complex additives on the kinetics of cement exotherm and the stage of cement hydration during hardening of heavy concrete under industrial conditions has been investigated. It was found that the considered chemical additives, changing the rate of hydration and the time to reach the maximum temperature, determine the periods of formation of hydration phases. It was revealed that complex additives significantly increase the degree of cement hydration. The results obtained make it possible to consider the influence of complex additives as a factor of directed influence on the processes of structure formation and hardening of heavy concrete. The considered complex additives consisting of an active mineral additive (wastes of polymetallic ores), a nanofiller (microsilica) and chemical additives (master air 200 and master rheobuid 1000), changing the rate of hydration and the time to reach the maximum temperature, determine the periods of hydrate formation.

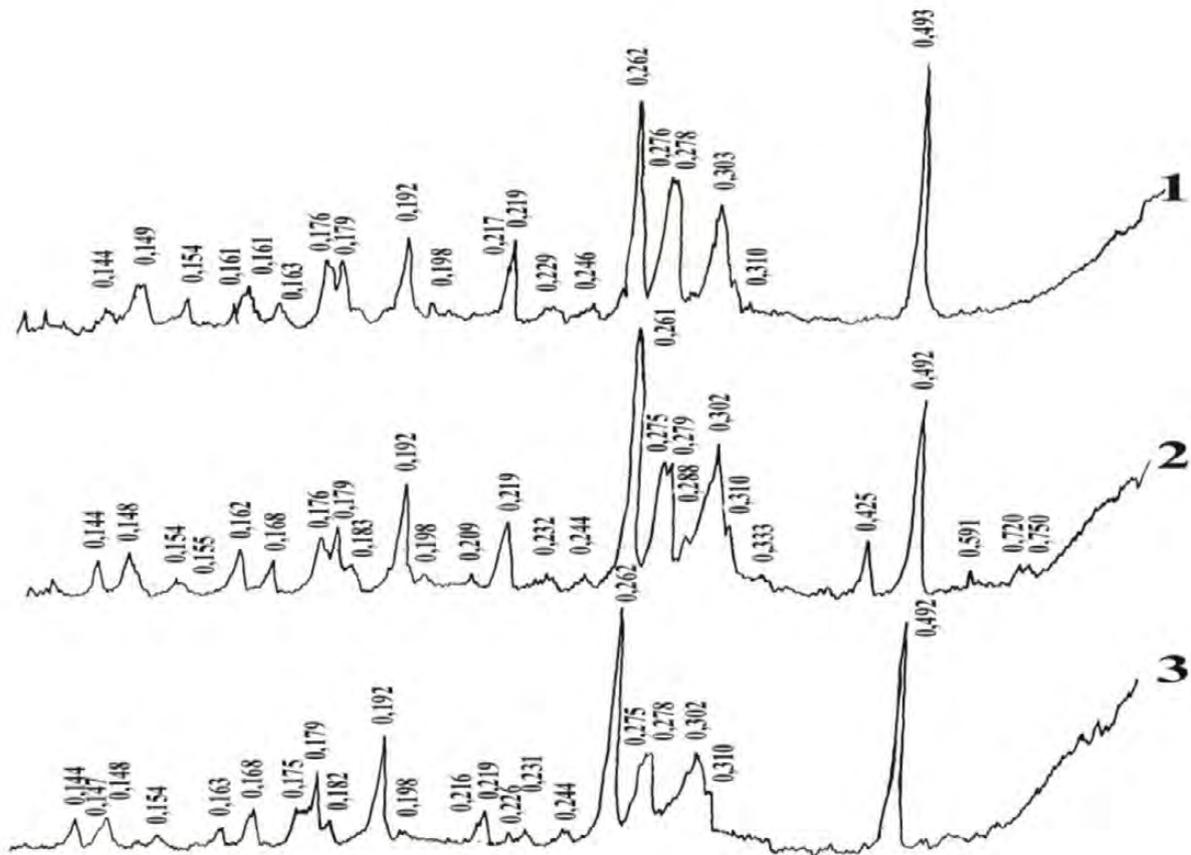
Макалада кешенді қоспалардың цемент экзотермиясының кинетикасына және өндірістік жағдайларда ауыр бетонның қатаюы кезінде цементті гидратациялау сатысына әсері зерттелді. Қарастырылып отырған химиялық қоспалар гидратация жылдамдығын және температураның ең жоғары көрсеткішіне жету уақытын өзгерте отырып, гидраттық фазалардың қалыптасу кезеңдерін анықтайды. Кешенді қоспалардың цементтің гидратация деңгейін айтарлықтай арттыратыны анықталды. Алынған нәтижелер кешенді қоспалардың әсерін ауыр бетонның құрылым түзілу және қатаю процестеріне бағыт-

талған әсер ету факторы ретінде қарастыруға мүмкіндік береді, яғни белсенді минералды қоспадан (полиметалл кендерін байыту қалдықтары), наноқышқылдан (микрокремнезем) және химиялық қоспалардан (master air 200 және master rheobuid 1000) тұратын қарастырылатын кешенді қоспалар гидратация жылдамдығын және температураның ең жоғары көрсеткішіне қол жеткізу уақытын өзгерте отырып, гидраттардың қалыптасу кезеңдерін анықтайды.

Жұмыстың мақсаты: кешенді қоспаның цемент жүйелерінің гидратация сатысына әсерін зерттеу.



Сур. 1 – Конструкцияларда термометрлердің орналасу схемасы



1, 2 және 3 - сәйкесінше 3, 7 және 28 күннен кейінгі қалыпты қатаюы  
Сур. 2 – Кешенді қоспасы бар ЦЕМ I 42,5 Н СС цемент тасының рентгенограммасы

1-кесте

**Кешенді модификацияланған қоспаларды пайдалана отырып, В35 ауыр бетонының оңтайлы құрамы**

Химиялық қоспа түрі	1 м <sup>3</sup> бетонға кететін материалдар шығыны, кг						В / Ц
	хим. қоспа	қиыршық тас, фр., мм		құм	цемент*	су	
		5-10	10-20				
Master air 200 – 0,08 %**	0,336						
Glenium – 1,6 %	6,75	500	700	690	400	157	0,39

\* Цемент құрамына массадан 20 % кешенді модификациялық қоспа енгізілді.

2-кесте

**Қоспалардың гидратация дәрежесіне әсері**

Байланыстырғыштар түрі	Қатаю деңгейі, %-дық қату мөлшері, тәулік		
	3	7	28
ЦЕМ I 42,5 Н СС қоспасыз	50	62	71
ЦЕМ I 42,5 Н СС кешенді қоспалармен	54,5	66	86

Бетонның қатаюы жылу бөлінуімен қатар жүреді, оның қарқындылығы цементтің минералогиялық құрамына байланысты.

Бұл бағытта отандық және шетелдік ғалымдардың ғылыми зерттеулері бар, дегенмен, олардың нәтижелерінде клинкерлік минералдар мен цементтің гидратация жылуына түрлі минералдық және химиялық қоспалардың әсері туралы деректер жоқ. Осыған байланысты, микроноқышқылдан (микрокремнезем және полиметалл кендерін байыту қалдықтары) және химиялық қоспалардан (master air 200 және master rheobuid 1000) тұратын кешенді қоспалардың жылу бөлу кинетикасына және бетонның қатаю процестеріне әсерін зерттеу өзекті болып табылады.

Бетонның қазіргі заманғы технологиясында маңызды элементі байланыстырғыш заттарды гидратациялау жылуын пайдалану болып табылатын бетон және темірбетон бұйымдарын тездетіп қатаюдың энергия үнемдейтін технологияларын әзірлеуге назар аударады. Бұл міндеттің өзектілігі цементті меншікті жылу бөрудің пайдалы әсер коэффициенті монолитті құрылыс және бетон мен темірбетонды өндіруде бастапқы мерзімде қатаю үдеткіші ретінде қарастыруға болады.

Модификацияланған байланыстырғыш құрамына (салмағы бойынша % – бен): ЦЕМ I 42,5 Н СС цемент – 70-80; микрокремнезем – 5-10; байыту қалдықтары – 10-20 кіреді. Байланыстырғыш құрауыштарды құрғақ ұнтақтаумен үлес бетіне дейін – 320-350 м<sup>2</sup>/кг дайындайды.

Master Air 200 (ауа шығаратын қоспа) және Glenium химиялық қоспаларының оңтайлы құрамы цемент массасының тиісінше 0,08 және 1,6 % құрайды. Цемент массасынан 0,08 % мөлшерінде Master Air 200 ауа тартқыш қоспасын қосу кезінде, тартылған ауа көлемі – 4,4 %. Бетон қоспасының қозғалысы 14 см кезінде цемент массасынан 1,6 % мөлшерінде glenium суперпластификаторын енгізу С/Ц-ны 0,39-ға (су-цемент қатынасы) дейін төмендетуге мүмкіндік береді (кесте 1).

Бетон қоспасының тығыздығы – 2455 кг/м<sup>3</sup>; тартылған ауаның көлемі – 4,4 %. Бетон қоспасының конус шөгіндісі бойынша қозғалуы – С / Ц = 0,39 кезінде 14 см. 7 тәуліктік – 38,5 МПа және 28 тәуліктік 49 МПа қысу кезіндегі беріктік шегі.

Зерттеу әдістемесі келесіден тұрады, құрылыс объектісінде – 02 типті іргетастардың арматуралық қаңқасына

(көлемі – 2,8 м<sup>3</sup>) ТМ-1288/1 типті термометрлер орнатылды. Термометрлердің көрсеткіштері ТМ 5103 сегіз арналы микропроцессорлық аспапқа жазылды (№54183-13, ТУ 4210-024-13282997-03 өлшем құралдарының мемлекеттік тізіліміне енгізілді). ТМ 5103 көп арналы термометрлер-температура мәндерін өлшеу, реттеу және мұрағаттау үшін арналған. Конструкциядағы термометрлердің орналасу сұлбасы 1-суретте көрсетілген.

Бірінші іргетас қоспасыз ЦЕМ I 42,5 Н СС цементін қолдана отырып, В35 бетон қоспасынан жасалған, ал екінші іргетас үшін кешенді модификациялық қоспамен цемент қолданылды (кесте 1).

1-суретте бірінші және екінші іргетастарда ортасынан № 1 және №6 термометрлер, № 2, № 3 және № 7, және № 5 термометрлер әр түрлі деңгейлерде қалыптың шетімен орнатылғандығы көрінеді. № 4 және № 8 термометрлер сыртқы температураны немесе ауа температурасын бақылау үшін орнатылған.

Бетонның температурасын уақыт бойынша өлшеу нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

Бетонды құйғаннан кейін ортаның сыртқы температурасының әсерін болдырмау үшін іргетастар толығымен жылу оқшаулағыш материалдармен жабылған.

Бетон температурасын жазу ТМ 5103 микропроцессорлық аспабымен үздіксіз жүргізілді.

Бетон температурасының өзгеру нәтижелерін талдау құйылғаннан кейін 5 сағаттан кейін бетонның температурасы айтарлықтай көтеріле бастағанын және 37,1-38,3 °С шектерін құрағанын көрсетеді (кесте 2). Температураның салыстырмалы түрде баяу көтерілуі цемент гидратациясының заңды үрдісімен түсіндіріледі, оны шартты түрде үш сатыда бөлуге болады [1, 2].

Бірінші сатыда цементті сумен араластыру кезінде үшқальцийлі силикатты гидролиздеу процесінде қанықпаған ерітінді түзе отырып кальций гидроксиді бөлінеді. Бұл ерітіндіде сульфат, гидроксид және сілтілер иондары, сондай-ақ кремнезем, глинозем және темірдің аз мөлшері бар.

Кальций иондарының және сульфат-иондардың жоғары концентрациясы цементті сумен араластырғаннан кейін ұзақ уақыт байқалады, өйткені ерітіндіден бірнеше минут ішінде алғашқы жаңа түзілімдер – кальций гидроксиді және этtringит тұндыра бастайды.

Кешенді қоспалар гидраттардың пайда болу жылдамдығын айтарлықтай өзгертеді. Зерттеулерде [5, 6] көрсетілген,

байланыстырғыш сумен жабылғаннан кейін 3 минуттан кейін гидратация процесінің қарқындылығын көрсететін алғашқы инелі ісіктер пайда болады. 2000 есе ұлғайған кезде көлемі 2-3 мкм микропоралар байқалады.

Шамамен бір сағаттан кейін гидратацияның екінші кезеңі басталады, ол үшін кальций өте ұсақ гидросиликаттарының түзілуі тән [7]. Реакцияға тек цемент дәнінің үстінгі қабаты ғана қатысады, цемент дәнінің мөлшері азырақ азаяды. Цемент гелінің атауын алған қайта түзілетін гидратты фазалар наноқұрылымдармен сипатталады.

Жаңа түзілімдер бірінші кезекте цемент түйіршіктерінің бетінде пайда болады [8]. Жаңа түзілімдердің саны мен олардың қаптамасының тығыздығының ұлғаюымен шекаралық қабат шамамен 2-3 сағат бойы суды аз өткізеді.

Баяулатылған гидратацияның екінші сатысы цементті гидратациялаудың «жасырын немесе индукциялық кезеңі» деп аталады.

Содан кейін гидратация процесінің үшінші кезеңі келеді. Бұл кезең біздің эксперименттерде 5 сағат 30 минуттан кейін басталады. Бетон температурасының жоғарылауы ерітіндіден кальций гидроксидінің кристалдануының басталғанын куәландырады [8].

Бұл процесс өте қарқынды жүреді. Бұл кезеңде гидратты фазалардың саны аз болғандықтан, цемент бөлшектерінің арасындағы кеңістікте кальций гидроксиді мен кальций гидроксиді мен этtringиттің ұзын талшықтар түріндегі жұқа пластиналарының еркін өсуі орын алады, олар бір мезгілде түзіледі [8].

Бұл сұйық фазаның  $\text{Ca}^{2+}$  иондарымен күшті бастапқы қанығуын көрсетеді. Портландиттің гексагональды кристалдарының одан әрі қайта кристалдануы мен өсуі ұжымдық өсу заңдарына бағынады және метасоматикалық түрде өтеді.

27-30 сағаттан кейін бетон конструкцияларының барлық зерттелетін нүктелері бойынша температураның біркелкі және баяу төмендеуі байқалады (2-сурет). Бұл  $\text{C}_3\text{A}$  және  $\text{C}_4\text{AF}$  қарқынды гидратациясының аяқталуын, сондай-ақ сұйық фаза арқылы кальций гидроксидінің кристалдану процесінің аяқталуын растайды [5].

28 тәулік өткенде гидратацияланбаған  $\text{C}_3\text{S}$  саны айтарлықтай азаяды, бұл ЦЕМ I 42,5 Н СС гидратация дәрежесінің жоғарылауымен бірге 3,7 және 28 тәу арқылы тиісінше 50, 62 және 71 %-ға жоғарылайды (кесте 2).

Кешенді қоспалар цементтің гидратация деңгейін едәуір арттырады. Бұл ретте бастапқы қатаю мерзімі 4-4,5 % және 28 тәулікте қатаю мөлшері 15 % дейін.

Зерттеулер көрсеткендей, таза кальций гидроксидінің рентгенограммаларында  $d = 0,49$  нм жазықтықтағы сызықтың қарқындылығы (0011)  $d = 0,262$  нм жазықтықтағы сызықтың қарқындылығы 70-80 % құрайды (0011)  $c$   $d = 0,262$  нм. Бұл  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ірі кристалдарының пайда болуымен түсіндіріледі. Алайда цемент тасының рентгенограммасында ЦЕМ I 42,5 Н СС, 3 тәулік бойы гидратталған кешенді қосымшасы бар,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$   $C$   $D = 0,49$  нм желісінің қарқындылығы  $c$   $D = 0,262$  нм сызықтан жоғары (2-сурет).

ЦЕМ I 42,5 Н СС цементінің одан әрі гидратациясы кезінде кешенді қосылған  $d = 0,262$  нм желісінің қарқындылығы артады және 28 тәуліктен кейін рентгенограммаларда осы желілердің қарқындылығы теңестіріледі. Бұл кешенді қосымшасы бар ЦЕМ I 42,5 Н СС цементінде портландиттің неғұрлым ұсақ және басым бағытталған қайталама кристалдары пайда болатынын көрсетеді.

Осылайша, бірінші сатыда бетон қоспасының компоненттерін сумен араластыру кезінде қанықпаған ерітінді түзіледі. Бұл ерітіндіде сульфат, гидроксид және сілтілер иондары, сондай-ақ кремнезем, глинозем және темірдің аз мөлшері

бар. Кальций иондарының және сульфат-иондардың жоғары концентрациясы бетон қоспасын араластырғаннан кейін ұзақ уақыт байқалады, өйткені ерітіндіден бірнеше минут ішінде алғашқы жаңа түзілімдер – кальций гидроксиді және этtringит тұндыра бастайды.

Шамамен бір сағаттан кейін гидратацияның екінші кезеңі басталады, ол үшін кальций өте ұсақ гидросиликаттарының түзілуі тән. Бұл ретте жаңа пайда болған түрі бірінші кезекте цемент түйіршіктерінің бетінде пайда болады. Жаңа түзілімдердің саны мен олардың қаптамасының тығыздығының ұлғаюымен шекаралық қабат шамамен 2-3 сағат бойы су үшін аз өткізбейтін болады. Бұл кезеңді «жасырын немесе индукциялық кезең» деп атайды, нәтижесінде цементті гидраттау процесі баяулайды.

Зерттеулер көрсеткендей, гидратация процесінің үшінші сатысы 5 сағат 30 минуттан кейін келеді. Бетон температурасының жоғарылауы ерітіндіден кальций гидроксидінің кристалдануының басталғанын куәландырады. Бұл процесс өте қарқынды жүреді. Осы кезеңде гидратты фазалардың саны салыстырмалы аз болғандықтан, цемент бөлшектерінің арасындағы кеңістікте ұзын талшықтар, ұсақ портландитті блоктар және кальций гидросиликаттары түріндегі этtringиттің еркін өсуі орын алады.

### Қорытынды

Кешенді қосылған ЦЕМ I 42,5 Н СС цементін пайдалана отырып, В35 ауыр бетонында гидратацияның ең жоғары температурасы – 79 °С құядан кейін 26 сағат 30 минуттан соң жетеді және 78-79 °С шегінде ең жоғары температураны сақтай отырып, 9 сағат бойы жалғасады. Бұл факт қарастырылып отырған кешенді қоспаны қолдану кезінде гидратация процесінің үшінші сатысы 5 сағат 30 минуттан кейін В35 класты бетон құйылғаннан кейін 27 сағатқа дейін жалғастынын растайды.

Кешенді қоспалар цементтің гидратация деңгейін едәуір арттырады. Бұл ретте бастапқы қатаю мерзімі 4-4,5 % және 28 тәуліктік қатаю жасы 15 % дейін. ЦЕМ I 42,5 Н СС цементінің құрамына кешенді қоспаны енгізу портландиттің ұсақ және көбіне бағдарланған қайталама кристалдарының пайда болуына ықпал ететіні анықталды.

### Әдебиеттер

- 1 Баженов Ю. М. Технология бетона: Учебное пособие – М.: Высшая школа, 2002. – 500 с.
- 2 Lothenbach B., Matschei T., Moschner G., Glasser F. Thermodynamic modelling of the effect of temperature on the hydration and porosity of Portland cement // Cement and Concrete Research. – № 38 (1), 2008. – P. 1-18.
- 3 Neville A. M., Brooks J. J. Concrete technology // Prentice Hall, 2010. – 392 p.
- 4 Жакипбеков Ш. К. Твердение вяжущих веществ в присутствии комплексных модифицирующих добавок // Промышленность Казахстана, 2007. – № 6 (45). – С. 59-61.
- 5 Lothenbach B., Winnefeld F. Thermodynamic modelling of the hydration of Portland cement // Cement and Concrete Research, 2006. – № 36. – P. 209-226.
- 6 Жакипбеков Ш. К., Жакипбеков Д. Ш. Особенности твердения модифицированных бетонов на основе местных вяжущих веществ // Технологии бетонов. – М.: Композит XXI век, 2014. – № 10. – С. 10-11.
- 7 Аруова Л. Б., Оспанова Ж. Н., Топеубаева Ш. Б. Technology of production of polystyrene concrete using solar energy / MATEC Web of Conferences. VI International Scientific Conference «Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education» (IPICSE-2018). – Moscow.
- 8 Ахметжанов Т. Б., Топеубаева Ш. Б. Клинкерлігі төмен байланыстырғыш заттардың қасиеттеріне портландцементтің түрі мен минералогиялық құрамының әсері. – Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университетінің Хабаршысы, 2019. – 29-33 б.

УДК 661.2  
МРНТИ 61.31.29.

## «ТЕҢІЗ» КҮКІРТІНЕН ЛИТИЙ СУЛЬФИДІ, ПОЛИСУЛЬФИДІ, ТИОСУЛЬФАТЫН АЛУ

- В статье изложены подходы к получению сульфида, полисульфида и тиосульфата лития взаимодействием раствора гидроксида лития с нефтяной серой при температуре 60-70 °С. Проведен анализ полученных продуктов химическим и физико-химическим методами. Полученный продукт можно использовать при изготовлении литий-ионных батарей.
- Мақалада мұнай күкіртімен литий гидроксидін 60-70 °С температурада әрекеттестіріп литий сульфиді, полисульфиді және тиосульфатын алу баяндалған. Алынған өнімдерге химиялық және физика-химиялық әдістермен сараптама жасалынған. Түзілген өнімді литий-ионды батарея алу үшін қолдануға болады.
- The article describes the production of lithium sulfide, polysulfide and thiosulfate by the interaction of a solution of lithium hydroxide with petroleum sulfur at a temperature of 60-70 °C. The products obtained were analyzed by chemical and physicochemical methods. The resulting product can be used to make lithium-ion batteries.

«Теңіз» кенішіндегі мұнай-газ өнімінен бөлінген күкіртқұрамды заттардың химиялық құрамын зерттегенде оның құрамында төмендегі бейорганикалық қоспалар бар екендігі анықталды. Олар, %: S – 78,61; C – 8,22; H – 1,95; N – 0,69; O – 10,51; Cr – 0,05; Si – 0,01; Mg – 0,001; Cu – 0,0005; Fe – 0,0005. Химиялық сараптамадан көрініп тұрғандай «Теңіз» күкіртінің күкірт элементінен айырмашылығы – органикалық қосылыстардың болуында. «Теңіз» күкіртін сулы-спиртті ерітіндіде экстракциялап, оған хроматографиялық сараптама жасалынған. Газды-сұйықты хроматография әдісімен химиялық сараптама нәтижесінде күкірт құрамындағы органикалық заттардың компоненттері анықталды. Күкірт өнімін сулы-спиртті ерітіндіде Сокслет аппаратында экстракция жасап, газ-сұйық хроматография әдісі бойынша масспектроскопиялы детектирленген Hewlett & Packard 5890/5972 хроматомасспектрометрде анықталған спектрлер бойынша органикалық қосылыстардың түрлері көрсетілген. Хроматомасспектрометрде түсірілген күкіртқұрамды заттардың органикалық қосылыстары болатындығы көрсетілген [1, 2].

«Теңіз» мұнайынан бөлінген күкірттің құрамындағы төмен молекулалы формадағы күкірттің түрі S – S активтенген бөлшектерді көбейтуге ықпал етеді. Күкірттің полисульфидтік түрін көбейтіп, одан әрі сульфид ионға қосылуын тездетеді, реакция теңдеуінен көрініп тұрғандай реакцияның жүру

жылдамдығы активті болады. «Теңіз мұнай» шикізатынан бөлінген күкірттің беткі қабатында адсорбирленген карбон қышқылдары болады. Олар сілтілік сулы ерітінділермен әрекеттесе отырып, беттік активті заттар (БАЗ) түзеді, күкірттің еруін жылдамдатады және гидрленген органикалық қосылыстарды шайып жіберуге әрекет жасайды [3].

«Теңіз мұнайы» шикізатын өңдеу кезінде бөлінген күкіртқұрамды заттарды күкірт элементінің орнына пайдалану мүмкіндігі мол. Себебі бұл гидрофилденген күкірт жоғары дисперстілігімен ерекшелінеді және пайдалану кезінде майдалау үрдісін қажет етпейді. Бұл жағдай тиоко-сылыстар алу кезінде үрдісті жеңілдетіп, шығынды азайтады.

Жасалынған тәжірибеде литий гидроксидін суда ерітіп, 5 % немесе 10 % ерітінді дайындап алады, содан кейін дайын болған ерітіндіге «Теңіз» күкіртін қосып 60-70 °С температурада, қарқынды араластыра отырып, әрекеттестіріп синтездейді. Түзілген өнімге химиялық көлемдік иодометриялық әдіспен сараптама жасай келіп, олардың құрамы-литий сульфиді – 1,6-3,92 (г/л), литий полисульфиді – 31,04-48,16 (г/л), литий тиосульфаты – 17,92-40 (г/л) болатындығы анықталынды. Дайын болған литий сульфиді мен полисульфиді ерітінділерінің концентрациясы есебімен шағып есептегенде – 1 литр ерітіндіде литий сульфиді – 3,92 г/л, литий полисульфиді – 48,16 г/л, ал литий тиосульфаты – 40 г/л болып отыр.

1-кесте

## «Теңіз» күкіртінің литий гидроксиді ерітіндісінде еруі

Сынама	Уақыт, т, минут есебімен				
	30	60	90	120	150
Литий сульфиді, С, г/л	1,6	3,2	3,36	3,76	3,92
Литий полисульфиді, С, г/л	31,04	44,48	45,92	46,5	48,16
Литий тиосульфаты, С, г/л	17,92	26,88	32,64	37,76	40

2-кесте

## Жартылай сандық анықтау әдісі бойынша атомды эмиссиондық спектралды сараптаманың нәтижесі

Элементтер	Концентрация, С, %	
	№ 1 сынама	№ 2 сынама
Li	< 0,01	< 0,01
K	> 1	> 1
Na	> 1	> 1
Al	≤ 1	≤ 1
Si	> 1	> 1
Fe	> 1	> 1
Mg	≥ 1	≥ 1
Mn	0,05	0,05
Ti	0,05	0,05
Cu	0,002	0,005
Zn	< 0,005	0,005
Sn	< 0,0005	< 0,0005
Cr	< 0,003	< 0,003
W	< 0,002	< 0,002
As	< 0,01	< 0,01
Sb	< 0,01	< 0,01
Pd	< 0,0002	< 0,0002
Pt	< 0,001	< 0,001
Ni	< 0,001	0,001
Mo	< 0,001	< 0,001
V	0,005	0,002
Ga	< 0,001	< 0,001
Ge	< 0,0002	< 0,0002
Sr	< 0,01	< 0,01
Bi	< 0,0002	< 0,0002

Төмендегі 1-кестеден уақыт бойынша «Теңіз» күкіртінің литий гидроксидінде еріп күкіртқұрамды қосылыстардың түзілгенін көруге болады.

Төмендегі 1-суреттен көрініп тұрғандай, уақыт бойынша «Теңіз» күкіртінің литий гидроксидінде еруі біртіндеп сызықты өзгеретіндігі көрсетілген.

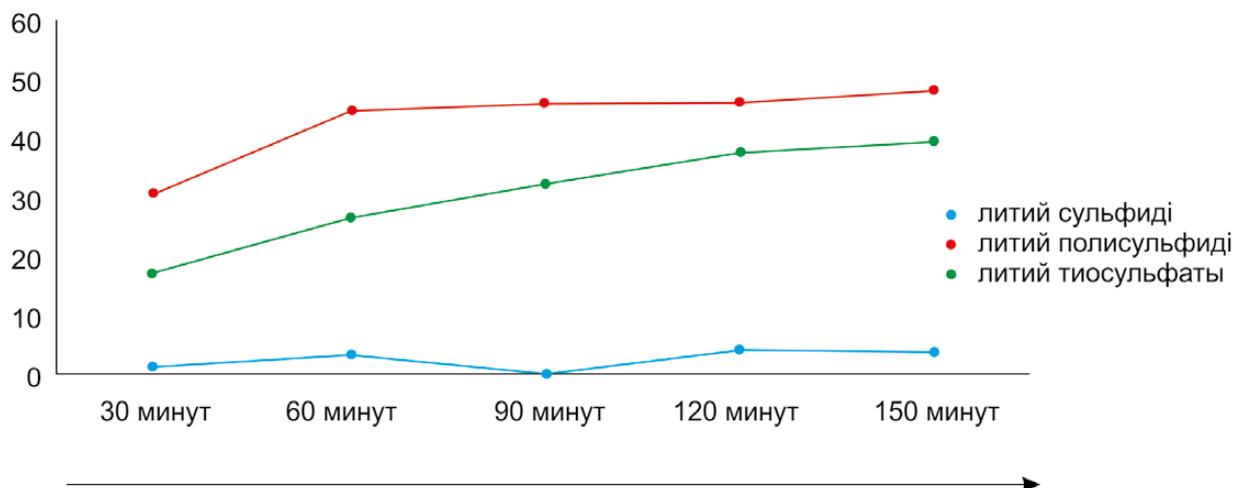
Фурье инфракызыл спектрофотометрінде литий сульфид-полисульфидті ерітіндісін зерттеу.

ИҚ-Фурье спектрометрі (ФСМ 1201) – орташа және жақын ИҚ аймақтарын анықтау үшін қолданылатын зертханалық спектрометрі. ИҚ-фурье спектрометрі ФСМ 1201 әр түрлі агрегаттық күйдегі (қатты фаза, сұйықтық, газ) үлгілерді талдау үшін; зерттелетін заттардың сапалық және сандық құрамын анықтау үшін арналған.

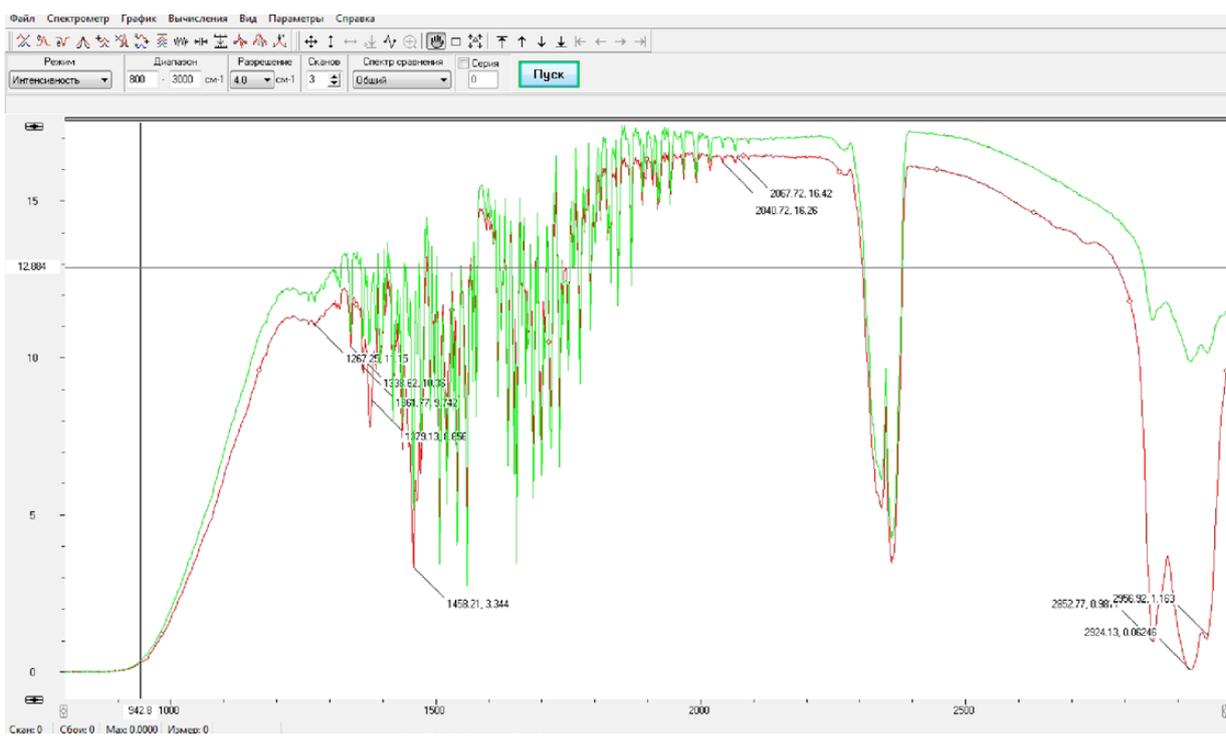
Төмендегі 2-суретте тәжірибе нәтижесінде түзілген литий сульфиді, полисульфиді, тиосульфаты кристаллдарының ИК-спектрі көрсетілген.

Сонымен қатар, түзілген кристаллдарды жартылай сандық анықтау әдісі бойынша атомды-эмиссиондық спектралды сараптамадан өткізілді, қорытынды нәтижесі төмендегі 2-кестеде көрсетілген.

Тәжірибе нәтижесінде литий гидроксидіне «Теңіз» күкіртін қосып әрекеттестіріп синтездеп алынған өнімге химиялық көлемдік иодометриялық сараптама жасай келіп, олардың құрамында – литий сульфиді, литий полисульфиді, литий тиосульфатының болатындығы анықталынды. Түзілген кристаллдарды ИҚ-фурье спектрометрі ФСМ 1201 приборымен анықтау және сынамаларды атомды-эмиссиондық



1-сур. – Абсцисса осьінде X - уақыт, т, минут есебімен, ордината осьінде Y ерітіндінің концентрациясы, С, г/л есебінде алынған



2-сур. – Түзілген әлсіз көрініп тұрған сызықтар 1267 см<sup>-1</sup>, 1338 см<sup>-1</sup> литий сульфидіне, орташа қарқынды сызықтар 1361 см<sup>-1</sup>, 1379 см<sup>-1</sup>, 1458 см<sup>-1</sup> литий полисульфидіне, әлсіз сызықтар 2067 см<sup>-1</sup>, 2040 см<sup>-1</sup> литий гидросульфидіне, орташа қарқынды сызықтар 2852 см<sup>-1</sup>, 2956 см<sup>-1</sup>, 2924 см<sup>-1</sup> литий тиосульфатына сәйкес келеді

спектралды сараптама жасау кезіндегі нәтижелері жасалынған химиялық сараптаманы толықтыра түсті. Түзілген литий сульфиді, полисульфидін литий ионды батареялар жасау кезінде регант ретінде қолдануға болады деген ұсыныс жасаймыз.

Әдебиеттер

1 Садиева Х. Р., Умбетова Ш. М., Боженко Д. А., Сейсебаев А. М., Балтабай Д. Г., Төтеннова Н. Ж. Получение сульфиды и полисульфиды аммония из

нефтяной серы тенгизского месторождения / «Молодежь и наука». – Материалы международной научно-практической конференции, 20 мая 2016 г. – С. 177-182.

2 Төтеннова Н. Ж. Аммоний сульфиді мен полисульфиді ерітінділерін құрамы берік кендерді флотациялық әдіспен байытуға қолдану // Жамбыл облыстық ғылыми-әдістемелік журнал. – № 4-5, сәуір-мамыр, 2017 жыл – 25-27 бет.

3 Садиева Х. Р., Бишимбаева Г., Джусипбеков У. Ж. Способ получения тиосульфата натрия – Положительное решение о выдаче предварительного Патента, 2003.

## АЛТЫН ӨНДІРІСІНЕН БӨЛІНЕТІН ЗИЯНДЫ ЗАТТАР

• В статье описана технология добычи золота, исследованы вредные вещества, выделяемые при применении различных технологий при добыче. Указаны источники вредных веществ. Приведены меры по снижению воздействия вредных веществ на окружающую среду.

• Мақалада алтын өндіру технологиясы сипатталған, цехтардағы технологияларды қолданудан бөлінетін зиянды заттар зерттелген. Зиянды заттардың шығу көздері көрсетілген. Қоршаған ортаға зиянды заттар әсерін төмендету шаралары қарастырылған.

• The article describes the technology of gold mining, investigates the harmful substances emitted when using various technologies during mining. Sources of harmful substances are indicated. Measures are given to reduce the impact of harmful substances on the environment.

Қазақстан Республикасының өнеркәсіптік қалаларында ауаның қатты ластануы қоршаған ортаға зиянды әсер етеді. Әсіресе одан әртүрлі өнеркәсіптік кәсіпорындардың жанында орналасқан елді мекендер зардап шегеді. Соңғы жылдарда өндіріс аумақтарында зиянды заттардың көрсеткіш дәрежесі 20 %-ға өсті [1]. Оған металлургиялық зауыттардан шығатын зиянды заттар қоршаған ортаға, тұрғындардың денсаулығына да өз үлесін тигізуде.

Шығарындылардың массасы бойынша күкірт диоксиді басқа ауаны ластаушылар арасында бұрыннан басым орынға ие болды. Қазақстанда ғылыми зерттеулер жеткілікті емес және өте аз көлемде жүргізілуде, бірақ бұл зерттеулер онкологиялық аурулар мен өлім-жітімнің күрт жоғарылағанын көрсетті. Қазақстан халқының ластанған ортада шоғырлануы бойынша көрсеткіші 25-27 % аралығында болады [2]. Дерек көздері бойынша өндіріс аумағында репродуктивті денсаулығы бұзылған 100 мыңнан астам адам тұрады. Өндірістен бөлінетін зиянды заттар әсерінен адамдардың тыныс алу органдары, қан жүйесі, жүйке жүйесі, гепатобилиарлық жүйесі, бүйрек, зәр шығару жолдары зақымдалады. Мұндай аурулар негізінен еліміздің ірі химиялық және металлургиялық кәсіпорындары орналасқан аймақтарында байқалады. Кәсіпорындардың ұзақ мерзімді қызметі қоршаған ортаның барлық компоненттерінің зиянды заттармен ластануының өте жоғары деңгейіне әкелді.

Зерттеу мақсаты өндірістен бөлінетін зиянды заттар және олардың қоршаған ортаға әсерін төмендету шараларын қарастыру.

Зерттеу ҚР-ның өнеркәсіптік кәсіпорындарының бірі – «Алтыналмас» зауыты бойынша жүргізілді. Зауыт цехта-

рынан бөлінетін және әр түрлі технологиялық процесстерден шығатын зиянды заттар талданды.

«Алтыналмас» зауытында алтынды келесі көрсетілген негізгі технология бойынша жүреді:

- кен дайындау (ұсақтау, жартылай өздігінен ұсақтау, шарлы ұсақтау, жіктеу);
- гравитациялық байыту;
- гравитациялық концентрат пен гравитация қалдықтарын гидрометаллургиялық бөлектеп өңдеу.

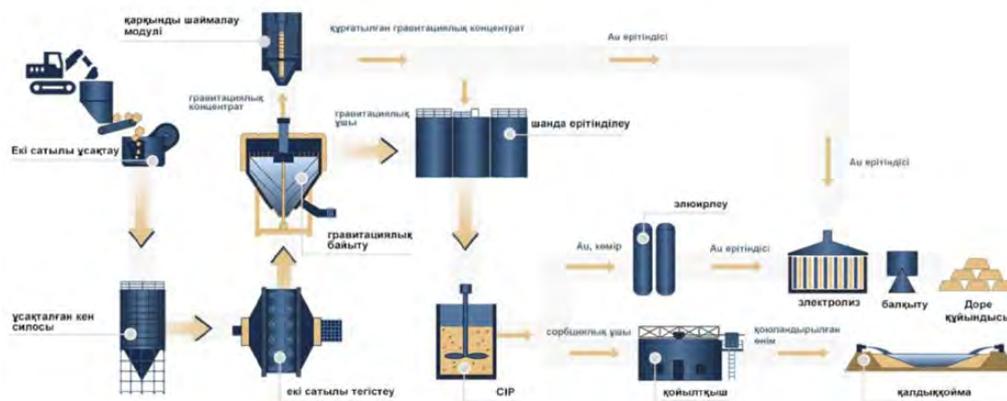
Өндірістік орында натрий цианидін шекті рұқсат етілген концентрациясы – 0,3 мг/м<sup>3</sup>, атмосфералық ауада – 0,01 мг/м<sup>3</sup>. Зерттеу нәтижелері ШРК-дан 2-3 есе үлкен нәтиже беріп тұр.

Су ресурстарын ластаушы заттар санитарлық-тұрмыстық пайдаланылатын су қоймаларындағы судағы цианидтер үшін ШРК 0,1 мг/л, топырақтағы цианидтердің ШРК нормаланбаған. Құйрықты цианидті қойыртпақ цианидтерді залалсыздандыруға жіберу арқылы әсері төмендетіледі. Цианидтерді бақылаудың халықаралық жүйесі (ICMC – international Cyanide Management Code) ережелерінің талаптарына сәйкес WAD – цианидтердің (әлсіз қышқылда диссоциацияланатын) құрамы 50 мг/л-ден аспауы тиіс.

Құрамында цианид бар ерітінділер мен қойыртпақтардың ағуын болдырмау үшін цехта нөлдік белгідегі көрсеткішті көздеу қажет, олардан шайындылар технологиялық процеске бағытталатын болады.

Қалдық қоймасынан айналымдағы суды пайдалану көзделген. Өндірісте су бастапқы шикізатты ұсақтау және жіктеу, гравитациялық байыту және циандау кезінде пульпаның қажетті тығыздығына дейін жеткізу, сондай-ақ реагенттерді дайындау және қайта өңдеу өнімдерін жуу кезінде

«Ақбақай» алтын өндіру фабрикасының  
ЖҰМЫС ЖАСАУ СЫЗБАСЫ



1-сур. – Өндірістің жұмыс жасау сызбасы

1-кесте

Өндірістен бөлінетін зиянды заттар көздері

Зауыттағы ауаны ластау көздері	Бөлінетін зиянды заттар	Әсерін төмендету шарасы
Реагент цехы	Натрий цианиді	HCN бөлінбеуі үшін пайдаланылатын суды рН ≥ 12 дейін алдын ала сілтілендіруді және дайын ерітіндіде рН ≥ 12 ұстап тұру Абсорбердегі газдарды тазартумен міндетті түрде сору желдеткіші жұмыс жасайды (шаңды басу тиімділігі 70 %) Ауа ортасын бақылау-цианидті сутегі үшін жұмыс аймағының ауасындағы цианидтердің ШРК 0,3 мг/м³ құрайды
Кенді ұнтақтау бөлімі	Шаң тәрізді бөлшектер	Шаңды басу тиімділігі 90 % кенді ылғалдандыруды немесе ауаны құрғақ тазалауды қолдану
Шаймалау және сорбция цехы	Кальций оксиді, тұз қышқылы, синиль қышқылы (HCN), күкіртсутегі, бейорганикалық шаң (SiO <sub>2</sub> 70-20 %), шекті С12-С19 көмірсутектер	Технологиялық процесте қойыртпақтың сұйық фазасынан атмосфераға синиль қышқылының бөлінуін төмендету үшін кенді шаймалауға дайындау кезінде әкті беру есебінен қойыртпақтың сұйық фазасының рН 10,5 деңгейінде ұстап тұру көзделген Абсорберде Шығатын газдарды тазалайтын агитаторлардан жергілікті сорғыштарды орнату
Жалғасы		
Көмірді десорбциялау, электролиз және регенерациялау цехы	Газ тәрізді цианид сутегі, гидроциан қышқылы, оттегі және сутегі	Зиянды заттың бөлінуін азайту үшін көмірді қышқылмен өңдеуге және алтынды десорбциялауға арналған аппараттардың герметикалығын, реагенттермен жанасатын құбілерден, бәткік аппаратурадан және электролизерлерден сору Абсорберде бөлінетін газдарды тазалау Жергілікті сору желдеткішін қамтамасыз ету

2-кесте

Технологиялық аппараттардан және қайта бөлулерден зиянды заттардың бөлінуі

Технологиялық операция	Жабдық түрі	Зиянды зат	Мәні
1. NaCN ерітіндісін дайындау	«Сынама» ерітінділерін дайындау үшін ұятты реагенттері бар барабандарды ыдысқа салуға арналған қондырғы	HCN	1,2 мг/м³
2. Цианисті қойыртпақтың ашық беттерінен	Циандауға және сорбциялық сілтісіздендіруге арналған байланыс құбілері	HCN	0,09 мг/м³
3. Қаныққан көмірді қышқылмен өңдеу	Көмірді регенерациялау аппараты	HCN	1,8 мг/м³
4. Алтын десорбциясы	Элюент дайындауға арналған агитаторлар және алтынды элюирлеу аппараты	HCN	1,2 мг/м³

## Өндірістен шығатын қалдықтар

Қалдық түрі	Сипаты
Сорбциялық циандаудың пульпа-қалдықтары түріндегі қатты және сұйық және көмірді регенерациялау бөлімшесінің сұйық теңгерімсіз ерітінділері	Сорбциялық цианизация процесінде құйрық целлюлозасының пайда болуы нәтижесінде үздіксіз алынады Қатты фазаның массасы 130 т/сағ. қатты фаза, улы емес Сұйық фаза 235 м³/с, ұйтты Құрамында ІСМС нормаларынан жоғары қарапайым және ауыр металдардың цианидтері бар
Белсендірілген көмірден жасалған буып-түю ыдысы	Контейнерге қолмен тасымалданады, пайда болуына қарай кәсіпорынның өнеркәсіптік қалдықтары полигонға шығарылады Қатты, біртекті, ұйтты, өрт қауіпті емес қалдықтар
Металл шарлардан жасалған буып-түю ыдысы	Қатты, біртекті, ұйтты емес, өртке қауіпті емес қалдықтар
Органикалық елек (ағаш чиптері)	Қолмен бетондалған шұңқырға тасымалданады,
Темір сульфатының қаптамалық ыдысы	Қатты, біртекті, ұйтты емес, өрт қауіпті емес қалдықтар
Цианидтен жасалған буып-түю ыдысы (биг-бег қаптары және полиэтилен)	АӨФ реагенттік учаскесінің өндірістік қызметінің нәтижесінде шығарылады Қатты, біртекті, ұйтты, өрт қауіпті емес қалдықтар
Цианидтен жасалған орау ыдысы (ағаш жәшіктері)	АӨФ реагенттік учаскесінің өндірістік қызметінің нәтижесінде шығады Шахтада жарамды ағашты пайдалану, артық мөлшерін мамандандырылған пеште жағу Қатты, біртекті, ұйтты, өрт қауіпті қалдықтар
Күйдіргіш натрдан жасалған буып-түю ыдысы	АӨФ реагенттік учаскесінің өндірістік қызметінің нәтижесінде шығады Қатты, біртекті, ұйтты, өрт қауіпті емес қалдықтар
СаО сәндірілмеген әкінен жасалған буып-түю ыдысы	АӨФ реагенттік учаскесінің өндірістік қызметінің нәтижесінде шығады Қатты, біртекті, ұйтты, өрт қауіпті емес қалдықтар
Натрий метабисульфитінен жасалған буып-түю ыдысы	АӨФ өндірістік қызметінің нәтижесінде шығады Қатты, біртекті, ұйтты, өрт қауіпті емес қалдықтар
Жалғасы	
Мыс сульфатының қаптамалық ыдысы	АӨФ өндірістік қызметінің нәтижесінде шығады Қатты, біртекті, ұйтты, өрт қауіпті емес қалдықтар
Тұз қышқылынан жасалған буып-түю ыдысы	Қайта пайдалану үшін жеткізушіге беру мақсатында қышқылдар қоймасының үй-жайында жиналады Қатты, біртекті, ұйтты, өрт қауіпті емес қалдықтар

пайдаланылады. Қойыртпақты қалдық қоймасына тасымалдауға судың едәуір көлемі жұмсалады.

Өндірісте қолданатын сумен бірге шығатын зиянды заттардың дәрежесін төмендету үшін келесі шаралар ұсынылады:

– таза техникалық суды тұтыну. Техникалық сапалы таза су және қалдық шаруашылығында жабдықтарды салқындату жүйесін қоректендіру үшін пайдаланылатын болады;

– айналмалы суды тұтыну. Өндірісте судың айтарлықтай таралуы жоспарланғандықтан, су ресурстарын ұтымды пайдалану мақсатында сумен жабдықтаудың айналым жүйесін көздеу қажет;

– суды қайта тұтыну. Қайталама су ретінде кеніштердегі шахта суы гидрокабылдау кезінде пайдаланылады.

Жер бедеріне қандай да бір ағындардың төгілуін болдырмау мақсатында толық су айналымын бақылау жұмыстары жүргізілуі ұсынылады.

Өндіріс барысында жүретін процесстерден сумен бірге шығатын зиянды заттар 3-кестеде келтірілген.

Жүргізілген тексерулерге талдау нәтижелері бойынша зиянды заттардың бөліну көрсеткіштері жоғары тәуекел деңгейіне сәйкес келеді, бұл ретте кәсіби аурудың даму қаупі неғұрлым жоғары. Зиянды заттар әсерінен адамдардың денсаулығына – тыныс алу органдары, қан жүйесі, жүйке жүйесі, бүйрек, зәр шығару жолдарына айтарлықтай зақым келетіні

жоғарыда айтылған. Ұсынылған деректер тек кәсіби аурулардың дамуына ғана емес, сонымен қатар өндіріс жұмысшыларында өндірістік-шартты, яғни созылмалы инфекциялық емес аурулардың жиілігінің қалыптасуына әсер етуі мүмкін екендігін көрсетеді.

Өнеркәсіпте ауаға зиянды заттардың әсерін төмендету үшін сору желдеткіші, ауаны ылғалды немесе құрғақ тазалау әдістері қолданады. Бұл шараның шаңды басу тиімділігі 70-90 %. Ал су көзі арқылы шығатын зиянды заттар дәрежесін төмендету үшін техникалық су мен айналмалы суды қолданады. Бұл шара цианидтың ШРК шамасын азайтады.

## Әдебиеттер

- ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание.
- <https://www.altynalmas.kz/akbakay>
- ГОСТ 12.1.007–76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- <https://cyberleninka.ru/article>
- Чеботарев А. Г. Условия труда и состояние профессиональной заболеваемости рабочих горнодобывающей промышленности. – ГУ НИИ медицины РАМН. – М., 2016. – С. 9-17.

## THE INFLUENCE OF THE FRACTIONAL COMPOSITION OF SAWDUST ON SAWDUST CONCRETE

- *В статье рассматривается способ получения опилочного бетона из опилок (отходов производства древесины) и разделение опилок на фракции для улучшения его свойств.*
- *Мақалада ағаш өндірісінен қалдық ретінде қалатын, үгіндіден үгінді бетон алу жолы және оның қасиеттерін жақсарту мақсатында үгіндіні фракциялық құрамға бөліп алу қарастырылған.*
- *The article discusses a method for obtaining sawdust concrete from sawdust remaining as waste from wood production, and the separation of sawdust into a fractional composition in order to improve its properties.*

The current state of the construction market reflects a positive trend towards the creation of new thermal insulation materials, which is due to the policy of energy saving, in the conditions of a critical increase in the cost of energy resources. Providing the necessary indicators of thermal resistance determines the widespread use of thermal insulation materials.

Promising raw materials for the production of thermal insulation materials are waste from logging and woodworking industries. The use of these types of raw materials for the production of thermal insulation materials will not only meet the growing demand for thermal insulation materials, but also partially solve the problem of processing wood waste [1].

Until today, sawdust and machine shavings were practically not used and were mainly sent to dumps. Only recently, due to the emerging growth of production in the woodworking industry, many sawmills and woodworking enterprises began to look for the use of soft waste. Wood waste such as sawdust, which accumulates in huge quantities in logging industries and woodworking enterprises and is very little used, does not require any expenses for their production.

The main advantages of composite materials based on wood waste are:

1. High thermal insulation properties that significantly reduce energy consumption for heating buildings and houses, as well as reduce construction costs, thanks to the



*Fig. 1 – Concrete from waste wood processing industry*



*Fig. 2 – Sawdust concrete of 5 mm fractional composition of sawdust*



*Fig. 3 – Sawdust concrete of 5-3 mm fractional composition of sawdust*



*Fig. 4 – Sawdust concrete of 3-1 mm fractional composition of sawdust*



*Fig. 5 – Sawdust concrete of 1 mm fractional composition of sawdust*



*Fig. 6 – PSU-10 hydraulic press*

possibility of using lightweight structures-reducing the thickness of the walls, the load on the foundation.

2. Environmental safety. Building materials based on wood raw materials do not emit harmful volatile substances, do not electrify, do not shield natural electromagnetic fields, do not create a «thermos» effect in the room, allow the walls to «breathe».

3. Wood-filled composites are frost-resistant, able to withstand sudden temperature changes, resistant to atmospheric influences, moisture, ultraviolet light, the formation of mold and fungi [2].

One of the most promising materials for low-rise construction is sawdust concrete. This is a relatively cheap building material as it uses sawdust as a filler, which as waste accumulates in large quantities at various wood processing and woodworking enterprises. The production of building materials from sawdust concrete is particularly advantageous if it is located close to or is part of the structure of these enterprises (figure 1).

In the composition of sawdust, complex organic substances are formed: carbon, hydrogen, oxygen. These include cellulose, lignin, hemicellulose, where the main thing is 90-95 %. Cellulose is the main substance that provides the flexibility and mechanical strength of wood. Cellulose is highly resistant to heat. Short-term heating up to 200 °C is not able to decompose cellulose. The decomposition process begins only at 275 °C.

Lignin increases the hardness of wood waste. When heated, lignin acquires plastic properties.

Some sawdust and tree bark contain resins. They are in dried sawdust on pine 6,4 %, spruce 1,9 %, birch 1,2 %, aspen 1,5 %. Resins are well soluble in alcohol, acetone, and alkalis. When heated, they melt and turn into a plastic state, and when cooled, they harden again. This property of the resin is used in pressing. When pressing the heated wood, the molten resins fill the free space between the sawdust [3].

The insufficiently wide use of construction products made of sawdust concrete is explained by the fact that they were mainly produced at specialized enterprises, which practically negated the possibility of using almost such a low-value product as sawdust, due to additional transport costs. The possibility of widespread use of sawdust concrete is due to the fact that it can be used to obtain building materials with a wide range of strength and thermal insulation properties and thus use them both for load-bearing and capital walls, and for partitions.

In low-rise construction, as a building material, sawdust concrete is characterized by a lightweight structure combined with environmental friendliness and effective thermal insulation. Having a large-pored structure, sawdust concrete provides minimal energy consumption for heating and provides good air exchange [4].

In this regard, the solution of the problem of processing wood waste and the development of new wood-filled thermal insulation materials with a high degree of thermal insulation is an urgent task.

The aim of the study is to determine the effect of the particle size of sawdust on the properties of sawdust concrete.

The objective of the study is to determine the compressive strength and the nature of destruction of sawdust concrete samples using a sawdust filler of various fractional composition. To determine the effect of the fractional composition of sawdust on the strength

of sawdust concrete, samples were made in the form of parallelepipeds with dimensions of 100 × 100 × 100 mm. Before mixing, sawdust was sifted through a sieve with holes with a diameter of 5 mm, 3 mm, 1 mm, 0,35 mm. In this case, the preparation of samples was carried out from sawdust, almost dried and not refined (figure 2-5) [5].

The water-cement ratio was 1 liter of water per 1 kg of cement. After mixing, the samples were placed in molds and manually rammed. 3 blocks of each type were made. The samples gained strength at a temperature of 15-20 °C under natural humidity conditions for 28 days [6].

After the final exposure of 28 days, the samples were subjected to force on a hydraulic press until they were destroyed. The force and the amount of deformation were recorded and the compressive strength limits were calculated. Under compression, the average strength value for the above mixtures was 1,205; 1,196; 1,191; 1,213 MPa, respectively (figure 6, 7).

The characteristic positive features when using sawdust concrete are as follows:

1. The material can be easily subjected to mechanical influences: sawing, drilling, fixing with nails.

2. The composition of the cement of construction structures with sawdust concrete is an excellent basis for any kind of coatings that perform protective and decorative functions.

3. The sawdust content of about 50% can withstand temperatures up to 1200 °C degrees in the region of two and a half hours. The fire resistance of sawdust concrete shows its high quality of fire safety, as well as its suitability for the construction of any type of buildings and structures [7].

Thus, it can be concluded that with the use of wood waste, it is possible to obtain environmentally friendly, low-energy, fire-resistant thermal insulation materials.

Analysis of these studies allows us to draw the following conclusion: Sawdust concrete based on sawdust of a larger fraction has a higher compressive strength. Apparently, this is due to the comparable size of sawdust particles from the band sawmill.

#### References:

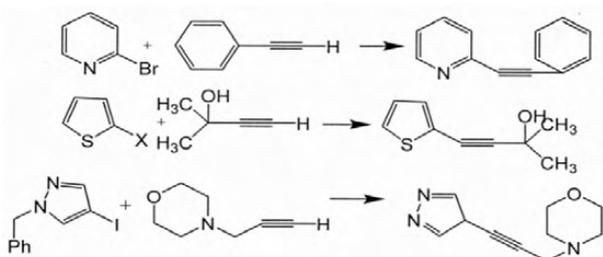
- 1 Fedina O. N. Aqash qaldyqtary men mineraldy-polimerli baylanystyrgyshtardan jasalgan jyly oqshaylagysh onimder: referat. dis. teh. gylymdar. kand. – Novosibirsk, 2007. - 18 b.
- 2 Stepanov V. V. Aqash qaldyqtaryna negizdelgen jyly oqshaylagysh materialdy azirley: referat. dis. kand. teh. gylymdar – Kazan, 2013. - 16 b.
- 3 Ziatdinova D. F., Safin R. G., Timerbaev N. F., Levashko I. I. Jyly oqshaylagysh materialdar ondirisini qazirgi ja-kuiin talday jane aqash ondey qaldyqtary negizinde jane materialdar jasadymumkindigi // KNIITU. - 2011. - № 18. - B. 63-69.
- 4 Safin R. G. Aqash tolyrgyshyna negizdelgen joqary tiimdi jyly oqshaylagysh material // Qazan jarshysy. - 2012 – № 11. - B. 90-92.
- 5 Nijnikovskii G. S., Shastyn V. N., Dikarev K. B., Solonovich A. V. Qurylysta jane jyly oqshaylagysh materialdardy qoldany nusqalary // Dnepr memleketтик qurylystas jane saylet akademiasynyn habarshysy. - 2009. – № 4. – B. 36-38.
- 6 Syshkov S. I. Qurylystaqy aqash qaldyqtaryn paldalanymumkindigi // XXI qasyrdaqy gylymy zertteylerdin ozekti baqyttary: Teoria jane praktika. - 2014. - № 2-1. - B. 170-176.
- 7 Davaasenge S. S., Byrenina O. N., Petyhova E. S. Fizika – mehanikalq qasietterin jaqsarty ushin ugindi betonnyr modifikasiy // KybGay gylymy jyrnaly. - 2014. - № 101(07). - B. 348-357.

## SYNTHESIS OF HETEROCYCLIC HALOGENINES

- В статье приведен синтез галогенов с помощью литийалюминийорганических ениновых комплексов. Состав и структура полученных продуктов подтверждены данными элементов анализа, ИК- и ПМР-спектров. Проведено гидрирование синтезированных соединений на скелетноникелевых катализаторах.
- Бұл мақалада галогениндер органоалюминий-алюминий енин кешендерін қолдану арқылы синтезікелтірілген. Алынған өнімдердің құрамы мен құрылымы элементтік анализ, ИК-, ПМР-спектрлерінің мәліметтерімен расталды. Синтезделген қосылыстардың гидрленуі қаңқа никель катализаторларында жүргізілді.
- In this work, halogenines were synthesized using organolithium-aluminum enine complexes. The composition and structure of the obtained products were confirmed by the data of elemental analysis, IR and PMR spectra. Hydrogenation of the synthesized compounds was carried out on skeletal nickel catalysts.

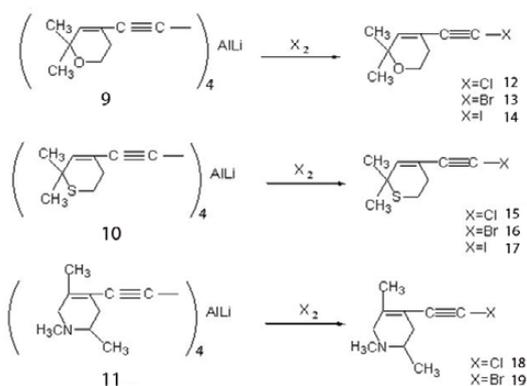
It is known that heterocyclic compounds of oil have a negative effect on the quality of motor fuels and on the environment, but they are a raw material base for the production of physiologically active substances and medicines [1-3]. Taking into account the urgency of the problem under consideration, we have synthesized heterocyclic halogenines.

It was shown in [4-6] that the use of 1 % palladium on carbon and 2 % triphenylphosphine in the presence of three equivalents of potassium carbonate in the reaction of alkyl-, arylacetylenes and acetylenic alcohols with heterocyclic halides allows obtaining the corresponding ethynyl-substituted heterocycles



The reaction of interaction of organolithium-aluminum enine complexes of pyran and piperidine series (1-3) obtained by us earlier [8] with halogens has been studied. It was found that these compounds readily interact with tetrahydrofuran and pyridine in a solution.

Thus, we have developed the preparation of a new group of helogenic compounds by the interaction of lithium-aluminum-organic unsaturated complexes directly with halogens according to the scheme:



Physicochemical data of the obtained new halogenic compounds (4-11) are summarized in table 1.

To prove the structure of the synthesized heterocyclic halogenines and study their reactivity, we studied the hydrogenation reaction of bromenines of the pyran and piperidine series (8, 11) on Raney nickel and a skeletal nickel catalyst containing 5 wt. % Mo and measuring the potential of

the catalyst during the reaction. Figure 1 presents the kinetic and potentiometric curves hydrogenation of 2,2-dimethyl-4-bromoethynyl- $\Delta^4$ -digidropirana (curves 1, 2) and 1,2,5-trimethyl-4-bromoethynyl- $\Delta^4$ -degidropiperidina (curves 3, 4) on Raney nickel and skeletal nickel-molybdenum catholyzer (5 wt.% Mo) in methanol at 30 °C. As can be seen from the figure 1, there is an exhaustive hydrogenation with the absorption of the theoretically calculated amount of hydrogen.

The data obtained indicate that nitrogen-containing halodenines are hydrogenated almost twice at a higher rate than sulfur-containing ones. No sharp changes are observed on the kinetic and potentiometric curves; the order of reactions is close to zero. The skeletal nickel-molybdenum catalyst is much more active than Raney nickel. Anodic displacement of the catalyst potential reaches 350-500 mV, depending on the nature of the catalyst and by the end of the reaction reaches the value of E in the case of hydrogenation of nitrogen-containing halodenine and does not reach the reversible hydrogen potential of the catalyst by 150-200 mV during hydrogenation of sulfur-containing halodenine. In contrast to heterocyclic enines, hydrogenation of halodenines saturates the double bond of the heterocycle, which is probably associated with the shift of the electron cloud towards the halogen and an increase in the reactivity of the double bond of the heterocycle. A similar picture was observed by us during the hydrogenation of pyridine and its complexes. The conversion of pyridine into ethylpyridine bromide promoted its smooth hydrogenation to form ethylpiperidine bromide.

### Experimental part

**2,2-dimethyl-4-hloretinil- $\Delta^4$ -digidropiran (4).** Prepare lithium organoaluminum complex of 0.5 g (0.013 mol) of lithium aluminum hydride and 6.8 g (0.05 mol) of 2,2-dimethyl-4-ethynyl- $\Delta^4$ -digidropirana in pyridine. With vigorous stirring, 0.026 mol of gaseous chlorine is passed into the resulting complex while cooling to -30 °C and the temperature is maintained at -15 °C for one hour, the resulting product is decomposed with 5 % hydrochloric acid solution and extracted with ether. The ether extracts are dried with magnesium sulfate. After distilling off the solvent, 2 g of 2,2-dimethyl-4-chloroethynyl- $\Delta^4$ -dihydropyran with b. p. 70-72 °C at 233 Pa,  $n_D^{20}$  1.5130,  $d_4^{20}$  = 1.0040.

In the IR spectrum of the obtained compound there are bands in the region of 1630  $\text{cm}^{-1}$  ( $-\text{C}=\text{C}-$ ), 2125  $\text{cm}^{-1}$  ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ).

**Found, %:** C 63.30, H 6.30, Cl 20.60;

**Calculated, %:** C 63.30, H 6.50, Cl 20.80;  $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{OCl}$

**1,2,5-trimethyl-4-hloretinil- $\Delta^4$ -degidropiperidin (10).** From 0.5 g (0.013 mol) of lithium aluminum hydride and 7.7 g (0.052 mol) of 1,2,5-trimethyl-4-ethynyl- $\Delta^4$ -dehydrodipiperidine in tetrahydrofuran in a stream of nitrogen, the enine complex is obtained. With vigorous stirring and cooling to -30 °C, 0.026 mol of chlorine is passed into the reaction mixture, the resulting product is stirred for another hour at a temperature of -20-15 °C and then decomposed with a 10 % solution of sodium alkali. After appropriate work-up, 2.25 g (45 % of theory) of 1,2,5-trimethyl-4-chloroethynyl- $\Delta^4$ -dehydrodipiperidine with a melting point of 35 °C are obtained.

**Found, %:** C 65.30, H 7.30, N 7.50, Cl 19.20;

**Calculated, %:** C 65.40, H 7.40, N 7.60, Cl 19.30;  $\text{C}_9\text{H}_{14}\text{NCl}$

**2,2-dimethyl-4-iodetinil- $\Delta^4$ -digidropiran (6).** In eninovu complex obtained under the above conditions, of 0.5 g (0.013 mol) of lithium aluminum hydride and 6.8 g (0.05 mol) of 2,2-dimethyl-4-ethynyl- $\Delta^4$ -digidropirana added 6.6 g (0.026 mol) of iodine in tetrahydrofuran at a temperature of 0 +10 °C and the mixture is stirred at a temperature of 30 °C for 10 hours, then decomposed with a 10 % alkali solution. The resulting product is extracted with ether, the extracts are dried over magnesium sulfate. Obtained 3.26 g (48 % of theory) of 2,2-dimethyl-4-

iodetinil- $\Delta^4$ -degidropiperidin boiling. 63-6 °C at 133 Pa,  $n_D^{20}$  1.5328,  $d_4^{20}$  = 1.0040.

In the IR spectrum of the obtained compound there are bands in the region of 1640  $\text{cm}^{-1}$  ( $-\text{C}=\text{C}-$ ), 2170  $\text{cm}^{-1}$  ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ )

**Found, %:** C 41.10, H 4.10, I 48.20;

**Calculated, %:** C 41.20, H 4.20, I 48.50;  $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{OI}$

**2,2-dimethyl-4-brometinil- $\Delta^4$ -digidropiran (5).** To a suspension of an organo-lithium-aluminum complex obtained by heating to 60 °C in a flow of an inert gas from 0.5 g (0.013 mol) of lithium aluminum hydride in tetrahydrofuran and 6.8 g (0.05 mol) 2,2-dimethyl-4-ethynyl- $\Delta^4$ -dihydropyran is added dropwise while cooling to a temperature of -20 °C 4.16 g (0.026 mol) of bromine diluted with tetrahydrofuran. With vigorous stirring, the reaction temperature is raised to -10 °C and maintained for an hour, then the resulting product is decomposed under cooling with a 5 % hydrochloric acid solution, extracted with ether, the ether extracts are dried over calcium chloride. After distilling off ether, the residue is distilled under vacuum. Obtained 4.5 g (81 % of theory) of 2,2-dimethyl-4-brometinil- $\Delta^4$ -dihydropyran, which is a yellowish liquid crystallized within a day, m. p. 42 °C.

**Found, %:** C 50.10, H 5.00, Br 36.90;

**Calculated, %:** C 50.20, H 5.10, Br 37.20;  $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{OBr}$

**1,2,5-trimethyl-4-brometinil- $\Delta^4$ -degidropiperidin (11).** To a solution of an organolithium-aluminum complex obtained by heating to 60 °C in an inert gas stream from 0.5 g (0.0125 mol) of lithium aluminum hydride and 7.5 g (0.5 mol) 1,2,5-trimethyl-4-ethynyl- $\Delta^4$ -dehydrodipiperidine in tetrahydrofuran, 4.8 g (0.03 mol) of bromine in tetrahydrofuran are added dropwise while cooling to -30 °C. With vigorous stirring, the temperature is raised to -10 °C and maintained at this temperature for an hour. Then the resulting product is decomposed with a 10 % alkali solution and extracted with ether. The ether extracts are dried with magnesium sulfate. After distilling off the solvent, 4 g (76 % of theory) of 1,2,5-trimethyl-4-bromoethynyl- $\Delta^4$ -dehydrodipiperidine are obtained, m. p. 63 °C.

In the IR spectrum of the obtained compound there are bands in the region of 1660  $\text{cm}^{-1}$  ( $-\text{C}=\text{C}-$ ), 2200  $\text{cm}^{-1}$  ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ).

**Found, %:** C 52.20, H 5.90, N 5.89, Br 34.90;

**Calculated, %:** C 52.60, H 6.00, N 6.09, Br 35.00;  $\text{C}_{10}\text{N}_1\text{NBr}$

### Literature

- 1 Azerbaev I. N., Sarbaev T. G., Yagudeev T. A. Sintezy na osnove neftyanykh uglevodorodov. – Alma-Ata: Nauka, 1974. – 224 p.
- 2 Praliev K. D., Sokolov D. V., Hohlov E. I. Sintez i stereohimiya feniletinilirovaniya 1-(2-etoksietil)-3-metilpiperidin-4-ona // Him. farm. zhurnal, 1986. – T 20. № 6. – P. 679-683.
- 3 Sharifkanov A. Sh. Issledovanie v oblasti sinteza novykh fiziologicheskii aktivnykh proizvodnykh N-zameshennyye 2,5-dimetil-piperidona. Sintez novykh obezbolivayushhih veshchestv / Avtoreferat. – Alma-Ata, 1968.
- 4 Yonin B. N., Ershov B. A., Koltsov A. NMR spectroscopy in Organic Chemistry. – L., 1983. – P. 221.
- 5 Trofimov B. A. Heteroatomic acetylene. – M.: Science, 1981. – P. 319.
- 6 Kotlyarevsky I. L., Schwartzberg M. S., Fisher L. B. The reactions of acetylenic compounds. – Novosibirsk: Science, 1967. – P. 356.
- 7 Yagudeev T. A. Funktsionalnoe zameshennyye 1,6-dieny, karbo-, geterotsiklicheskie monopoliatsetilenovyye, eninovyye elementoorganicheskie soedineniya i ih polimery: sintez, prevrashheniya i svojstva. / Avtoref. diss. doktora him. Nauk – Almaty, 2009. – 36 s.
- 8 Toktagulova K. M., Aliev N. U., Yagudeev T. A. Sintez fosforilirovannykh eninov reaktivnej Mihaelisa-Bekkerera // Himicheskij zhurnal Kazahstana. – Almaty, 2017 – S. 60-62.
- 9 Aliev N. U., Yagudeev T. A., Abdraimov B. N. Ispolzovanie litijaluminij-organicheskikh kompleksov dlya sinteza geterotsiklicheskih diendiinov / Materialy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Innovatsionnyye puti razvitiya neftegazovoy otrasli respubliky Kazahstan» – Almaty, 2007. – S. 282-284.

## СОСТАВ БУРОВОГО РАСТВОРА ПРИ БУРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В НЕУСТОЙЧИВЫХ ГЛИНИСТЫХ ПОРОДАХ

• *Бурение скважины в значительной степени зависит от состава и свойств буровых растворов, которые должны обеспечивать безопасность и безаварийность ведения работ при высокой скорости бурения и качественном вскрытии продуктивного пласта. Применение буровых растворов с регулируемыми свойствами требует значительных средств для экономии затрат времени на работы, связанные с авариями, осложнениями, проработками и промывками, длительностью и результатами освоения. В статье приведены некоторые особенности влияния горных пород на состав бурового раствора и различные сочетания, применяемые при бурении технологических скважин.*

• *Ұңғыманы бұрғылау көбінесе бұрғылау сұйықтықтарының құрамы мен қасиеттеріне байланысты, олар қауіпсіздігі мен жұмыс қабілетін жоғары бұрғылау жылдамдығымен және өнімді қабаттың сапалы ашылуымен қамтамасыз етуі керек. Қасиеттері реттелетін бұрғылау сұйықтықтарын пайдалану апаттарға, асқынуларға, қайта өңдеуге және шаюға байланысты жұмыстарға, уақыттың ұзақтығы мен нәтижелеріне жұмсалатын уақытты үнемдеу үшін қомақты қаражатты қажет етеді. Мақалада тау жыныстарының бұрғылау сұйықтығының құрамына әсер етуінің кейбір ерекшеліктері және технологиялық ұңғымаларды бұрғылауда қолданылатын әртүрлі комбинациялар келтірілген.*

• *Well drilling largely depends on the composition and properties of drilling fluids, which must ensure safety and trouble-free operation at a high drilling speed and high-quality penetration of the productive formation. The use of drilling fluids with adjustable properties requires significant funds in order to save time spent on work related to accidents, complications, rework and flushing, duration and results of development. The article presents some features of the influence of rocks on the composition of the drilling fluid and various combinations used in drilling technological wells.*

Современный уровень развития буровой техники и технологии бурения позволяет совмещать технологические операции по вскрытию и освоению продуктивных пластов, при этом часто достигается положительный эффект. Решающим фактором при выборе способов вскрытия и освоения продуктивного пласта является характеристика устойчивости пород, слагающих вскрываемые пласты и качество применяемых промывочных жидкостей.

Технологический процесс промывки ствола при бурении технологических скважин, являясь, по сути, обеспечивающим другие технологические процессы бурения скважины, в значительной степени определяет их эффективность, а в итоге – качество и стоимость скважины. Так, если неэффективный процесс разрушения породы на забое может лишь затруднить процесс бурения скважины, сделать его менее результативным, то использование неэффективной технологии промывки при неблагоприятном стечении обстоятельств может привести к невозможности продолжения ее бурения. В связи с этим многие отечественные и зарубежные компании по предоставлению сервиса в области буровых растворов стали уделять большое внимание предупреждению и ликвидации осложнения при бурении технологических скважин.

В процессе вскрытия проницаемого пласта бурением чаще всего используется глинистый раствор для повышения устойчивости стенок скважины и предотвращения поглощения промывочной жидкости пластом, что приводит к закупорке пор и трещин коллектора пласта, снижая его проницаемость. Основным фактором, снижающим проницаемость пласта, является кольматация (процесс искусственного проникновения частиц в поры и трещины горных пород), которая проявляется в проникновении в поры и трещины пласта шлама, выбуренной породы, дисперсной фазы (глинистых частиц) и фильтрата промывочной жидкости и образовании слабопроницаемой глинистой корки на стенках скважины. Еще одним недостатком промывочной жидкости на водной основе является ее повышенная проникающая способность, что ведет к набуханию глин и впоследствии – к сужению скважины и прихвату буровой колонны. Установлено, что влияющими параметрами буровой промывочной жидкости на предупреждение прихвата буровой колонны являются: фильтрационные и смазывающие свойства [1].

В связи с этим разработка новых составов эффективных буровых растворов с применением реагентов, которые могут обеспечить сохранение ствола скважины в устойчивом состоянии, представляется весьма актуальной задачей. Существует

практическая потребность в новых научно обоснованных технологических и технических решениях и разработках по созданию многофункциональных реагентов для буровых растворов на водной и углеводородной основе и, следовательно, имеющих существенное значение для развития урановой отрасли Казахстана.

При выборе основной дисперсионной среды бурового раствора, призванной свести к минимуму осложнения в стволе скважины, первым шагом является сбор максимально возможного объема информации о геологии, истории развития напряжений в породах и о распространении сбросов в конкретном регионе. По данным каротажа необходимо определить градиент температур и поровых давлений, содержание воды в глинистых минералах в пластовых условиях [2], а также провести исследования образцов горных пород, которые могут вызвать осложнения.

К основным свойствам бурового раствора относятся плотность, вязкость, ингибирующая способность, стабильность бурового раствора, величина водородного показателя pH, фильтрационные параметры, пенообразующая способность, триботехнические свойства. Перечисленные свойства буровых растворов модифицируются путем обработки их различными реагентами, которые одновременно оказывают влияние на несколько параметров бурового раствора.

Основные свойства буровых растворов зависят от размера, формы и химического состава взвешенных в нем частиц. По размерам эти частицы удобно разделить на три группы:

- коллоиды размером от 0,1 до 2 мкм, определяющие вязкостные и фильтрационные свойства раствора;
- ил, утяжелители с размером частиц от 1 до 70 мкм, обеспечивающие необходимую плотность раствора;
- песок с размером частиц от 50 до 400 мкм, которые хотя и закупоривают крупные отверстия в некоторых очень пористых пластах, в остальном оказывают отрицательное воздействие в силу высокой абразивности.

Коллоидная фракция раствора обладает высокой активностью благодаря очень малому размеру частиц по отношению к их массе. Такая дисперсная система отличается большой удельной поверхностью, а поведение частиц и раствора в целом определяется главным образом электростатическими зарядами на их поверхностях, которые способствуют развитию сил притяжения / отталкивания между частицами. Особо активными коллоидами являются глинистые минералы, которые отличаются как по форме (мельчайшие кристаллические пластинки и пакеты из таких пластинок), так и молекулярным строением этих частиц. Благодаря особому строению кристаллической решетки активных глинистых минералов на базальных поверхностях частиц образуются сильные отрицательные заряды, а также положительные заряды на ребрах и гранях. Взаимодействие между этими противоположными зарядами при низких скоростях течения сильно влияет на вязкость глинистых растворов и является причиной обратимого структурообразования, когда раствор находится в состоянии покоя.

В природе глины состоят из различных минералов, таких как монтмориллонит, иллит и коалинит, из которой наибольшей активностью обладает монтмориллонит.

При взаимодействии с водой глина набухает вследствие гидратации базальных плоскостей и ориентированных около них противоионов (Ca, Na, Mg). В результате такой гидратации образуется суммарная гидратная оболочка, обладающая упругими свойствами, и вследствие этого давление набухания достигает больших величин. При механическом воздействии на смесь глины с водой происходит расслоение пакетов по базальным плоскостям и их разлом по ребрам и граням с образованием

глинистого раствора. Такая первичная дезинтеграция глины в воде называется диспергированием.

Упругие гидратные оболочки на поверхности частиц глины предотвращают их слипание, таким образом происходит так называемая естественная стабилизация системы. Толщина гидратной оболочки зависит от величины отрицательного заряда природой глины. Наиболее активным минералом является монтмориллонит. Чем больше его содержание в глинистой породе (60-70 % и более), тем выше выход раствора из единицы веса глины (15 м<sup>3</sup> и более из 1 тонны глинопорошка).

Во многих случаях для регулирования свойств бурового раствора глинистые коллоиды дополняются, а иногда и полностью заменяются органическими коллоидами. Так, при попадании в систему растворимых солей происходят следующие явления. С увеличением концентрации соли в растворе вследствие динамического характера адсорбционных процессов возрастает концентрация положительно заряженных катионов у отрицательно заряженной поверхности глинистых частиц. При определенной концентрации соли (1-1,5 % NaCl, 0,25 % CaCl<sub>2</sub>) происходит полная нейтрализация заряда поверхности глины, а защитная гидратная оболочка исчезает. В результате такого воздействия солей происходит коагуляция системы: частички глины слипаются в крупные блоки, раствор загустевает и резко возрастает водоотдача. Для восстановления свойств раствора в этом случае можно использовать солестойкие полимерные реагенты, такие как крахмал, КМЦ и другие. Макромолекулы этих полимеров вместе со своими гидратными оболочками будут адсорбироваться на поверхности глинистых частиц и создадут так называемые искусственные защитные гидратные оболочки. При таком воздействии коллоидов скоагулированные частички вновь разъединяются, этот процесс повторного диспергирования глинистых блоков называется пептизацией. При определенной концентрации полимера свойства раствора полностью восстанавливаются. Кроме адсорбционной стабилизации глинистых частиц многие полимеры образуют в растворе полимерные блоки коллоидного размера. Как в пресных, так и в соленых растворах такие частички из полимеров существенно влияют на свойства растворов. В зависимости от величины молекулярного веса полимеры могут влиять или не влиять на структурно-механические свойства растворов, но всегда эффективно снижают водоотдачу.

Коллоидной фракцией одного из растворов на углеводородной основе (РУО) является олеофильный бентонит. В другом типе такого раствора (инверсной эмульсии) вязкостные и фильтрационные свойства обеспечиваются активным эмульгированием значительной части водной фазы. Для структурообразования в растворе на углеводородной основе используют специально изготовленные олеофильные глины, а для улучшения фильтрационных свойств – олеофильные гуматы [3].

Глинистые породы представляют собой полиминеральные образования, которые состоят преимущественно из минералов класса силикатов, образовавшиеся из горных пород в результате длительных геохимических процессов (физико-химического выветривания, гидротермальных превращений и переосаждения). Однако основные свойства, характеризующие данные породы, определяются присутствием глинистых минералов. Глинистые минералы относятся к слоистым и слоисто-ленточным силикатам алюминия, железа и магния. Частицы глинистых минералов имеют главным образом пластинчатую форму, но также встречаются минералы в виде удлиненных пластинок, а также трубчатые и волокнистые частицы [4, 5]. Обычные глинистые минералы являются слоистыми филлосиликатами, которые имеют слоистую структуру, в какой-то степени похожую на структуру слюд. Микроструктуры глинистых образований

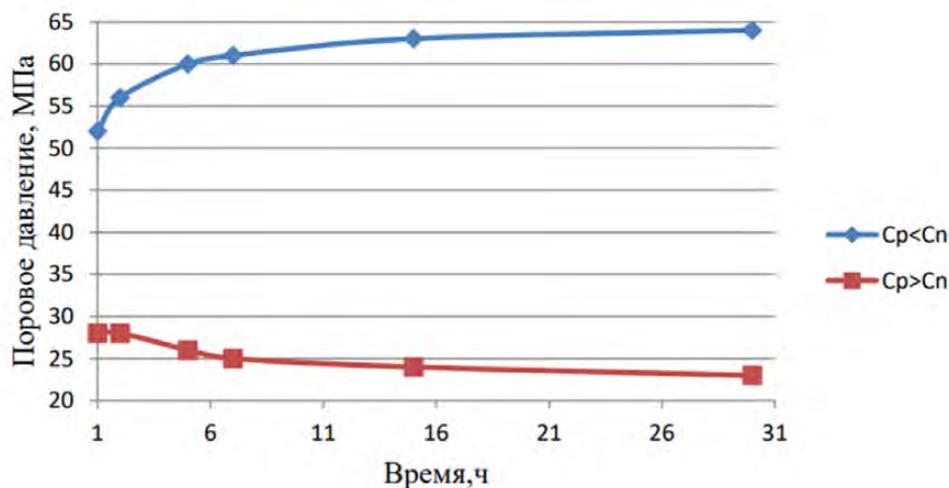


Рис. – График распределения порового давления в породе на контуре скважины с течением времени

исключительно чувствительны к изменению физических и геохимических полей и поэтому трансформируются в процессе литогенеза. Сразу же после отложения осадка начинается его диагенетическое преобразование под влиянием процессов физико-химического уплотнения и дегидратации. При физико-химическом уплотнении изменяются состав и концентрация иловых вод.

Одно из наиболее характерных направлений диагенетического преобразования иловых вод – концентрирование в них солей и увеличение содержания  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  и  $K^+$ , в результате которого обменный комплекс осадков также претерпевает значительные изменения. Это приводит к уменьшению гидрофильности глинистых частиц и степени диффузности их двойного электрического слоя [2]. Исходя из вышеизложенного, в случае наличия пластичных глинистых пород в практике промывки скважин наиболее широко используются хлоркальциевые, гипсовые, силикатные, бариевые и кальциевые буровые растворы. Применение таких растворов позволило значительно сократить обвалы, осыпи, сужения ствола и кавернообразования, уменьшить время на промывку и проработку скважин.

В качестве дисперсионной фазы бурового раствора чаще всего применяется вода, что обусловлено ее низкой стоимостью и безопасностью. В таких случаях для стабилизации глины в стволе скважины необходимо снижать активность воды. Эффект достигается путем химического связывания молекул воды, предотвращения их проникновения вглубь глины. Следует отметить, что скорость гидратации и реакция на различные типы ингибиторов набухания у пластичных и непластичных глин неодинаковы. Непластичные глины связывают малое количество воды и сразу разрушаются, поэтому необходимо снижать скорость гидратации путем уменьшения активности молекул воды.

Устойчивость ствола скважины обеспечивается за счет использования в составе бурового раствора полиакрилатов натрия или калия, что при их сочетании с глицерином и с формиатом натрия способствует повышению ингибирующей способности к глинистым породам. Поливинилпирролидон (PVP) проявляет склонность к комплексообразованию и связывает низкомолекулярные соединения. Введение в состав бурового раствора на водной основе поливинилпирролидона (PVP) способствует снижению активности дисперсионной среды раствора, сдерживанию роста порового давления в породах,

слагающих стенки скважины, и тем самым повышает устойчивость ствола при бурении в глинистых породах [6].

Взаимодействие промывочной жидкости и глинистой породы оказывает существенное влияние на устойчивость ствола и приводит к изменению порового давления и напряженно-деформированного состояния породы вокруг скважины, в результате перераспределения полярных соединений из-за разности их концентрации в буровом растворе и породе.

На рисунке представлен график влияния взаимодействия бурового раствора и горной породы в результате разницы в концентрации полярных реагентов, на устойчивость пород вокруг ствола скважины.

Как видно из графика, если первоначальные концентрации полярных соединений в растворе  $C_p$  и в породе  $C_n$  не уравновешены, с увеличением времени взаимодействия между ними происходит изменение порового давления и как результат – снижение устойчивости пород, слагающих стенки скважины, что приводит к перераспределению напряжений в породе вокруг ствола скважины и снижению их устойчивости по сравнению с первоначальными условиями [7].

#### Литература

- 1 Самой А. К. Прихваты колонн при бурении скважин: учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1978. – 207 с.
- 2 Осипов В. И. Микроструктура глинистых пород / под ред. академика Е. М. Сергеева / Осипов В. И., Соколов В. Н., Румянцева В. А. // М.: Недра, 1989. – 211 с.
- 3 Хуббатов А. А. Водородные связи и взаимодействия в буровых растворах / Гайдаров М. Р., Норов А. Д., Гайдаров А. М., Хуббатов А. А., Потапова И. А. // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2016. – № 4. – С. 23-31.
- 4 Ружников А. Г. Влияние прочностных свойств литифицированных отложений на стабильность ствола скважины / А. Г. Ружников // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2014. – № 1. – С. 1-13.
- 5 Чудинова И. В. Особенности гидратации глинистых пород с точки зрения супрамолекулярной химии / И. В. Чудинова, Н. И. Николаев. / Бурение в осложненных условиях: Материалы Международной научно-практической конференции. – СПб.: ЛЕМА, 2016. – С. 102-103.
- 6 Гусман А. М. Автореферат докторской диссертации. Управление процессом очистки забоя бурящейся скважины. – М., 2000.
- 7 Чудинова И. В. Обоснование выбора ингибирующих реагентов для повышения устойчивости глинистых пород / И. В. Чудинова, Н. И. Николаев, А. В. Розенцвейт // Инженер-нефтяник. – 2017. – № 2. – С. 10-12.

## СВ-СИНТЕЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В РЕЖИМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГОРЕНИЯ

- В статье описана технология добычи золота, исследованы вредные вещества, выделяемые при применении различных технологий при добыче. Указаны источники вредных веществ. Приведены меры по снижению воздействия вредных веществ на окружающую среду.
- Мақалада алтын өндіру технологиясы сипатталған, цехтардағы технологияларды қолданудан бөлінетін зиянды заттар зерттелген. Зиянды заттардың шығу көздері көрсетілген. Қоршаған ортаға зиянды заттар әсерін төмендету шаралары қарастырылған.
- The article describes the technology of gold mining, investigates the harmful substances emitted when using various technologies during mining. Sources of harmful substances are indicated. Measures are given to reduce the impact of harmful substances on the environment.

В тяжелой промышленности, металлургии, стекольном производстве, машиностроении, химической промышленности, доменных, шахтных печах и других отраслях промышленности, работающих с использованием твердых композиционных материалов, огнеупорные керамические материалы имеют большое значение. Они синтезируются из различного минерального сырья и должны сохранять свои функциональные свойства в различных средах эксплуатации при высоких температурах [1]. Огнеупорные материалы характеризуются стойкостью к воздействию высоких температур и внешним механическим воздействиям, химической стабильностью. Тугоплавкие керамические композиты по своему составу представляют собой твердосплавные оксиды, силикаты, карбиды, нитриды, керамические смеси боридов и различные интерметаллические соединения [2].

С развитием современной техники с высокими возможностями поиск новых экономически эффективных методов является одной из самых востребованных проблем для всех специалистов-материаловедов. Эти преимущества могут обеспечить самораспространяющийся высокотемпературный синтез или, другими словами, синтез в режиме горения [3]. СВС – экзотермический химический процесс типа горения, протекающий в автоволновом режиме в смесях порошков и приводящий к образованию полезных конденсированных продуктов материалов и изделий. СВС представляет собой режим протекания экзотермической реакции, в котором тепло-

выделение локализовано в узком слое и передается от слоя к слою путем теплопередачи [4].

Наиболее привлекательная сторона СВС, определяющая постоянный интерес к этому явлению, состоит в возможности получения ценных продуктов химических реакций в виде порошков или готовых формованных изделий непосредственно в процессе СВС. На основе СВС в настоящее время развиваются различные комбинированные процессы [5, 6]. Одним из перспективных направлений, получивших развитие в последние годы, является сочетание СВС и металлотермии. В отличие от традиционных методов этот метод не требует высокообъемных устройств, расход энергии также относительно низок по сравнению с другими методами, время синтеза максимально короткое и отличается высокими техническими свойствами. Этот процесс в основном применим к тугоплавким материалам и композитам [7]. Синтез углеродсодержащих огнеупорных материалов заключается в проведении алюмотермического твердофазного горения оксидов металлов в режиме СВС в присутствии углерода. При высоких температурах синтеза порядка 1300-1500 °С восстановленный металл взаимодействует с углеродом с образованием тугоплавких карбидов и оксикарбидов [8].

Предлагаемые базовые направления производства огнеупоров, включающие применение интенсивных методов технологической обработки (высокая температура обжига, фракционный состав, давление прессования), использование

Таблица 1

Результаты РФА композитов на основе ильменитового концентрата

Образцы	Содержание, %										
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	C	TiO	TiFeSi <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub> Si <sub>3</sub>	SiC	Fe <sub>0,8536</sub> O	Ti <sub>2</sub> AlC	Ti <sub>3</sub> SiC <sub>2</sub>
№ 5	46,7	16,9	12,5	7,5	7,1	4,7	2,6	2		2,1	2,9
№ 7а (золе)	65	14,1		5,3	–	2,2	2	2,2	5,6	1,8	1,9
№ 7б (MgSO <sub>4</sub> )	61,5	18,5		5,2	3,3	4		3,3	1,8	1,3	1,2
№ 13а (золе)	70,1	1,6		7,8	3,5		2,6	3,6	5,9	2,1	2,2
№ 14а (золе)	67	2,9		8,2				5,6	5,9	3,1	5,6
№ 14б (MgSO <sub>4</sub> )	52,7	3,3		11,9		17,5		4,6	3,6	2,9	2,8

Таблица 2

Прочностные характеристики образцов в зависимости от содержания графита

Содержание углерода в смеси, %	Прочность на сжатие после СВС, МПа	Прочность на сжатие после термообработки при температуре 1400 °С, МПа
30	2,1	12,2
35	3,1	13,9
40	4,6	8,9
45	4,8	8,6
50	3,2	8

Таблица 3

Прочностные характеристики образцов на основе цирконового концентрата в зависимости от содержания графита

Содержание углерода в смеси, %	Прочность на сжатие после СВС, МПа	Прочность на сжатие после термообработки при температуре 1400 °С, МПа
22	8,75	10,3
23	9,62	10,4
24	10,95	12,2
25	20,68	23,9
26	8,56	15,4
27	6,08	8
35	5,46	6,5

Таблица 4

Результаты РФА продуктов синтеза

Индекс образца	Содержание фаз, %								
	ZrSiO <sub>4</sub>	ZrSi <sub>2</sub>	ZrC	ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	SiC	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>3,21</sub> SiO <sub>0,47</sub>	C
1	6,3	22,6	1,2	7,2	7,4	6,7	48,5	–	–
2	–	21,4	1	16,5	5,6	4,9	50,5	–	–
3	–	20	1,2	4,9	17,5	3,2	53,2	–	–
4	15,7	15,8	1,9	7,6	10,5	9,3	39,2	–	–
5	4,3	22	–	13,8	–	3,1	54,6	–	2,2
6	1,9	15	–	17,2	–	3,6	58,8	–	3,6
7	70,5	11,9	0,8	7,2	–	9	48,6	11,7	3,2
8	15,6	15,8	1,8	7,6	–	9,1	47,3	–	2,8
9	3,2	17,4	1,8	2,7	–	11,6	52,8	7,2	3,3
10	38,1	3,5	–	–	–	10,7	22,1	16,5	9,1
11	17,4	4	1,5	–	–	16,3	30,6	26	4
12	25,1	4	0,9	2,5	–	13,5	25,8	21,7	6,5
13	–	18,8	7,6	3,4	9,4	–	60,7	–	–
14	–	22	3,8	3,3	11,1	–	54,6	–	–

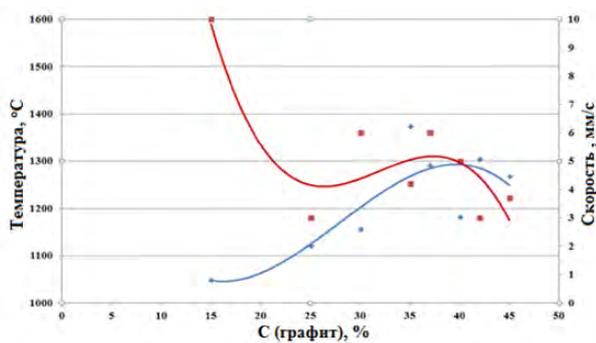


Рис. 1 – Зависимость скорости и температуры горения от содержания графита (связующее – сульфат магния)

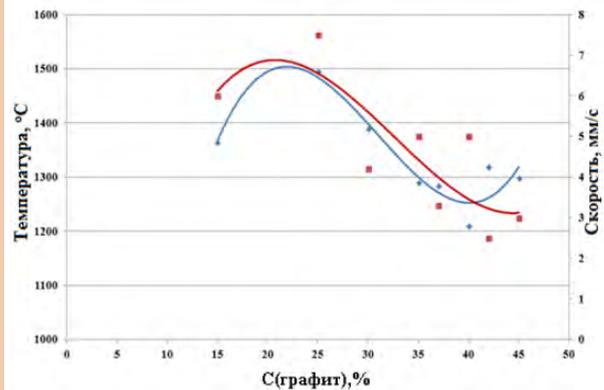
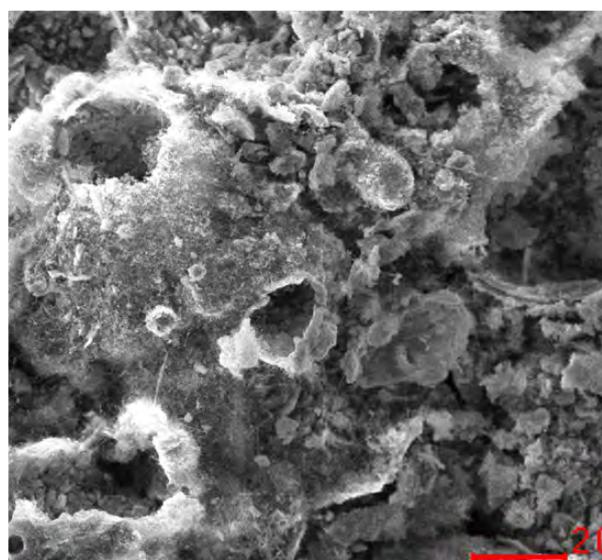
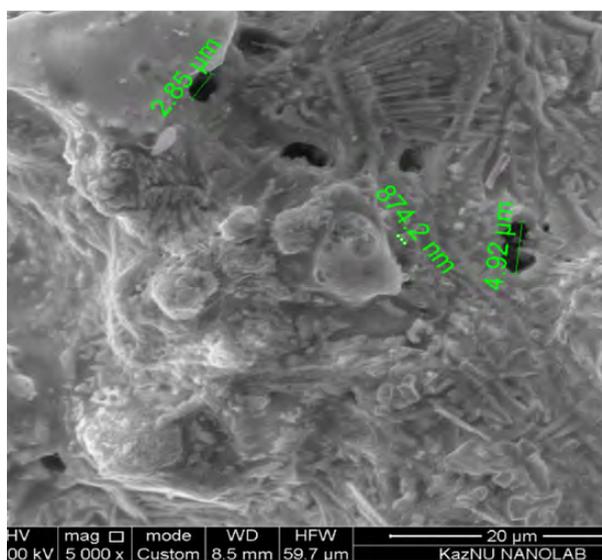
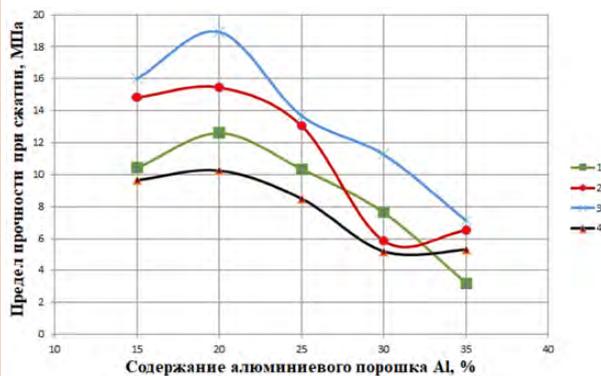


Рис. 2 – Зависимость скорости и температуры горения от содержания графита (связующее – золя кремнезема)



а – связующее золя кремнезема, б – связующее сульфат магния  
Рис. 3 – Микроструктура образца на основе ильменитового концентрата



1 – C = 10 %, 2 – C = 20 %; 3 – C = 30 %; 4 – C = 40 %  
Рис. 4 – Зависимость прочностных характеристик образцов на основе циркониевого концентрата от содержания Al

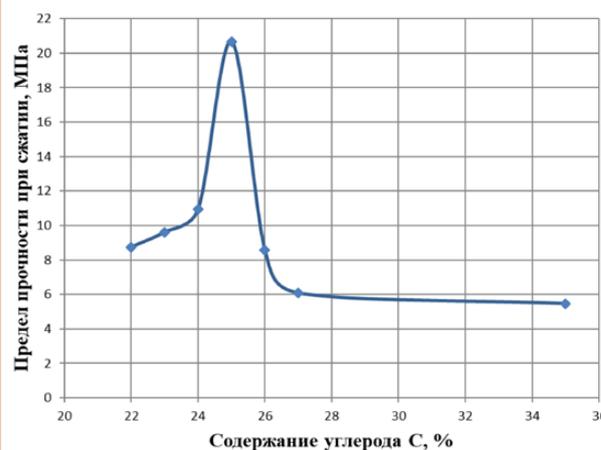


Рис. 5 – Зависимость прочностных характеристик образцов на основе циркониевого концентрата от содержания C

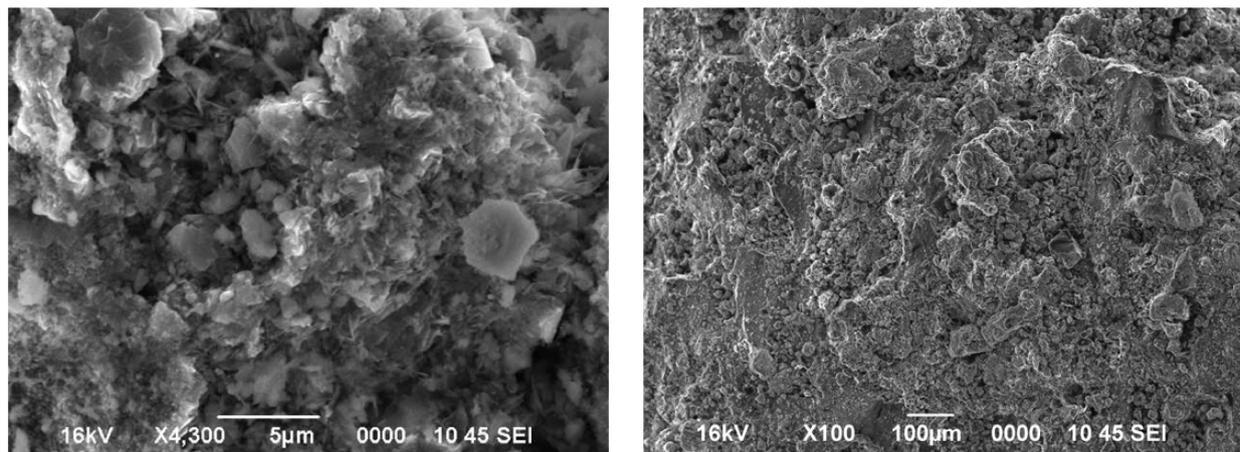


Рис. 6 – Микрофотографии образца на основе циркониевого концентрата при различном увеличении с золом кремнезема в качестве связующего

чистых исходных природных и синтезированных материалов до некоторой степени позволяют повысить качество огнеупоров только с точки зрения их химической устойчивости к агрессивным шлакам и расплавам. Кроме того, высокотемпературные установки – это сложные системы, и их эффективность будет сохраняться при комплексном подходе в применении не только качественных принципиально новых огнеупоров, но и при разработке архитектуры футеровки и конструктивной формы изделий, расчетной рабочей поверхности кирпича и способе ее кладки [9].

В связи с тем, что в последнее время наблюдается стабильное увеличение спроса на качественные огнеупорные материалы, разработка научных основ технологии получения новых отечественных огнеупорных материалов на базе местных сырьевых ресурсов и отходов металлургической промышленности – одна из актуальнейших задач прикладной науки. Основные требования металлургов и других потребителей к огнеупорным материалам: повышение ресурса работы футеровки тепловых агрегатов и улучшение качества металла. Для полного удовлетворения этих требований необходимо создание огнеупорных материалов нового поколения [10, 11]. Таковыми могут являться стойкие к воздействию агрессивных расплавов углеродсодержащие огнеупоры, полученные методом технологического горения в режиме СВ-синтеза. Идея добавления углерода в огнеупор первоначально возникла из наблюдения, что углерод хорошо противостоит воздействию расплавам шлаков и металлов за счет низкой смачиваемости. Таким образом, одной из основных функций углерода является предотвращение попадания жидкого агрессивного расплава в тело кирпича и последующего его разрушения [12].

Исследование углеродсодержащих огнеупорных масс и материалов в режиме СВ-синтеза на основе оксидных соединений переходных металлов показали, что они обладают высокой огнеупорностью и эрозионной стойкостью к расплавам. При СВ-синтезе в процессе экзотермического взаимодействия компонентов шихты формируются материалы новых структурных и фазовых типов соединений (карбиды, сложные оксидные комплексы и минералы), отличные от существующих в природе, которые снижают температурные напряжения и повышают стойкость огнеупоров и футеровки в целом. Связующие массы для швов и покрытий огнеупорных

футеровок значительно уменьшают напряжения в изделиях во время их службы [13].

Улучшение механических и термических свойств направлено на увеличение стойкости к возникновению и распространению трещин. Экспериментально изучены термостойкость и усталость композитов  $ZrSiO_2-3Al_2O_3-3SiO_2$  с различным составом и микроструктурой для сравнения с теоретическими параметрами трещиностойкости и разупрочнения при воздействии критической разницей температур ( $\Delta T_c$ ). В каждом случае было отмечено, что улучшение термических свойств достигается за счет улучшения механических свойств. Введение графита в огнеупор позволяет повысить теплопроводность, тем самым увеличить термостойкость по сравнению с просто оксидным огнеупором. С увеличением доли графита уменьшается термическое расширение материала, что также положительно влияет на термостойкость огнеупора [14].

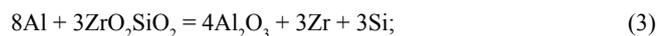
Устойчивость к шлаку цирконистографитового материала – очень важное свойство. Из литературных источников известно, что в инертной среде при температуре 1550 °C взаимодействия цирконистографитового материала со шлаком (шлакообразующей смесью) не происходит, а в окислительной среде процесс идет при 1450 °C [15].

#### Методика эксперимента

Исследовано влияние соотношения исходных компонентов и различных связующих на образование полезных фаз (карбидов и оксидов) в продуктах синтеза углеродсодержащих композитов на основе цирконового и ильменитового концентратов. Определены фазовый и химический составы полученных углеродсодержащих композитов и измерены прочностные характеристики.

Рассмотрен синтез углеродсодержащих огнеупорных материалов, основанный на алюмотермическом восстановлении металлов из их оксидов, протекающих в режиме СВС в присутствии углеродистых материалов. Углеродный материал в виде графита, как правило, добавляют в количествах, несколько превышающих содержание других реагентов в смеси. В процессе синтеза при температуре 1200-1500 °C восстановительные металлы, взаимодействуя с углеродом, образуют тугоплавкие карбиды, например:





Для получения углеродсодержащих композитов в качестве окислителей использовали оксиды титана, кремния и циркония, содержащихся в минеральном сырье и соответствующих концентратах. Синтезированные огнеупорные материалы содержат оксид алюминия, карбид металла и углерод. При проведении процесса СВС в углеродсодержащих системах очень важно образование не только карбидов, но и сложных соединений типа МАХ-фаз, например  $Ti_2AlC$ ,  $Ti_3SiC_2$ .

МАХ-фазы представляют собой семейство тройных слоистых соединений с формальной стехиометрией  $M_{n+1}AX_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ), где  $M$  – переходный d-металл;  $A$  – р-элемент (к примеру,  $Si, Ge, Al, S, Sn$  и др.);  $X$  – углерод или азот. Слоистые тройные карбиды и нитриды d- и р-элементов (МАХ-фазы) проявляют уникальное сочетание свойств, характерных как для металлов, так и для керамики. Такие материалы обладают высокими значениями теплопроводности и электропроводности, прочности, пониженным модулем упругости, превосходной коррозионной стойкостью в агрессивных средах, стойкостью к высокотемпературному окислению, а также легко подвергаются механической обработке, имеют высокую температуру плавления, при которой являются достаточно стабильными [16]. Наличие таких соединений придает композитам повышенные механические и стойкие к химической эрозии свойства.

Для СВ-синтеза углеродсодержащих композиционных материалов использовались следующие реагенты: алюминиевый порошок марки ПА-4 (содержание алюминия – не менее 99 %), цирконовый и ильменитовый концентраты, производитель ТОО «Тиолайн», Республика Казахстан, Северо-Казахстанская обл., Тайыншинский район, с. Обуховка, (содержание циркона – 92,7 %, и ильменита – 94,1 % соответственно); углерод в виде электродного графита (С – не менее 95 %); порошок кремния ( $Si$  – не менее 98,5 %). В качестве связующего были использованы золя кремнезема и 15 % водный раствор  $MgSO_4$ . Золя кремнезема готовили путем гидролиза этилсиликата марки ЭС-40 слабым раствором серной кислоты.

Смесь исходных компонентов тщательно перемешивалась в агатовой ступке и для получения плотного материала прессовались в виде таблетки в пресс-форме диаметром 20 миллиметров с усилием 30 кН. Затем образцы оставляли на специальном столе для естественной сушки при комнатной температуре (18-22 °С) в течение 24 часов. Для СВ-синтеза образцы помещались в предварительно разогретую до 950 °С муфельную печь, где после выдержки 8-10 минут происходило самовоспламенение. Температура горения регистрировалась при помощи высокоточного пирометра Raytek 3I, скорость горения определялась секундомером.

Фазовый состав полученных материалов определяли с помощью рентгенофазового анализа на дифрактометре «Дрон-4М» с использованием кобальтового Ка-излучения. Полнота реакции определялась по фазовому составу продуктов синтеза. Микроструктуру и элементный анализ образцов исследовали на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Quanta 200i 3D (ННЛОТ КазНУ им.Аль-Фараби).

## Результаты и обсуждение

### Синтез композитов на основе ильменитового концентрата

На основе полученных экспериментальных данных были установлены макрокинетические закономерности синтеза композиционных материалов с использованием двух разных связующих – сульфата магния и золя кремнезема. Определены температура и скорость горения в зависимости от содержания графита (рис. 1 и 2) и его влияние на количество образующихся карбидов в композите. При увеличении содержания графита в образце, скорость горения монотонно снижается, а характер кривых температуры горения имеет некоторые различия в зависимости от используемых связующих. С золем кремнезема температуры горения значительно выше, чему способствует более лучший контакт между компонентами шихты за счет гетерокоагуляции наноразмерного оксида кремния в золе кремнезема на поверхности частиц компонентов шихты. Кроме того, у золя кремнезема значительно лучшие реологические и адгезионные свойства. Он хорошо смачивает все компоненты шихты, включая графит, в отличие от водного раствора сульфата магния, который его не смачивает. Вследствие чего у образцов с сульфатом магния начальная прочность после сушки значительно ниже, чем у образцов с золем кремнезема.

В отсутствие золя наблюдается немедленное выделение водорода. В дальнейшей работе использовался золя кремнезема, полученный при слабокислотном гидролизе этилсиликата. Установлен оптимальный состав гидролизата, обладающий достаточной устойчивостью к коагуляции золя: этилсиликат ЭС-40 – 55 %; 0,5 %-й раствор серной кислоты – 45 %. Присутствие нанодисперсного кремнезема способствует иницированию СВС при относительно невысокой температуре нагрева систем (до 850-900 °С).

Применение золя кремнезема в качестве связующего вносит в систему новый эффект – гетерокоагуляцию золя. Явление гетерокоагуляции золя обеспечивает образование в системе ультрадисперсного кремнезема с размерами частиц 20-30 нм и менее. Важным следствием гетерокоагуляции золя является то, что за счет блокирования поверхности частиц алюминия нанодисперсным кремнеземом, его активность подавляется как в щелочной среде с рН 10-11, так и в кислой среде с рН 1-2.

Рентгенофазовый анализ синтезированных углеродсодержащих образцов показал, что конечный продукт состоит в основном из оксида алюминия и содержит в небольшом количестве полезные фазы – карбид кремния и МАХ-фазы  $Ti_2AlC$ ,  $Ti_3SiC_2$  (табл. 1). Образование чистого карбида титана в данных условиях, к сожалению, не наблюдалось.

Было установлено, что при использовании в качестве связующего водного раствора сульфата магния во время СВ-синтеза формируется большое количество нежелательной интерметаллидной фазы  $Fe_xSi_yTi_z$ .

На рисунке 3 представлены микроструктуры поверхности образцов композитов, полученных с использованием различных связующих. С золем кремнезема (рис. 3а) материал имеет слоистую структуру, что характерно для МАХ-фаз.

По данным структурного анализа видно, что в процессе синтеза, проведенного в присутствии связующего золя кремнезема, содержится большое количество углерода. Он практически не подвергался окислению кислородом воздуха при высоких температурах синтеза за счет образования карбидов и МАХ-фаз на поверхности частиц графита. Нанодисперсный оксид кремния, коагулируясь на частицах графита в процессе СВ-синтеза, способствует образованию карбида кремния, что

оказывает скрепляющее действие между углеродными частицами и защищает их от окисления кислородом воздуха.

На образце, изготовленном с использованием водного раствора сульфата магния (рис. 3б) углерод частично окислился и выгорел, оставив значительные поры и раковины. Имеет большую пористость и рыхлый внешний вид.

Прочностные характеристики образцов изменяются в зависимости от содержания в составе углерода. Было определено, что образцы, содержащие углерод в пределах 40-45 % по массе показали наиболее лучший результат – 4,8 МПа. Для определения стабильности прочностных свойств при высоких температурах образцы композитов подвергли обжигу при 1400 °С в течение 2 часов в атмосфере воздуха. После температурного воздействия показатели прочности для всех образцов оказались значительно выше, что свидетельствует о том, что окисление графита не происходит, кроме того, при термообработке продолжается дальнейшее межфазовое спекание, которое способствует упрочнению композита (табл. 2).

Таким образом, были подобраны оптимальные условия СВ-синтеза углеродсодержащих композитов на основе ильменитового концентрата с различными связующими. Установлено, что наиболее привлекательным связующим для синтеза углеродсодержащих композитов является золь кремнезема. Обнаружено, что увеличение содержания графита в исходной смеси до 35 % приводит к формированию полезных МАХ-фаз  $Ti_2AlC$ ,  $Ti_3SiC_2$  и  $SiC$ , которые, в свою очередь, положительно влияют на огнеупорные и прочностные свойства материала. Образцы с золом кремнезема имеют более высокую температуру синтеза, что также способствует образованию карбида кремния. При использовании в качестве связующего сульфата магния температуры горения имеют более низкие значения, кроме того образуется интерметаллическая фаза, которая может ухудшать эрозионную стойкость композита.

#### **Синтез композитов на основе цирконового концентрата**

Исследованы условия синтеза углеродсодержащих композитов на основе цирконового концентрата в широком диапазоне соотношения компонентов с применением двух видов связующих и изучены характеристики синтезированных материалов. Установлены оптимальные содержания алюминия и углерода для получения наиболее прочных образцов.

Исследованы прочностные характеристики образцов в зависимости от содержания углерода и алюминия в составе. Было определено, что образцы, содержащие углерод в пределах 20-25 % и алюминия 20 % по массе, показали наиболее лучший результат – около 20 МПа. После температурного воздействия (1400 °С) показатели прочности для всех образцов оказались значительно выше. Вероятно, при термообработке происходит дальнейшее межфазовое спекание, которое способствует упрочнению композита (табл. 3).

На рисунках 4 и 5 приведены зависимости прочностных характеристик от содержания алюминиевого порошка и углерода в виде электродного графита.

Рентгенофазовый анализ синтезированных углеродсодержащих образцов (табл. 4) показал, что конечный продукт состоит в основном из оксида алюминия и содержит в небольшом количестве полезные фазы карбиды циркония и кремния, а также силицид циркония, что способствует улучшению прочностных и эрозионностойких характеристик композитов.

На рисунке 6 представлены микрофотографии синтезированного образца, на которых при различном увеличении отчетливо видны кубические кристаллы оксида алюминия и циркония. По краям зерен и между ними, а также на

их поверхности наблюдаются продукты взаимодействия (карбиды, силициды). Материал обладает незначительной пористостью за счет постоянства плотности фаз в процессе синтеза.

#### **Заключение**

Подобраны оптимальные условия СВ-синтеза углеродсодержащих композитов на основе ильменитового и цирконового концентрата с различными связующими. Определен состав продуктов синтеза и его свойства в зависимости от природы связующего. Установлено, что наиболее привлекательным связующим для синтеза углеродсодержащих композитов является золь кремнезема. Исследованы прочностные характеристики образцов в зависимости от содержания углерода и алюминия в образцах на основе цирконового концентрата.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант № AP08857429).**

#### **Литература**

- 1 Мержанов А. Г. // В сб.: Процессы горения в химической технологии и металлургии. – Черноголовка, 1975. – С. 5.
- 2 Тялина Л. Н., Минаев А. М., Пручкин В. А. Новые композиционные материалы: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 80 с.
- 3 Барзыкин В. В. Тепловой взрыв в технологии неорганических материалов. В кн: Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: теория и практика. Под ред. А. Е. Сычева. – Черноголовка, 2001. – С. 8-32.
- 4 Сычев А. Е., Мержанов А. Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез наноматериалов // Успехи Химии. – 2004. – Т. 73. – № 2. – С. 157-158.
- 5 Сатбаев Б. Н. Огнеупорные СВС-материалы и их применение в металлургии / Б. Н. Сатбаев, А. Нухулы, А. К. Свидерский [и др.]. – Павлодар: ПГПИ, 2008. – 339 с.
- 6 Сатбаев Б. Н., Жарменов А. А., Кокетаев А. И., Шалабаев Н. Т., Сатбаев С. Б. Коррозионная стойкость СВС-огнеупорных материалов в расплавах промышленных шлаков // Новые огнеупоры. – 2015. – № 5. – С. 2-6.
- 7 Mansurov Z. A. and Fomenko S. M. Carbonaceous Refractory Materials on SHS-Technology // Advances in Science and Technology. – 2014. – Vol. 88. – P. 103-94.
- 8 Mansurov Z. A., Fomenko S. M., Ismailov M. B., Dilmukhambetov E. E. and Vongai I. M. New Refractory Materials on the Basis of SHS Technology // La Chimica e l'Industria. – Vol. 83. – 2001. – P. 1-6.
- 9 Fomenko S. M., Dilmukhambetov E. E., Mansurov Z. A., Korkembai Zh. and Reshetnyak A. F. «Application of SHS-Refractories during Limestone Furnace Refurbishment» // Advanced Materials Research. – 2012. – Vol. 602-604. – P. 957-961.
- 10 Mansurov Z. A., Dilmukhambetov E. E. and Fomenko S. M. Combination of the Sol-Gel and SHS-Technologies for Obtaining the Carbonaceous Refractories // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2011. – Vol. 13. – P. 175-180.
- 11 Фоменко С. М., Акишев А. Х., Толпендиулы С. Термостойкость и внутреннее напряжение огнеупоров в условиях тепловых воздействий // XI Международный симпозиум «Горение и плазмохимия», 20-22 ноября 2019 г. – Алматы.
- 12 Батынова А. А., Тарасов Р. В., Макарова Л. В. Анализ огнеупорных свойств композитов на основе металлургических шлаков и глины // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 17. – С. 25-45.
- 13 Ключникова Н. В. Влияние кераметаллических композитов на свойства огнеупорных материалов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1. – С. 6-37.
- 14 Яговцев А. В., Перепелицын В. А., Обабов Н. В., Шак А. В., Гороховский А. М. Исследование шлакоустойчивости цирконистографитовых огнеупорных материалов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2014. – № 6. – С. 39-44.
- 15 Hongxia L., Bin Y., Jinshong Y. and Guoqi L. Improvement on Corrosion Resistance of Zirconia-Graphite Material for Powder Line of SEN // UNITECR. – 2003. – С. 588-591.
- 16 Прихан Т. А., Дуб С. Н., Старостина А. В., Карпец М. В. (г. Киев), Кабеш Т., Шартье П. (г. Потье, Франция). Механические свойства материалов на основе МАХ-фаз системы Ti-Al-C. // Сверхтвердые материалы. – 2012. – № 2. – С. 38-48.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ТИПОВЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ДЕФЕКТАМИ ТИПА ТРЕЩИН

• В работе проведен комплекс исследований по оценке напряженно-деформированного состояния крестового, таврового и стыкового соединений, получены универсальные аналитические зависимости для вычисления эквивалентной пластической деформации для типовых сварных соединений. Исследование закономерностей упруго-пластического деформирования сварных соединений проводилось на основе МКЭ (программа ANSYS). На величину эквивалентной пластической деформации помимо геометрии дефекта и приложенной нагрузки существенное влияние оказывают механические параметры материала: предел текучести; модуль упругости; параметры кривой деформирования. Это позволяет проводить численный анализ эффективности применения материалов с различными статическими свойствами для изделий, работающих в широком диапазоне режимов нагружения.

• Бұл жұмыста крест, таңба және түйісу қосылыстарының кернеулі-деформацияланған күйін бағалау бойынша зерттеулер кеңінен жүргізілді, үлгілік дәнекерленген қосылыстар үшін баламалы пластикалық деформацияны есептеу үшін әмбебап талдамалық тәуелділіктер алынды. Дәнекерленген қосылыстардың серпімді-пластикалық деформациясының заңдылықтарын зерттеу соңғы элемент әдісі (ANSYS бағдарламасы) негізінде жүргізілді. Эквивалентті пластикалық деформация шамасына ақау геометриясынан және қолданылатын жүктемеден басқа материалдың механикалық параметрлері айтарлықтай әсер етеді: аққыштық шегі; серпімділік модулі; деформация қисығының параметрлері. Бұл жүктеу режимдерінің кең ауқымында жұмыс істейтін өнімдер үшін әртүрлі статикалық қасиеттері бар материалдарды қолдану тиімділігіне сандық талдау жүргізуге мүмкіндік береді.

• In this paper the researches were carried out to assess the stress-strain state of cross, tee and butt joints and the universal analytical dependences were obtained to calculate the equivalent plastic deformation for typical welded joints. The study of the dependences of elastic-plastic deformation of welded joints was carried out on the basis of FEM (ANSYS program). In addition to the geometry of the defect and the applied load, the value of the equivalent plastic deformation is significantly influenced by the mechanical parameters of the material such as a yield point, an elastic modulus and the deformation curve parameters. This allows to conduct the numerical analysis of the efficiency of using materials with different static properties for products operating in a wide range of loading conditions.

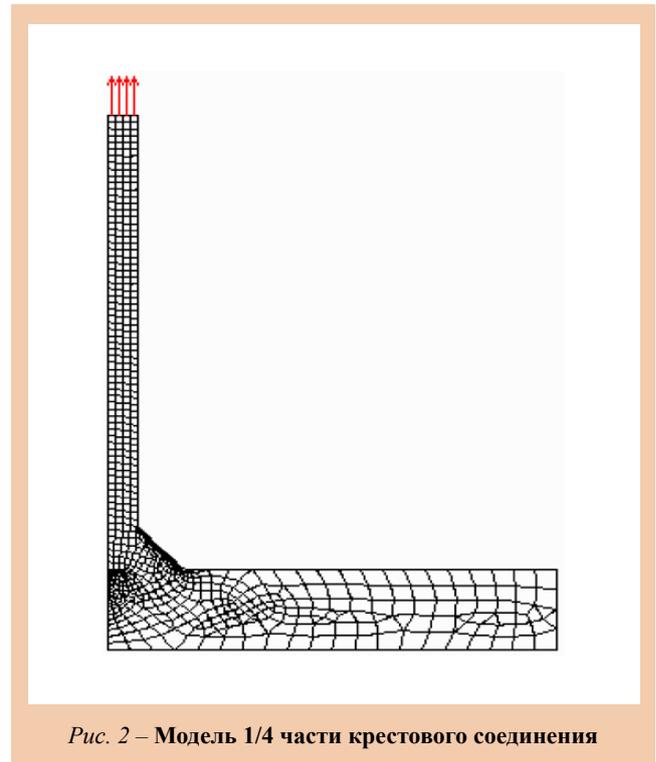
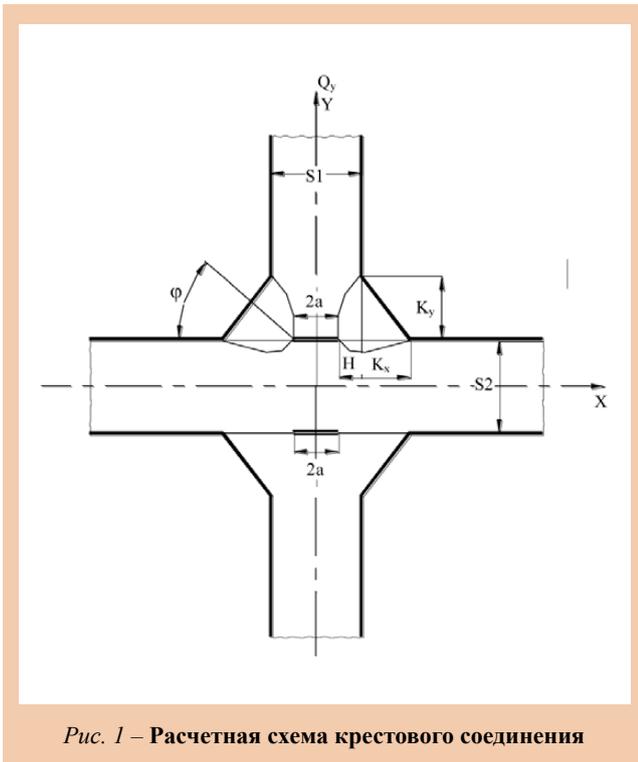
Для совершенствования методов анализа сварных соединений необходимо иметь точные сведения о распределении напряжений и деформаций в сечении шва при различных геометрических соединениях с дефектами типа трещин и приложенной нагрузке. Правильное представление о форме и размерах пластической зоны, интенсивности деформаций в ней и об эволюции этих величин в процессе роста внешней нагрузки позволяет определить законы дальнейшего развития трещины. Использование численных методов и мощных вычислительных средств дало возможность получить четкую границу, отделяющую пластическую зону, помимо напряженно-деформированного состояния. Рост размеров пластической зоны перед вершиной трещины приводит к необходимости замены линейной механики разрушения на нелинейную, что сказывается на формулировках критериев разрушения.

Рассмотрим распределение напряжений и пластических деформаций в сечении угловых швов в крестовом соединении при статической нагрузке, близкой к предельной. Изучением данного вопроса занималось достаточно много исследователей [1, 2]. Необходимость проведения данного машинного эксперимента в первую очередь связана с проверкой принятых в работе положений на основе сравнения с имеющимися расчетными и экспериментальными данными.

Исследование закономерностей упруго-пластического деформирования сварных соединений проводилось на основе МКЭ (программа ANSYS). Использовалась модель теории течения в сочетании с условием текучести Мизеса при билинейном законе упрочнения. Данная модель в основном применяется для сильно деформируемых изотропных материалов. На рисунке 1 представлены расчетная схема и основные

Расчетные формулы для определения величины  $e'$

Соединение	Тип схемы	Формула для $e'$	Факторное пространство	Параметры надежности уравнения		
				R	СКО	1-а
Тавровое	Плоское напряжение	$\frac{0,1 \cdot a / T \cdot e^{2,4\sigma / \sigma_T}}{1 - 0,45 \cdot a / T}$	$0,4 < a / T \leq 0,9$ $0,5 < s / s_T \leq 1,2$	0,991	12,67	0,995
	Плоская деформация	$\frac{3,43 \cdot 10^{-2} \cdot a / T \cdot e^{2,4\sigma / \sigma_T}}{1 - 0,56 \cdot a / T}$	$0,4 < a / T \leq 0,9$ $0,5 < s / s_T \leq 1,2$	0,992	12,13	0,995
Стыковое	Плоское напряжение	$\frac{2,6 \cdot 10^{-2} \cdot e^{3,24\sigma / \sigma_T}}{1 - 1,25 \cdot a / T}$	$0,4 < a / T \leq 0,7$ $0,5 < s / s_T \leq 1,2$	0,986	16,06	0,99
	Плоская деформация	$0,958 e^{2,86a / T + 3,2\sigma / \sigma_T}$	$0,4 < a / T \leq 0,7$ $0,5 < s / s_T \leq 1,2$	0,995	16	0,995



геометрические параметры крестового соединения, а на рисунке 2 приведена конечно-элементная модель 1/4 части соединения с использованием изопараметрических элементов второго порядка. На рисунке 3 приведены отдельные результаты расчетного определения НДС данного соединения.

Материал – сталь со следующими характеристиками:  $s_T = 260$  МПа;  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа;  $n = 0,3$ ;  $E_T = 7350$  МПа, где  $E_T$  – параметр упрочнения нелинейного участка кривой деформирования.

Толщина  $S_1$  и  $S_2$  во всех вариантах была неизменной и равной 18 миллиметров. Варьировались размер непроплавления  $2a$ , катеты  $K_y$  и  $K_x$ . Рассматривались два варианта условий в направлении оси  $Z$ : условие плоского напряженного состояния  $s_z = 0$ ; условие плоской деформации  $e_z = 0$ .

На рисунке 3 показаны результаты расчетов для нагрузки  $Q_y$ , обеспечивающей в периферийной зоне примыкающего элемента при  $2a = 12$  мм напряжения  $s_y = 400$  Мпа ( $K_x = K_y = 20$  мм), что достаточно близко к предельной нагрузке для гладкой части примыкающих элементов. Данные исследования показывают достаточно типичное распределение напряжений и пластических деформаций в поперечном сечении

соединения при достаточно больших катетах по сравнению с толщиной.

Обычно в инженерных расчетах для определения интенсивности напряжения в сечении  $j = \text{const}$  для крестового соединения используют формулу [1]

$$\sigma_i(\varphi) = \frac{\sigma_x^{\infty} S_1}{2h(\varphi)} \sqrt{\frac{3}{4}(1 + 3\sin^2 \varphi)} \tag{1}$$

где  $h(j)$  – размер сечения  $j = \text{const}$  при треугольной форме сечения и определяется как

$$h(\varphi) = \frac{K_x + H}{\cos \varphi + \frac{K_x}{K_y} \sin \varphi}$$

Это позволяет сделать следующие выводы:

1. При нагружении сварных соединений с угловыми швами статической нагрузкой в поперечном сечении шва возникает

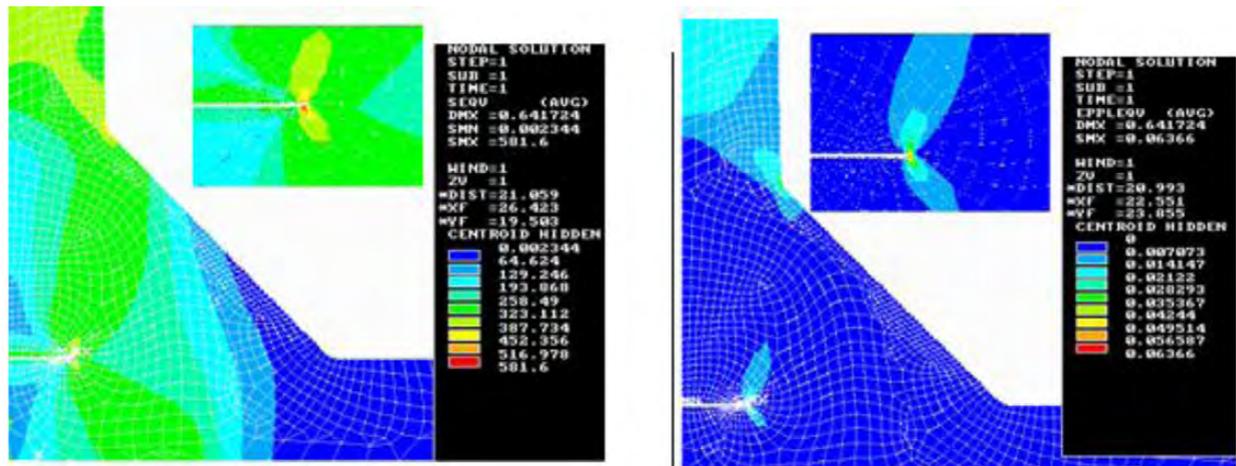


Рис. 3 – Распределение напряжений и пластических деформаций в крестовом соединении при нагрузке, близкой к предельной, для случая плоской деформации

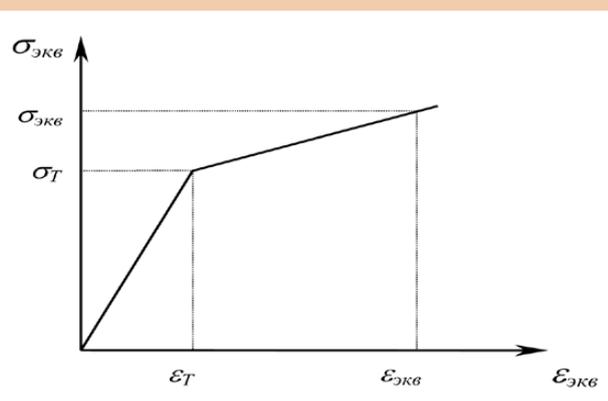


Рис. 4 – Диаграмма деформирования

объемное напряженное состояние со значительными продольными напряжениями  $s_z$ .

2. Вдоль лучей  $j = \text{const}$ , по которым наиболее вероятно происходит вязкое разрушение, для интенсивности напряжений  $s$ , можно использовать приближенную зависимость (1) при действии нагрузок, близких к предельным и расчетной схеме приближающейся к плоской деформации.

3. Существенное влияние на концентрацию упругопластических напряжений и деформаций в вершине непроплавления оказывает размер  $D$ . При этом усредненные величины  $s_1$  и  $e_1$  вне этой зоны практически не изменяются.

4. Степень совпадения приведенных данных позволяет распространять принятые в расчете положения на дальнейшие исследования.

Рассмотрим определение регрессионных зависимостей для эквивалентных упругопластических деформаций в вершине трещиноподобных дефектов в стыковых и тавровых соединениях.

На величину  $e_{\text{eqv}}$  помимо геометрии дефекта и приложенной нагрузки существенное влияние оказывают механические параметры материала: предел текучести  $s_T$ ; модуль упругости  $E$ ; параметры кривой деформирования  $c$  и  $n$ . В расчетных исследованиях, как правило используется степенная модель упрочнения

$$\epsilon_p = c \left( \frac{\sigma}{\sigma_T} \right)^n, \quad (2)$$

где  $\epsilon_p$  – эквивалентная пластическая деформация;  $s$  – эквивалентное напряжение.

Известно, что степенной закон упрочнения (2) можно аппроксимировать линейной зависимостью для материалов с параметрами упрочнения находящимися в диапазоне  $0 \leq m \leq 0,3$  ( $m = 1/n$ ). Для рассматриваемого класса сталей приняты как линейный закон упрочнения, так и степенной. На основе расчетных исследований показано, что при оценки параметров  $c$  и  $n$  в модели (2) следует придерживаться следующего.

Для линейного закона

$$c = \alpha \sigma_T / H', \quad (3)$$

где  $H' = E_T$  – тангенс угла наклона нелинейного участка кривой деформирования;  $c$  – некоторой долей приближения [3]  $E_T \approx 0,35 mE$ .

Для степенного закона

$$c = \epsilon_T \alpha, \quad (4)$$

где  $e_T = s_T / E$ ;  $\alpha$  – величина, задаваемая из экспериментальной зависимости.

Численный анализ показал, что с погрешностью в 8-10 % можно принимать линейную модель упрочнения для рассматриваемого класса сталей.

Рассмотрим диаграмму деформирования при билинейном законе упрочнения (рис. 4). В этом случае величина текущей эквивалентной деформации оценивается как

$$\epsilon_{\text{экв}} = \epsilon_T + (\sigma_{\text{экв}} - \sigma_T) / E_T.$$

Отсюда следует, что

$$\sigma_{\text{экв}} - \sigma_T = (\epsilon_{\text{экв}} - \epsilon_T) E_T,$$

или

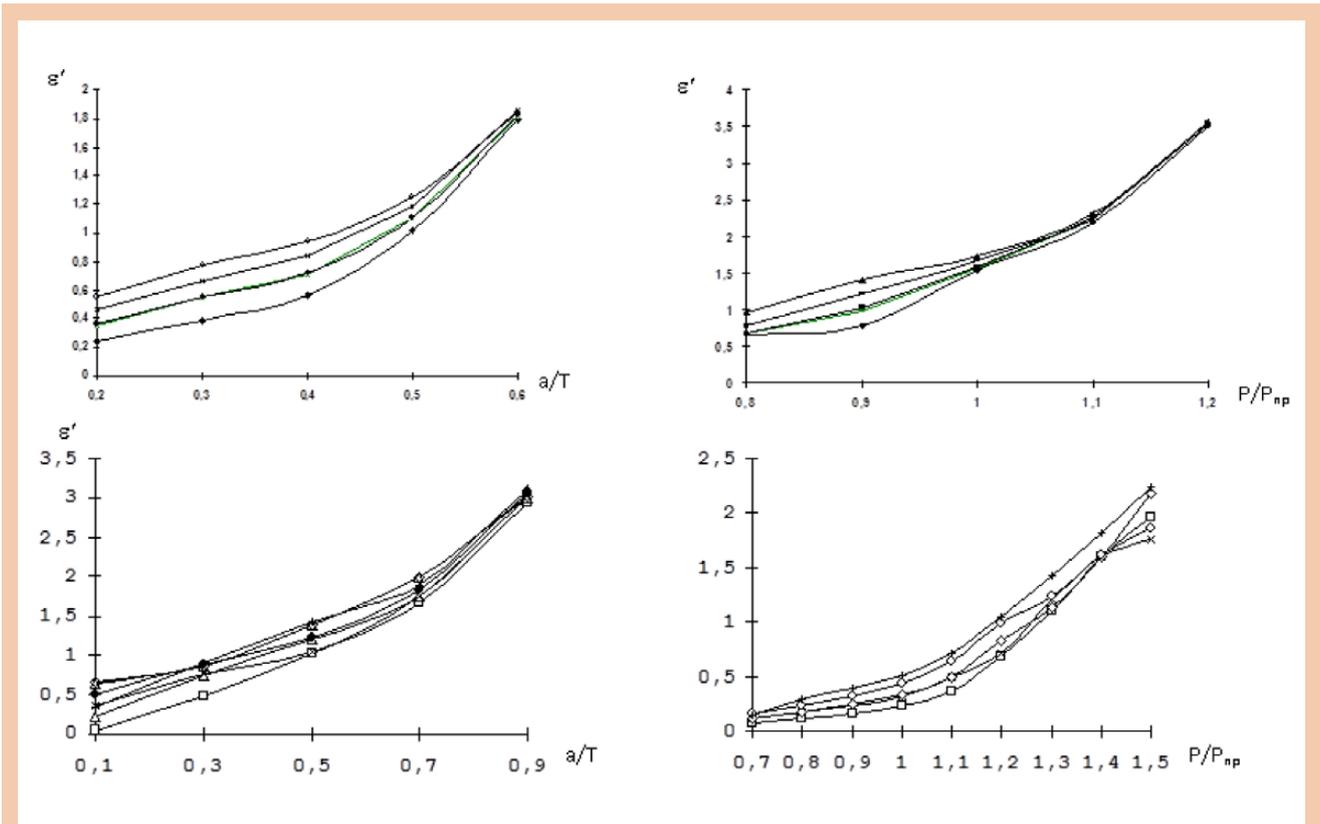


Рис. 5 – Зависимости параметра ε' от относительной длины несплавления (а/Т) и нагрузки P/P<sub>пр</sub> для различных материалов: а – в стыковом соединении; б – в тавровом соединении

$$\sigma_{экр} / \sigma_T - 1 = (\varepsilon_{экр} - \varepsilon_T) (E_T / \sigma_T)$$

Введем фактор

$$\varepsilon' = \frac{(\varepsilon_{экр} - \varepsilon_T) E_T}{\sigma_T} \quad (5)$$

Данный фактор содержит в себе все механические параметры материала, которые оказывают влияние на величину  $\varepsilon_{экр}$ . Следует предположить (с точностью до 10%), что существует единая зависимость ε' от размера трещины и приложенной нагрузки (рис. 5).

Для установления влияния геометрии сварных соединений с дефектами типа трещин на распределение пластических деформаций был проведен комплекс исследований. Были рассмотрены расчетные схемы стыкового и таврового соединений. Геометрические размеры приняты на основе статистических обмеров параметров сварных соединений [2]. Варьирование параметров R, q, h и B относительно их средних значений в пределах ±10% показало, что  $\varepsilon_{экр}$  изменяется в диапазоне ±12%. Это позволяет в дальнейшем для среднестатистических размеров сварных соединений при определении  $\varepsilon_{экр}$  изменять только размер дефекта и приложенную нагрузку.

На основе численных результатов с использованием рационального планирования эксперимента и нетрадиционного метода построения многомерных зависимостей [4] были получены универсальные аналитические зависимости для двух схем между параметром ε' (5) и двумя факторами: a / t – отношение величины несплавления к толщине пластины и P / P<sub>пр</sub> – отношение действующей нагрузки к предельной, где P<sub>пр</sub> = s<sub>T</sub> t.

На основе данных таблицы легко определить величину эквивалентной пластической деформации по формуле:

$$\varepsilon_{экр} = \frac{\varepsilon' \sigma_T}{E_T} + \frac{\sigma_T}{E} = \sigma_T \left( \frac{1}{E} + \frac{\varepsilon'}{E_T} \right) \quad (6)$$

где R – коэффициент множественной корреляции; СКО (%) – среднеквадратическое отклонение; (1-α) – уровень доверительной вероятности.

В заключении отметим, что существенным преимуществом расчетов прочности в деформациях является то, что в деформационные критерии входят все основные механические свойства материала: пределы текучести и прочности, показатели упрочнения, модуль упругости. Это позволяет проводить численный анализ эффективности применения материалов с различными статическими свойствами для изделий, работающих в широком диапазоне режимов нагружения.

Литература

- 1 Махненко В. И., Великоиваненко Е. А., Розынка Г. Ф. Распределение напряжений и пластических деформаций в сечении угловых швов при статических нагрузках, близких и предельных // Автоматическая сварка. – 1988. – № 6. – С. 5-13.
- 2 Прочность сварных соединений при переменных нагрузках // Под ред. В. И. Труфьякова. – Киев: Наукова думка, 1990. – 256 с.
- 3 Иванов М. Р, Финогенов В. А. Детали машин. – 12-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2008.
- 4 Ермаков М. А., Махов А. А. Статистико-детерминированный метод построения многомерных моделей с использованием ЭВМ. – Караганда, 1988. – 70 с.

## ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛООБМЕНА В ИСКУССТВЕННО ТУРБУЛИЗИРОВАННЫХ КАНАЛАХ

• В статье приводятся результаты экспериментальных исследований теплопередачи и аэродинамических сопротивлений теплообменников со сложной геометрией поверхностей теплопередачи и, соответственно, со сложным характером потока в каналах, которые позволяют решить проблемы поиска обобщающих зависимостей для расчета их значений, при установке различных интенсификаторов теплообмена в газоходах установок, используя разные скорости теплоносителя. Использование теплообменников со сложной геометрией поверхности теплопередачи и делает практически невозможным теоретический расчет теплообмена и гидравлического сопротивления. Получены экспериментальные результаты с учетом многочисленных факторов и параметров теплообмена. Изученные аэродинамические сопротивления и теплообмен в трубных пучках позволили решить проблемы поиска обобщающих зависимостей для расчета теплообмена и аэродинамических сопротивлений. С помощью теории подобия полученные экспериментальные результаты с учетом многочисленных факторов и параметров пучков были обобщены уравнениями критериев. Среднее значение  $Nu$  было получено путем интеграции локальных значений коэффициентов теплообмена. Эффект турбулентности от конфигурации мало влиял на интенсивность теплообмена в канале.

• Мақалада жылу алмасу беттерінің күрделі геометриясымен және сәйкесінше арналардағы ағынның күрделі сипатымен жылуалмасу беттерінің жылу алмасу мен аэродинамикалық кедергісін эксперименттік зерттеудің нәтижелері келтірілген, бұл қондырғылардың газ каналдарына әртүрлі жылу бергіш интенсификаторларын орнату кезінде олардың мәндерін есептеу үшін жалпылама тәуелділіктерді табуға мүмкіндік береді, салқындату сұйықтығының жылдамдығы. Жылу алмасу беттерінің күрделі геометриясымен жылу алмасу беттерін қолдану жылу беру мен гидравликалық кедергісін теориялық тұрғыдан есептеу мүмкін емес етеді. Көптеген факторлар мен жылу беру параметрлерін ескере отырып, тәжірибелік нәтижелер алынды. Түтік шоғырларындағы зерттелген аэродинамикалық кедергі және жылу алмасулар жылу беруді және аэродинамикалық қарсылықты есептеудің жалпылама тәуелділіктерін табу мәселелерін шешуге мүмкіндік берді. Ұқсастық теориясын қолдана отырып, алынған көптеген эксперименттік нәтижелер сәулелердің көптеген факторлары мен параметрлерін ескере отырып, критерийлер теңдеулерімен қорытылды. Орташа  $Nu$  мәндері жылу беру коэффициенттерінің жергілікті мәндерін интеграциялау арқылы алынды. Конфигурациядан турбуленттіліктің әсері арнадағы жылу беру қарқындылығына аз әсер етті.

• The article presents the results of experimental studies of heat transfer and aerodynamic resistance of heat exchangers with complex geometries of heat transfer surfaces and, accordingly, with a complex nature of the flow in the channels, which make it possible to solve the problems of finding generalizing dependencies for calculating their values when installing various heat exchange intensifiers in gas ducts of installations, using different coolant speed. The use of heat exchangers with complex geometries of heat transfer surfaces makes it practically impossible to theoretically calculate heat transfer and hydraulic resistance. Experimental results have been obtained, taking into account numerous factors and heat transfer parameters. The studied aerodynamic drag and heat exchanges in tube bundles made it possible to solve the problems of finding generalizing dependences for calculating heat transfer and aerodynamic drag. Using the similarity theory, the obtained experimental results, taking into account numerous factors and parameters of the beams, were generalized by the equations of criteria. Average  $Nu$  values were obtained by integrating local values of heat transfer coefficients. The effect of turbulence from the configuration had little effect on the intensity of heat transfer in the channel.

Создание турбулентных вихрей в каналах не может быть достигнуто только за счет увеличения скорости потока, это возможно и за счет создания искусственной турбулентности.

На основе анализа полученных опытных данных и теоретических решений исследований В. К. Мигая, И. Ф. Новожилова,

В. М. Антуфьева и Г. С. Белецкого, Е. К. Калинина, А. Л. Лондонского и Р. А. Себана, С. С. Кутателадзе, И. С. Хинце и других [1-7] очевидно, что использование теплообменников со сложной геометрией поверхностей теплопередачи и, соответственно, со сложным характером потока

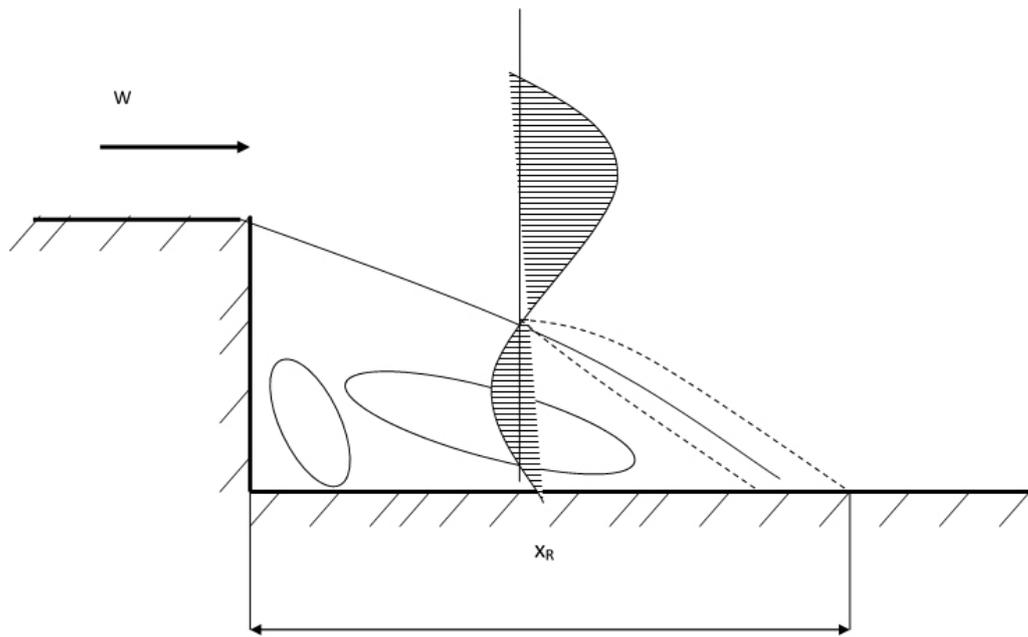


Рис. 1 – Картина течения теплоносителя при сингулярных отрывах за изломами профиля

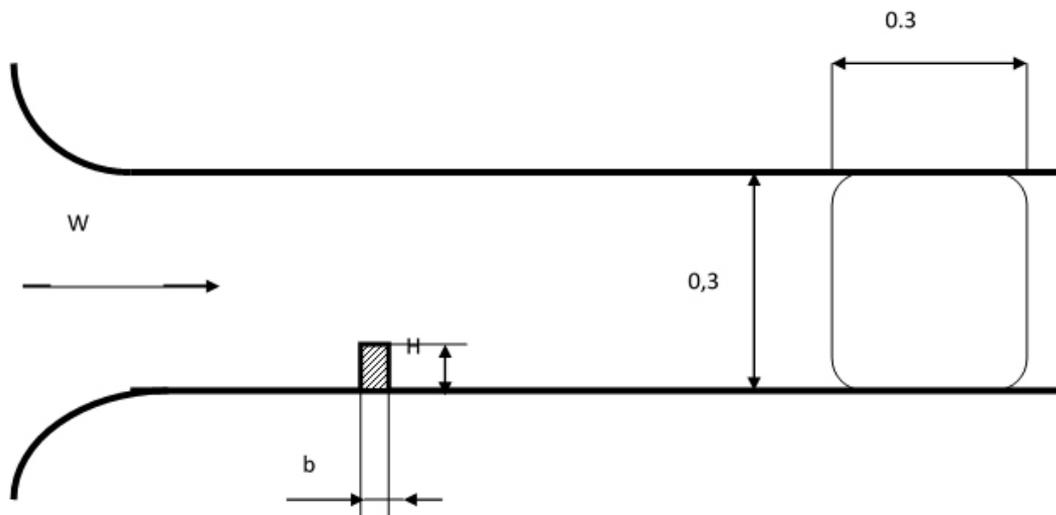


Рис. 2 – Схема экспериментальной установки

в каналах делает практически невозможным теоретический расчет теплообмена и гидравлического сопротивления.

Описания этими авторами механизма интенсификации процессов передачи в каналах разных типов во многом неодинаковы, а для многих поверхностей их почти нет. Эмпирические зависимости, которые они используют на практике, применимы только к определенным типам поверхностей в интервале изучаемых геометрических параметров.

В результате этого в настоящее время в литературе почти нет инженерных моделей, позволяющих вычислять теплоэродинамические параметры каналов с турбулизаторами.

Рассмотрим некоторые исследования, в которых была предпринята попытка подробно описать процессы, происходящие в искусственно турбулизированных каналах.

Как известно, кинетическая энергия турбулентного пульсационного движения имеет три части:

- уменьшение энергии в результате внутренних сопротивлений во время движения турбулентных потоков;
- вход энергии в возмущающее течение из основного потока;
- передача энергии турбулентности в слабые турбулентные области из сильно турбулентных областей.

Невозможность точного измерения этих компонентов привела к многочисленным исследованиям распространения тепла в каналах со сложной геометрией, которые сопровождались только измерениями средних скоростных полей и температур.

Есть исследования, проведенные в сложных начальных гидродинамических условиях [8], при омывании кромок [9], выступов [10], турбулизаторов. В этих исследованиях предпринимается попытка определить процессы передачи при отрыве динамической границы пограничных слоев.

П. К. Чжэнь дал картину обтекания одного цилиндра в разных числах  $Re$ . Как видно из рисунка 1, в режимах 1-4 тепловыделение в передней части цилиндра выше, чем в кормовой части. Турбулентность в свободном ламинарном слое мала, и поэтому дополнительный перенос тепла и массы незначителен [11].

При дальнейшем увеличении количества числа  $Re$  (режимы 5, 6) физический рисунок обтекания цилиндра качественно изменяется. В этом случае точки разделения смещаются вниз по направлению течения, теплоотдача в кормовой части становится выше, чем в лобной. Разорванный пограничный слой будет приобретать ярко выраженный турбулентный вихревой характер. Увеличению турбулентности будет способствовать интенсивное тепло- и массопереносы, особенно в кормовой части. Этот факт, похоже, способствует стремлению в места разделения турбулентных вихрей, которые усиливают возврат тепла.

В работе [11] (рис. 1) дана схема обтекания для профильного течения сингулярного отрыва и типичного распределения коэффициента теплопередачи. Точки присоединения (область подключения) являются своего рода критической точкой, в которой жидкость распространяется по обе стороны. Эти точки соответствуют максимальной теплопередаче и его можно использовать в качестве «опоры» для оценки теплообмена в сопряженных областях поверхности.

Авторы этих работ утверждают, что турбулентность при таких течениях происходит не в пристенном слое, а в струйном между прямым и обратным движением теплоносителя: на графиках наблюдается резкое увеличение характеристик скорости, температуры, давления, построенных вдоль поперечного сечения потока. Течение имеет больше общего со струйными течениями, лучше, чем в случае с пристенными.

По мнению авторов, это связано с увеличением вблизи точки разделения вторичного вихря, в области которого разрушается образовавшийся пограничный слой, он переносит свежие массы на поверхность жидкости из основного потока. Оценка теплопередачи от второго вихря еще сложнее и наблюдается она не всегда, и поэтому его влияние в этом исследовании было игнорировано.

По мере накопления данных о механизмах и видах теплообмена количество параметров, связанных с турбулентностью теплообмена в искусственных турбулентных потоках, характеристики которые находились в зависимости от критериев, начали увеличиваться. Прежде всего это вызвано повышением требований к надежности измерения турбулентных свойств потока и сделало чрезвычайно актуальной разработку методов изменения направления.

В работе [12] для канала, имеющего длину  $l = 420$  мм и высоту  $2s = 10; 20; 30$  мм, на поверхности ее нагревания размещали искусственную шероховатость в виде интенсификаторов пограничного слоя (рис. 2). Турбулизаторы имели вид поперечных к потоку выступов полуцилиндрических форм высотой  $h$  (1-4,3 мм), расположенных на поверхностях нагрева через равные интервалы  $i$  (54 мм; 81 мм). Материалом турбулизатора являлась пластмасса АСТТ.

Теплообмен обеспечивали электрическим обогревом стенок канала с помощью постоянного тока и последующим охлаждением их потоком теплоносителя. В качестве определяющего размера в критериях подобия, была выбрана длина имеющегося канала  $l$ , а за температуру – значения средних арифметических от сумм локальных температур в потоках и на стенках по длине канала. По полученным результатам исследований, было установлено значительное влияние лобовых сопротивлений турбулизаторов на эффективность поверхностей нагрева канала.

## Выводы

На основании изложенного материала, можно прийти к следующим результатам:

- среднее тепловыделение трубки в пучке зависит от скорости потока и тепловой нагрузки;
- эффект от конфигурации турбулизаторов мало влиял на интенсивность теплообмена в канале;
- турбулентность при исследованных течениях происходит не в пристенном слое, а в струйном слое между прямым и обратным движениями теплоносителя.
- установлено значительное влияние лобовых сопротивлений турбулизаторов на эффективность поверхностей нагрева канала.

## Литература

- 1 Себан Р. Теплоотдача в турбулентном сорванном потоке воздуха за уступом поверхности пластины. – Труды Американского общества инженеров-механиков. – Теплопередача, 1964 – Т. 86, № 2. – С. 154-161.
- 2 Кталхерман М. Г., Харитонов Я. И. Некоторые вопросы теплообмена в трубах с турбулизаторами – В кн.: Тепло- и массоперенос. – Минск, 1972. – Т. 1, ч. 1. – С. 128-131.
- 3 Леонтьев А. И., Ивин В. И., Грехов Л. В. Полуэмперический способ оценки уровня теплообмена за точкой отрыва пограничного слоя. // ИФЖ, 1975, № 3. – С. 543-550.
- 4 Павловский В. Г., Дедусенко Ю. М. Теплообмен и гидравлическое сопротивление в коротком плоскопараллельном канале с искусственно шероховатыми стенками. // ИФЖ, 1969. Т. XVII, №6. – С. 1098-1101.
- 5 Пядюшус А. А., Зигмантас Г. П. Влияние возмущений, вносимых в пограничный слой выступами поверхности, на закономерности турбулентного переноса. / В кн.: Проблемы турбулентного переноса. – Минск: ИТМО АН БССР, 1979. – С. 113-122.
- 6 Павловский В. Г. К вопросу о влиянии конфигурации турбулизаторов на тепловую эффективность поверхности стенки канала. // ИФЖ, 1969. Т. XVII, № 1. – С. 155-159.
- 7 Элик Э. Я., Козлова Л. Г. О возможностях изменения микроструктуры турбулентного потока при исследованиях конвективного теплообмена // Теплофизика и теплотехника, 1972. Вып. 22. – С. 73-78.
- 8 Бакластов А. М., Ефимов А. Л. Теплообмен в каналах с криволинейными и сплошными границами. / Труды МЭИ «Тепломассообменные процессы и установки». Вып. 393. – М., 1979. – С. 90-98.
- 9 Бакластов А. М., Ефимов А. Л., Зайченко Е. Н. Приближенный метод расчета теплообмена в пластинчатых теплообменниках с плоскими прерывистыми ребрами. / Труды МЛТИ «Вопросы теплопередачи». Вып. 102. – М., 1977. – С. 156-163.
- 10 Хинце И. С. Турбулентность. – М.: Физматгиз, 1964. – 680 с.
- 11 Филлети Р., Кейс А. Теплообмен в областях отрыва, присоединения течения и развития потока за двойным уступом на входе в плоский канал. / Труды Американского общества инженеров-механиков. Теплопередача, 1967, № 2. – С. 51-57.
- 12 Ота Т., Кон Н. Теплообмен в области отрыва и последующего присоединения течения при обтекании плоской пластины с затупленной передней кромкой. // Труды Американского общества инженеров-механиков. Теплопередача, 1974, № 4. – С. 29-32.

## УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ ПРИ БУРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В АО «НАК «КАЗАТОМПРОМ»

- *Бурение технологических скважин сопровождается выносом выбуренной породы потоком промывочной жидкости на поверхность. Технологически правильная переработка буровых отходов позволяет сохранять окружающую среду, нейтрализует загрязняющие токсичные соединения. В работе описано направление комплексного способа утилизации отработанных буровых растворов, заключающийся в реагентном воздействии и разделении отходов бурения на жидкую и твердые фазы. Предложенное направление позволит снизить на: транспортные расходы, подготовку утилизационных процедур и влияние отходов на окружающую среду.*
- *Технологиялық ұңғымаларды бұрғылау жер бетіне бұрғылау сұйықтығының ағынымен иламды тасымалдаумен қатар жүреді. Бұрғылау қалдықтарын технологиялық тұрғыдан дұрыс өңдеу қоршаған ортаны үнемдеуге мүмкіндік береді, ластайтын улы қосылыстарды бейтараптандырады. Мақалада реагент әрекетінен және бұрғылау қалдықтарын сұйық және қатты фазаларға бөлуден тұратын қалдықтарды бұрғылауға арналған сұйықтықтарды жоюдың интеграцияланған әдісі бағыты сипатталды. Ұсынылған бағыт көлік шығындарын, кәдеге жарату процедураларын және қоршаған ортаға қалдықтардың әсерін азайтады.*
- *Drilling of technological wells is accompanied by the removal of cuttings by the flow of drilling fluid to the surface. Technologically correct processing of drilling waste allows you to save the environment, neutralizes polluting toxic compounds. The paper describes the direction of an integrated method for the disposal of waste drilling fluids, which consists in the reagent action and separation of drilling waste into liquid and solid phases. The proposed direction will reduce by: transport costs, preparation of disposal procedures and the impact of waste on the environment.*

Казахстан занимает второе (после Австралии) место в мире по запасам урана, при этом 70 % его запасов пригодны для отработки наименее затратным способом – подземным скважинным выщелачиванием (ПСВ). Представителем государства в вопросах разработки урановых месторождений в Казахстане является Национальная атомная компания «Казатомпром».

Добыча урана на месторождениях АО «НАК «Казатомпром» производится уранодобывающими предприятиями способом поземного скважинного выщелачивания (ПСВ), путем бурения технологических скважин (откачных и закачных). Подземное скважинное выщелачивание позволяет разрабатывать рудные месторождения путем избира-

тельного перевода природного урана непосредственно в недрах.

Данный способ предусматривает подачу растворов в урановые рудные тела через пробуренные скважины, подъем ураносодержащих растворов на поверхность и извлечение из них урана в сорбционных ионообменных установках.

Основными учетными единицами в структуре скважинных систем ПСВ урана являются элементарный ряд или ячейка, эксплуатационный блок и эксплуатационная ячейка.

Элементарной ячейкой принято называть часть продуктивной толщи, запасы которой обрабатываются одной откачной скважиной. Ячейка пространственно ограничивается контурами, которые в максимальной степени должны быть приближены к различным гидродинамическим границам (контурам закачных скважин, линии тока) с тем, чтобы ячейка функционировала в гидродинамическом замкнутом режиме.

Эксплуатационный блок ПСВ – часть продуктивной толщи, включающая группу смежных элементарных ячеек, характеризующихся однородным распределением запасов, геохимическим строением и вещественным строением руд и рудовмещающих пород, одновременно вводимых в эксплуатацию и обрабатываемые в едином технологическом режиме.

Эксплуатационным участком называется группа смежных эксплуатационных блоков, имеющих самостоятельную систему коммуникаций и установки контроля и управления геотехнологическим процессом ПСВ урана. Размеры участка определяются морфологическим, структурным, тектоническим и особенностями рудной залежи.

Обработка запасов в эксплуатационных блоках осуществляется в три этапа:

- вскрытие запасов, то есть бурение и освоение скважин, обвязка их технологическими коммуникациями и оснащение их контрольно-измерительными приборами и арматурой;

- ведение технологического процесса в недрах, то есть транспортирование к рудным залежам рабочих растворов, технологическая подготовка руд к выщелачиванию урана, формирование продуктивных растворов, транспортировка их к откачным скважинам и подъем их на дневную поверхность;

- ликвидация отработанных блоков, то есть восстановление первоначального состояния рудовмещающего водоносного горизонта в пределах блока и поверхности земли.

Технологический этап обработки запасов методом ПСВ, с учетом современного состояния процесса обработки на Казахстанских рудниках включает три стадии:

- закисление рудной залежи, то есть подготовка рудовмещающего водоносного горизонта к формированию и движению в нем потока продуктивных растворов;

- активное выщелачивание урана, то есть формирование и извлечение из блока кондиционных продуктивных растворов;

- довыщелачивание (отмывка) урана, то есть вытеснение остаточных ураносодержащих продуктивных растворов пластовыми водами или бедными растворами [1].

В технологическом отношении ПСВ является наиболее привлекательным способом добычи урана: не нарушается природное состояние недр; общая поверхность земли, занимаемая полигоном ПСВ и перерабатывающим цехом в 3-4 раза меньше площади, занимаемой гидрометаллургическим заводом, имеющим такую же производительность. При ПСВ значительно уменьшается негативное воздействие процесса добычи урана на природную среду. На площади месторождений, обрабатываемых данным способом, не образуются провалы и зоны обрушения земной поверхности, отсутствуют отвалы пустых пород и забалансовых руд, а также хвостохранилища. Количество твердых отходов при ПСВ – 1 кг на 100 кг закиси окиси урана, а при традиционном способе – 1000 кг на 1 кг закиси окиси. Полностью исключены источники пылевых выделений, что значительно снижает выбросы в атмосферу радиоактивных веществ. Сокращается воздействие на персонал радиоактивного излучения, так как радиий и продукты его распада при кислотном варианте ПСВ остаются под землей.

Процессы вскрытия продуктивного пласта и его освоения при сооружении технологических скважин подземного выщелачивания урана являются решающими для получения высокопроизводительной и долговечной технологической скважины. Бурение технологических скважин сопровождается выносом выбуренной породы потоком промывочной жидкости на поверхность.

Технологическим регламентом, для бурения одной технологической скважины у устья скважины сооружается 3 зумпфа: 2 зумпфа для обустройства циркуляционной системы и обеспечения процесса бурения буровым глинистым раствором, объемом 20 кубометров каждый, также 1 зумпф для сбора бурового глинистого раствора при бурении продуктивного горизонта объемом не менее 5 кубометров. В соответствии с регламентами для сбора отходов бурения с одной технологической скважины сооружаются 3 зумпфа, при бурении 8 скважин строится один амбар. В процессе эксплуатации амбары заполняются буровыми и тампонажными растворами, буровыми сточными водами и шламом, пластовыми водами, продуктами испытания скважин, материалами для приготовления и химической обработки буровых и тампонажных растворов, ГСМ, хозяйственно-бытовыми сточными водами и твердыми бытовыми отходами, ливневыми сточными водами. Процентное соотношение между этими компонентами может быть самое разнообразное в зависимости от геологических условий, технического состояния оборудования, культуры производства и т. д.

Ежегодно на месторождениях урана бурится 7500-8000 технологических скважин. Таким образом, для обеспечения бурения технологических скважин ежегодно сооружается буровые зумпфы общим объемом 337 500-360 000 кубометров. После завершения бурения и сооружения технологических скважин весь этот объем отработанного бурового раствора в соответствии с технологическим регламентом и экологическими требованиями необходимо откачать из зумпфов и транспортировать в шламособорники (пескоотстойники) уранодобывающих предприятий,

которые располагаются от места проведения буровых работ на расстоянии от 20 до 50 километров. В шламосборниках уранодобывающих предприятий шлам и отработанные буровые растворы (ОБР) аккумулируются в гигантских объемах. В соответствии с технологией работ, шлам и ОБР в шламосборниках и пескоотстойниках после сбора и складирования по истечении определенного времени должен испариться, после чего подлежит захоронению в местах сбора.

Отходы бурения (ОБР) относятся к III-IV классу токсичности. При попадании в окружающую среду отходы и шламы оказывают негативное воздействие на геоэкологическую систему местности [3]. Поэтому необходима эффективная технология разделения отработанных глинистых буровых растворов (ОБР) на жидкую и твердую фракции с целью утилизации буровых отходов на участках буровых работ АО «НАК «Казатомпром».

Утилизация бурового шлама должна происходить согласно всем существующим правилам и нормам безопасности. Технологически правильная переработка буровых отходов позволяет сохранять окружающую среду, нейтрализует загрязняющие токсичные соединения. Кроме того, буровые отходы могут стать исходным материалом для дешевых и экологичных строительных материалов.

Для решения такого рода задач, важно создать комплексный способ утилизации отработанных глинистых буровых растворов, включающий воздействие реагентом и разделение отходов бурения на жидкую и твердые фазы, которые позволят добиться снижения объемов транспортируемых шламов и отработанных буровых растворов, снизить затраты на строительство шламосборников и пескоотстойников, вновь использовать в производственных целях продукты разделения, уменьшить затраты на эксплуатацию скважин, снизить затраты на ремонт и техническое обслуживание автотранспортных средств. Кроме того, утилизированный буровой шлам можно было использовать в качестве строительного материала при сооружении технологических скважин.

Имеются разработки и рекомендации по использованию утилизированных буровых шламов в качестве добавки к портландцементу при цементировании обсадных колонн технологических скважин, которые позволяют на стадии эксплуатации урановых месторождений достичь более высокой степени геоэкологической безопасности. Обоснованный способ использования утилизированного бурового шлама в составе цементной смеси при цементировании затрубного пространства колонны скважины позволит снизить количество буровых отходов, возвращая их в родственную геологическую среду.

В этой связи создание экологичной реагентной технологии утилизации отработанного бурового раствора является актуальной задачей и позволит уменьшить объемы сооружаемых шламосборников и пескоотстойников, а это, в свою очередь, снизит затраты на сбор и транспортировку отработанного бурового раствора в шламосборники уранодобывающих предприятий, обеспечит технологию утилизации отработанных буровых растворов непосредственно на месте прове-

дения бурения скважин – в зумпфах, на технологических полигонах уранодобывающих предприятий, обеспечит степень очистки воды до 96 % от общей массы шлама; обеспечит создание замкнутого водоснабжения в буровых установках путем возврата в систему максимально возможного объема жидкой фазы – технической воды. В процессе исследования предусматривается после разделения отработанных буровых растворов на жидкую (техническая вода) и твердую (буровой шлам) фазы также дальнейшее использование оставшейся твердой фазы (бурового шлама) для производства на месте проведения буровых работ гель-цемента для герметизации затрубного пространства, а также для сооружения бетонной отмостки устья скважин. Соответственно значительно будет сокращена транспортировка отработанного бурового раствора и шламов только из зумпфов, это приведет к отсутствию необходимости сооружения пескоотстойников и шламосборников и их строительство уменьшится в 10 (десятки) раз.

Основные требования для разработки технологии утилизации:

- обеспечить экологичную реагентную технологию утилизации отработанных буровых растворов непосредственно на месте проведения бурения скважин – в зумпфах, на технологических полигонах уранодобывающих предприятий;

- обеспечить степень очистки воды до 96 % мас.;
- обеспечить создание замкнутого водоснабжения в буровых установках путем возврата в систему максимально возможного объема жидкой фазы – технической воды;
- значительно сократить объемы отработанных буровых растворов, подлежащих к транспортировке в пескоотстойники только из твердой фазы;
- минимизировать негативное воздействие отработанных буровых растворов на окружающую среду.

В результате исследовательской работы предполагается разработка технологического процесса утилизации отработанных буровых растворов, в котором будут предусмотрены все технологические операции, их последовательность, объемы работ по утилизации отработанных буровых растворов и буровых шламов, а также способы и методы безотходного комплексного использования продуктов утилизации отработанных буровых растворов. Кроме этого будет проводиться экологический и радиационный мониторинг всех процессов утилизации.

#### Литература:

- 1 Мамилов В. А. Добыча урана методом подземного выщелачивания. – М.: Атомиздат, 1980 – 248 с.
- 2 Аренс В. Ж. Физико-химическая геотехнология [Электронный ресурс]. – М.: Горная книга, 2001.
- 3 Приданников Г. Г., Кагарманов Н. Ф., Бочкарев Г. П., Андреев Б. А., Шарипов А. У., Сухов Э. М. Утилизация отработанных буровых растворов // Безопасность труда в промышленности. – 1982. – № 4. – С. 24-26.
- 4 Комплексы подземного выщелачивания / Под редакцией д. т. н. О. Л. Кедровского. – М.: Недра, 1992. – 263 с.

## СРЕДНЕВЕКОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КАЗАХСТАНА

В археологии Казахстана исследование средневековых городов выделилось в отдельное научное направление. Средневековый город, как более развитая социальная структура, сыграл выдающуюся роль в развитии степной цивилизации. К наиболее важным городским отраслевым ремеслам относятся гончарное (производство керамики), стекольное (производство оконного стекла, стеклянной бытовой и аптекарской посуды), железоделательное производство (обработка черных и цветных металлов). Продукция ремесленников играла важную роль в развитии экономики.

Местоположение большинства городов на трассах Великого Шелкового пути дополнительно стимулировало развитие ремесленного производства, поскольку продукция являлась потенциальным товаром в международной торговле.

В I тысячелетии нашей эры в бассейне Сырдарьи и в Илийской долине происходили сложные социально-экономические и политические процессы, в результате которых произошла так называемая городская революция, выразившаяся в формировании многочисленных центров ремесла и торговли. Археологические и письменные источники того времени свидетельствуют о росте числа городов, городских территорий и городского населения в регионе.

Южный Казахстан и Жетысу в период раннего и развитого Средневековья характеризовался зарождением и развитием оседло-земледельческой и городской культуры.

Города формировались, прежде всего, как ремесленные и торговые центры, что явилось следствием отделения ремесла от земледелия. Дальнейший прогресс ремесленного производства происходил в условиях средневекового города: углублялась специализация ремесленников, появлялись новые отрасли, расширялись

обменные связи, формировались ремесленные объединения.

Для развития городского ремесла в Южном Казахстане и Северо-Восточном Жетысу – Илийской долине существовали необходимые условия: материальная и техническая база, соответствующий уровень квалификации мастеров, накопленный опыт организации труда.

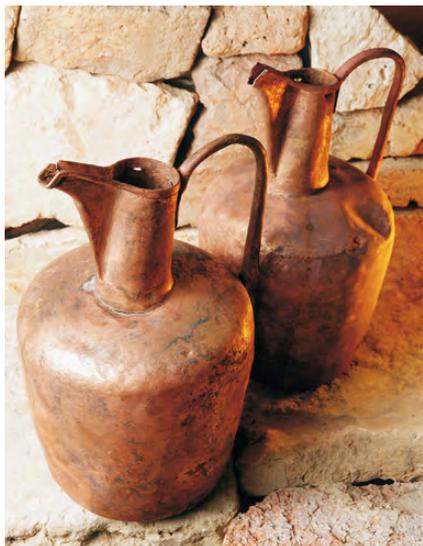
Изучение городских ремесел свидетельствует о том, что каждая отдельная отрасль представляла собой в значительной мере замкнутую систему, включавшую в себя мастеров определенного профиля с присущими им эмпирическими знаниями и умениями, предметами и средствами труда, особенностями технологического процесса и конечного продукта.

Ремесленному производству изучаемой эпохи независимо от его профиля по сравнению с предшествовавшими домашними промыслами были присущи определенные общие характеристики: лучшая техническая база, более совершенная технология производства,

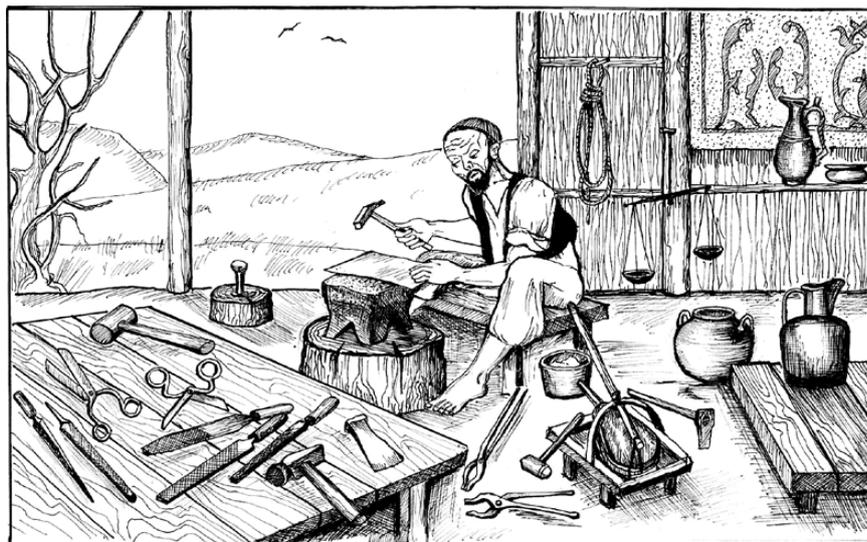
высокое качество продукции, широкая номенклатура товаров и вошедшая в практику стандартизация изделий.

Изучение технологии важнейших ремесел раскрывает сложный характер производства, совокупность механического, физического и химического способов воздействия человека на предметы труда и степень эффективности определенных операций мастеров-ремесленников.

**Гончарное ремесло** – наиболее древний вид керамического производства. В Средние века в этой сфере уже существовали развитые городские производственные центры со свойственными им технологическими традициями разработки источников сырья, подготовки формовочных масс, способов формовки сосудов и обработки их поверхности, применения обжиговых устройств. Прогресс в области керамического производства проявлялся в переходе от ручной лепки к использованию гончарного круга, регулирования температурного режима обжиговых



Кувшины. Медь. Тальхир. X-XII вв.



Мастерская медника. Реконструкция.



Светильник-чиряг на подставке. Медь. Тальхир. X-XII вв.



Кувшин. Медь. Тальхир. X-XII вв.



Кувшин. Медь. Тальхир. X-XII вв.

печей, изобретения и использования поливы и подглазурного ангоба в обработке поверхности изделий.

Характеристика гончарного производства Северо-Восточного Жетысу основывается на материалах археологического исследования средневекового города Тальхир (IX – начало XIII века), многолетние раскопки которого дали большую коллекцию керамики. Основу коллекции составляет неполированная посуда. Гончары Тальхира производили несколько групп керамических изделий в соответствии с функциональным назначением: кухонная посуда (котлы, горшки); столовая посуда (кувшины, чаши, кружки); хозяйственно-бытовые изделия (хумы, хумчи – крупно-

мерные сосуды для хранения пищевых продуктов; ступки и ступкообразные сосуды, тагора – тазики, светильники-чиряги, водопроводные трубы).

Изучение сырья показало, что мастера-гончары в своей деятельности использовали несколько типов глины: ожелезненную среднезапесоченную и среднеластичную глину – для производства кухонной и столовой посуды; ожелезненную запесоченную глину – для производства хозяйственно-бытовой керамики. В составе глины отмечены естественные примеси бурого железняка, слюды, песка, часто известняка и эпидота. В формовочных массах использовались искусственные добавки в виде дресвы (от 5 до 20 %) и небольшое коли-

чество органики (навоз, мелкорубленая солома). В некоторых случаях отмечено применение формовочной массы без искусственных добавок. Формовка сосудов осуществлялась на гончарном круге, иногда при помощи ручной лепки. Обработка внешней поверхности состояла в нанесении глиняной обмазки того же состава или светло-коричневого и красновато-коричневого ангоба, а также прочерчено-процарапанного, вдавленного или штампованного орнамента. Обжиг керамики осуществлялся в окислительной среде при температуре 800-900 °С.

В XI веке гончары Тальхира освоили производство поливной красноглиняной керамики. Номенклатура



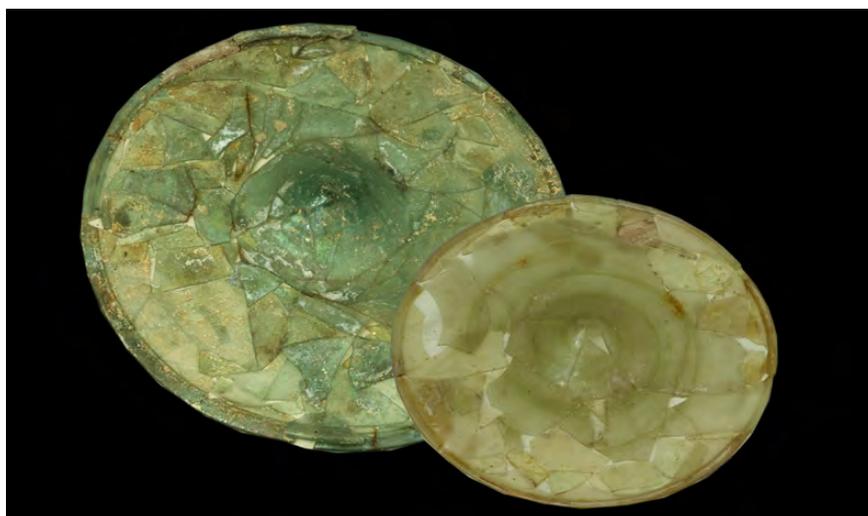
Стеклодувная мастерская. Реконструкция.



Стекланный кувшин. Кедер. X-XII вв.  
Реставрация Т. Доцановой.



Стекланная посуда. X-XII вв.



Оконное стекло. Тальхир. X-XII вв.

изделий состояла из чаш, блюд, пиал, тарелок, кувшинов, горшкообразных сосудов, светильников. Для изготовления керамики использовалась железенная среднепластичная отменная глина. Поверхность сосудов покрывалась прозрачной свинцовой поливой. Глазурь наносилась на ангобную (чаще белую) обмазку или непосредственно на черепок. В производстве глазурованной посуды предпочтение отдавалось бесцветной, бирюзовой, желтой, зеленой, коричневой, прозрачной поливе. Посуда часто украшалась полихромным орнаментом, нанесенным минеральными красками.

**Стеклоделие** на территории Казахстана неразрывно связано с процессом урбанизации региона. Стекло и стеклянные изделия были

известны здесь с давних пор, однако их местное производство появилось лишь в X веке, а наивысшего расцвета достигло в XI и XII веках. Об этом свидетельствуют археологические находки отходов производства – разноцветных кусков стеклянной массы, шлаков, бракованных изделий, кусков фритты. Многочисленные фрагменты стеклянных изделий, обнаруженные в культурных слоях средневековых городов Тальхира, Каялыка, Отрара, Кедера, Саурана, Сыгнака, Тараза, свидетельствуют о широком распространении стеклянных изделий в быту населения того времени. Этому способствовали доступность источников сырья, сравнительная простота производства, достижения в развитии пиротехники, дешевизна и химическая устойчивость продукции.

В стеклоделии, ориентированном на рынок, выпускалась как дорогая, элитная, так и сравнительно дешевая продукция массового потребления. Известные из археологических раскопок Казахстана сосуды изготовлены из стекла разнообразной цветовой гаммы: зеленого (и его оттенков от светлого до темного), желтого, розового, темно-коричневого, синего, голубого, фиолетового, бирюзового, белого непрозрачного.

Номенклатура изделий стеклоделов Средневековья была достаточно разнообразной. Мастера производили графины, кувшины, кружки, рюмки, бокалы, миски, флаконы, тубеки, сумеки (изделия гигиенического назначения), сосуды специального назначения (аптекарскую посуду, сфероконусы), оконное стекло, украшения (бусы, бисер, браслеты). Следует отметить,



Гончарная мастерская. Реконструкция.



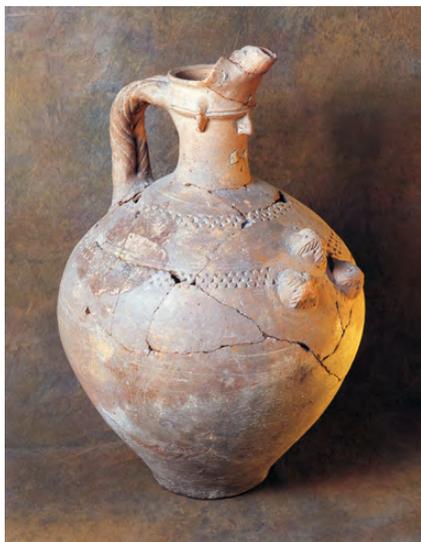
Водоносный кувшин. Керамика. XI-XII вв.



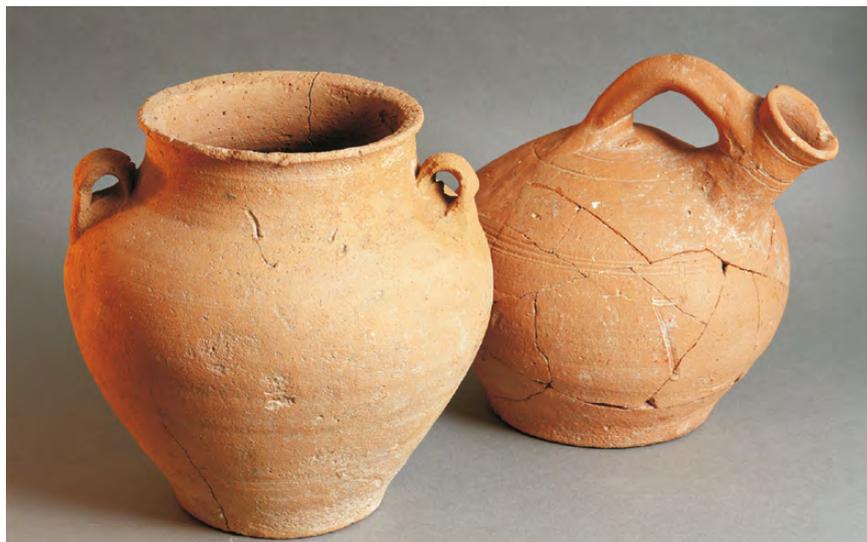
Котел. Керамика. X-XI вв. Тальхир



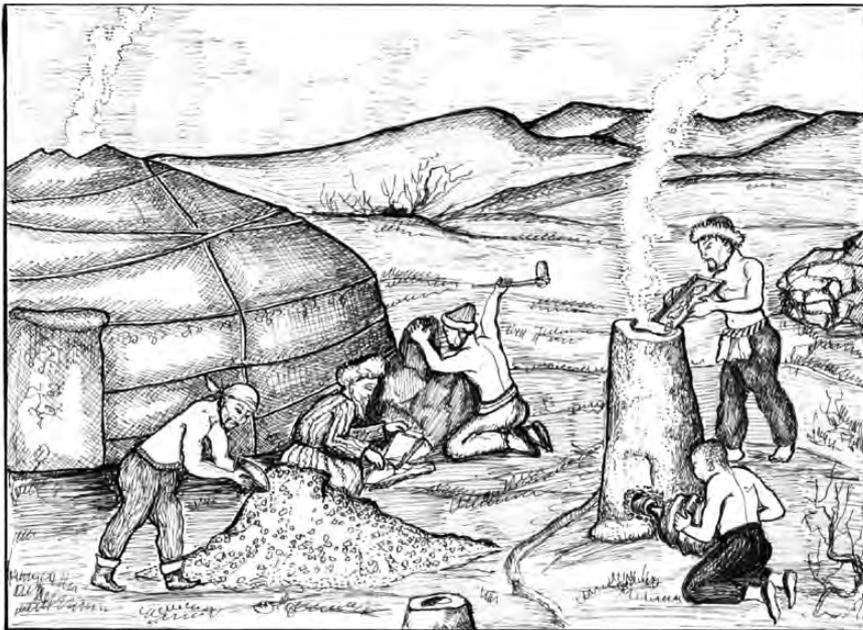
Горшки. Керамика. XI-XII вв. Алматы



Антропоморфный сосуд. Керамика. X-XII вв. Тальхир



Горшок и сосуд-водолей. Керамика. XI-XII вв.



Выплавка железа. Реконструкция.



Кузнечная мастерская. Реконструкция.



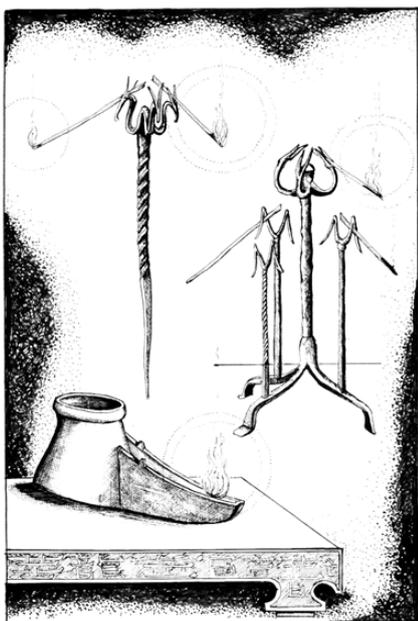
Чугунный котел. Тальхир. X-XII вв.



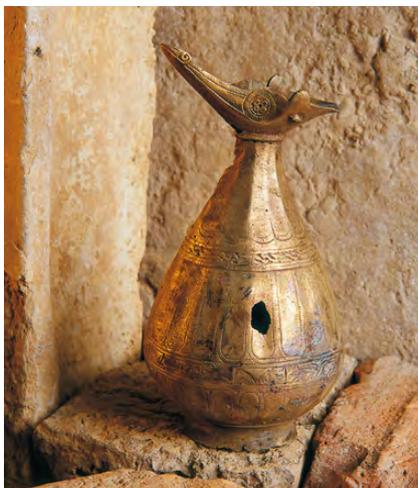
Орудия земледелия 1 - железо, 2, 3 - чугун. Тальхир. X-XII вв.



Кузнечные инструменты. Тальхир. X-XII вв.



Осветительные приборы. Железо. Тальхир. X-XII вв.



Кувшин. Бронза. Тальхир. X-XII вв.



Светильник-чираг на подставке. Бронза. Тальхир. X-XII вв.

что коллекция стекла из Талгара близка по ассортименту находкам из городища Антоновка, в целом уступая по разнообразию изделий артефактам городов Южного Казахстана и Юго-Западного Жетысу.

Изготовление стеклянных изделий производилось техникой свободного выдувания, а также выдувания в форме и вытягивания стекломассы. Для стекла городов Казахстана характерно единообразие химического состава, обусловленное установившимися технологическими традициями и историческими связями Среднеазиатского региона. Показатели анализов шестнадцати образцов стекла из Тараза, Отрара, Кедера, Тальхира, Каялыка, опубликованные А. А. Абдуразаковым, М. А. Безбородовым, Т. С. Дошановой, позволяют дать общую характеристику химического состава стекла. Количество кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ) – главного компонента в стекле, колеблется от 60,33 до 63 %, его среднее значение – 61,74 %. Содержание глинозема ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) находится в пределах 2,52-3,78 %, при среднем значении 2,96 %. Еще одним важным компонентом стекла являлась окись кальция ( $\text{CaO}$ ). В изученных образцах стекла присутствует в высокой концентрации окись магния ( $\text{MgO}$ ). Совместное присутствие названных компонентов значительно влияло на физико-химические реакции, происходившие при варке стекла: температуру, скорость провара и свойства стекла.

Характерной особенностью химического состава изучаемого стекла является значительное превышение окиси натрия относительно содержания окиси калия. Такое соотношение щелочных компонентов присуще стеклу всего среднеазиатского региона. Очевидно, данное обстоятельство отражает практику использования в стеклоделии золы узкого круга солончаковых растений.

**Черная металлургия и металлообработка** занимали ведущее положение в экономической структуре средневекового города. В черной металлургии преимущественно применялся сыродутный способ получения железа с использованием различных типов рудных источников. Главным элементом металлургического процесса являлась сыродутная печь: в нее вдувался сырой (не нагретый) воздух. Судя по имеющимся источникам, наиболее распространенными были глинобитные сооружения в виде усеченного конуса со специальными отверстиями для выпуска шлака, обладавшие достаточно высокой экономической эффективностью за счет периодического выпуска шлака

и долговременностью использования самой конструкции. Археологические материалы и данные лабораторных исследований позволяют восстановить процесс получения железа и стали в эпоху Средневековья.

В ходе сыродутного процесса загружаемые исходные материалы претерпевали в печи значительные изменения. Углерод, сгорая в нижней части рабочей камеры в токе вдуваемого воздуха при температуре 1350 °С, превращался в окись углерода ( $\text{CO}$ ) – основу восстановительного процесса. Образовавшиеся в ходе горения газы, раскаленные до высоких температур под давлением нагнетаемого воздуха, двигались вверх и нагревали находившуюся там шихту. При малой высоте печи температура достигала весьма значительных величин, делавших возможным успешное протекание химических реакций. В результате одна часть рудных окислов железа восстанавливалась до металла (по схеме  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$ ), другая объединялась с пустой породой (кремнеземом), образуя жидкий шлак ( $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ ). Восстановленное железо в виде мельчайших частиц размером в сотые и тысячные доли миллиметра по мере выгорания угля двигалось вниз рабочей камеры. Как известно, процессы горения в шахте неравномерны. Активны они в середине печи и несколько замедлены у ее стенок. Поэтому опускавшиеся вниз материалы как бы «скатывались» от стенок в середину камеры. При этом движении восстановленные частицы железа, находившиеся в размягченном состоянии внутри жидкого шлака, при соприкосновении сливались под действием сил поверхностного натяжения. Таким образом, частицы железа укрупнялись, превращаясь в ком железа (крицу).

**Доменное производство чугуна** также являлось важным сектором экономики. Способ получения чугуна, во многом напомиравший сыродутный процесс, был основан на восстановлении металла из железных руд древесным углем. Непременное условие такой плавки – использование доменных печей большей высоты, чем сыродутная печь. При увеличении высоты печи более 1 метра достижение высокой температуры для плавки возможно лишь в нижней ее части у воздуходувных фурм. Поэтому шихта, загружаемая в печь, длительное время находилась при температуре ниже 1000 °С, когда железные окислы активно восстанавливались в металлическое железо еще до попадания в область температуры шлакования выше 1000 °С. В этом случае шлак образыва-

лся за счет пустой породы (кремнезема, глинозема) с участием щелочей и золы древесного угля и, возможно, флюса. Восстановленное металлическое железо, находясь длительное время в соприкосновении с углеродом, успевало значительно науглеродиться и превратиться в сравнительно легкоплавкий чугун. Расплавленный чугун стекал в нижнюю часть домны, а жидкие шлаки собирались на его поверхности.

Металлообработывающее производство в целом удовлетворяло потребности населения в металлических изделиях всех типов. В период Средневековья в городах Жетысу существовали два вида техники обработки железоуглеродистых сплавов, резко отличавшиеся друг от друга.

Для железа и стали использовалась обработка пластичного металла в горячем состоянии методомковки.

В производстве «качественных» кузнечных изделий мастера применяли различные технологические схемы: ковка изделия целиком из стали; ковка изделия целиком из железа; поверхностная цементация изделий; конструктивная сварка железа и стали. Предпочтение при этом отдавалось цельностальным конструкциям. Значительно реже производили изделия, состоящие целиком из железа. Крайне редко при изготовлении орудий применялась гиперуглеродистая (булатная) сталь. На Востоке в эпоху Средневековья такую сталь называли арабским термином «фулаз». В русском языке известно однокоренное слово «булат».

Металлографические исследования черного металла средневекового Тальхира позволяют говорить о существовании тигельного производства гиперуглеродистой стали ледебуритного и карбидного классов в городских ремесленных центрах Жетысу и Южного Казахстана. Хорезмийский ученый XI века Аль-Бируни в своем трактате «Минералогия» в главе «О железе» писал: «Тигельная сталь фулаз на поверхности имеет узор, называется этот узор «фиринд», образуется он из различных частиц железа и чугуна, располагающихся вперемешку. При изготовлении изделия рисунок фиринда не возникает по желанию, ибо он случаен». Аль-Бируни сообщал, что для получения сплава такого состава использовались два исходных компонента: мягкое железо и «даус» – обыкновенный чугун, относящийся к группе железоуглеродистых сплавов. В тигле последовательно плавляли мягкое железо, а затем в расплав добавляли определенное количество чугуна

(«даус») в виде мягкого порошка. Искусство плавания на данном этапе состояло в том, чтобы вовремя остановить процесс, не допуская полного слияния исходных материалов.

Для *чугуна* – литье расплавленного металла в специально приготовленных формах. Чугун отличается от стали специфическими технологическими свойствами – более низкой температурой плавания, хорошими литейными качествами, малой способностью к пластической деформации (не поддается ковке). Эти свойства чугуна определили сферы использования – в быту и сельском хозяйстве – и он стал важнейшим литейным материалом, широко применявшимся в металлообрабатывающем производстве городов Южного Казахстана, Семиречья и Средней Азии. В городских ремесленных кварталах плавку осуществляли в специальных горнах, имевших на дне углубление по форме котла, обмазанное огнеупорной глиной. Сюда стекался расплавленный чугун. В качестве сырья для плавки использовались чугунные слитки либо чугунный лом. Об этом свидетельствуют археологические находки на городище Талгар (чугунная чушка) и на городище Алматы. Среди артефактов обнаружены обломки чугунных изделий, заготовленные для переплавки.

В литейном производстве при изготовлении котлов, жаровень, ступок и лемехов широко применялся чугун – железоуглеродистые сплавы, содержащие более 2 % углерода. Для выяснения технологии производства образцы от 20 котлов были подвергнуты микроструктурным исследованиям. Металлографический анализ показал, что большинство котлов отлиты из низкоуглеродистого белого чугуна. Несколько котлов отлиты из половинчатого, частично графитизированного чугуна. Сплав характерен тем, что наряду с ледебуритом, перлитом и цементитом фиксируется розеточный графит. Один котел изготовлен из серого чугуна.

Значительную группу чугунных изделий составляли лемехи – наконечники на деревянный полоз пахотных орудий. Изучено 3 экземпляра лемехов.

Два изделия отлиты из белого высокоуглеродистого (заэвтектического) чугуна. Микроструктуры их состоят из ледебурита и ледебурита с цементитом. Один экземпляр изготовлен из половинчатого чугуна. В структуре шлица фиксируются перлит, цементит, ледебурит и отдельные графитизированные зоны.

**Медницкое дело** – особая отрасль ремесленного производства. Повышение

эффективности труда металлистов привело к выделению специализированных мастерских, в которых работали высококвалифицированные мастера – мисгары, изредка упоминаемые в письменных источниках Средней Азии эпохи Средневековья. Искусные мастера по меди, бронзе, латуни поставляли на рынок товар обширной номенклатуры, часть которого представлена в археологических материалах: кувшины, тазы, подносы, чаши, котлы, блюда, светильники, подставки под светильники, зеркала, ременные пряжки и накладки, элементы конской сбруи, всевозможные украшения.

Медницкое дело представляло собой изготовление изделий с использованием соответствующего инструмента и оборудования. Анализ археологической коллекции города Тальхира, насчитывающей более 80 предметов, показал, что основными медницкими работами были: разметка, раскрой листового материала, разрезание, рубка, правка, опиление, гибка листового материала, ковка, выколотка, отбортовка, гофрирование, посадка, сборка, клепка, отжиг, шлифовка, пайка, тиснение, литье в форму. Набор способов производства того или иного изделия определяется его формой, назначением, наличием исходных материалов и квалификацией мастера.

Обнаруженные в ходе раскопок средневековых городов коллекции поделок из цветного металла свидетельствуют о высоком мастерстве исполнителей. Отмеченный уровень квалификации мастеров основывался на обширных знаниях медницкого дела и личном производственном опыте.

**Профессиональные ремесленные объединения.** Эпоха раннего и зрелого Средневековья в земледельческих районах Жетысу и Южного Казахстана характеризовалась формированием торгово-ремесленных и политических городских центров, ознаменовавших новый этап в социально-экономическом и культурном развитии общества.

Анализ археологического материала и письменных источников свидетельствует, что город эпохи средневековья был центром прежде всего мелкого товарного производства, городской и транзитной торговли. Ремесленник, работавший на рынок или на заказ, и торговец, реализовывавший готовую продукцию, являлись главными действующими лицами (субъектами) городской экономики того времени. В промышленном мелкотоварном производстве господствовал ручной труд, носителем которого был само-

стоятельный ремесленник-производитель – хозяин собственной мастерской, где работал сам с учениками и подмастерьями. Ремесленники использовали собственное или сырье заказчика. Поэтому обязательным атрибутом города был один или несколько рынков. Ярким подтверждением этого служат сведения некоторых арабских источников X века (сочинения ал-Истахри, ибн-Хаукаля, ал-Макдиси).

Концентрация ремесла в крупных населенных пунктах, его специализация и дифференциация привели к усовершенствованию инструментов, технической базы, изменению организации и культуры производства. Следствием этого явилось существенное повышение технологического уровня основных отраслей и улучшение качества выпускаемой продукции. Общее состояние ремесленного производства позволяло выпускать широкий ассортимент продукции разного качества в расчете на потребителей в городе, сельскохозяйственной округе или кочевой среде.

Динамика роста ремесленного производства способствовала совершенствованию его организационных форм: появились объединения ремесленников отдельных профессий. Сведения о ремесленных объединениях городов содержатся в письменных источниках под названием «рисалья» («рисала»), что переводится с арабского как «трактат». «Рисалья» отдельных ремесел имели одинаковую структуру, состояли из нескольких частей: миф о происхождении ремесла; наставление о молитвах и заклинаниях, которые необходимо произносить при совершении отдельных производственных операций; религиозно-нравственные нормы поведения; перечень имен святых, которые предписывалось знать ремесленникам конкретной специальности. В некоторых рисалья нашли отражение нормы взаимоотношений мастера и ученика.

По основным характеристикам ремесленные организации среднеазиатских городов в значительной степени являлись прямым продолжением особенностей среднеазиатского города, жившего по нормам мусульманского права, признававшего один вид социальной организации людей – религиозную общину, где нет места муниципальной и корпоративной автономии. Ремесленные объединения городов представляют собой простейшие формы объединений городских ремесленников по признакам однородности занятий.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Абдрахманова К. А. – старший преподаватель КарГТУ
2. Абдулкаримова Р. Г. – д. х. н., доцент КазНУ им. аль-Фараби
3. Абдухалыкова Л. – советник компании GRATA International
4. Абиболла Ш. А. – магистрант КазННТУ им. К. И. Сатпаева
5. Абикинова А. А. – к. т. н., доцент, заведующий кафедрой Алматинского университета энергетики и связи им. Г. Даукеева
6. Акишев А. – к. т. н., ведущий научный сотрудник Института проблем горения
7. Аккенжеева А. Ш. – к. т. н., доцент Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова
8. Амангелды Ж. Н. – магистрант КазНУ им. аль-Фараби
9. Аубакирова Г. М. – д. э. н., профессор кафедры «Инженерное предпринимательство и маркетинг» Карагандинского технического университета
10. Ахметжанов Т. Б. – к. т. н., PhD доктор, старший преподаватель КарГТУ
11. Байбосын А. А. – магистрант КазНУ им. аль-Фараби
12. Байсарова Г. Г. – доктор PhD Каспийского университета технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
13. Бакберген К. – магистрант Таразского регионального университета им. М. Х. Дулати
14. Бегимбетова А. С. – PhD, доцент Алматинского университета энергетики и связи им. Г. Даукеева
15. Бектыбай Б. Ж. – к. т. н., и. о. доцента, старший преподаватель КазНУ им. аль-Фараби
16. Бергенева Н. С. – доцент, старший преподаватель КазНУ им. аль-Фараби
17. Боранбаева А. Н. – PhD докторант Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова
18. Губайдуллина Г. М. – к. т. н., доцент высшей школы Нефти, газа и химической инженерии Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир-хана
19. Даненова Г. Т. – к. т. н., доцент КарГТУ
20. Егоров О. И. – д. э. н., профессор, главный научный сотрудник Института экономики КН МОН РК
21. Жандаулетова Ф. Р. – к. т. н., ассоциированный профессор Алматинского университета энергетики и связи им. Г. Даукеева
22. Жуман Г. Б. – магистрантка КазНУ им. аль-Фараби
23. Исатаева Ф. М. – доктор Ph.D, и. о. заведующая кафедрой КарГТУ
24. Калиев Б. З. – к. т. н., ассоциированный профессор КазННТУ им. К. И. Сатпаева
25. Карманов Т. Д. – к. т. н., ассоциированный профессор КазННТУ им. К. И. Сатпаева
26. Каюпов А. А. – PhD докторант Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова
27. Кенжетев Г. Ж. – д. т. н., профессор Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова
28. Кошмаганбетова Ж. Б. – магистр экономики и бизнеса, старший преподаватель Карагандинского технического университета
29. Куандыкова Ш. Б. – магистрант 2-го курса высшей школы Нефти, газа и химической инженерии Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир-хана
30. Кушакова Л. Б. – к. т. н., начальник отдела металлургии и обогащения Филиала РГП «НЦ КПМС РК» ВНИИцветмет
31. Кунес З. Б. – магистрант КазНУ им. аль-Фараби
32. Маулетбекова Б. К. – докторант КазННТУ им. К. И. Сатпаева
33. Мубарак Н. А. – магистрант Алматинского технологического университета
34. Назаренко А. Ю. – старший научный сотрудник Филиала РГП «НЦ КПМС РК» ВНИИцветмет
35. Нургужин М. Р. – д. т. н., профессор, председатель правления АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
36. Оспанова С. М. – доктор PhD Каспийского университета технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
37. Раушанбек Д. С. – магистрант КазННТУ им. К. И. Сатпаева, инженер-геолог АО «Волковгеология»
38. Савельева Т. В. – д. и. н., главный научный сотрудник Института археологии им. А.Х. Маргулана МОН РК
39. Садиева Х. Р. – к. т. н., доцент Таразского регионального университета им. М. Х. Дулати
40. Садыкова К. Б. – лектор Алматинского технологического университета
41. Санат Т. – PhD, ведущий научный сотрудник Института проблем горения
42. Сафронова Ф. П. – магистрант Алматинского университета энергетики и связи им. Г. Даукеева
43. Серикбаева А. К. – к. т. н., профессор Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова
44. Сизикова Н. В. – к. т. н., старший научный сотрудник Филиала РГП «НЦ КПМС РК» ВНИИцветмет
45. Сугиров Д. У. – д. т. н., профессор Каспийского университета технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
46. Суйменова М. К. – магистр техники и технологии Каспийского университета технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
47. Темирханова Р. Г. – доктор PhD, ассистент-профессор КазННТУ им. К. И. Сатпаева
48. Толеубаева Ш. Б. – докторант КарГТУ
49. Толымбеков Т. Д. – магистрант Каспийского общественного университета
50. Фоменко С. М. – к. х. н., заведующий лабораторией Института проблем горения
51. Хисметуллина А. – магистрант Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова
52. Чиканаев Ш. – партнер компании GRATA International
53. Шайхиева К. М. – магистр техники и технологии Каспийского университета технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
54. Шукманова А. А. – доктор PhD Каспийского общественного университета
55. Ягудеев А. Т. – магистрант Алматинского технологического университета
56. Ягудеев Т. А. – д. х. н., профессор Алматинского технологического университета

**СОПРЕДСЕДАТЕЛИ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:**

- В. Школьник** – д. ф.-м. н., профессор  
**Б. Атамкулов** – к. э. н.  
**А. Жарменов** – академик НАН РК, д. т. н., профессор

**ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:**

- С. Байсанов** – д. т. н., профессор  
**Н. Бектурганов** – академик НАН РК, д. т. н., профессор  
**Н. Буктуков** – академик НАН РК, д. т. н., профессор  
**С. Галиев** – чл.-корр. НАН РК, д. т. н., профессор  
**М. Дюсебаев** – д. т. н., профессор  
**М. Ермагамбетов** – д. х. н., профессор  
**С. Ефремова** – д. т. н., профессор  
**В. Жандаулетов** – к. э. н.  
**М. Молдабеков** – академик НАН РК, д. т. н., профессор  
**В. Музгина** – д. т. н., профессор  
**М. Наурызбаев** – почетный член НАН РК, д. т. н., профессор  
**К. Саркенов** – д. т. н., профессор  
**Р. Сармурзина** – д. х. н., профессор  
**Б. Сатбаев** – д. т. н., профессор  
**И. Старцев** – инженер-экономист  
**А. Терликбаева** – д. т. н.  
**Г. Трофимов** – д. т. н., профессор  
**Г. Уалиев** – академик НАН РК, д. т. н., профессор  
**С. Шалгымбаев** – почетный член НАН РК, к. х. н.  
**Х. Юсупов** – д. т. н., профессор

Научно-технический журнал  
«ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КАЗАХСТАНА»  
Издается с июля 2000 года

№1(113), 2021 г.  
Периодичность: 4 номера в год

Учредитель  
РГП «НЦ КПМС РК»

Директор проекта  
Людмила АНДРОНОВА

Редактор  
Елена МАКСУТОВА

Научный редактор  
Жадыра САДЕТОВА

Корректор  
Бахыт АБИШЕВА

Аналитика  
Валерий ЖАНДАУЛЕТОВ  
Людмила ВАЛЕНТИНОВА

Верстка, цветокоррекция  
и допечатная подготовка  
Ирина САВЕЛЬЕВА

Печать  
ТОО «Жарқын Ко»  
010000, Республика Казахстан,  
г. Нур-Султан, пр. Абая, 57/1.  
тел.: 8 (7172) 215086  
e-mail: jarkin@mail.ru

Редакция журнала «Промышленность Казахстана»  
не всегда разделяет  
мнение авторов публикаций.  
Редакция не несет ответственности  
за содержание рекламных материалов.  
Перепечатка материалов возможна  
с письменного согласия редакции.

Журнал впервые зарегистрирован  
в Министерстве культуры, информации  
и общественного согласия РК 05.04.2000 г.  
(свидетельство № 1202-Ж).  
Последняя перерегистрация в Министерстве  
информации и коммуникаций РК от 11.06.2019 г.  
(свидетельство № 17739-Ж)

050036, Казахстан, г. Алматы,  
ул. Жандосова, 67  
тел.: 8 (727) 2590070  
факс: 8 (727) 2590075

e-mail: industrykz@cmrp.kz  
prom56@mail.ru



Филиал РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан»

## ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. Ж. АБИШЕВА

**ХМИ – технологии успеха!**

**СMI – Technologies to succeed!**

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева является ведущим научно-исследовательским предприятием в Казахстане по проблемам черной и цветной металлургии. Институт организационно обеспечен всем необходимым для проведения полномасштабных научных исследований и осуществляет научно-техническую деятельность по всему циклу металлургического производства – от подготовки сырья до готовой продукции.

### **ПРИОРИТЕТНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА:**

- ▶ *изучение физико-химических основ процессов металлургической переработки минерального и техногенного сырья*
- ▶ *разработка наукоемких и конкурентоспособных технологий вовлечения в металлургическое производство и комплексную переработку труднообогатимого, некондиционного, вторичного и техногенного сырья*
- ▶ *создание и реализация технологий получения новых ферросплавов и чистых химических веществ*
- ▶ *подготовка и реализация научно-технических решений, способных переориентировать металлургические и химические производства от сырьевой направленности к выпуску готовой продукции высокой степени товарности*

### **НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ РАЗРАБОТКИ ИНСТИТУТА В РАЗНЫЕ ГОДЫ БЫЛИ УДОСТОЕНЫ ЧЕТЫРЕХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРЕМИЙ:**

- ▶ в 1969 году за разработку и освоение технологии комплексной переработки медных концентратов Балхашского ГМК академик Евней Арстанович Букетов был удостоен Государственной премии СССР.
- ▶ В 2001, 2003, 2005, 2015, 2017 годах за разработку теоретических основ, технологий и внедрение научно-технических инноваций 12 сотрудников института получили Государственные премии Республики Казахстан имени аль-Фараби в области науки, техники и образования.

Республика Казахстан, 100009, г. Караганда, ул. Ермакова 63,

Тел./факс 43-31-61

Сайт: [hmi-nauka.kz](http://hmi-nauka.kz) E-mail: [hmi2009@mail.ru](mailto:hmi2009@mail.ru)



# Республиканское государственное предприятие «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан»

Институт горного дела им. Д. А. Кунаева (Алматы)

Восточный научно-исследовательский горно-металлургический институт цветных металлов (Усть-Каменогорск)

Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр» (Алматы)

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева (Караганда)

Центр металлургии в Восточно-Казахстанской области (Усть-Каменогорск)

Астанинский филиал «РГП НЦ КПМС РК» (Нур-Султан)

Институт геологии и экономики минерального сырья (Алматы)

АО «Казчерметавтоматика» (Караганда)

Журнал «Промышленность Казахстана» (Алматы)

▶ создание и освоение новых технологий в области геологии, горного дела, металлургии, обогащения полезных ископаемых, совершенствования действующих производств

▶ научно-методическое и нормативное обеспечение управления процессами недропользования и развития горно-металлургического комплекса

▶ разработка и реализация технологий и оборудования для рациональной добычи и переработки рудного, техногенного, забалансового и вторичного металлсодержащего сырья, а также утилизация производственных отходов

▶ разработка и реализация технологий получения новых материалов, в том числе высоко- и особо чистых материалов; обеспечение трансфера новых технологий в горно-металлургическом комплексе

▶ создание наукоемких производств в области химии, горного дела, металлургии

▶ проектно-изыскательские и проектно-конструкторские работы в области химических производств, горного дела, обогащения, металлургии; информатизация и автоматизация технологических процессов, сертификация и сервисное обслуживание предприятий горно-металлургического комплекса

▶ выполнение подрядных работ по разработке, изготовлению и сдаче в эксплуатацию новых, реконструкция и расширение действующих производств и технологических процессов горно-металлургического комплекса

▶ разработка и внедрение в промышленное производство приборов контроля за технологическими процессами в горно-металлургическом комплексе

▶ международное сотрудничество в области научно-технической и образовательной деятельности

В Национальном центре по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан в разные годы трудились более 60 действительных членов (академиков) и порядка 30 членов-корреспондентов отечественных и зарубежных академий наук, более 120 лауреатов премий, в том числе Государственной премии РК (21), Государственной премии СССР (19), Государственной премии КазССР (3), Ленинской премии (6), Премии Совета Министров СССР (11), Премии Совета Министров КазССР (8), Премии Кабинета Министров КазССР (5), Премии Ленинского комсомола Казахстана (2), Премии «Тарлан» (1), Премий им. академиков Е. А. Букетова, Д. А. Кунаева, К. И. Сатпаева, У. А. Джолдасбекова, Ш. Е. Есенова (49), Премии фонда Первого Президента РК (2), Премии Союза молодежи Казахстана (1), Премии «Гылым Сардары» (1). В настоящее время кадровый потенциал составляют

36 докторов, 68 кандидатов наук и 16 докторов PhD, 40 академиков и 10 членов-корреспондентов казахстанских и международных академий наук, 63 лауреата различных премий, в том числе 19 лауреатов Государственной премии РК, из них 1 - дважды удостоен этой высокой награды.

Республика Казахстан, 050036, г. Алматы, ул. Жандосова, 67

Тел.: 8 (727) 259 00 70, 259 00 79. Факс: 8 (727) 259 00 75

e-mail: nc@cmrp.kz

www.cmrp.kz