

ВИЗИТЫ	Обмен мнениями по перспективам взаимодействия	2
ЭКОНОМИКА	По решению ОПЕК+ Казахстан снижает добычу нефти	4
АКТУАЛЬНО	Роль цифровизации в совершенствовании геолого-экономической оценки месторождений	7
ИНДУСТРИЯ	Производство строительных плит из растительных отходов	11
	Оптимизация процессов сгущения продуктов обогащения при переработке руды месторождения «Узынжал»	14
	Печь для термической обработки активированного угля	17
	Влияние новых реагентов-флокулянтов на показатели сгущения в условиях обогащения техногенных отходов металлургического производства	20
ЭКОЛОГИЯ	Земля тревоги нашей	24
	Оценка воздействия деятельности котельной малой мощности на уровень загрязнения воздушного бассейна	27
	Мұнай құрамды ағызынды сулар тасталатын тоғандағы хлорид және сульфат иондарының құрамын бақылау	30
ЭНЕРГЕТИКА	Изучение горения угольных брикетов с воздушными каналами	33
ЭКСПЕРТИЗА	Применение стальных конструкций в строительстве зданий и сооружений	36
	Особенности аномалии магнитного поля Жаильминской синклинали	39
ТЕХНОЛОГИИ	Получение полимерного битумного вяжущего на основе смесей нефтепродуктов	43
	Получение и использование диоксида серы в различных отраслях экономики	46
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ		50
ТЕНДЕР ТЕХНОЛОГИЙ	Атмосферадағы ластаушы заттар және олардың тұрғындардың денсаулығына әсерін зерттеу	52
	Қазақстан шахтасының өндіру учаскесінің Д6 көмір қабатының метан молдығының өзгеру динамикасы	56
	Характеристика рудовмещающих пород месторождения «Карагайлы»	60
	Аналитический метод определения токсичных компонентов отработавших газов двигателя внутреннего сгорания автомобилей	65
	Применение алгоритма MOTH-FLAME OPTIMIZATION в распределительных электрических сетях для оптимизации потерь мощности и напряжения	68
	Влияния минералов меди в золотосодержащих и золото-медных рудах на их переработку	73
	Исследование зависимости температуры горения угольного брикета с безвоздушными каналами от времени	77
	Использование окислителей при обжиге кеков медного производства	81
	Расчет водного баланса хвостохранилища Балхашской обогатительной фабрики для его безопасной эксплуатации	84
	Термординамическое прогнозирование получения кремнистого ферросплава из хвостов кучного выщелачивания окисленной медной руды	88
	Кинетическая модель извлечения хлоридов цветных металлов при хлорировании свинцовых шлаков в присутствии дистиллерной жидкости	91
	Средневековые городища Кастек и Талгар на Великом Шелковом пути	95
	ИСТОКИ КУЛЬТУРЫ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	



ОБМЕН МНЕНИЯМИ ПО ПЕРСПЕКТИВАМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев принял участие в заседании Совета глав государств СНГ

Декабрьское заседание Совета глав государств Содружества проходило в режиме видеоконференцсвязи. В нем приняли участие лидеры Азербайджана, Беларуси, Кыргызстана, Молдовы, России, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана.

В ходе заседания состоялся обмен мнениями по многоплановому взаимодействию в рамках Содружества Независимых Государств, Концепции дальнейшего развития СНГ и Плану основных мероприятий по ее реализации. Также были рассмотрены вопросы развития и укрепления межпарламентского сотрудничества стран СНГ.

В своем выступлении глава государства отметил, что сегодняшняя встреча проходит на фоне множества серьезных проблем в мировой экономике и политике, которые приобрели еще большую остроту в результате беспрецедентной пандемии коронавируса. Исходя из общих интересов, Президент Казахстана

выдвинул ряд предложений, в том числе совместное противодействие коронавирусной инфекции.

«Сегодня первоочередной задачей является предоставление нашим гражданам широкого доступа к противовирусным вакцинам. В этой связи хочу отметить ведущую роль Российской Федерации в глобальном противодействии COVID-19, первой в мире зарегистрировавшей вакцину и приступившей к вакцинации населения. Казахстан также разрабатывает собственный препарат, который демонстрирует хорошие результаты в ходе тестирования. На следующей неделе мы запустим совместное с Россией производство вакцин как российской, так и казахстанской, в том числе на экспорт», – отметил Касым-Жомарт Токаев.

Президент призвал своих коллег поручить главам внешнеполитических ведомств их стран поддержать в ООН инициативы Казахстана по

созданию Сети региональных центров по контролю за заболеваниями и биобезопасности под эгидой ООН, а также по учреждению Международного агентства по биологической безопасности.

Одной из первоочередных задач СНГ Касым-Жомарт Токаев назвал реанимацию деловой активности и экономических связей стран Содружества.

«В этих условиях наш абсолютный приоритет – сохранение социально-экономической стабильности, поддержание уровня доходов и занятости населения. Однако этого невозможно достичь без перезапуска всего комплекса торгово-экономических отношений. Необходимо активизация усилий по дальнейшей либерализации взаимной торговли, устранению барьеров и ограничений. Важно сфокусироваться на привлечении инвестиций, эффективном использовании транзитно-транспортного потенциала, углублении промышленной кооперации, развитии горизонтальных



связей регионов», – подчеркнул глава государства.

Президент Казахстана отметил важность завершения согласования Соглашения о свободной торговле услугами и его ключевого элемента – Раздела об инвестициях, который принесет реальную выгоду каждому государству.

Глава государства отдельно остановился на вопросах охраны окружающей среды и внедрения «зеленых» решений, а также развития новых цифровых технологий. Казахстан в качестве председателя в Межгосударственном экологическом совете СНГ в 2021 году предлагает изучить возможность сближения подходов и гармонизации национальных законодательств в этой сфере, а также создать Специальную рабочую группу по вопросам цифровизации.

Президент акцентировал внимание глав государств на обеспечении региональной безопасности и стабильности. По его мнению, устойчивое развитие и прогресс невозможны в условиях напряженности и взаимного недоверия в межгосударственных отношениях.

«Хочу еще раз подчеркнуть, что соглашение о прекращении военных действий в Нагорном Карабахе, достигнутое усилиями Президента Азербайджана Ильхама Гейдар оглы Алиева и Премьер-министра Армении Никола Воваевича Пашиняна, при самом активном и решающем посредничестве Владимира Владимировича Путина, является единственно верным решением в сложившейся критической ситуации. Надеюсь, что это историческое соглашение будет способствовать установлению долгосрочного мира в регионе. По сути дела, потушен очаг конфликта в постсоветском пространстве, отравлявший политическую атмосферу в Содружестве на

протяжении всего его существования», – заявил Касым-Жомарт Токаев.

Глава государства полагает, что в это сложное время крайне важное значение приобретает тесное взаимодействие наших стран: «Да, мы отличаемся друг от друга по экономическим потенциалам, наше историческое мировоззрение и даже, как показал Нагорно-Карабахский конфликт, геополитическое мировоззрение тоже могут быть разным. Но главное состоит в том, что народы наших стран желают жить в мирной обстановке, дружить друг с другом. Наша задача – не допускать ситуаций, которые могли бы разъединять наши народы, а искать пути и возможности для налаживания взаимовыгодного сотрудничества, сближения государств СНГ в условиях стратегической турбулентности. Нам следует продумать вопросы многостороннего взаимодействия в постпандемическом мире со всеми его вызовами и сложностями».

Касым-Жомарт Токаев считает, что СНГ пользуется заслуженным авторитетом в международном сообществе: «Наша организация усилиями ее отцов-основателей все же смогла уберечь постсоветское пространство от масштабного кровопролития в тот тяжелый, во многом противоречивый период нашей общей истории. Считаю, что наша общая задача состоит в том, чтобы и далее укреплять потенциал Содружества в новых геополитических реалиях, усиливать его позиции на международной арене. Убежден, что сотрудничество в духе добрососедства, взаимного уважения и учета интересов позволит нам достойно выдержать все нынешние испытания и грядущие вызовы».

Как сообщил Президент, в качестве важного вклада в дело обеспечения стабильности в регионе Казахстан на

посту председателя СВМДА в 2020-2022 годах планирует приложить все усилия для его преобразования в полноценную Организацию по безопасности и развитию в Азии (ОБРА).

Завершая свое выступление, Касым-Жомарт Токаев отметил, что Содружество продолжает оставаться важным механизмом сближения позиций по ключевым вопросам, принося пользу всем его участникам.

По итогам заседания был подписан ряд документов, в том числе Концепция дальнейшего развития СНГ и План основных мероприятий по ее реализации, Совместное заявление глав государств – участников Содружества независимых государств по случаю 75-й годовщины создания Организации объединенных наций, Совместное заявление глав государств – участников Содружества независимых государств о сотрудничестве в области обеспечения международной информационной безопасности.

С учетом современных реалий в Концепции дальнейшего развития СНГ расширены направления взаимодействия в экономической, политической, культурно-гуманитарной сферах. В документ вошли вопросы разработки и реализации кооперационных проектов в сельском хозяйстве, легкой промышленности, производстве строительных материалов, ювелирной промышленности, развития общих рынков отдельных видов продукции. Страны СНГ также договорились углублять сотрудничество в сфере цифровых технологий, использования космического пространства. В культурно-гуманитарной части предусматривается активизация сотрудничества в сфере здравоохранения, санитарно-эпидемиологического благополучия населения, работы с молодежью.



ПО РЕШЕНИЮ ОПЕК+ КАЗАХСТАН СНИЖАЕТ ДОБЫЧУ НЕФТИ

Казахстан в соответствии с решением ОПЕК+ в 2020 году снизит добычу нефти до 85 миллионов тонн.

В 2020 году спрос на нефть снизился из-за пандемии. Ранее Казахстан планировал добыть в этом году 90 миллионов тонн нефти. На 2021 год запланировано добыть 1,47 миллиона баррелей нефти.

За январь-ноябрь 2020 года добыча нефти и конденсата составила 78,5 миллиона тонн. То есть, за 11 месяцев план выполнен на 101 %.

«Тенгизшевройл» добыл 24,3 миллиона тонн нефти (100 % плана), NCOC – 13,9 миллиона тонн (100 % плана), КПО – 11,07 миллиона тонн (104 % по сравнению с 11 месяцами 2019 года).

За 11 месяцев 2020 года было экспортировано 62,9 миллиона тонн нефти. Экспорт газа Казахстаном за 11 месяцев 2020 года сократился на 5 %, до 9,3 миллиарда кубометров. Добыча газа Казахстана за 11 месяцев 2020 года составила 50,5 миллиарда кубометров, или 100,4 % к плану. Внутреннее потребление природного газа составило 14,4 миллиарда кубометров, или 100,8 %

к плану, производство сжиженного газа – 2,9 миллиарда кубометров, или 110 % к плану.

Из-за сокращения авиаперевозок за 11 месяцев 2020 года почти на 10 %, до 394 тысяч тонн, Казахстан снизил производство авиакеросина.

Объем производства бензина составил 4,07 миллиона тонн, или 103,7 % к плану, дизеля – 4,2 миллиона тонн, или 102,5 % к плану.

Председательство в уставных органах ЕАЭС с 2021 года переходит к Казахстану

Касым-Жомарт Токаев вместе с почетным председателем ВЕЭС Нурсултаном Назарбаевем, премьер-министром Армении Николой Пашиняном, президентами Беларуси Александром Лукашенко, России Владимиром Путиным, и. о. президента Кыргызстана Талантом Мамытовым, Молдовы Игорем Додоном в качестве главы государства-наблюдателя при ЕАЭС, глав приглашенных государств – президентами Узбекистана Шавкатом Мирзиёевым,

Кубы Мигелем Диас-Канелем и председателем коллегии Евразийской экономической комиссии Михаилом Мясниковичем принял участие в заседании Высшего Евразийского экономического совета (ВЕЭС), в формате видеоконференции.

Участники обсудили актуальные вопросы развития ЕАЭС, в том числе доработанный проект Стратегических направлений развития евразийской экономической интеграции до 2025 года, улучшение механизмов применения общих антидемпинговых, компенсационных и специальных мер для защиты интересов производителей товаров, а также предоставление Узбекистану и Кубе статуса наблюдателя при ЕАЭС.

В своем выступлении Президент Казахстана отметил, что стремительное распространение COVID-19, падение цен на сырье, резкое снижение экономической активности в мире негативно отразились на экономике стран. Согласно официальному отчету ОЭСР, мировой ВВП по итогам 2020 года сократится на 4,5 %. По прогнозам Всемирного банка, в развивающихся странах ожидается спад

на 2,5 %. Доходы на душу населения снизятся на 3,6 %.

«Негативные тенденции также оказали влияние на торговлю в рамках союза. Взаимная торговля за 9 месяцев текущего года снизилась на 13 % и составила 39 миллиардов долларов. Товарооборот Евразийского экономического союза с третьими странами снизился еще больше – на 19 % и составил 447 миллиардов долларов. Все это делает неотложной задачей эффективного взаимодействия, поиска резервов роста и раскрытия экономического потенциала нашего союза», – сказал Касым-Жомарт Токаев.

За период функционирования ЕАЭС взаимная торговля Казахстана с партнерами выросла на 33 %, в том числе экспорт – на 25 %. Приток инвестиций из стран ЕАЭС вырос до 6 % в общем объеме. Количество совместных предприятий увеличилось.

Президент Касым-Жомарт Токаев поблагодарил своих коллег, глав государств за доработку стратегии, коррекцию мероприятий по гармонизации и унификации законодательств государств-членов в ряде отраслей, пересмотр полномочий ЕЭК в части участия в двусторонних переговорах с третьими странами по инициативе самого государства-члена.

В ходе заседания также рассмотрено предложение Казахстана по формированию кадрового состава комиссии вне жесткой привязки представленности граждан к доле финансирования.

Касым-Жомарт Токаев высказал ряд предложений, направленных на стимулирование предпринимательской активности, вовлечение малых и средних предприятий в интеграционные производственные цепочки, проведение выездных встреч членов коллегии ЕЭК с бизнесом, отметил важность разработки модели оценки, которая объективно покажет всем реальный вклад, добавленную стоимость интеграции в экономику государств-членов ЕАЭС.

Президент Казахстана обратил внимание глав государств на продолжающийся рост Китая и Азии, который постепенно превращает Восток в центр мировой экономической гравитации.

«Азия действительно становится регионом XXI века. И 28 % мирового ВВП уже сконцентрировано здесь, и эта цифра будет только расти. Сейчас тренд «разворота на Восток» предлагает новые возможности транспортно-логистической кооперации. Нам, евразийским странам, следует полностью реализовать свой транзитный потенциал. Предлагаю форсировать работу по модернизации трансграничных участков транспортных

артерий, в частности, завершить строительство и модернизацию участка автодороги Западная Европа – Западный Китай на территории Российской Федерации. Кроме того, следует начать процесс оцифровки всех автомобильных коридоров с целью обеспечения свободы внутреннего движения товаров, а также транзита в третьи страны», – предложил Касым-Жомарт Токаев.

Председательство в уставных органах ЕАЭС с нового 2021 года переходит от Беларуси к Казахстану. Глава государства перечислил основные приоритеты председательства нашей страны: полную реализацию Договора о ЕАЭС, устранение барьеров, развитие взаимовыгодного кооперационного и международного сотрудничества, совершенствование процедур формирования кадрового состава комиссии, усиления ее функциональности и ответственности.

«Экономика простых вещей» нарастила число проектов

Программа «Экономика простых вещей» доказала эффективность как инвестиционный инструмент развития отечественного производства. В соответствии с поручением главы государства, общий объем финансирования был увеличен до 1 триллиона тенге.

Несмотря на ограничительные меры, связанные с пандемией коронавируса, количество проектов в рамках госпрограммы «Экономика простых вещей» с 10 января по 10 декабря текущего года увеличилось более чем в 2,5 раза (с 900 до 2600), а их сумма выросла в 3,5 раза (с 216 до 700 миллиардов тенге). Прогнозируемый рост числа рабочих мест от реализации этих проектов составит порядка 20 тысяч.

В рамках программы определен широкий перечень товаров и услуг для кредитования, снижена конечная ставка для заемщика с 8 до 6%, включен льготный период по основному долгу и процентной ставке до 2 лет.

По сравнению с прошлым годом доля местного содержания в регулируемых закупках выросла в 2 раза, что позволило поддержать более полутора тысяч отечественных предприятий и создать новые рабочие места. Высокая динамика роста местного содержания отмечается в продукции легкой промышленности – с 38 до 68 %, пищевой промышленности – с 39 до 71 %, мебельной промышленности – с 38 до 68 %, стройматериалов – с 34 до 71 %.

В разрезе регионов лидируют Карагандинская, Восточно-Казахстанская, Алматинская и Туркестанская области с долями

67-76 %. Низкие показатели сложились в Мангистауской, Атырауской, Западно-Казахстанской областях, у которых по некоторым отраслям доля местного содержания варьирует от 24 до 43 %.

Глава государства поручил в месячный срок разработать 7-й пакет поправок в программу льготного кредитования «Экономика простых вещей», предусматривающих увеличение размера гарантий со стороны государства.

Нацбанк сохранил базовую ставку на уровне 9 %

Национальный банк Казахстана 14 декабря сохранил действующую базовую ставку на уровне 9 % годовых с сужением процентного коридора до ± 1 п. п.

Соответственно, ставка по операциям постоянного доступа по предоставлению ликвидности составит 10 % и по операциям постоянного доступа по изъятию ликвидности – 8 %.

Как пояснили в Национальном банке, решение обусловлено фундаментальной нестабильностью на рынке нефти, высокими и слабо заякоренными инфляционными ожиданиями, при все еще сохраняющейся неопределенности, связанной с эпидемиологической ситуацией в стране и мире, а также со сроками массовой вакцинации.

Заякорение инфляционных ожиданий является основой для достижения цели по инфляции в 2021-2022 годах, в этой связи текущий уровень базовой ставки позволит достигнуть цели по инфляции в 4-6 % к концу 2021 года.

Инфляционные ожидания казахстанцев в сентябре снизились до 6,5 % при стабилизации фактической годовой инфляции на уровне 7 %. Согласно информации Национального банка Казахстана, уменьшились оценки воспринимаемого и ожидаемого роста цен. Среди респондентов, отметивших рост цен, медианная оценка ожидаемой инфляции на горизонте одного года снизилась до 16,6 с 17,7 % в августе, а воспринимаемой инфляции – до 18,1 с 20,7 %.

В сентябре доля респондентов, отметивших более быстрый рост цен за прошедшие 12 месяцев, снизилась до 62 с 65 % в августе. В оценках динамики цен за прошлый месяц доля респондентов, отметивших очень высокий рост цен, снизилась до 38 с 49 % в июле и с 41 % в августе. Меньше респондентов отметили рост цен на продукты питания, больше – на непродовольственные товары и услуги. В структуре продуктов питания респонденты продолжили отмечать рост цен на мясо и птицу, фрукты и овощи, молочную продукцию. Выросла доля респондентов, отметивших рост цен на хлеб.

Годовая инфляция в декабре 2020 года ожидается на уровне 7,3-7,5 %. Прогноз инфляции в Казахстане по итогам 2020 года пересмотрен в сторону снижения. Годовая инфляция в декабре 2020 года ожидается в диапазоне 7,3-7,5 % ввиду более выраженного дезинфляционного влияния внутреннего спроса на фоне повторных карантинных мер.

Согласно информации, среднесрочные прогнозы инфляции почти не изменились – замедление к 4-6 % произойдет лишь к концу 2021 года.

Основной вклад в инфляцию вносит продовольствие. Рост цен на продукты, особенно, сахар и подсолнечное масло, в ноябре ускорился до 10,8 % в годовом выражении, несмотря на замедление роста цен на мясо и хлеб.

В Казахстане могут ввести омбудсмена в микрокредитовании

Проблемы в сфере кредитования не исключают возможность введения омбудсмена в микрокредитовании.

«Целесообразно провести обсуждения с участием финансовых организаций, агентства РК по регулированию и развитию финансового рынка, Ассоциации микрофинансовых организаций Казахстана и других», – заявил уполномоченный по защите прав предпринимателей Казахстана Рустам Журсунов.

По его словам, при невозможности получения кредитов в банках граждане обращаются в микрофинансовые организации (МФО), компании по онлайн-кредитованию и ломбарды.

Более 9 миллионов казахстанцев имеют потребительские кредиты без залога на 6 триллионов тенге. Из-за неспособности погасить долги, граждане берут новые кредиты. В августе 2020 года 17,5 % заемщиков, или более 1,5 миллиона казахстанцев находились на просрочке по кредитам.

С начала 2016 года объем кредитования банками экономики вырос на 13 % с 13 до 14 триллионов тенге (на начало октября 2020 года). При этом кредитование юрлиц сократилось на 14 %, или 1,2 триллиона тенге, а физических лиц выросло на 69 %, или 2,9 триллиона тенге.

Также, в III квартале 2020 года заемщиками в банках являлись 25 тысяч юридических лиц и 232 тысячи индивидуальных предпринимателей, то есть 20 % субъектов предпринимательства. Только за сентябрь 2020 года банками было выдано 392 миллиарда тенге потребительских кредитов по средней ставке выше 20 % годовых.

За последние 10 лет объемы машиностроения в Казахстане выросли в 4 раза

«За последние 10 лет индустриализации в машиностроении объем производства вырос в 4 раза, инвестиции – в 2,5 раза, объем экспорта – в 3 раза. Реализовано 128 проектов на сумму порядка 367 миллиардов тенге, создано около 16 тысяч рабочих мест», – сказал депутат мажилиса РК председатель правления Союза машиностроителей Казахстана Мейрам Пшембаев.

Появились новые подотрасли: нефтегазовое машиностроение, автомобильная промышленность, железнодорожное машиностроение. Отрасль стала переходить от производства комплектующих и запасных частей к производству конечных видов продукции: тепловозов, электровазов, пассажирских и грузовых вагонов, грузовых и легковых автомобилей, автобусов, аккумуляторов, колесных тракторов, трубопроводной арматуры, кабельно-проводниковой продукции, насосного оборудования, лифтов.

Предприятия Казахстана экспортируют продукцию в Россию, Китай, Азербайджан, Таджикистан, ОАЭ, Туркменистан.

Несмотря на кризис, машиностроители практически не останавливали производство. По итогам 10 месяцев 2020 года рост объема производства машиностроения составил 17 %, в денежном выражении – 1,4 триллиона тенге. За 10 месяцев производство выросло в автомобилестроении – на 54 %, железнодорожном машиностроении – в 1,9 раза, сельхозмашиностроении (трактора, жатки, комбайны) – на 44 %, в электротехнике – на 3 %.

Отрасль обладает высоким мультипликативным эффектом, способствует росту конкурентоспособности и усложнению экономики, техническому прогрессу.

В прошлом году правительством утверждена «дорожная карта» по развитию машиностроения РК на 2019-2024 годы. На сегодня на базе действующего финансового оператора госпрограмм индустриального развития и «Нұрлы жол» – БРК-Лизинг для финансирования предприятий обрабатывающей промышленности создан Фонд развития промышленности Казахстана. Также разработан проект закона «О промышленной политике».

Однако обрабатывающему сектору не хватает качественного сырья. Машиностроители закупают из-за рубежа ежегодно около 240 тысяч тонн чугуна и литья для производства машинного оборудования, 467 тысяч тонн поковок и заготовок, легированной и нелегиро-

ванной стали. Сырье участвует в формировании конкурентной цены. Поэтому Президентом страны перед правительством поставлена задача построить заводы, ввести новые производства и обеспечить предложение в ближайшее время 700-800 тысяч тонн металла ежегодно.

В Казахстане есть предприятия с опытом в производстве литых и кованных заготовок, заинтересованные в его развитии и модернизации. Для решения вопроса целесообразно предоставление точечных мер государственной поддержки – длинных, дешевых денег.

Дорожная карта машиностроения Республики Казахстан на 2019-2024 годы предусматривает развитие также предприятий обрабатывающей промышленности в таких направлениях, как углубление локализации, создания литейных цехов, совершенствование госзакупок через развитие системы долгосрочных «off-take» контрактов, рост финансирования программы льготного кредитования и лизинга продукции машиностроения, увеличение доли затрат, возмещаемой государством при продвижении экспорта готового товара на 80 %.

Для подготовки квалифицированных кадров реализуются такие проекты, как «Жас кәсіпкер» и «Жас маман». В рамках программы «Жас кәсіпкер» обучение проходят 20 тысяч человек. По условиям программы, не менее 20 % обучающихся должны запустить собственный бизнес. Охват проектом «Жас маман», по прогнозам, составит свыше 210 тысяч молодых казахстанцев. Проектом предусмотрена подготовка специалистов по 100 наиболее востребованным индустриальным и сервисным профессиям на базе 180 колледжей и 20 вузов, оснащенных современным оборудованием. На 2019-2021 годы предусмотрено увеличение числа участников проекта до 30 тысяч человек.

В Казахстане будет создан Международный центр развития нефтегазового машиностроения для локализации производства товаров для нефтегазовой отрасли Казахстана путем открытия новых промышленных предприятий и сервисных центров, содействия инвестиционной деятельности, запуска, минимум, 10 новых крупных производств нефтегазового оборудования. Сейчас Казахстан ежегодно закупает нефтегазовое оборудование на сумму до 2 миллиардов долларов. Центр будет финансироваться операторами нефтегазовых проектов и работать на некоммерческой основе.



РОЛЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Движущей силой экономики Казахстана в обозримом будущем по-прежнему остаются сырьевые сектора и государственные инвестиции: горнодобывающая промышленность привлекательней обрабатывающих отраслей для инвестирования. Стратегии наращивания предложения в горнодобывающем секторе открывают доступ к капиталу, активизируют приобретение проектов или функционирующих месторождений, расширяют возможности цифровизации и инноваций как в освоении новых запасов, так и для роста отдачи от существующих месторождений.

Горнорудная промышленность страны на текущий момент располагает несопоставимой с прогрессивно развитыми государствами технологи-

ческой базой. Это сдерживает дальнейшее продвижение и укрепление конкурентных позиций отрасли как на внутреннем, так на внешнем рынках.

Для решения накопившихся проблем предстоит выполнять важнейшие задания. Так, к 2022 году запланировано наращивание производительности труда по сегменту «Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров» на 38,9 % [1]. Перед недропользователями поставлена задача финансировать НИОКР в однопроцентном объеме от расходов на добычу [2]. Реальные затраты недропользователей на обозначенные выше научные работы, нацеленные на совершенствование разведки и/или добычи углеводородов (урана) в 2018 году составили 4,5 миллиарда тенге, в 2019 году –

417 миллионов тенге; по твердым полезным ископаемым в 2018 году – 17 миллиардов тенге.

За последние годы в отрасли проведена большая работа по повышению технического уровня: так, в структуре общих затрат сферы научных исследований и разработок в 2019 году наибольший удельный вес занимали именно расходы геологической отрасли (8,24 миллиарда тенге, что в 11 раз больше по сравнению с 2018 годом). Основные затраты связаны именно с цифровизацией отрасли.

За 2014-2018 годы в геологоразведку страны мобилизовано иностранных вложений на 122 миллиарда тенге. На текущий момент учитывается около 4000 месторождений подземных вод с утвержденными запасами в количе-

стве 43 миллиона кубометров в сутки. При этом только 21 % месторождений оснащен оборудованием и сетями передачи исходных данных, потребности месторождений в модернизации достаточно велики: еще у 55 % месторождений отсутствуют сети вообще, либо они требуют улучшения, 22 % месторождений нуждаются в полной замене действующей техники [3-6].

Согласно гидрогеологическим особенностям ресурсы подземных вод распределены неравномерно – около 50 % ресурсов сосредоточено на юге страны, 30 % – в центральном, северном и восточном регионах и менее 20 % – на западе. Для наращивания инвестиционной привлекательности в сфере недропользования по твердым полезным ископаемым активно используются прогрессивные мировые разработки: так, по австралийской модели выдана 621 лицензия. Предполагаемый эффект от мобилизации частных инвестиций составляет порядка 50 миллиардов тенге.

Казахстан располагает потенциалом по вовлечению в нарастающую геологическую разведку площадью 1,2 миллиона квадратных километров. Это приведет к мультипликативному результату по продвижению сервисных субъектов и технологий. Запланировано формирование геологического кластера, в рамках которого будет создаваться кернохранилище. Посредством цифровизации возможна оптимизация однообразных операций, уменьшение времени на переработку сведений, рост результативности бизнес-процессов. Новейшие технологии способствуют формированию геологических баз данных, автоматизации процессов, организации работы в режиме онлайн диспетчеров и налаживанию маркшейдерской съемки отработанного в шахтах горного пространства.

Потенциал привлечения прямых иностранных инвестиций в Казахстан оценивается в объеме до 100 миллиардов долларов, в том числе до 40 миллиардов долларов в несырьевые отрасли в течение следующих 10 лет. При этом очевидно, что Казахстан меняет инвестиционный климат: упрощены бюрократические процессы, разработаны ускоренные процедуры для запуска стартапов, снижены минимальные требования по капиталу и упрощены процедуры регистрации собственности и получения разрешений на строительство.

Если говорить о том, какие отрасли Казахстана привлекают иностранных инвесторов, то следует заметить, что

более 90 % всего потока прямых инвестиций приходится на пять отраслей, но наибольший объем инвестиций (больше половины) традиционно сконцентрирован в горнодобывающей промышленности и разработке карьеров (табл.). Больше всех инвестировали в отрасль Нидерланды, США и Франция. Здесь же наблюдается наивысшая концентрация иностранных предприятий: 10,4 % от всех действующих субъектов, или 388 компаний с общей численностью рабочих 276,8 тысячи человек. При этом на крупные предприятия приходится 28,7 % иностранных компаний, на средние – 27,4 %. Производительность труда в горнодобывающей промышленности увеличилась за 2018-2019 годы в среднем на 13 %. Рентабельность производства крупных и средних компаний составила 76,9 %, что является максимальным значением за 2017-2019 годы [7].

Казахстан располагает огромным потенциалом для продвижения позиций среди ведущих нефтегазовых стран-производителей. Однако это требует привлечения огромных инвестиций в активные геологоразведочные работы, освоение прогрессивных технологий, компетентных кадров. В этой связи актуализируются проблемы совершенствования нормативно-правовой базы недропользования в части гарантии соблюдения прав инвесторов, защиты их капитальных инвестиций, упрощения административных процедур, например в части внедрения принципа «одного окна» для инвесторов, соблюдения экологических требований, уровня человеческого развития, социальной защищенности граждан и прозрачности деловой среды.

Основополагающим трендом роста промышленности Казахстана в среднесрочном периоде обозначено освоение нового технологического уровня, отвечающего концепции Индустрии 4.0. Нововведения, основанные на цифровых технологиях, способствуют ускоренному переходу на новый уровень, решению важнейших проблем горнодобывающего сектора, таких как ухудшение качественных параметров руды, затруднение добычи, наращивание доли добычи в труднодоступных местах, наращивание стоимости и уменьшение доступа к качественной инфраструктуре и усложнение операционной работы. Системы автоматизации и новейший аналитический инструментарий способствуют получению выгоды в масштабах горнодобывающих проектов, наращивая производи-

тельность и, как результат, уменьшая удельные промышленные расходы.

Геологоразведка Казахстана весьма специфична: с одной стороны, изучено большое количество разномасштабных и отличных по ключевым характеристикам месторождений. С другой стороны, совершенно очевиден тот факт, что на территориях со сложившейся инфраструктурой и исследованным геологическим строением какие-либо новые открытия уже маловероятны. Перспективные месторождения находятся на малоисследованных территориях, отличаются содержанием трудноизвлекаемых запасов и с трудом поддаются прогнозированию.

В этой связи решение о возможном инвестировании в геолого-разведочный проект, находящийся на поисковой стадии изучения, требует обстоятельного анализа возможных рисков ситуаций и оценок неопределенностей с помощью IT-инструмента, позволяющего оперативно выполнять все требуемые расчеты. Очевидно, что именно для таких проектов требуются крупные финансовые расходы, подтверждающие наличие у них потенциала, главным образом, объема запасов, обеспечивающего необходимую доходность в складывающихся условиях.

В свете сказанного субъекты горно-металлургического комплекса остро нуждаются в цифровизации, внедрение которой имеет два направления. Продвижение базовой автоматизации для совершенствования процессов и подготовки массивов данных, что обеспечивает производственную готовность к цифровым преобразованиям. Далее, касательно напрямую цифровизации: продвижение экспертных структур – создание диспетчерских центров, мониторинг качества всех стадий добычи, ввод сценарного планирования.

Подчас тормозит ввод новейших технологий дефицит компетенций в указанном сегменте. Это касается менеджмента среднего уровня на производстве, который, как правило, ответственен за внедрение и мониторинг итоговых индикаторов. Для устранения обозначенной проблематики на государственном уровне реализуются образовательные инициативы, где участвуют и предприниматели. Если результат от крупномасштабных проектов, связанных с ростом квалификаций, возможен лишь по истечении 3-5 лет, то кратковременные курсы, организуемые, например, консалтинговой фирмой, могут дать более краткосрочный эффект.

Показатели инвестиционной политики Казахстана

Показатель	2018 год	2019 год
Структура валового притока прямых иностранных инвестиций в Казахстан по видам экономической деятельности, %		
Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	53,97	59,81
Обрабатывающая промышленность	17,46	12,29
Оптовая и розничная торговля	15,08	11,47
Транспорт и складирование	3,41	5,24
Строительство	2,53	3,76
Прочее (финансовая и страховая деятельность, профессиональная и научная деятельность, информация и связь и др.)	7,55	7,43
Итого	100	100
Структура внешних обязательств по видам экономической деятельности, %		
Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	52,44	56,42
Обрабатывающая промышленность	8	7,81
Профессиональная, научная и техническая деятельность	8,89	7,34
Транспорт и складирование	6,22	5,96
Финансовая и страховая деятельность	7,12	5,5
Другие отрасли	17,33	16,97
Итого	100	100

Источник: Составлено автором по данным МНЭ РК.

Автоматизация процесса геолого-экономической оценки месторождения, оперативной оценки геологических неопределенностей и возможных рисков относится к разряду насущных вопросов ближайшего будущего [8]. Оценка инвестиционной привлекательности геолого-разведочного проекта может включать вероятностную оценку ресурсного потенциала, геологических неопределенностей и рисков, потенциала добычи в рамках проекта, исходя из принимаемых технических и инфраструктурных решений; экономической эффективности проекта в рамках требуемых затрат, включая геолого-разведочные работы.

К числу инструментов, наиболее часто применяемых в прогнозных оценках проектов с высокой степенью неопределенности, относят дерево решений [9, 10]. При итоговой проектной оценке для повышения объективности перспектив рассматриваемого проекта с помощью дерева решений рассчитывают ожидаемую денежную ценность, являющуюся ключевым параметром, необходимым для принятия решений о запуске проекта или инвестировании в него. Значимость расчета возможных сценариев дерева решений актуальна уже на самой ранней стадии оценки проекта, когда анализируется ресурсная база.

Конкурентная среда в сфере геологии требует принятия оперативных, но при этом тщательно аргументированных и научно-обоснованных инвестици-

онных решений с учетом усиливающих неопределенностей. В рыночной среде, с накаляющейся конкуренцией, ни одно металлургическое предприятие не может допустить уступки отраслевым субъектам в операционной результативности. Поскольку именно здесь возникает альтернативы автоматизированного конструирования, взаимобмена сведениями по платежным системам и системам предоставления счетов, передачи рыночных сообщений и аналитической информации. Так, в изготовлении обновленных цифровых стальных изделий уже нашли применение конструктивные сведения, разгружаемые из применяемых для автоматизированного конструирования САД-систем, и электронные RFID-ярлыки для позиционирования изделий. Цифровые структуры применяются для экспозиции на рулонах технических документов и данных о качестве и характере покрытия.

Для повышения качества принимаемых управленческих решений нужен инструмент геолого-экономической оценки месторождений, позволяющий строить прогноз на основе накопленной статистики. С развитием когнитивных технологий появляется возможность существенно оптимизировать процесс геолого-экономической оценки как за счет автоматизации рутинных операций, так и за счет использования алгоритмов подбора устойчивого решения по проекту в условиях большого числа неопределенностей.

Требуется алгоритм машинного обучения, помогающий пользователю как в подборе распределения подсчетных параметров, так и в обосновании диапазонов их изменения с учетом геологических особенностей оцениваемого объекта.

Принципиальной задачей остается разработка методов анализа эффективности и подтверждаемости прогноза ресурсной базы и вероятности геологического успеха. Разработка алгоритмов построения карт рисков, в которых пространственно воплотится региональный прогноз вероятности геологического успеха с количественной оценкой данного параметра и выделением наиболее перспективных областей, позволит на самом раннем этапе ранжировать участки по их потенциальной геологической успешности и избегать лишних трудозатрат на оценку заведомо неперспективных участков. Вероятностную оценку ресурсной компоненты можно положить в основу дальнейшего комплексного анализа результативности прогноза.

В Казахстане формируется информационная система «Национальный банк данных минеральных ресурсов», обеспечивающая ввод правила «единого окна» как для инвесторов, так и для недропользователей. Сделано это будет посредством облегчения доступности процессов недропользования и установленных вопросов, отражающих проекты разведки, добычи, ликвидационных работ, переходного времени

для функционирующих контрактов на недропользование. Это ускорит сбор в единую базу геологических отчетных сведений, балансов запасов полезных ископаемых, паспортов месторождений, сведений по изученности разных территорий и прочих геологических данных. Помимо указанного, будет предоставлена полнейшая доступность инвесторов к геологическим данным, сохранность государственных геологических сведений в одной базе, автоматизация процессов по предоставлению права недропользования, мониторинга выполнения обязательств для государственных органов. Ключевой предполагаемый результат – наращивание отраслевых вложений посредством достижения прозрачности процессов и доступности данных всем заинтересованным гражданам по образцу наилучших мировых практик Австралии, Канады и других стран.

В режиме реального времени действует еженедельно актуализируемая Интерактивная карта, использование которой позволит, к примеру, выявить свободу территории от недропользования, узнать контрактодержателей, создать картограмму.

На текущий момент в геологических фондах страны хранится свыше 360 тысяч единиц геологических сведений, из них порядка 20 % составляют отчеты по геологии; ежегодно на сохранность поступает около 350 отчетов. На регулярной базе ведется рассекречивание отчетных данных: за 2015-2019 годы рассекречено свыше 12 тысяч отчетов, к 2021 году запланировано обнародование еще 3,5 тысячи отчетов.

В рамках цифровизации произведена оцифровка геолого-геофизических сведений, что предполагает техническую обработку магнитных лент с исходными сведениями сейсмо-разведки МОГТ 2D цифровой регистрации. Произведена оцифровка сейсмических сведений – структурных карт, временных разрезов, диаграмм с бумажных носителей в формате SEG-Y. Продолжается копирование сейсмических сведений 3D, зафиксированных в формате SEG-D, SEG-Y с DVD и CD. Пополняется информационная система «Изученность», объединенная с «Электронной картотекой геологических отчетов». В целом, оцифровано свыше 55 тысяч контуров изученности, переведены в электронный специальный формат республиканские фонды, стартовала аналогичная работа в территориальных фондах. Оформлен государственный баланс полезных ископаемых, включающий

103 компонента, постепенно обновляется Единый кадастр государственного фонда недр [7].

Для создания условий для устойчивого восполнения, развития и поддержки конкурентоспособности отечественной минерально-сырьевой базы Казахстан планирует реализовать государственную программу геологической разведки на 2021-2025 годы, согласно которой к концу 2025 года будет достигнут результат, затрагивающий одновременно ряд ключевых отраслей. Запланированы к реализации 18 проектов по цифровизации системообразующих предприятий горнодобывающей промышленности. Так, обозначены наиболее перспективные направления: контроль и визуализация процедур, автоматизация управления процедурами, замещение регистрационных приборов устройствами сбора и дистанционной передачи сведений о потребляемых ресурсах, ввод автоматизированной системы инженерного сервиса и ремонтов, разработка геомеханической схемы месторождения, создание 3D-моделей инфраструктуры субъекта, электронная система предсменных медосмотров.

К 2025 году планируется открыть 10 новых месторождений: 7 с твердыми полезными ископаемыми и 3 нефтегазовых месторождения.

Благодаря применению прогрессивных методов геофизических исследований и дистанционного зондирования Земли, позволяющих выявить рудные объекты, залегающие на глубоких горизонтах, ожидается:

- наращивание изученности территории с 25,8 до 37 % от доступной для изучения территории с обеспечением прироста прогнозных ресурсов по полезным ископаемым;

- объективное оценивание прогнозных ресурсов полезных ископаемых с обозначением порядка 50 потенциально перспективных объектов;

- более того, возрастет степень изученности осадочных бассейнов: освоенных бассейнов – до 60 %; малоизученных – до 10 %. Запланированные проекты перспективны, окупаемы, результативны: ожидаемый возврат от вложения 200 миллиардов тенге на геологоразведочные работы средств на эту программу оценен в 800 миллиардов тенге, реально получение социального эффекта, поскольку возрастет занятость на геологоразведочных работах до 60 тысяч человек.

Подводя итог, отметим, что в среднесрочном периоде для стимулирования ввода цифровых технологий в

промышленности Казахстана планируется совершенствование цифровой инфраструктуры, юридических условий и управления мониторингом процесса цифровизации промышленности, актуализация существующего и разработка нового финансового инструментария, стимулирующего ввод технологий Индустрии 4.0 в промышленности. Выше сказанное позволит повысить достоверность геолого-экономической оценки месторождений, привлечь внимание реальных и потенциальных инвесторов.

Литература

1 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020-2025 годы. Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2019 г. № 1050.

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

3 Государственная программа «Цифровой Казахстан». Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 12 декабря 2017 г. № 827.

4 Комплекс мер по технологическому перевооружению базовых отраслей промышленности до 2025 года, включающий элементы Четвертой промышленной революции. Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 17 февраля 2017 г. № 423.

5 Стратегический план развития Республики Казахстан до 2025 года. Утвержден Указом Президента Республики Казахстан от 15 февраля 2018 г. № 636.

6 Заключение к проекту Закона Республики Казахстана «О республиканском бюджете на 2019-2021 годы». Счетный комитет по контролю за исполнением республиканского бюджета – Астана, 2018.

7 Исатаева Ф. М. Цифровизация как фактор роста промышленности Казахстана / Международная научно-практическая конференция «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения № 10) – 18-19 июня 2020 г. Часть 2 – Караганда: КарГТУ – С. 46-48.

8 Пешков А. М. Исследование влияния геологических, экономических и технологических факторов на требования к качеству природного и техногенного сырья при разработке рудных месторождений в полном цикле / 7-я международная конференция. Комбинированная геотехнология: масштабы добычи и качество сырья при комплексном освоении месторождений – Магнитогорск, 2013 – С. 55-57.

9 Филиппов С. А. Определение рациональной полноты извлечения балансовых запасов при разработке рудных месторождений // Недропользование – XXI век – 2006, № 1 – С. 61-65.

10 Дергачев А. Л. Финансово-экономическая оценка минеральных месторождений – М.: Изд-во МГУ, 2000 – 176 с.

С. Ефремова
В. Хен
А. Кабланбеков
С. Ермишин
В. Гайшун
А. Жарменов

ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛИТ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Охрана окружающей среды и экологическое развитие выходят на первый план казахстанской повестки дня. Наряду с вопросами «озеленения» экономики они названы в числе основных семи принципов экономического курса нашего государства, озвученных Президентом Касым-Жомартом Токаевым в Послании 2020 года «Казахстан в новой реальности: время действий» [1]. В Стратегическом плане развития РК до 2025 года также намечено 7 системных реформ и 7 приоритетных политик, в числе которых «Зеленая» экономика и окружающая среда и в направлении «Социальной политики» – повышение доступности и комфорта жилья и жилищной инфраструктуры, рост требований к качеству, экологичности и энергоэффективности зданий, неразрывно связанных с применением новых подходов в строительстве и использовании современных материалов [2].

В ГПИИР РК на 2020-2025 годы [3] указано, что строительные материалы у нас производятся повсеместно во всех регионах, при этом реализация собственных технологий ограничена низким уровнем развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [2]. «Без нее (науки – прим. автора) мы не сможем обеспечить прогресс нации», – заявил в своем Послании народу Казахстана 2 сентября 2019 года Касым-Жомарт Токаев, поручая Правительству повысить уровень научных исследований и их применение на практике [4]. Казахстан является страной с энергоемкой экономикой, поэтому сегодня актуальны действия по переходу к устойчивому долгосрочному развитию. Поставлена задача на систематической основе проводить кампанию *Birge – taza Qazaqstan*, призванную укрепить экологические ценности в обществе, культивировать бережное отношение к природе, особенно в условиях необходимости развития агропромышленного комплекса, что неминуемо связано с ростом растительных сельскохозяйственных отходов и их переработкой [1]. Исполнение принятой концепции «зеленой» экономики предусматривает повышение эффективности, снижение затрат на производство, транспортировку и реализацию продукции [2].

Несмотря на активное развитие строительства в республике в основном развито производство цемента и кирпича. Рост выпуска строительных материалов сдерживается рядом проблем: производством продукции низких переделов; высоким износом основных средств; размещением производства стройматериалов в отдельных регионах.

Однако не только отечественный строительный сектор на современном этапе сталкивается с множеством проблем. Они актуальны и на арене международного масштаба. Одной из основных причин сложившейся ситуации специалисты называют урбанизацию [5]. Строительные материалы напрямую влияют на окружающую среду и здоровье людей [6]. На протяжении многих лет на факультете гражданского строительства Brno University of Technology (Чехия) совместно с зарубежными экспертами проводятся исследования по применению в качестве сырьевых ресурсов различных растительных отходов сельского хозяйства для производства альтернативных изоляционных материалов в силу обеспечения устойчивого развития и ограничения использования общепринятых сырьевых источников [7]. В работе [8] показано, что существует реальная возможность получения из натуральных растительных волокон термо- и звукоизоляционных материалов, которые могут конкурировать с традиционными и по физико-механическим характеристикам, и по ценовой политике. Аналогичный подход продемонстрирован и в статье [9], авторы которой изучали поведение микотоксинов вида *Stachybotrys*, нахождение которых внутри помещений вызывает рост раковых клеток у человека. Проводились сравнительные эксперименты с использованием искусственных и натуральных строительных материалов. Как показали исследования, результаты были вполне сопоставимы: 1-11 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ против 5,4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ при росте соответственно на искусственных и натуральных материалах.

Установлено, что ламинированные стеновые панели из нановолокон целлюлозы в случае специальной обработки проявляют великолепную огнестойкость [10]. Нанокристаллы целлюлозы рекомендованы для создания композитов полимер-наноцеллюлоза с добавками

малеинированных полимеров для улучшения совместимости между полимером и наноцеллюлозой [11]. В качестве альтернативных сырьевых источников для производства строительных плит, стеновых панелей, теплоизоляционных материалов апробированы растительные волокна пальмовых деревьев [12-13], биомасса на основе пальмовых шелков, муки и остатков с грибным мицелием в качестве клея [14], биомасса грибов, получаемых из кукурузных початков [15], арахисовая шелуха [16]. Используя данные материалы, можно также получать различные плиты для внутреннего применения. Весьма многочисленны исследования по получению древесно-пластиковых композитов [17-20]. Разработанные и предложенные авторами этих работ подходы позволяют увеличить долговечность новых строительных материалов, эксплуатационную надежность под воздействием внешних факторов окружающей среды и применять, например, для теплоизоляции крыш и наружных стен зданий и сооружений. На свойства строительных плит, получаемых из растительных отходов, большое влияние оказывают параметры технологического процесса, меняя которые можно получать конструкционные материалы различного назначения (для мебели, для строительной промышленности) [21]. Предложен способ подготовки материала на основе биомассы для заполнения стен [22], отвечающий требованиям промышленного развития экологически чистых строительных материалов.

Между тем, несмотря на реально широкие перспективы и возможности использования растительных волокон агроотходов в производстве строительных плит, имеется ряд задач, которые требуют решения. В их числе [11, 15-16, 23-28]:

- выделение летучих органических веществ, альдегидов, терпенов, незначительное количество которых вызывает неблагоприятное влияние на здоровье;
- физические и механические свойства получаемых материалов, обеспечивающие в основном их использование для декорирования, производства мебели, но сдерживающие их применение в строительной промышленности;
- использование большого количества весьма токсичных и повышающих

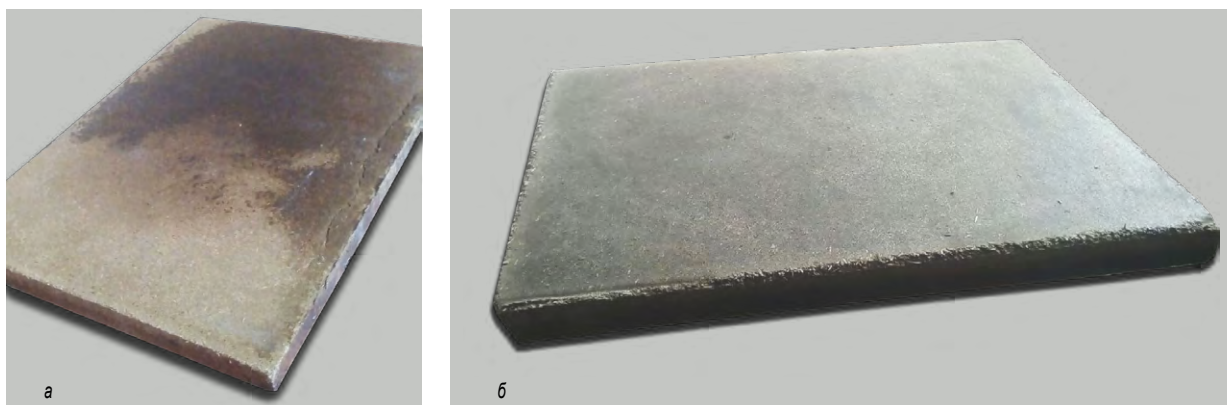


Рис. – Образец 1 (а) и образец 2 (б) строительных плит

горючесть готового изделия с выделением едкого дыма при горении искусственных органических полимеров (формальдегидной, эпоксидной или других смол в качестве связующего, разного вида отвердителей, пластификаторов, клеев), поскольку практически все технологии основаны на прессовании растительной биомассы. Усиление механических свойств, как правило, требует увеличения количества смолистого связующего. Повышение огнестойкости и улучшение других свойств таких, как звукопоглощение, ударопрочность, теплопроводность сопряжено с усложнением состава шихты, то есть увеличением количества ингредиентов, способа их переработки и, соответственно, сказывается на повышении стоимости готового материала.

Работы по устранению имеющихся недостатков проводятся и зарубежными, и местными учеными. Так, создана установка для переработки древесноволокнистого материала паровзрывным гидролизом [29-31]. Однако предложенный авторами способ очень энергоемкий. Из-за высокой скорости обработки растительных волокон в камере гранулирования в данной установке предусмотрено каскадное расположение грануляторов, в которых происходит процесс предварительного гидролиза. Технологическая линия включает 5-6 секций, а каждая секция состоит из 4-5 грануляторов. Уменьшение скорости вращения роликов и фильеры, увеличение технологических отверстий в фильере не позволяют решить проблему уменьшения количества грануляторов в каскаде.

Целью настоящей работы явилось изучение возможности создания на основе растительных отходов строительных плит без применения каких-либо видов синтетических пластических масс.

Сырьевым источником служили отходы производства риса – рисовая шелуха,

характеристики которой даны в [32]. В качестве основы процесса получения строительной плитки был выбран метод паровзрывного гидролиза, обуславливающий эффективное разложение лигноцеллюлозного материала [33-34]. В ходе эксперимента использовали пресс-форму, снабженную ограничителями, которые позволяли варьировать толщину получаемого плитного материала от 0,5 до 2,5 см, для получения плитки размером $25 \times 20 \times 2$ см. Пресс-форму заполняли измельченной рисовой шелухой массой 1400 г, обработанной раствором слабокислой фракции пиролизата рисовой шелухи (рН 5-6) [35] в массовом соотношении 1 : 3 (470 г). Прогрев шихты в пресс-форме осуществляли при 200°C в течение 3-4 минут под давлением 30 атм, которое в ходе процесса возрастало почти до 100 атм. Далее проводили декомпрессию путем открытия пресс-формы со сбросом парогазовой смеси из камеры прессования. При этом достигалось недостаточное уплотнение материала (до 50 % от исходного объема). Поэтому после декомпрессии процесс подпрессовки выполняли в двукратной повторности с прогревом шихты в течение 3 минут. Это позволило добиться заданной толщины строительной плитки (2 см), после чего непосредственно стадию прессования повторяли 12 и для сравнения 20 раз с прогревом в течение 2 минут, чередуя с резкой декомпрессией. Исследование химического состава полученного материала проводили по общепринятой методике [36]. Определение количества целлюлозы выполняли по методу Кюршнера и Хоффера, основанному на применении спиртового раствора азотной кислоты; содержание гемицеллюлозы устанавливали действием 2 %-й соляной кислоты; лигнин определяли термическим гидролизом слабым раствором серной кислоты; экстрактивные вещества – обработкой спиртобензольной смесью;

диоксид кремния – по методу силикатного химического анализа.

Потери шихты в ходе полного экспериментального цикла в зависимости от его продолжительности составили: при 12-стадийном прессовании (образец 1) – 20 %; при 20-стадийном прессовании (образец 2) – 23 %. Соразмерно небольшая была разница и в весе полученных плиток: образец 1 – 1500 г, образец 2 – 1440 г. Плитки имели коричневый цвет, но заметно отличались оттенком: образец 1 был гораздо светлее образца 2 (рис.), что объясняется разным количественным содержанием составляющих компонентов. При анализе химического состава установлено, что содержание целлюлозы в образце 1 было на уровне 36 % (в рисовой шелухе – 33 %). Это в 2,6 раза превышало содержание целлюлозы в образце 2 при практическом отсутствии в них гемицеллюлозы и экстрактивных веществ и наличии 18,7% и 19,5% диоксида кремния, соответственно. Содержание лигнина в образце 1 насчитывало 45 %, а в образце 2 достигало 65 %. Представленные данные свидетельствуют о том, что наращивание числа стадий прессования, то есть продолжительности гидролиза, при прочих равных условиях способствует усилению глубины гидролиза исходного растительного материала с увеличением на выходе количества лигнина, которое в обоих образцах существенно превосходило его содержание в исходной рисовой шелухе (26 %).

Полученные результаты согласуются с экспериментальными данными работы [33], авторы которой наблюдаемый феномен объясняют образованием псевдолигнина в изучаемом процессе гидротермической обработки лигноцеллюлозного сырья. Синтез псевдолигнина как нерастворимого твердого остатка происходит вследствие разрушения лигноцеллюлозных связей и последующих реакций полимеризации и конден-

саци низкомолекулярного лигнина и его взаимодействия с присутствующими в реакционной среде органическими веществами [34]. Известно, что уксусная кислота, образующаяся при гидролизе растительного сырья, катализирует процесс гидротермической деструкции полисахаридов, то есть позволяет интенсифицировать процесс паровзрывного гидролиза [33]. С учетом этого в проводимом эксперименте была предусмотрена обработка рисовой шелухи слабокислой фракцией ее пиролизата, содержащей 57,4 % органических кислот, в том числе 50,3 % уксусной кислоты; 18,5 % фенолов; 17,4 % альдегидов и кетонов; 4,5 % эфиров и спиртов. Наличие свободных фенольных гидроксильных групп при прессовании древесного материала способствует, как показано в [37], формированию новых химических связей при протекании поликонденсационных процессов. Поэтому, очевидно, использование пиролизной жидкости в комплексе с увеличением продолжительности паровзрывного гидролиза посредством повышения повторяющихся стадий прессования вызывает синергетический эффект. В результате в составе строительной плитки удастся поднять количество твердого лигнинового остатка до 65 %, то есть, по сути, более чем удвоить содержание лигнина по сравнению с исходным сырьем, что связано с возрастанием его молекулярной массы и, безусловно, позволяет улучшить физико-механические характеристики строительных плит [37].

Полученные положительные результаты являются предпосылкой для развития работ в направлении изучения процесса создания строительных плит на основе агроотходов без применения каких-либо видов синтетических пластических масс. Исследования привлекательны тем, что открывают перспективу развития отечественного производства эффективных строительных плит на основе экодружелюбной, эргономичной технологии с максимальным использованием местного техногенного сырья.

Литература

- 1 Казахстан в новой реальности: время действий. Послание Президента Казахстана Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана от 1 сентября 2020 г.
- 2 Стратегический план развития Республики Казахстан до 2025 года. Утвержден Указом Президента Республики Казахстан от 15 февраля 2018 г. № 636.
- 3 Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020-2025 годы, утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от 31 декабря 2019 г. № 1050.
- 4 Конструктивный общественный диалог – основа стабильности и процветания Казахстана. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана от 2 сентября 2019 г.
- 5 Maraveas Ch. Production of sustainable construction materials using agro-wastes // *Materials*. – 2020. – № 13. – С. 262.
- 6 Hussein Z., Ashour T., Khalil M., Bahnasawy A., Ali S., Hollands J. and Korjenic A. Rice straw and flax fiber particleboards as a product of agricultural waste: an evaluation of technical properties // *Applied Sciences*. – 2019. – № 9. – P. 3878.
- 7 Zach J., Reif M., Hroudová J. Study of the properties and hygrothermal behaviour of alternative insulation materials based on natural fibres // *Materials and technology*. – 2016. – № 50 (1). – P. 137-140.
- 8 Santoni A., Bonfiglio P., Fausti P., Marescotti C., Mazzanti V., and Pompili F. Characterization and vibro-acoustic modeling of wood composite panels // *Materials*. – 2020. – № 13. – P. 1897.
- 9 Jagels A., Stephan F., Ernst S., Lindemann V., Cramer B., Hübner F., Humpf H.-U. Artificial vs natural *Stachybotrys* infestation – Comparison of mycotoxin production on various building materials // *Indoor Air*. – 2020. – P. 1-15.
- 10 Islam Hafez I., Tajvidi M. Laminated wallboard panels made with cellulose nanofibrils as a binder: production and properties // *Materials*. – 2020. – № 13. – P. 1303.
- 11 Patent 2018258259 US. Compatibilizers for polymer-nanocellulose composites. Published 13.09.2018.
- 12 Ferrandez-Garcia M. T., Ferrandez-Garcia A., Garcia-Ortuño T., Ferrandez-Garcia C. E., Ferrandez-Villena M. Influence of particle size on the properties of boards made from *Washingtonia palm* rachis with citric acid // *Sustainability*. – 2020. – № 12. – P. 4841.
- 13 Ferrandez-Villena M., Ferrandez-Garcia C. E., Garcia-Ortuño T., Ferrandez-Garcia A., Ferrandez-Garcia M. T. Properties of cement-bonded particleboards made from Canary Islands palm (*Phoenix canariensis* Ch.) trunks and different amounts of potato starch // *Forests*. – 2020. – № 11. – P. 560.
- 14 Patent 107383388 CN. Biomass material based on palm silks and palm meal and preparation method thereof. Published 24.11.2017.
- 15 Patent 106633994 CN. Fungus-base biomass thermal-insulation material mainly prepared from corn cobs and preparation method thereof. Published 10.05.2017.
- 16 Gatani M. P., Fiorelli J., Medina J. C., Arguello R., Ruiz A., Nascimento M. F., Savastano Jr. H. Technical production viability and properties of particleboard made with peanut husks // *Revista Matéria*. – 2013. – V. 18. – № 2. – P. 1286-1293.
- 17 Jetsu P, Vilki M., Tiihonen I. Utilization of demolition wood and mineral wool wastes in wood-plastic composites // *Detritus*. – 2020. – V. 10. – P. 19-25.
- 18 Källbom S., Lillqvist K., Spoljaric S., Sepälä J., Segerholm K., Rautkari L., Hughes M. Effects of water soaking-drying cycles on thermally modified spruce wood-plastic composites // *Wood and Fiber Science*. – 2020. – 52(1). – P. 2-12.
- 19 Patent 108485178 CN. Anti-bacterial and mould proof wood plastic composite thermal insulation plate and preparation method thereof. Published 04.09.2018.
- 20 Patent 110520464 CN. Bio-composite and bioplastic materials and method. Published 02.11.2019.
- 21 Sala C. M., Robles E., Gumowska A., Wronka A., Kowaluk G. Influence of moisture content on the mechanical properties of selected wood-based composites // *Bioresources*. – 2020. – T. 15. – I. 3. – P. 5503-5513.
- 22 Patent 106588091 CN. Preparation method of wall filling material. Published 26.04.2017.
- 23 Akinyemi A. B., Afolayan J. O., Oluwatobi E. O. Some properties of composite corn cob and sawdust particle boards // *Construction and Building Materials*. – 2016. – № 127. – P. 436-441.
- 24 Liu D., Dong B., Bai X., Gao W., Gong Y. Manufacturing and process optimization of porous rice straw board // *Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – 322. – 072065.
- 25 Alapieti T., Mikkola R., Pasanen P., Salonen H. The influence of wooden interior materials on indoor environment: a review // *European Journal of Wood and Wood Products*. – 2020. – № 78. – P. 617-634.
- 26 Patent 106280059 CN. Plant fiber foaming wall thermal-insulation material and preparation method thereof. Published 04.01.2017.
- 27 Patent 110423443 CN. Biomass-based high-strength high-toughness flame-retardant board. Published 08.11.2019.
- 28 Patent 110539382 CN. Medium-density fiber board and manufacturing method thereof. Published 06.12.2019.
- 29 Патент 31635 РК. Установка для переработки древесноволокнистого материала паровзрывным гидролизом / Т. Б. Турсунов, В. А. Хен; опубл. 31.10.2016, Бюл. № 4.
- 30 Хен В. А., Хен С. М. Гипотеза о едином процессе происхождения углеводородов, сланцев, кремния и всех полезных ископаемых на земле // *Горный журнал Казахстана*. – 2008. – № 7. – С. 6-10.
- 31 Хен В. А., Хен С. М. Гипотеза о едином процессе происхождения углеводородов, сланцев, кремния и всех полезных ископаемых на земле (продолжение) // *Горный журнал Казахстана*. – 2008. – № 8. – С. 8-11.
- 32 Ефремова С. В. Физико-химические основы и технология термической переработки рисовой шелухи – Алматы, 2011 – 150 с.
- 33 Трофимова Н. Н., Бабкин В. А., Чемерис М. М. Катализируемый паровзрывной гидролиз целлюлозного остатка древесины лиственницы // *Химия растительного сырья*. – 2002. – № 2. – С. 53-56.
- 34 Зиятдинова Д. Ф., Сафин Р. Г., Просвирников Д. Б. Исследование влияния высокотемпературной обработки на свойства продуктов, полученных методом паровзрывного гидролиза лигноцеллюлозного материала // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2011. – Т. 14. – № 12. – С. 58-66.
- 35 Патент 33217 РК. Способ термической переработки рисовой шелухи / А. А. Жарменов, Л. В. Бунчук, С. В. Ефремова, Ю. И. Сухарников, А. А. Ниязов, Э. М. Ли, С. Т. Шалгымбаев; опубл. 26.10.2018, Бюл. № 40.
- 36 Оболенская А. В., Щеголев В. П., Аким Г. Л. и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы – М.: Лесная промышленность, 1965. – 412 с.
- 37 Кадималиев Д. А., Ревин В. В., Шутова В. В. Влияние прессования на свойства лигнина древесины сосны, обработанной *Panus tigrinus* // *Химия растительного сырья*. – 2001. – № 3. – С. 111-118.



ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СГУЩЕНИЯ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «УЗЫНЖАЛ»

В настоящее время на обогатительной фабрике горно-обогатительного комплекса «Алтай» перерабатываются руды различных месторождений и техногенное сырье. При переработке различного типа сырья возникают проблемы с процессами обезвоживания – сгущения и фильтрации продуктов обогащения. Указанные процессы являются лимитирующими для технологии обогащения и приводит к ограничению тоннажа переработки.

В первую очередь это обусловлено спецификой рудного материала, а также введением ультратонкого измельчения перерабатываемых руд для более полного вскрытия рудной массы. Для повышения эффективности сгущения используют флокулянты.

Под флокуляцией частиц высокомолекулярными реагентами – полимерами – понимается слипание минеральных частиц благодаря сорбции молекул или мицелл полимера. В случае молекулы или мицеллы полимера образуют «мостики» между частицами [1].

Из высокомолекулярных флокулянтов широко используют полиакриламид, степень гидролиза амидных групп которого составляет 20-50 %, а молекулярный вес достигает величины порядка $30 \cdot 10^6$.

В общем виде полиакриламид представлен на рисунке 1.

В настоящее время выпускаются новые синтетические полимерные реагенты на основе полиакриламида и, как показано на рисунке 1, процесс полимеризации позволяет увеличить длину полимерной

цепи, что приводит к резкому снижению расхода реагента [2-4].

Действие полимера зависит от исходной концентрации раствора. В пульпу обычно подают растворы полимеров концентрацией 0,05-0,1 %. Сильное и длительное перемешивание пульпы или при перекачке центробежными насосами с использованием этих типов полимерных реагентов недопустимо, так как флокулы разрушаются, после чего флокулообразование значительно снижается. Поэтому растворы флокулянтов дозируются в последнюю точку турбулентного режима для качественного замешивания со всем объемом обрабатываемой пульпы. Далее поток должен поступать на сгущение в ламинарном режиме по магистраль-

Таблица 1

Сгущение рудного слива с применением различных марок флокулянтов при расходе 60 г/т

№	Марка флокулянта (Флорат)	Объем зоны осветления, мин.								Объем сгущенной руды на 20-й минуте, мл
		900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл	400 мл	300 мл	200 мл	
1	Контроль	2,15	4,25	8	9,25	11	13,02	16	19,45	160
2	AN 934	1	1,3	2,15	3	3,25	4,1	4,5	6	105
3	RG 1000	0,15	0,3	1,1	2	2,3	3,05	3,4	4,05	105
4	105 VHM	1,3	3	4,35	6,05	8	8,45	9,35	10	115
5	105 SH	1,1	1,27	2	3	4,05	6,14	8,35	9,24	110
6	110 VHM	0,5	1,27	2	3	4,05	6,14	8,35	9,24	100
7	110 SH	1,1	1,27	2	3	4,05	6,14	8,35	9,24	105
8	113 SH	3	3,45	4,34	5,33	9,18	12,45	18,23	-	250

Таблица 2

Сгущение рудного слива с применением флокулянтов при повышении расхода лучших марок

№	Марка флокулянта (Флорат)	Расход флокулянта, г/т	Объем зоны осветления, мин.								Объем сгущенной руды на 20-й минуте, мл
			900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл	400 мл	300 мл	200 мл	
1	Контроль	-	3	5,34	6,48	8,54	10,17	13,29	15,6	18,23	150
2	AN 934	70	0,15	0,25	0,4	0,5	1,05	1,15	1,3	1,45	90
3	AN 934	80	0,12	0,2	0,33	0,45	0,54	1,05	1,15	1,25	80
4	RG 1000	70	0,15	0,25	0,4	0,5	1	1,15	1,2	1,35	90
5	RG 1000	80	0,14	0,26	0,38	0,5	1,16	1,25	1,43	2,14	90

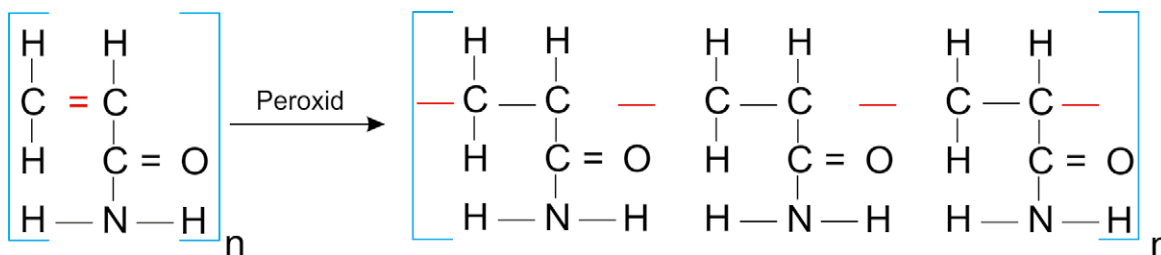


Рис. 1 – Процесс полимеризации мономера акриламида



Контроль; AN934; RG1000; 105 VHM; 105 SH; 110 VHM; 110 SH; 113 SH

Рис. 2 – Сгущение рудного слива с применением различных марок флокулянтов при расходе 60 г/т твердого



Контроль; AN934; RG1000; 105 VHM; 105 SH; 110 VHM; 110 SH; 113 SH

Рис. 3 – Сгущение свинцового концентрата с применением различных марок флокулянтов при расходе 60 г/т твердого на 20-й минуте осаждения

ному трубопроводу в коробку питания аппарата.

Методика исследований и применяемые реагенты

Для проведения тестирования сгущения рудных сливов и свинцового концентрата окисленных глинистых руд месторождения «Узынжал» с использованием флокулянтов были отобраны марки полимерных реагентов с различной степенью анионной активности с высокими значениями молекулярной массы.

В практике лабораторные исследования обычно проводят на 0,1 %-х высоковязких растворах водорастворимых полимеров.

Для приготовления указанного раствора в сухую колбу насыпается навеска флокулянта (100 мг), смачивается небольшим количеством (1-2 мл) спирта или ацетона и добавляется 50 мл холодной воды (можно технической) и взбалтывается в течение 10-15 минут. Затем оставляется на 30 минут и доливаются 50 мл холодной воды, также встряхивается 5 минут и оставляется до полного растворения на 1-2 часа.

Эта методика растворения применяется, если нет возможности перемешивать механическим способом, например, на магнитной мешалке. Растворение порошкообразных высокомолекулярных полимеров осуществляется через набухание, поэтому по истечении указанного времени необходимо посмотреть на свет и убедиться, что в растворе нет набухших частиц. Если таковые имеются, то следует оставить растворы еще на 1-3 часа. Такое приготовление используется только для проведения лабораторных исследований.

Тестирование исследуемых флокулянтов осуществлялось на производственных пульпах. Перед проведением исследований определяется плотность пульпы и содержание твердой фазы. Для выбора эффективной марки флокулянта и оптимального расхода рекомендуется проводить эксперименты в мерных цилиндрах объемом 0,5-1 дм³. Замешивание дозы раствора флокулянта со всем объемом пульпы осуществляется с помощью штоковой мешалки 6 раз. Включается секундомер и фиксируется скорость сгущения твердой составляющей пульпы. Визуально определяется качество осветления раствора и размеры образующихся флокул при различных расходах флокулянта. Все тестируемые показатели процесса сгущения (скорость сгущения, уплотнение, качество осветления и высота пенного продукта на поверхности цилиндра) сравниваются и выбирается наилучший флокулянт при наименьших расходах. При тестировании

нескольких марок выбирается эффективный, позволяющий при минимальных расходах достичь наилучших параметров сгущения.

Тестирование различных марок флокулянтов для сгущения рудного слива и свинцового концентрата

Месторождение «Узынжал» находится в 22 км западнее железнодорожной станции Киик, там добывают высокоглинистую свинецсодержащую руду окисленного типа. Глинистые составляющие имеют значительную степень набухания, что потребовало отмывки руды перед процессами обогащения. Сгущению подвергаются как данные рудные сливы, так и свинцовый концентрат. Отмытые рудные сливы имеют гранулометрический состав на уровне 5-3 мкм и ниже.

Первая серия экспериментов выполнялась с целью подбора эффективной марки флокулянта для сгущения рудного слива в сравнении с базовой маркой Flopam AN 934 были протестированы 5 новых образцов полимерных реагентов, применяемых для сгущения тонкодисперсных продуктов обезвоживания.

Было установлено, что при сгущении рудного слива плотность пульпы питания и слива сгустителя идентичные и составляют около 1 %, то есть количество твердого в продуктах – порядка 10 г/л.

При проведении исследований по подбору эффективной марки флокулянта для сгущения рудного слива было установлено, что используемая в настоящее время марка Flopam AN 934 является одной из эффективных (табл. 1). Визуальное наблюдение за чистой осветленной водной фазой было установлено, что к наиболее эффективным можно отнести и марку Flopam RG 1000.

Степень осветления и плотность сгущенного рудного слива через 20 минут осаждения показаны на рисунке 2.

Дальнейшие исследования были выполнены для определения оптимальных расходов лучших марок флокулянтов с целью достижения наилучших показателей процесса сгущения рудных сливов.

Как показано в таблице 2, для сгущения рудных сливов при переработке глинистой руды месторождения «Узынжал» используемая марка флокулянта Flopam AN 934 является оптимальной. Рекомендуется установить расход на уровне 70-80 г/т.

В настоящее время для сгущения свинцового концентрата используется традиционная марка Flopam AN 934 в количестве 60 г/т. Плотность сгущаемой пульпы

свинцового концентрата составила 15 % при содержании твердого 169 г/л.

Как показано на рисунке 3, все марки испытуемых флокулянтов позволяют добиться чистых сливов. Процесс разделения фаз происходит моментально, поэтому практически невозможно замерить данный показатель. При сгущении свинцового концентрата без дозирования флокулянта (контроль) не обеспечивается очистка водной фазы от взвеси, что приведет к потерям товарного продукта со сливами сгустителя.

По результатам проведенных исследований можно сделать однозначный вывод, что используемая марка Flopam AN 934 в количестве 60 г/т позволяет оптимизировать процесс разделения фаз при сгущении свинцового концентрата при переработке руды месторождения «Узынжал».

Выводы

Проведенные эксперименты показали, что для сгущения рудных сливов при переработке глинистой руды окисленного типа месторождения «Узынжал» используемая марка флокулянта Flopam AN 934 является оптимальной. Рекомендуется установить расход на уровне 70-80 г/т.

По результатам проведенных исследований можно сделать однозначный вывод, что используемая марка Flopam AN 934 в количестве 60 г/т позволяет оптимизировать процесс разделения фаз при сгущении свинцового концентрата при переработке руды.

В результате сравнительного гранулометрического анализа свинцового концентрата, поступающего на обезвоживание (сгущение и фильтрацию), было установлено, что после подачи флокулянта в процесс сгущения содержание классов ниже 10 мкм в питании фильтр-пресса снижается в 1,5 раза. Это объясняется образованием более крупных агрегатов в процессе флокуляции при сгущении.

Литература

- 1 Дуденков С. В., Шубов Л. Я. Обогащение руд цветных и редких металлов – М.: Недра, 1976.
- 2 Василевская О. Ф. Интенсификация процессов обезвоживания с применением высокоэффективных синтетических флокулянтов // Комплексное использование минерального сырья – 1996 – № 4 – С. 10-12.
- 3 Елизаров А. Г. Экономическое обоснование эффективности применения флокулянтов при фильтровании суспензий // Цветные металлы – 2000 – № 5 – С. 5-6.
- 4 Фролов В. С. / В ст.: Труды научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности» – Кемерово, 1999 – С. 64-65.



ПЕЧЬ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

Активированный уголь широко используются в различных отраслях. С его помощью решаются задачи рекуперации ценных компонентов, а также защиты окружающей среды и человека от вредных выбросов. Метод термической утилизации твердых отходов является одним из современных методов переработки. Преимущество этого способа состоит в значимом уменьшении размера обрабатываемого материала. При сжигании отходов их масса уменьшается на 85-90 % [1].

Для термической обработки углеродсодержащих веществ применяются шахтные, барабанные вращающиеся и многополочные печи, реакторы с движущимся слоем и другие аппараты. Выбор подходящего оборудования зависит от степени дробления сырья и от того, в какой форме должны быть получены активированные материалы – порошкообразные, зерненные или гранулированные.

Универсальными аппаратами являются барабанные печи, поэтому они применяются особенно часто [2].

Барабанные вращающиеся печи наиболее полно отвечают современным требованиям. Однородное качество по действительной и объемной плотности, низкая пористость, высокая механическая прочность углеродного материала обеспечиваются умеренной скоростью нагрева. Эффективность прокаливания определяется конструкцией узлов и оборудованием для обработки, технологией очистки и утилизации тепла дымовых газов [3].

Авторами [4] предложена печь для термической обработки углеродсодержащих материалов, состоящая из корпуса с огнеупорной изоляцией, расположенной внутри него цилиндрической ретортой, загрузочного и разгрузочного устройств, подводящего патрубка, нагревательных элементов и расположенного внутри реторты

перемешивающего устройства. Перемешивающее устройство выполнено в виде пластин, которые равномерно расположены по длине реторты, угол их наклона составляет 45-60°. Нагревательный элемент выполнен в виде газовых колонок, установленных внутри корпуса по длине реторты на расстоянии, равном 0,2-0,4 ее диаметра.

Недостатком известного способа является то, что получаемый активный уголь характеризуется неоднородностью качественных показателей, при этом энергоемкость процесса изготовления угля высока.

В работе [5] авторы рассмотрели печь для обработки углеродсодержащих материалов, состоящую из корпуса с огнеупорной изоляцией, расположенной внутри него цилиндрической ретортой с перемешивающим устройством, нагревательных элементов, выполненных в

Характеристики активированного угля

Активированный уголь	Содержание влаги, %	Суммарная пористость, см ³ /г	Объем микропор, см ³ /г	Объем мезопор, см ³ /г	Объем макропор, см ³ /г	Степень измельчения, %	Зольность, %	Адсорбционные характеристики	
								осветляющая способность по метиленовому голубому, %	осветляющая способность по меласе, %
Опытный образец	≤ 6	1,25	0,55	0,6	0,1	≤ 4,1	≤ 6	≥ 80	≥ 90
Активирующий уголь марки А по ГОСТ 4453-74	≤ 10	–	0,26	0,27	–	≤ 5	≤ 10	≥ 75	≥ 100

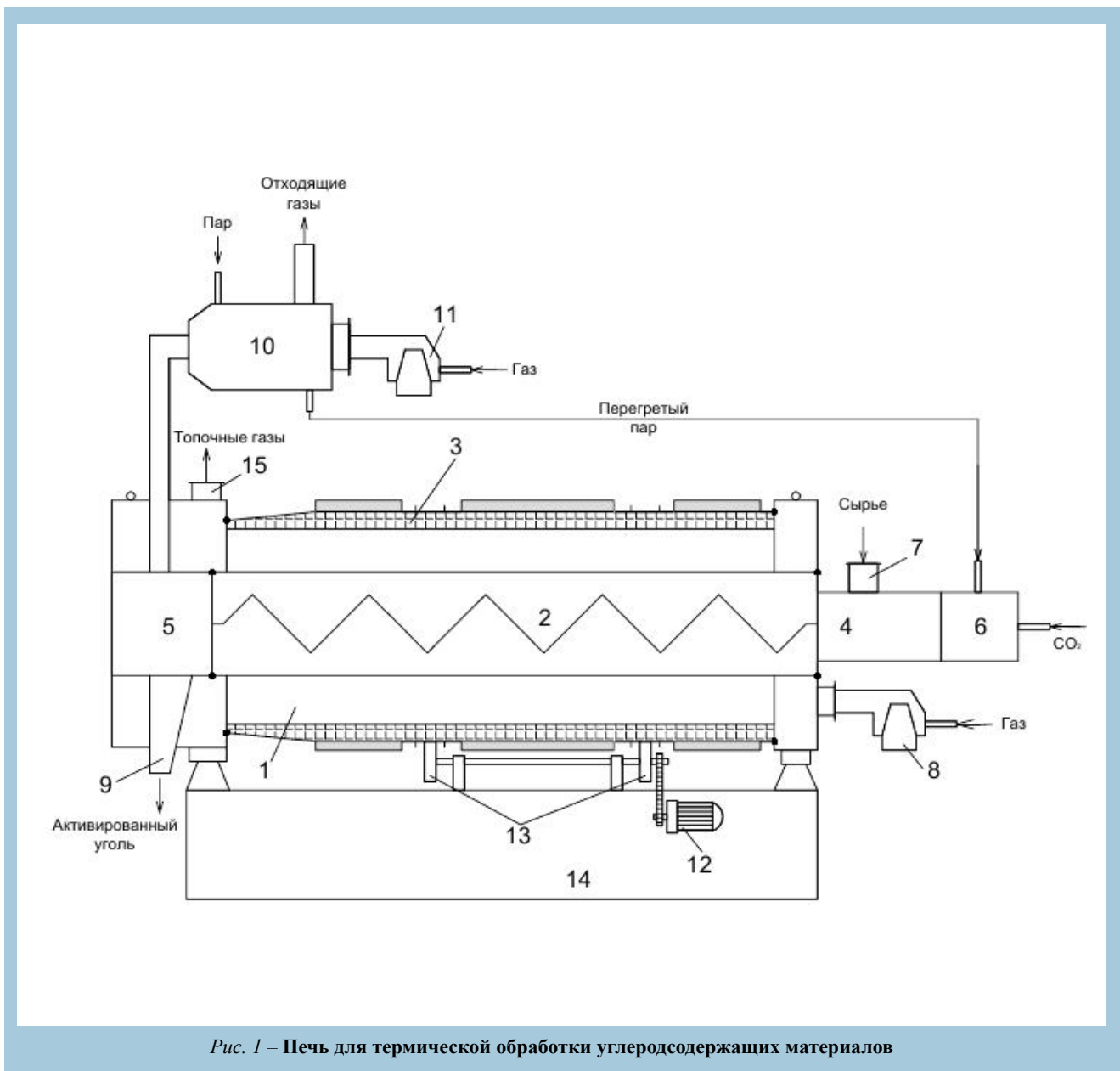


Рис. 1 – Печь для термической обработки углеродсодержащих материалов

виде газовых горелок, устройств для загрузки и выгрузки, а также патрубков для ввода газообразных реагентов. При этом ось газовых горелок смещена

относительно оси реторты на величину 0,9-1,2 радиуса последней, а камера печи снабжена патрубком для отвода нагревающих газов, который отстает

от края камеры на расстояние, равное 0,23-0,3 ее длины. Недостатком вращающейся печи является низкая производительность, а также то, что для

защиты окружающей среды отходящие газы парогазовой смеси после активации углеродсодержащего материала требуют дополнительной очистки.

Для улучшения вышеуказанных показателей нами разработана конструкция печи для термической обработки, позволяющая увеличить удельную поверхность, объем микропор, адсорбционную способность и механическую прочность активированного угля, снизить энергоемкость за счет конструктивного решения, уменьшить техногенное воздействие на окружающую среду за счет термической деструкции [6].

Вращающаяся печь для термической обработки углеродсодержащих материалов, состоит из корпуса с огнеупорной теплоизоляцией, выполненной из термостойкого каолинового волокна, расположенной внутри цилиндрической реторты с перемешивающим устройством, нагревательных элементов, выполненных в виде газовых горелок, устройства для загрузки и выгрузки, а также патрубков для ввода газообразных реагентов. Согласно конструктивному решению корпус параллельно вращается вместе с ретортой. Газовая горелка расположена в передней сдвижной камере, а патрубок для вывода газообразных реагентов присоединен к устройству дожига отходящих газов, а подающийся пар дополнительно перегревается в устройстве дожига отходящих газов.

Установка, представленная на рисунке, состоит из вращающегося барабана 1, реторты 2, огнеупорной теплоизоляции 3, выполненной из термостойкого каолинового волокна, передней сдвижной камеры 4, задней сдвижной камеры 5, паровпрыскивателя 6, приемного патрубка 7, основного горелочного устройства 8, разгрузочного патрубка 9, устройства дожига отходящих газов 10, вспомогательного горелочного устройства 11, электродвигателя 12, устройства вращения 13, неподвижной опоры 14, патрубка для ввода топочных газов 15.

Предлагаемая печь для термической обработки углеродсодержащих материалов работает следующим образом. В устройство дожига отходящих газов подается нагревающий газ через вспомогательное горелочное устройство. Далее через патрубок в это устройство подается пар с начальной температурой 200 °С, нагревается до 600 °С и подается в паровпрыскиватель, куда также подается CO₂ для получения парогазовой смеси.

Затем подается нагревательный газ во вращающийся барабан, с огнеупорной теплоизоляцией через основное горелочное устройство. С помощью электродвигателя и устройства вращения барабан и реторта, размещенные на неподвижной опоре, приводятся во вращение. Углеродсодержащее сырье подается в реторту, активируется парогазовой смесью, подаваемой из паровпрыскивателя. После процесса активации полученный активированный уголь выводится через заднюю сдвижную камеру и разгрузочный патрубок. Отходящие газы парогазовой смеси из реторты выводятся через устройство дожига отходящих газов. Топочные газы из барабана отводятся через специальный патрубок. Передняя и задняя камеры выполнены съемными, чтобы получить доступ внутрь барабана и реторты для чистки и обслуживания. В устройстве дожига отходящих газов происходит термическая деструкция отходящих газов парогазовой смеси для их утилизации. Вследствие чего нет необходимости в дополнительном громоздком оборудовании очистки газов для защиты окружающей среды. Таким образом, нагревательный газ, подаваемый через основное горелочное устройство, турбулизируется вокруг реторты за счет вращательного движения барабана и реторты. При этом равномерно повышается температура углеродного материала и парогазовой смеси. Экономия тепловой энергии обеспечивается при подаче пара с начальной температурой 200 °С через устройство дожига отходящих газов с последующим нагревом до 600 °С.

На базе ТОО «InnovTechProduct» получена промышленная партия активированного угля (модифицированных адсорбентов) из скорлупы фруктовых косточек [7].

Параметры структурно-сорбционных характеристик были определены в испытательной региональной лаборатории инженерного профиля Южно-Казахстанского университета им. М. О. Ауэзова совместно с сотрудниками проекта № АР05130208 «Разработка технологии активации органического природного поглотителя с заданными свойствами и развитой пористой структурой для получения модифицированных адсорбентов с избирательной селективностью» (табл.).

Заявляемое нами техническое решение позволяет повысить однородность качественных показателей

активированного угля вследствие турбулизации нагревательного газа вокруг реторты за счет вращательного движения барабана и реторты с равномерным повышением температуры углеродного материала, и парогазовой смеси, снизить энергоемкость производства за счет дополнительного нагрева пара до 600 °С в устройстве дожига отходящих газов и тем самым уменьшается воздействие на окружающую среду.

В соответствии с положениями Экологического кодекса Республики Казахстан и иными действующими правовыми и методическими документами, регулирующими вопросы охраны окружающей среды и экологической безопасности мероприятий, связанные со снижением выбросов и сбросов производства активированного угля можно отнести к 3-му классу с санитарно-защитной зоной, равной 100 метрам [8].

Литература

- 1 Кельцев Н. В. Основы адсорбционной техники – М.: Химия, 1984 – С. 512.
- 2 Тагиров М. А., Жиров Б. С., Лунова Н. Н., Сусликов А. В., Мусин А. Р. Оптимальная длина барабанной вращающейся печи для активирования углеродного материала // Башкирский химический журнал – 2014. Т. 21 – № 1 – С. 29-32.
- 3 Ахметов М. М. // Мир нефтепродуктов. – 2011 – № 3 – С. 36.
- 4 Патент РФ RU 2113671 / Жуков Д. С., Мухин В. М., Зубова И. Д., Карев В. А., Чебыкин В. В., Михайлов Н. В., Грудский Д. Г., Дементьев В. В., Будовниц Я. Л., Болотова Т. П., Чумаков В. П., Попов А. Н., Лебедев А. В., Гуров Г. Б. Печь для термической обработки углеродсодержащих материалов – Опубликовано 20.06.1998, кл. F 27 В 7/14.
- 5 Патент РФ RU 2182112 / Мухин В. М., Чумаков В. П., Карев В. А., Чебыкин В. В., Дворецкий Г. В., Зубова И. Д. – Опубликовано 10.05.2002, кл. C 01 В 31/08.
- 6 Есенбек А. С., Сатаев М. И., Саипов А. А., Азимов А. М., Айнабеков Н. Б. Печь для термической обработки углеродсодержащих материалов. Заявка на изобретение № 2019/0486.1 от 09.07.2019. Уведомление о положительном решении формальной экспертизы 24.09.2019 № 88365.
- 7 Сатаев М. И., Алтынбеков Р. Ф., Азимов А. М., Саипов А. А., Парманкулова П. Ж., Айнабеков Н. Б., Есенбек А. С. Отчет НИР за 2019 год по теме АР05130208 Разработка технологии активации органического природного поглотителя с заданными свойствами и развитой пористой структурой для получения модифицированных адсорбентов с избирательной селективностью.
- 8 Инвестиционный проект производства косточкового масла и адсорбента из фруктовых косточек (APP-SSG-16/0477P). Раздел «Предварительная оценка воздействия на окружающую среду». ТОО «InnovTechProduct» – Шымкент, 2017 – С. 29.

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ РЕАГЕНТОВ-ФЛОКУЛЯНТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ СГУЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБОГАЩЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Переработка отходов металлургического производства приводит к увеличению шламовой составляющей исходных материалов. Возрастает и количество коллоидных составляющих в сырье. В этом случае резко увеличивается количество частиц в единице объема. Следует отметить, что твердая фаза имеет низкий удельный вес, то есть разделение фаз требует значительного времени на седиментацию.

В последнее время на обогатительную фабрику Горно-обогатительного комплекса «Алтай» поступает клинкер с Усть-Каменогорского металлургического комбината. В данном продукте содержится до 60 % углеродсодержащего компонента. В результате флотационного обогащения клинкера на самостоятельной линии углеродсодержащий концентрат поступает на процессы обезвоживания.

Медно-цинковый кек образуется в результате гидрометаллургического обогащения свинцовых пылей – отходов металлургического производства Усть-Каменогорского металлургического комбината на участке переработки

свинцовых пылей (УПСЦ) обогатительной фабрики горно-обогатительного комплекса «Алтай».

Гидрометаллургические осадки представляют собой тонкодисперсную фазу с высокоразвитой поверхностью. На сгущение поступают пульпы высокой плотности на уровне 20-25 %. Сливы очень грязные, с высоким содержанием сгущаемого продукта. Хотя сливы направляются на дополнительное сгущение в контрольные сгустители, их качество не соответствует требуемым показателям.

Процессы разделения фаз при обогащении руд являются одними из лимитирующих переделов всего технологического цикла.

Наличие в перерабатываемом сырье таких компонентов, как глинистые включения, кремнийсодержащие минералы, гидрометаллургические пульпы и т. д. приводит к ухудшению процессов сгущения как концентратов, так и хвостов обогащения [1, 2].

При переходе предприятий на переработку техногенного сырья возникают проблемы с процессами обезвожи-

вания как и при более полном вскрытии минерального сырья, что приводит к увеличению поверхности сгущения. При включении в переработку отходов металлургического производства меняется гранулометрический состав сгущаемых продуктов обогащения в сторону количественного возрастания коллоидных твердых фаз. Это возникает и при переработке клинкера с получением углеродсодержащего концентрата для возвращения продукта в процесс металлургического передела.

В последнее время для интенсификации процессов обезвоживания широкое применение нашли полимерные реагенты класса флокулянтов. В основном они представлены полимерами или сополимерами на основе полиакриловой кислоты.

Мировые лидеры по выпуску данной продукции производят данный класс реагентов с высокой молекулярной массой и стабильными свойствами. Наличие высокой молекулярной массы характеризует расход применяемых реагентов для процессов сгущения производственных пульп, очистки

Таблица 1

Гранулометрический анализ сгущаемого углеродсодержащего концентрата

Класс крупности, мк	74	44	30	20	10	5	3
Содержание, %	53,66	38,98	30,47	23,21	13,86	7,55	4,35

Таблица 2

Стушение углеродсодержащего продукта с использованием различных марок Flopat при содержании твердого в питании сгустителя 170 г/дм³

№	Марка флокулянта	Расход, г/т	Время достижения сгущенного слоя, мин.					Объем уплотнения на 30 мин., мл	Величина пены, мм		Степень осветления, усл. единица
			900 мл	800 мл	700мл	600 мл	500 мл		исходная	на 30 мин.	
1	Контроль	–	5,23	7,4	12,46	15,04	19,16	420	16	15	Очень мутная
2	Flopat AN 905	20	0,34	1,02	1,42	2,34	4,46	390	19	10	Мутноватая
3	Flopat AN 913	20	0,34	1,06	1,45	2,56	5,23	390	19	17	Мутноватая
4	Flopat AN 934	20	0,34	1,03	1,27	2,54	5,44	460	18	6	Чистая
5	Flopat AN 945	20	0,36	1,01	1,46	2,16	10,34	480	19	6	Чистая
6	Flopat AN 954	20	0,26	0,56	1,27	1,56	4,01	505	17	5	Чистая
7	Flopat AN 965	20	0,36	1,05	1,38	2,01	4,58	400	15	5	Чистая

Таблица 3

Стушение углеродсодержащего продукта с использованием различных расходов флокулянта марки FlopatAN 934 при содержании твердого в питании сгустителя 200 г/л

№	Расход, г/т	Время достижения сгущенного слоя, мин.						Объем уплотнения на 30 мин., мл	Величина пены, мм		Содержание органики в водной фазе, мг/л
		900мл	800 мл	700 мл	600мл	500 мл	400 мл		исходная	на 30 мин.	
1	–	5,05	5,34	6,05	9,15	13	20,12	375	16	12,0	0,19
2	10	0,38	1,11	1,52	2,34	3,14	4,58	360	19	9	0,1
3	15	0,38	1,15	1,54	2,32	3,15	4	400	19	8	0,08
4	20	0,14	0,41	1,05	1,35	2,28	7	375	12	7	0,05
5	30	0,14	0,38	1,01	1,41	4	–	450	15	–	0,03
6	40	0,14	0,26	0,42	1,13	3,18	–	450	17	–	0,03
7	50	0,09	0,18	0,3	0,56	2,25	–	450	12	–	0,07
8	Слив сгустителя № 2										0,03
9	Слив окислительного пруда										0,19

Таблица 4

Стушение Cu-Zn кека УПСР с использованием различных расходов флокулянта марки Flopat AN934 при содержании твердого в питании сгустителя 65 г/дм³

№	Расход, г/т	Время достижения сгущенного слоя, мин.					Объем уплотнения на 30-й минуте, мл	Качество осветленная
		900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл		
1	20	18,2	28	–	–	–	760	Чистый
2	30	12,56	22	28	–	–	650	Чистый
3	80	6	11,15	16	23,16	–	560	Чистый
4	110	2,42	3,08	4,41	7,12	15,22	460	Чистый

промышленных стоков и питьевой воды от взвесей [3-6].

Синтетические флокулянты позволяют улучшить показатели разделения фаз и сократить площади сгущения, снизить содержание влаги при фильтрации концентратов и увеличить производительность фильтровального оборудования.

Для проведения тестирования сгущения концентратов при переработке техногенного сырья с целью улучшения

разделения фаз получаемых продуктов обогащения были отобраны марки полимерных реагентов с различной степенью анионной активности с высокими значениями молекулярной массы.

В практике лабораторные исследования обычно проводят на 0,1 %-х растворах водорастворимых полимеров в связи с тем, что они являются высоковязкими растворами.

Исследования по оптимизации расхода подобранной марки флокулянта

для сгущения углеродсодержащего концентрата при переработке клинкера.

Для проведения исследований была отобрана представительная проба пульпы питания, поступающей на сгущение в сгуститель № 3.

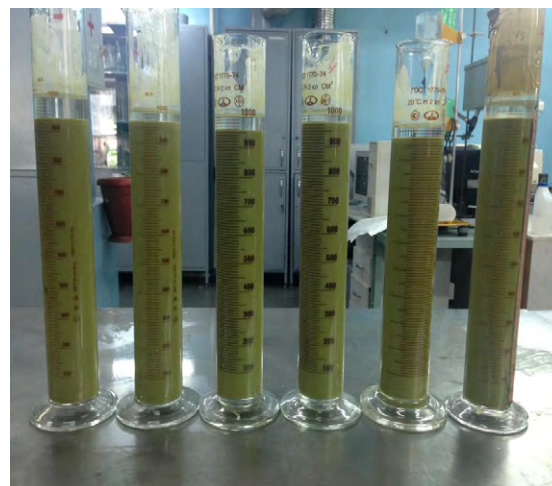
Для более полного представления характеристики углеродсодержащего концентрата были предоставлены анализы данного продукта обогащения.

Приведенный в таблице 1 гранулометрический анализ углеродсодержащего



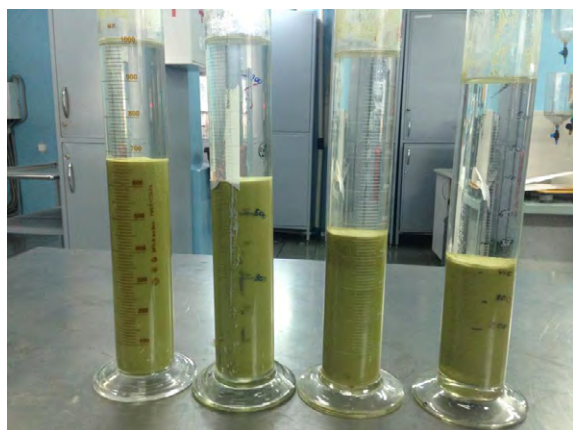
Контроль: 10 г/т; 15 г/т; 20 г/т ;30 г/т; 40 г/т; 50 г/т

Рис. 1 – Эффективность сгущения углеродсодержащего концентрата (питание сгустителя № 3) с применением различных дозировок флокулянта марки Flozam AN 934



Контроль: 20 г/т; 30 г/т; 40 г/т; 50 г/т; 80 г/т

Рис. 2 – Сгущение Cu-Zn кека УПСП (питание сгустителя № 2) при исходном содержании твердого 130 г/л с применением флокулянта марки Flozam AN 934



Расход, г/т: 20; 30; 80; 110

Рис. 3 – Сгущение Cu-Zn кека УПСП (питание сгустителя № 2) при разбавлении пульпы до 65 г/л с применением флокулянта марки Flozam AN 934

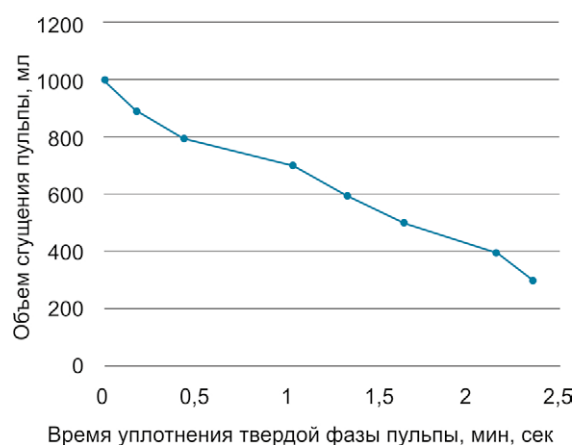


Рис. 4 – Сгущение Cu-Zn кека при переработке свинцовых пылей на УПСП и содержании твердого 32,5 г/л

концентрата показывает, что данный продукт не относится к категории тонкодисперсного материала, но имеет низкий удельный вес, который негативно сказывается на разделении фаз. В данном случае скорость разделения пульпы будет низкой, поэтому следует оптимизировать расход полимерного реагента для создания крупных флоккул.

В первой серии опытов были исследованы различные марки Flozam при базовом расходе Flozam AN 934 в количестве 20 г/т для выбора эффективного реагента и получения оптимальных технологических показателей сгущения.

Испытуемые образцы имеют различную анионную активность и молекулярную массу.

Как показано в таблице 2, лучшими образцами являются марки Flozam AN 934, Flozam AN 954 и Flozam AN 965. Установлено, что при расходе 20 г/т при дозировании указанных марок достигается снижение пенного продукта на зеркале цилиндра, высокая скорость сгущения с первых секунд и хотя качество жидкой фазы высокая, но остается некоторая цветность воды.

Для проведения следующей серии опытов было изучено влияние расхода

базового флокулянта Flozam UG 978 на качество водной фазы.

Процесс разделения фаз проводили при отстаивании в течение 30 минут, после чего замерялся объем сгущенного углеродсодержащего концентрата, а водную фазу отфильтровывали и анализировали на содержание органических примесей.

Из таблицы 3 и на рисунке 1 видно, что с увеличением расхода флокулянта визуально улучшается качество водной фазы. Для подтверждения этого пробы были анализированы на содержание остаточной органики. На анализ были



отданы и другие воды, которые характеризуют качество воды на это загрязняющее вещество.

Приведенный анализ остаточного содержания нефтепродуктов в водной фазе вызывает ряд вопросов, например максимальное количество в технической воде обогатительной фабрики, которая является оборотной для данной промплощадки.

Оптимизация сгущения Cu-Zn кека – продукта при переработке свинцовых пылей на УПСП.

В отобранной пробе пульпы питания сгустителя № 2 содержание твердого составляло 130 г/дм³.

Как показано на рисунке 2, при такой плотности пульпы увеличение расхода флокулянта в несколько раз не приводит к интенсификации разделения фаз. После 30-минутного сгущения показатели остаются на уровне контрольного эксперимента.

Главным условием эффективности разделения фаз является подбор плотности сгущаемой пульпы до оптимальных значений в результате проведения лабораторных экспериментов.

В результате проведения тестовых исследований было установлено, что для интенсификации процесса сгущения необходимо исходную пульпу разбавлять оборотной водой в 2 раза, то есть содержание твердого снижать до 65 г/дм³.

Результаты экспериментов, приведенные в таблице 4 и на рисунке 3, показывают, что снижение исходной

плотности интенсифицирует процесс разделения фаз, но для улучшения показателей процесса требуются повышенные расходы флокулянта. Базовый расход в количестве 20 г/т не обеспечивает требуемых параметров сгущения Cu-Zn кека УПСП.

Дальнейшие исследования были продолжены для улучшения показателей процесса сгущения без увеличения базового расхода флокулянта.

Содержание твердого в исходной пульпе питания сгущения было снижено до 32,5 г/л. Установлено, что именно при такой плотности пульпы эффективность разделения фаз резко повышается при расходе Flopam AN 934 в количестве 23 г/т.

Как показано на рисунке 4, разделение фаз осуществляется в первые минуты процесса сгущения цинкового концентрата без снижения показателей процесса с минимальным расходом базового флокулянта. Полученные результаты достигаются путем разбавления пульпы питания сливами этого же цинкового сгустителя. В этом случае без дополнительных расходов на флокулянт можно значительно интенсифицировать процесс разделения фаз.

В связи со снижением переработки полиметаллической руды Малеевского месторождения в процесс обогащения вводится техногенная продукция отхода металлургического производства УК МК ТОО «Казцинк». Такая переработка позволяет доизвлекать

полезные компоненты из клинкера и свинцовых пылей.

Проведенные исследования показали необходимость корректирования параметров сгущения с оптимизацией исходной плотности сгущаемых продуктов обогащения и тестирование различных марок флокулянтов для интенсификации процесса седиментационного разделения фаз.

Установлено, что используемый в технологии сгущения базовый флокулянт марки Flopam AN 934 является эффективным для сгущения всех типов перерабатываемых руд и техногенного сырья.

Литература

- 1 Дуденков С. В., Шубов Л. Я. Обогащение руд цветных и редких металлов – М.: Недра, 1976.
- 2 Вейцер О. И., Минц Д. М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки воды – М.: Стройиздат, 1975 – 127 с.
- 3 Липатов Ю. С., Сергеева Л. М. Адсорбция полимеров – Киев: Наукова думка, 1972 – 195 с.
- 4 Василевская О. Ф. Интенсификация процессов обезвоживания с применением высокоэффективных синтетических флокулянтов // Комплексное использование минерального сырья – 1996 – № 4 – С. 10-12.
- 5 Елизаров А. Г. Экономическое обоснование эффективности применения флокулянтов при фильтровании суспензий // Цветные металлы – 2000 – № 5 – С. 5-6.
- 6 Фролов В. С. / Труды научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности» – Кемерово, 1999 – С. 64-65.



ЗЕМЛЯ ТРЕВОГИ НАШЕЙ

«Человек, поклонись Земле!» – так, перефразировав название своей же поэмы, назвал III Алматинский международный форум сближения культур Евразии народный писатель, Герой Труда Казахстана Олжас Сулейменов. На этот раз речь на форуме шла об «одухотворенной экологии как основе сохранения планеты».

В последние годы все чаще погода ведет себя непредсказуемо. Климат действительно меняется. Люди старшего поколения наверняка помнят, как в их детстве, лет 50-60 назад, зимой в Алматы заливались катки, и ребятига с коньками под мышкой мчалась на «Динамо» либо на «Медик» нарезать круги. Сейчас различные катки уже не замерзают.

Как показывают наблюдения синоптиков, каждое десятилетие, начиная с 1936 года, температура в Казахстане повышается в среднем на 0,2 градуса. Казалось бы немного, но это дает основание говорить о климатических изменениях. И не только в нашем регионе, но и на планете в целом.

Естественно, возникает вопрос: в чем причина подобных перемен? Некоторые специалисты видят ее в человеческом факторе. Активность людей приобрела немыслимые масштабы: развивается промышленность, растет численность населения на планете. По некоторым прогнозам, в ближайшее десятилетие нас будет уже 10 миллиардов человек. Все

это сказывается на окружающей среде, вызывая дополнительные выбросы парниковых газов, в первую очередь углекислого, возрастает температура, меняя в свою очередь климат.

Но во всем ли виноват только человек или есть и природные закономерности в сменах потепления и похолодания на планете? На этот счет существуют разные точки зрения. А вот в чем мы с вами действительно виноваты, так это в том, что настолько загрязнили свой дом, что в нем с каждым годом становится не только некомфортно, но и опасно жить.

Алматы задыхается от смога. Еще не так давно вблизи южной границы города, в предгорьях Заилийского Алатау, которые называют еще горными прилавками, кружили голову ароматы трав, порхали бабочки и стрекотали кузнечики. Это было царство садов и горного леса. Теперь в этих некогда райских уголках «стрекогут» на очередной стройке многотонные КамАЗы, сады пошли под топор, а выжившие в суровых условиях человеческой цивилизации

остатки горных кустарников и трав «поседали» от густо припорошившей их пыли.

Некогда прозрачные горные речки превратились в сточные канавы, мелеют и засоряются другие большие и малые реки республики, гибнут озера, в них практически не осталось рыбы.

Сельское хозяйство страны ощущает нехватку поливной и питьевой воды. Из-за ураганов, паводков, наводнений и оползней только за последние 10-20 лет Казахстан понес ущерб на сотни миллионов долларов. По мнению ученых, уже сейчас большая часть территории Казахстана подвержена экологической дестабилизации. А это в первую очередь, как считают эксперты, затрагивает вопросы продовольственной безопасности.

Поэтому, по мнению Олжаса Сулейменова, являющегося кроме прочего еще директором международного Центра сближения культур под эгидой ЮНЕСКО, настало время не просто кланяться Земле, что всегда

было, а помочь ей: «Но помочь не поклонами, не словами, а конкретными делами, своими знаниями, своим интеллектом. Мы стремимся сделать так, чтобы многочисленные экологические проблемы не потонули в словах и жалобах, а для этого к их разрешению необходимо подключить государство. Пока что у нас все было отдельно: общество жалуется, а государство не обращает на это внимания. Но сейчас мы пытаемся услышать друг друга, для чего и собрались на этот форум».

Условия карантина внесли свои коррективы в его проведение – форум частично прошел в режиме онлайн. О важности проблемы говорили из Нур-Султана министр культуры и спорта РК Актоты Раимкулова, директор кластерного бюро ЮНЕСКО в Алматы Пиккат Криста, Генеральный консул Франции в Алматы Алексис Шахтагинский, глава представительства МИД РК Ерлан Исакаев и другие. Форум проходил в партнерстве с экологическим союзом «Табиғат», Международным антиядерным движением «Невада – Семей», экологическим альянсом «Байтақ-Болашақ» и Генеральным консульством Франции в Алматы.

Как подчеркнул, выступая на форуме, Олжас Сулейменов, экология – это часть культуры, а культура в свою очередь подразумевает определенный уровень образованности людей.

«Сейчас человечество надо спасать не только от бактерий, вирусов, не только от COVID, но и от наступающего, к сожалению, невежества. От плохого образования, от плохих книг, от того, что у нас не стало читателей, что тоже важно, поэтому и наука отстала, и экономика отстает, – убежден Олжас Омарович. – Что же касается нашего форума, то проблема сближения культур была обозначена много лет назад, когда мы работали с постоянным представительством Казахстана при ЮНЕСКО. Когда пытались разобраться в том, почему люди никак не могут сойтись в одно человечество? Почему они все время враждуют друг с другом? Вот тогда и родился этот проект, потому что мы поняли – только культура может сблизить людей в одно человечество и тем самым решить множество проблем».

Олжас Сулейменов рассказал и о том, как в 2008 году провели международную конференцию «Аль-Фараби и европейский ренессанс», задавшись вопросом: каким образом аль-Фараби, этот великий мыслитель Востока, мог повлиять на европейскую культуру?

Как известно, сотни лет тому назад христианство вело войну с древнегреческой культурой, которая ранним христианством признавалась языческой. В результате практически вся культура Древней Греции была уничтожена. Уничтожались не только памятники, но и вся древнегреческая литература, потому что она проповедовала язычество, многобожие, а христианство с этим категорически не соглашалось. В результате в Европе на целое тысячелетие (а это 10 веков!) забыли про Древнюю Грецию и Древний Рим, будто их и не было вовсе. И лишь в Багдадской библиотеке каким-то чудом сохранилось несколько экземпляров книг древнегреческих философов Платона и Аристотеля. Аль-Фараби, который был вхож в библиотеки просвещенного ислама, изучив греческий язык, перевел эти труды на арабский язык. Это был X век. За это он получил звание – Второй учитель мира. Первым учителем мира арабский просвещенный восток считал Аристотеля, про которого Запад забыл. А в XI веке, когда часть Испании была захвачена арабами, книги Аристотеля и Платона, причем переведенные на арабский язык, попали в открытые там медресе, где их позже кто-то перевел на латынь. И лишь тогда Европа постепенно стала узнавать о том, что существовали когда-то Древняя Греция и ее культура, – поделился казахский поэт и крупный общественно-поэтический деятель. – И оказалось, что жизнь бывает представлена несколько иначе, не так, как об этом говорилось в христианских книгах, которые утверждали, что в земной жизни никакой радости не должно быть, все радости будут потом, в другой жизни, вечной. Если заслужишь.

По словам Олжаса Сулейменова, древнегреческие философы смотрели на мир иначе. Так потихоньку начался Ренессанс, Возрождение.

«Когда я проводил такую конференцию в Париже, я задал ее участникам вопрос: вот мы говорим о Возрождении, а Возрождение чего? И мне эти ученые мужи ответили: наверное, культуры. Тогда мы внесли ясность – произошло возрождение эллинизма в европейской культуре. Возрождение взглядов древнегреческих и древнеримских философов на мир, на жизнь, на будущее. И произошло это с подачи просвещенного Востока. Это очень важно понимать, поэтому я попросил западных ученых внести это в школьные учебники, чтобы европейские дети знали, какое участие принимал просвещенный

ислам в Возрождении. Это очень сблизило бы народы, ведь в то время Европа видела очередное столкновение Востока и Запада в лице ислама и христианства. К сожалению, этого не было сделано. Но мы-то поняли, что только вот такие культурные стыки могут сблизить народы. Стали действовать в этом направлении, провели через генеральную конференцию ЮНЕСКО наш проект, и по его решению с 2013 года началось десятилетие сближения культур», – резюмировал постоянный представитель Казахстана в ЮНЕСКО.

Хотя, конечно, как справедливо считает Олжас Омарович, за 10 лет культуры не сблизить, но главное – начало этому процессу положено. Это особенно важно для нашей страны, ведь Казахстан – многонациональное и многоконфессиональное государство. Здесь проживают много этносов, поэтому Международный центр сближения культур, работающей под эгидой ЮНЕСКО, был создан именно в нашей стране.

Не случайно и то, что именно в Казахстане несколько лет назад возникла программа «Рухани жаңғыру».

«К сожалению, многие чиновники относятся к этому формально, считая, что достаточно провести какую-то конференцию, а потом отчитаться, что сегодня днем состоялось такое сближение, и проблема решена. Но обновление сознания – это процесс длительный и сложный, – убежден Олжас Сулейменов. – В разные периоды истории его, это сознание не раз пытались изменить. В прошлом веке, например, первый раз это сделали большевики. Тогда сознание людей изменяли так, как понимали это революционные вожди. В результате 60 миллионов человек лишились жизнью. Второй период, который можно обозначить, это шестидесятые годы, послесталинское время, когда люди избавлялись от сталинизма в сознании. Тогда появилась замечательная литература, стала развиваться наука. Это были счастливые для поэтов и писателей «оттепельные» годы. Их так и называли – шестидесятники».

Потом пришли восьмидесятые, перестройка. Наступил перерыв в сближении культур, в обновлении сознания.

«И этот перерыв продолжается уже 30 лет. Правда, недавно вновь возникла тема – «Рухани жаңғыру». Так давайте эту возможность по-настоящему используем. Ведь что такое обновление сознания? Это просветление. А просветлять сознание можно только знаниями. Мы должны спасать человека не только как физическое лицо, но

и как homo sapiens. В этом выражается наша культура. Если мы перестанем это замечать, то снова превращаемся в homo, но не sapiens. Таких homo было много в природе, а вот sapiens – мыслящий человек, появился в природе впервые. А теперь мы, как представители этого вида, должны защитить свою природу, спастись самим и спасти наш мир», – утверждает Олжас Сулейменов.

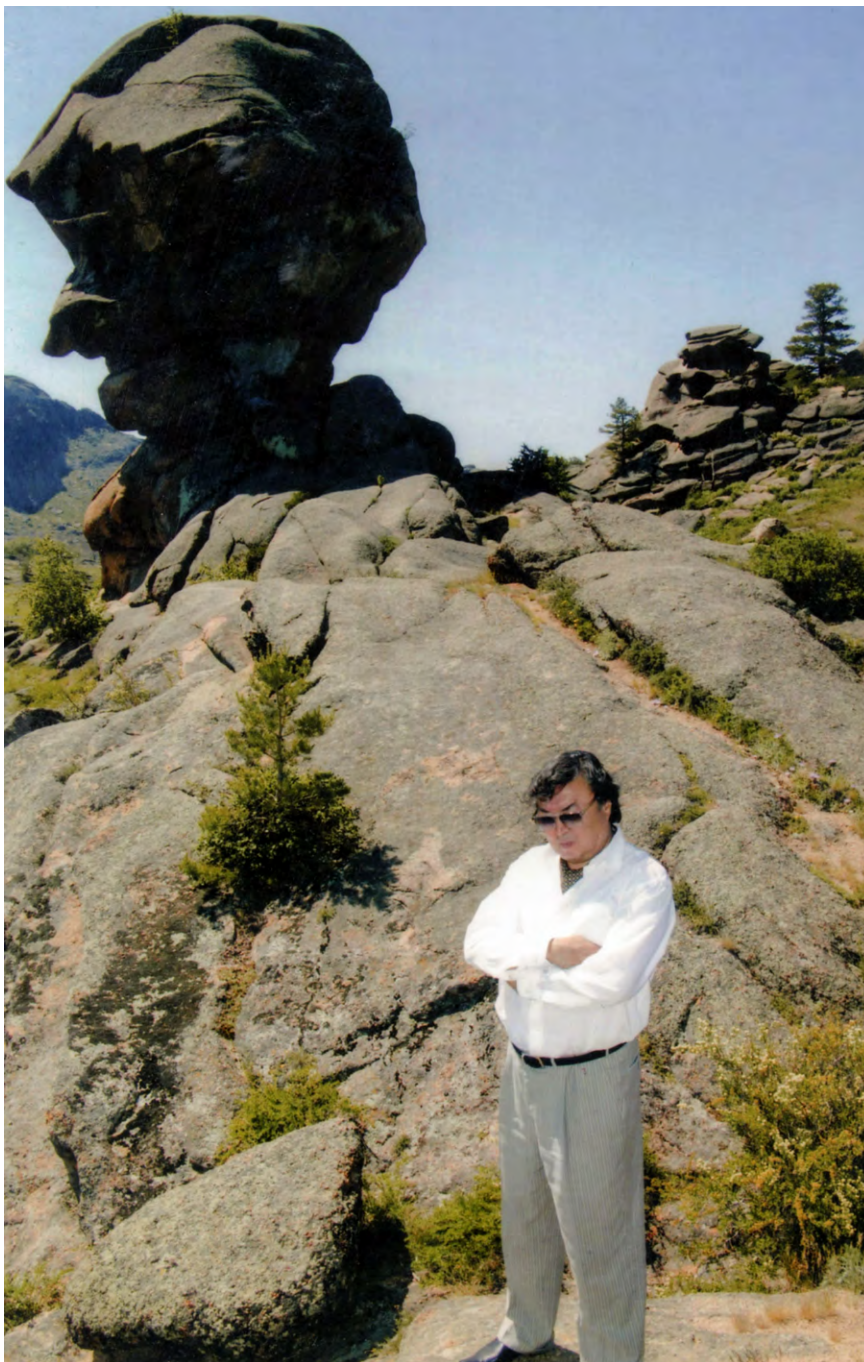
Эта мысль была продолжена в выступлении председателя экологического союза «Табиғат» Мэлса Елеусизова.

«Сейчас много говорят об экологии, но без культуры никакой экологии не будет, это однозначно, – убежден Мэлс Елеусизов. – И то, что меняется климат на планете, это тоже в какой-то степени результат человеческой деятельности, причем негативной, той, которой не хватает культуры, просветленности, как сказал Олжас Омарович. Я был участником нескольких международных саммитов по изменению климата. И это действительно очень серьезная проблема. Но мне кажется, руководители государств недооценивают эту опасность, а ведь последствия могут быть пострашнее ядерной войны. Кстати сказать, и коронавирус – тоже следствие изменения климата, потому что вирусы – самые мелкие живые организмы, очень чувствуют изменение температуры воздушной среды и сразу начинают мутировать. Кроме того, на планете участились ураганы, тайфуны, ливни, землетрясения, стали активизироваться вулканы. Сейчас вот на грани взрыва Йеллоустонский вулкан. По мнению экспертов, если произойдет его извержение, на карте США может быть уничтожено свыше 70 % городов».

По словам Мэлса Елеусизова, много экологических проблем и у нас в Казахстане. В Заилийском Алатау активно тают ледники, о чем говорилось на конференции в докладе академика НАН РК Игоря Северского. Порядка 40 % ледников уже растаяло, а значит, в ближайшие годы может возникнуть нехватка поливной воды.

Большие проблемы и с Каспием. В этом уникальном море из-за его загрязнения гибнут осетры, тюлени, их уменьшению способствует и активное браконьерство. Сохнет Арал, гибнет Балхаш. Мелеет река Или, которая дает 80 % живительной влаги в Балхаш, в результате уровень воды в озере уже понизился на 5 метров.

Вблизи Алматы экологов очень тревожит накопитель сточных вод Сорбулак. Как сообщил Мэлс Елеусизов, сейчас эта вода, фильтруясь, начала



образовывать озера. Прорыв любого из них, по его убеждению, приведет к катастрофе, ведь в Сорбулаке накоплено порядка миллиарда кубометров сточных вод. Его прорыв будет равнозначен прорыву четырех Капчагайских водохранилищ.

И это далеко не все вопросы, которые были обсуждены на форуме, проходившем по трем секциям: «Культура экологии», «Изменение климата и загрязнение окружающей среды», «Вклад антиядерного движения «Невада – Семей в экологическое спасение планеты».

Участники форума, опираясь на большой опыт казахстанских и зару-

бежных экологов, искали реальные пути решения всех этих проблем, поддерживая тем самым экологический курс политики Казахстана. Ведь, как известно, Президент Касым-Жомарт Токаев в своем Послании заявил о необходимости озеленения экономики и введения в школьную программу экологического образования детей, что, по мнению участников форума, будет способствовать передаче подрастающим поколениям идеалов сохранения чистой планеты, вселять в них решимость сберечь здоровую экологическую обстановку для нормального развития жизни на Земле.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОТЕЛЬНОЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА

Оценка воздействия на окружающую среду – вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями. В процессе оценки учитываются все возможные негативные последствия – ликвидация, ухудшение, истощение ресурсов – и продумываются варианты улучшения ситуации. Законодательной базой для реализации оценки воздействия на окружающую среду являются следующие нормативные документы:

- Экологический Кодекс РК [1];
- «Инструкция по проведению оценки воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду при разработке предплановой, плановой, предпроектной и проектной документации» (приказ министра охраны окружающей среды РК от 28.06.2007 № 289-ө) [2];
- «Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду» (приказ министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 16.04.2012 № 110-ө).

Результат проведения оценки воздействия на окружающую среду дает возможность организовать будущую деятель-

ность организации таким образом, чтобы негативное воздействие на окружающую среду укладывалось в пределы норм. Выполненный проект оценки воздействия на окружающую среду, являясь важным инструментом предупредительного контроля за планируемой и эксплуатационной хозяйственной деятельностью, позволяет разработать эффективную систему мер по предупреждению возможных негативных воздействий на природную среду.

В данной статье представлены результаты оценки воздействия на окружающую среду за периоды реконструкции и эксплуатации котельной, расположенной в городе Алматы, с целью оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха загрязняющими веществами, определения нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) и разработки мероприятий по уменьшению загрязнения объектов окружающей среды.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является котельная, для которой проведена оценка воздействия ее деятельности на уровень загрязнения атмосферного воздуха. Котельная предназначена только для отопления близрасположенных жилых домов.

В котельной установлены два работающих на газе котла теплопроизводитель-

ностью 230 кВт каждый (общая теплопроизводительность – 460 кВт). Режим работы котла в отопительный период – 24 часа в сутки (отопительный период – 168 дней, круглосуточный режим). В теплый период года котельная не работает. Загрязняющие вещества, которые образуются в результате деятельности котельной: оксид азота, диоксид азота, углерод оксид, бенз(а)пирен.

Источниками выделения вредных веществ в атмосферу города на территории котельной являются два котла марки Vitoplex-100, которые работают в отопительный период круглосуточно. Выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух осуществляются через дымовую трубу, количество выбросов загрязняющих веществ приведено в таблице 1.

Ближайшая жилая зона расположена на расстоянии 15 метров от дымовой трубы в юго-восточном направлении.

Значения фоновых загрязнений в районе рассматриваемого объекта на ближайшем посту наблюдения Казгидромет составляют, мг/м³: по взвешенным веществам – 0,2643; азоту диоксида – 0,0881; диоксиду серы – 0,0179 мг/м³; оксиду углерода – 3,8969 мг/м³.

Из данных видно, что в районе расположения рассматриваемого объекта фоновые концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК населенных мест по оксиду углерода.

Таблица 1

Количество выбросов загрязняющих веществ, образующихся в результате деятельности котельной

Категория загрязняющих веществ	Количество выбросов загрязняющих веществ	
	г/с	т/год
Газообразные, жидкие	0,14653	1,08236

Таблица 2

Определение категории опасности предприятия

Наименование вещества	ПДК максимальная разовая, мг/м ³	ПДК среднесуточная, мг/м ³	Класс опасности	Выброс вещества, г/с	Выброс вещества, т/год	Значение КОВ (М/ПДК) ^а	Выброс веществ, усл. т/г
Диоксид азота	0,18	0,038	2	0,03116	0,3189	9,6547	5,78
Оксид азота	0,38	0,058	3	0,00538	0,03684	0	0,58
Оксид углерода	5	3	4	0,104	0,812	0	0,29178
Бенз(а)пирен		0,000001	1	0,000001	0,0000003	0	0,031
Всего				0,13866	1,0763003	9,5	6,63613

Таблица 3

Нормативы эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух от котельной на период эксплуатации

Наименование вещества	Выброс вещества, г/с	Выброс вещества, т/год	Выброс вещества, усл. т/год
Диоксид азота (IV)	0,02904	0,2267	5,6675
Оксид азота (II)	0,00472	0,03684	0,614
Оксид углерода	0,104	0,812	0,2705
Бенз(а)пирен	0,00000008	0,000000027	0,02696
Всего	0,13776008	1,075540027	6,57913

Таблица 4

План-график контроля на предприятии за соблюдением нормативов ПДВ на источниках выбросов и на постах

Контролируемое вещество	Периодичность контроля	Периодичность контроля в период НМУ, раз в сутки	Норматив выбросов ПДВ		Кем осуществляется контроль
			г/с	мг/м ³	
Диоксид азота	1 раз в год	3 раза	0,02904	23,109	Сторонняя организация
Оксид азота	1 раз в год	3 раза	0,00472	3,756	Сторонняя организация

Таблица 5

Организационные природоохранные мероприятия для котельной с целью стабилизации экологического состояния

Наименование мероприятия	Ожидаемый эффект
Проводить производственный мониторинг с инструментальными замерами за выбросами загрязняющих веществ	Получение объективных данных по количеству выбросов предприятия в атмосферный воздух города
Не допускать утечек воды из системы водоснабжения	Рациональное использование водных ресурсов
Осуществлять уход за зелеными насаждениями, проводить своевременный полив	Сохранение зеленого фонда города
Организовать систему раздельного сбора отходов	Рациональное использование вторичного сырья
Обеспечить регулярный вывоз ТБО на городской полигон	Охрана почвы и подземных вод от загрязнения
Полив зеленых насаждений и территории должен осуществляться технической водой	Рациональное использование водных ресурсов
При НМУ исключить уборку территории без увлажнения	Уменьшение концентрации пыли в атмосферном воздухе города
Содержать территорию участка в санитарно-чистом состоянии	Согласно нормам СЭС и охраны окружающей среды

Проектом реконструкции котельной предусматривается:

- замена двух существующих отработавших свой срок котлов на два водогрейных котла;
- демонтаж двух сетевых насосов;
- строительство новой дымовой трубы диаметром 400 мм, высотой 18 метров.

В соответствии с РНД 211.2.01.01-97 для ускорения и упрощения расчетов приземных концентраций определялась целесообразность расчетов.

Категория опасности для данного объекта на период эксплуатации определялась в соответствии с рекомендациями [3, 4], которую рассчитывали по формуле:

$$КОП = \sum (M_i / ПДК_i)^{\alpha_i},$$

где M_i – масса выброса i -го вещества, т/год; $ПДК_i$ – среднесуточная предельно-допустимая концентрация i -го вещества, мг/м³; α_i – безразмерная константа, которая определяется классом опасности i -го вещества.

Значение КОП рассчитывается при условии, когда $M / ПДК > 1$. При $M / ПДК < 1$ значение КОП не рассчитывается и приравнивается к нулю.

Результаты расчета категории опасности источников выбросов приведены в таблице 2.

Рассматриваемый объект на период эксплуатации относится к IV категории опасности, так как суммарный коэффициент равен 9,5, что меньше 1000.

Результаты исследования

Расчет рассеивания загрязняющих веществ выполнен по программе «ЭРА», версия 1.7. Расчетный прямоугольник принят со следующими параметрами: размер – 130×130 (м); шаг сетки – 10×10 ; за центр ($X = 0$ м, $Y = 0$ м) принят центр площадки; угол между осью ОХ и направлением на север равен 90° .

Расчет концентраций произведен для всех загрязняющих веществ и по группам суммации в атмосферном воздухе на территории селитебной зоны.

Анализ результатов расчета рассеивания показал, что максимальные приземные концентрации на период реконструкции по всем загрязняющим веществам и группам суммации не превышают допустимые значения 1 ПДК и составляют менее 0,9 ПДК.

Анализ результатов расчета рассеивания на период эксплуатации показал, что максимальные приземные концентрации по всем загрязняющим веществам и группам суммации не превышают допустимые значения 1 ПДК, и составляет менее 0,02 ПДК по всем загрязняющим веществам.

Результаты расчетов рассеивания показали, что приземные концентрации загрязняющих веществ менее 0,02 ПДК по всем ингредиентам, следовательно, карты рассеивания и таблица наибольшего вклада загрязняющих веществ в атмосферный воздух на период эксплуатации отсутствуют.

Устанавливаемые на период эксплуатации нормативы эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух предоставлены в таблице 3 [5].

Расчет необходимости контроля выбросов загрязняющих веществ на источниках котельной показал, что для данного объекта на период эксплуатации требуется инструментальный контроль выбросов согласно плана-графика контроля за соблюдением нормативов ПДВ (табл. 4).

В соответствии с приложением 1 (раздел 13 п.7) к санитарным правилам «Санитарно-эпидемиологических требований по установлению размера санитарно-защитных зон производственных

объектов», утвержденных постановлением Правительства Республики Казахстан от 17.01.2012 № 93 класс опасности рассматриваемого объекта – IV с нормативной санитарно-защитной зоной от 100 до 299 метров.

Учитывая, что установленный расчетами уровень загрязнения атмосферного воздуха, создаваемый выбросами рассматриваемого объекта, не достигает 1 ПДК, рассматриваемый объект не оказывает существенного воздействия на среду обитания и здоровье человека [6].

В периоды неблагоприятных метеорологических условий предприятие обязано осуществлять временные мероприятия по дополнительному снижению выбросов вредных веществ в атмосферу. Мероприятия осуществляются после заблаговременного получения предприятием от органов гидрометеослужбы, в которых указывается продолжительность неблагоприятных метеорологических условий, ожидаемое увеличение приземных концентраций вредных веществ [5, 6].

При первом режиме работы мероприятия должны обеспечить уменьшение концентрации веществ в приземном слое атмосферы примерно на 15-20 %. Эти мероприятия носят организационно-технический характер:

- ужесточить контроль за точным соблюдением технологического регламента производства;
- использовать высококачественное сырье и материалы для уменьшения выбросов загрязняющих веществ;
- проводить влажную уборку помещений и полив территории.

При втором режиме работы предприятия мероприятия должны обеспечить сокращение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы примерно на 20-40 %.

Эти мероприятия включают в себя мероприятия 1-го режима, а также изменение технологических процессов, сопровождающиеся незначительным снижением производительности предприятия.

При третьем режиме работы предприятия мероприятия должны обеспечить сокращение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы примерно на 40-60 %, и в некоторых особо опасных условиях предприятиям следует полностью прекратить выбросы.

Мероприятия 3-го режима полностью включают в себя условия 1-го и 2-го режимов, а также мероприятия, осуществление которых позволяет снизить выбросы загрязняющих веществ за счет временного сокращения производительности предприятия.

Выводы

Анализ результатов расчета рассеивания показал, что максимальные приземные концентрации на период реконструкции по всем загрязняющим веществам и группам суммации не превышают допустимые значения 1 ПДК и составляют менее 0,9 ПДК. Этапы строительства не предусматривают одновременности проведения работ и превышения приземных концентраций не определены.

Анализ результатов расчета рассеивания на период эксплуатации показал, что максимальная приземная концентрация по всем загрязняющим веществам и группам суммации не превышают допустимые значения 1 ПДК, и составляет менее 0,02 ПДК по всем загрязняющим веществам.

Фоновые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по ближайшему стационарному посту наблюдения РГП «Казгидромет» превышают ПДК по оксиду углерода.

Руководство объекта котельной для стабилизации экологического состояния планирует осуществить организационные природоохранные мероприятия, представленные в таблице 5 [7, 8].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что деятельность рассматриваемого объекта как на существующее положение, так и на перспективу не оказывает существенного влияния на экологическую обстановку района.

Литература

- 1 Экологический кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 г. № 212-III с изменениями.
- 2 Инструкция по проведению оценки воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду при разработке предпроектной, предпроектной и проектной документации. Утверждена приказом министра охраны окружающей среды РК от 21 апреля 2004 г. № 117-П.
- 3 Санитарно-эпидемиологические требования к проектированию производственных объектов. СанПин № 93 от 17.01.2012.
- 4 Приказ министра природных ресурсов и охраны окружающей среды РК от 24 августа 1999 г. № 221-п «Об утверждении Правил ведения мониторинга программ, проектов и мероприятий с охраной и воздействием на окружающую среду».
- 5 Инструкция по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу РК. Утверждена приказами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды № 156-П от 21.12.2000.
- 6 Степановских А. С. Охрана окружающей среды. – Алматы, 2008. – 400 с.
- 7 Концепция экологической безопасности Республики Казахстан. МООС. – Астана, 2004.
- 8 Павлов А. Н. Экология: рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности / Учебное пособие – М.: Высшая школа, 2005 – 343 с.

МҰНАЙ ҚҰРАМДЫ АҒЫЗЫНДЫ СУЛАР ТАСТАЛАТЫН ТОҒАНДАҒЫ ХЛОРИД ЖӘНЕ СУЛЬФАТ ИОНДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫН БАҚЫЛАУ

Бүгінгі таңда өндірістердің қарқындап дамуы жаңа уытты заттардың пайда болуына алып келіп, экологиялық тұрғыда жаңа мәселелерді алға қойып отыр. Сондай өзекті мәселелердің бірі болып мұнай-химиялық кешендерден пайда болатын уытты заттардың шартты түрде тазаланған көздер арқылы қоршаған ортаға сіңіп, сол ортаны өзгеріске ұшыратып жатқандығында. Ұрпағымызға аманат болып тағайындалған табиғат ананы барынша таза күйінде сақтау қажет. Ол үшін қоршаған ортаға тасталатын әрбір шығарындының, тастандының пайда болу жолдарына, тазартылу үрдістеріне назар аударып, құрамы мен қасиеттеріне көңіл бөлген жөн. Сонымен қатар, максимумды түрде тазартудан өткізіп, мүмкіндігінше айналмалы үрдісте пайдалану керек.

Дәл осындай негативті жағдай орын алмас үшін, гидросфера қабаттарына келіп түсетін жүктемені тексеру мақсатында тазартудан өткен Ақтау қаласындағы битум өндіру зауытының өндірісте пайдаланған суларын төгетін тоғанға зерттеу жүргіздік.

Зерттеу нысаны – Ақтау қаласындағы мұнайды өңдеу арқылы битум өндіретін зауыттың ағызынды сулары тасталатын булану тоғаны.

Ақтау қаласындағы битум өндіретін мұнай өңдеу зауыты ҚР СТ 1373-2005. «Жолдық мұнай тұтқыр битумдар. Техникалық шарттар» талаптарына, сондай-ақ Қазақстан Республикасының

климаттық жағдайлары сәйкес келетін мұнай жол битумдарының БНД 70 / 100 және БНД 100 / 130 маркаларын және түрлендірілген битумдарды шығарады.

Битум шығаруға арналған Ақтау мұнай өңдеу зауыты ҚР жол құрылысы индустриясының қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін Қаражанбас кен орнындағы мұнайды алғашқы сатыда тотықтыру әдісімен тазартылған (тауарлық) мұнай және жекелеген дистиллят фракцияларын, ауыр қалдық - шайырды алуға бағытталған.

Бұл кәсіпорын өндірістік үрдісті жүргізуде, атап айтқанда мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру кезінде, электрлік тұзсыздандыру қондырғыларында судың көп мөлшерін айналымға енгізеді. Нәтижесінде судың қатты ластануы орын алып, суда қиын тотығатын органикалық қосылыстар пайда болады. Ағызынды сулар тазарту процесінде бір-бірімен өзара байланысқан инженерлік құрылымдардың күрделі жиынтығынан өтіп, механикалық, физико-химиялық, биологиялық тазартулардан өткізілгеннен соң зауыт алаңынан оңтүстік-шығысқа қарай 5 км қашықтықта, санитарлық-қорғау аймағы шегінде жергілікті жердің табиғи төмендеуінен пайда болған ойыста орналасқан булану тоғанына тасталады. Тоғанның ауданы солтүстіктен оңтүстікке қарай орташа ені 400 м болатын 1000 м қашықтыққа созылған. Тоғанның жалпы ауданы 40 га, максималды тереңдігі 4,5 м. Тоғанның түбі қазар сазды мергелінен

тұрады. Тоғаннан оңтүстік-батысқа қарай құмды массив орналасқан. Әкті саздардан және әктастардан салынған су бөлу баурайы солтүстік және солтүстік-шығыста жайғасқан [1].

Зауыт тарапынан тоғандағы су құрамының сапасы өндірістік экологиялық бақылау аясында тоқсан сайын тексеріліп тұрады. Сонымен қатар, тоғанға тасталатын судың да көлемі «Сапфир» түріндегі өлшегіш-түрлендіргішті қолдана отырып есептелініп, бақыланып отырады. Кәсіпорыннан алынған мәлімет бойынша, зерттеу жүргізілген кезең аралығында (10 ай шеңберінде) 102 934 м³ тазартылған су тоғанға жіберілді.

Тоғанға жіберілген ағызынды сулар сулы горизонттық қабатқа өткенде сүзіледі, келесі процестердің жүруіне себепші болады [2]:

– ағызынды сулардың атмосфералық ауамен және капиллярлық деңгейде топырақтың құрамындағы ауамен жанасуы салдарынан органикалық және басқа ластаушы заттардың тотығуына;

– топырақта болатын әр түрлі микроорганизмдердің көмегімен ластаушы заттардың ыдырауына;

– тоғанға келіп түскен ағызынды сулардағы ластаушы заттардың сорбция арқылы топырақпен сүзілуіне;

– топырақпен сүзілген сулардың жер асты суларымен араласуы тектес үрдістер жүреді.

Осылайша, ағызынды суларды биологиялық тазарту қосымша буландырғыш тоғанында да жүреді [2, 3].

Булану тоғанындағы бақыланған элементтердің құрамы және мөлшері

Көрсеткіш	ШРК*	Булану тоғанынан су сынамаларын алу нүктелерінің нөмірі және шамалары, мг/дм ³					
		1		2		3	
		күз 2018	жаз 2019	күз 2018	жаз 2019	күз 2018	жаз 2019
Хлорид-ион Cl ⁻	350	4812,3 ± 0,04	4106,5 ± 0,06	5213,7 ± 0,04	4936,3 ± 0,05	4793,2 ± 0,03	4685 ± 0,05
Сульфат-ион SO ₄ ²⁻	500	3403,7 ± 0,05	3602,2 ± 0,04	4275,3 ± 0,03	4418,1 ± 0,03	3190,5 ± 0,04	3376,2 ± 0,06



1 сурет – Булану тоғанының жалпы көрінісі



2 сурет – Сынама алынған нүктелер және олардың ара қашықтықтары

Тоғанның жалпы көрінісі 1-ші суретте көрсетілген.

Зерттеу материалдары мен әдістері.

Зерттеу материалдары 2018 жылдың күз мезгілімен 2019 жылдың жаз мезгіліндегі булану тоғанының жай – күйін далалық зерттеу кезінде алынды. Сынамалар алу үшін тоған маңынан үш нүкте белгіленіп тағайындалды (2-ші сурет):

– 1-нүкте – тоғанның солтүстік-батыс бөлігіндегі Н1 нүктесі (судың бастау алу нүктесі), координаталары: N43°37'47,49"; E51°20'20,96";

– 2-нүкте – тоғанның шығыс бөлігінде Н2 нүктесі, координаталары: N43°37'40,93"; E51°20'26,62";

– 3-нүкте – оңтүстік-батыстағы құмды массивте Н3 нүктесі (құм массиві), координаталары: N43°37'33,27"; E51°20'20,13".

Әрбір нүктенің орналасу координаттары Garmin GPSmap 60CSx навигаторының көмегімен анықталды және әрбір нүктеде мұнай жағдайы көзбен шолынып, сынамалар алынды.

Зерттеуде сульфат-ион (SO₄²⁻), хлорид-ион (Cl⁻) көрсеткіштерінің шамалары бақыланды.

Булану тоғанындағы бақыланған элементтердің құрамы және шекті рұқсат етілген концентрациясы 1-кестеде көрсетілген.

Жер үсті суларының үлгілерін алу кезінде MEMCT 17.1.5.05-85 талаптары «Табиғатты қорғау. Гидросфера. Жер үсті және теңіз суларының, мұздың және атмосфералық жауын-шашынның сынамаларын алуға қойылатын жалпы талаптар» негізге алынды. Зертханалық талдауға арналған су сынамалары (химиялық) Паталас багометрінің көмегімен алынды. Құрылғы қолданар алдында тазартылды және арнайы пластикалық

ыдыста сақталды. Іріктелген су сынама-ларының химиялық талдауы өлшеулерді жүргізудің бекітілген әдістемелеріне сәйкес Ақтау қаласындағы «Тандем Эко» ЖШС аккредиттелген сынақ зертханасында орындалды. Хлоридтер мен сульфаттар Shimadzu өндірісінің LC-20A хроматографының көмегімен иондық хроматография әдісімен анықталды.

Хлорид ионы Cl⁻

Булану тоғанында хлоридтердің болуы битум өндіру зауытының ағызынды суларды тазалау құрылғыларында хлор құрамында реагенттерді пайдаланумен түсіндіріледі. Оларды қолдануда екінші реттік ластану пайда болады. Бұл жағдайда ағызынды сулардағы хлор иондарының қалдық мөлшері ШПК нормативтерінен асып кетуі мүмкін. Тоғандағы хлоридтің көздері тұзды шөгінділер, тұзды топырақ болуы мүмкін. Тұздалған топырақ құрамындағы хлор шөгіндімен жуылып отырады. Олардың қалқымалы заттармен, түптік шөгінділермен сіңірілуі өте баяу жүреді. Хлорид иондары жақсы ерігіштігімен ерекшелене отырып, жоғары жылыстану қабілетіне ие. Бұл булану тоғанының аумағында жер асты суларының ластану мүмкіндігіне әкеліп соғады [4, 5]. Cl⁻-дің ең жоғары концентрациясы тоғанның оңтүстік-шығысында 2-ші нүктеде байқалады. 2018 жылдың күзінде хлоридтің мөлшері ШПК-дан 14,9 есе артып, 5213,7 мг/дм³ құрады, ал 2019 жылдың жазында ол көрсеткіш 4936,3 мг/дм³ (14,1 ШПК) дейін төмендеді. Зерттеу жүргізілген уақытта хлорид иондарының ең көп концентрациясы, 2-ші нүктеде анықталынды. Ол тоғанның оңтүстік-шығыс бөлігіндегі тұзды топырақтардың тұнбаларымен тұндырумен байланысты.

Сонымен қатар, рұқсат етілген мөлшерден бірнеше есе жоғары көрсеткіштер судың бастау алу орнында 1-ші нүктеде де тіркелді. 2018 жылдың күзінде Cl⁻ мәні 4812,3 мг/дм³ (13,7 ШПК) құраса, 2019 жылдың жазғы кезеңінде 4106,5 мг/дм³ (11,7 ШПК) болды.

Құм массивінің аймағындағы 3-ші нүктеде хлорид көрсеткіштері 2018 жылдың күзінде 4793,2 мг/дм³ (13,7 ШПК) болды және жыл ішінде оның концентрациясы сол деңгейде қалды деуге де болады. Өйткені, сол аралықта ауытқулар өте аз болды, яғни шама 108 мг/дм³ мәніне төмендеп, яғни 4685 мг/дм³ (13,4 ШПК) құрады.

Алынған сынамаларда хлоридтердің күз мезгіліндегі анықталған мөлшерлері жаз мезгілімен салыстырғанда әлдеқайда жоғарырақ болды.

Сульфат ионы (SO₄²⁻)

SO₄²⁻ судағы ең көп кездесетін аниондардың бірі. Булану тоғанында сульфат иондарының болуы, битум зауытының ағызынды суларын тазарту үшін реагентті өңдеу қолданылатындығымен түсіндіріледі [6]. Реагентті өңдеуде экологиялық таза реагент полиакриламид қолданылады. Су үлгілерін талдау нәтижелері бойынша SO₄²⁻ құрамы 2018 жылдың күзінде 1-ші нүктеде 3403,7 мг/дм³ мәніне ие болып, 6,8 ШПК-ні құрады. 2019 жылдың жазында 1-ші нүктеде сульфат иондарының концентрациясы 3602,2 мг/дм³ (7,2 ШПК) дейін өсті. Тоғанның оңтүстік-шығысындағы, 2-ші нүктеде, көрсеткіштердің құрамы одан да жоғары болды. Сонымен, 2018 жылдың күзінде SO₄²⁻ құрамы 4275,3 мг/дм³ жетіп, 8,6 ШПК болса, 2019 жылдың жазында бұл көрсеткіш 4418,1 мг/дм³ құрап, ШПК деңгейінен 8,8 есеге дейін асып түсті. 2-ші нүктеде сульфат иондары мөңдерінің жоғарылауы жер асты суларына әктасты жыныстарды еріту кезінде қосымша түсуімен түсіндіріледі.

Құм массивіндегі 3-ші нүктеде 2018 жылғы күз мезгілінде сульфат иондарының концентрациясы 3190 мг/дм³ мәніне ие болып, ШПК мәнінен 6,4 есе артты. Ал, 2019 жылдың жазында 3376,2 мг/дм³ мәніне ие болып, ШПК мәнінен 6,8 есе жоғары екендігін көрсетті. Талдау нәтижелері бойынша 2019 жылдың жазында булану тоғанының суында сульфат иондарының концентрациясының шамалы жоғарылауы байқалды.

Табиғи түрде сульфаттар булану тоғанында аз мөлшерде жинақталуы мүмкін. Бұл жағдай организмдердің өлімімен және жер үстіндегі, судағы өсімдіктер мен жануарлар тектес заттардың тотығуы кезінде пайда болатыны белгілі [7]. Айта кететін тағы бір жәйт, далалық зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде құм массиві аумағында ұсақ және ірі қара малдың (ешкі, сиыр және жылқы) жайылымдығы байқалды. Жағалауда кептірілген сиыр мен жылқы жапалары көптеп кездеседі. Құмды массивте бұталы өсімдіктер басым, сораң шөптер негізгі фонды құрайды, көбінесе биоргундар кездеседі, ал жусандар бағынышты орынға ие.

Сульфаттардың шамалары жаз мезгіліне қарағанда күз мезгілінде басымырақ болды.

Қорытынды

Хлоридтер мен сульфаттардың тоған суында жоғары деңгейде кездесуі кәсіпорынның ағызынды суларды тазалауда реагентті әдісті қолданумен түсіндіріледі. Өндірісте бұл әдісті су құра-

мындағы мұнай өнімдерін жою үшін пайдаланады [8], себебі биологиялық тазартуға бағытталған ағызынды сулардағы мұнай өнімдерінің жоғары болуы микроорганизмдердің әлсіреуіне алып келіп, тазарту процесінде межелеңген нәтижеге қол жеткізуге кедергі келтіреді.

Су құрамындағы хлоридтер мен сульфаттар су тұздылығына жауап беретін компоненттер болып табылады [9]. Бұл шамалардың белгіленген мөлшерден тыс, көп болуы су айдынының ластанғандығының көрсеткіші болып табылады. Зерттеу жүргізілген тоғанның жағажайындағы тұзды қабат көрінісі бұл сөзімізге куә. Тұзбен көмкерілген тоған жағажайы суды ластап қана қоймай, жел арқылы ауаға таралып, топырақ қабатын бүлдіріп, жер асты суларына да енуі әбден мүмкін.

Әдебиеттер:

- 1 Кенжетаяв Г. Ж., Тайжанова Л. С. Характеристика современного состояния водоема-накопителя сточных вод ТОО «Caspi bitum» // Материалы Международной научной экологической конференции «Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития» – Краснодар КубГАУ, 2020 – С. 367-370.
- 2 Коваленко И. В., Филатов Б. Н. и др. Мониторинговые исследования влияния пруда-испарителя на качество подземных вод // Теоретическая и прикладная экология – 2015 – № 3 – С. 77-80.
- 3 Орлова Т. Н., Базлов Д. А., Орлов В. Ю. Химия природных и промышленных вод – Ярославль: ЯрГУ, 2013 – 120 с.
- 4 Ollivon D., Garban B., Blanchard M., Teil M., Carru J. A. M., Chesterikoff C., Chevreuil M. Vertical distribution and fate of trace metals and persistent organic pollutants in sediments of the Seine and Marne Rivers (France) // Water Air Soil Pollut – 2002, 134:57-79. DOI:10.1023/A:1014194532128.
- 5 Boczkaj G., Przyjazny S., Kamiński M. New Procedures for Control of Industrial Effluents Treatment Prozesse // Ind. Eng. Chem. Res., 53:1503-1514. DOI: 10.1021/ie402126d.
- 6 Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов. Патент № 2559489 Российской Федерации / Гришин В. П., Макаров О. В., Некряченко С. Г. Опубликовано 10.08.2015. Бюллетень № 22.
- 7 Акбаева Л. Х., Мурсалимова Т. Р., Тулегенов Е. А. и др. Гидрохимические характеристики и видовой состав планктона в озере Майбалык вблизи города Астана, Республика Казахстан // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия» – 2018 – Т. 10, № 3. – С. 16-23. DOI: 10.14529/chem180302.
- 8 Aljuboury D. A., Palaniandy P., Abdul Aziz H. B., Feroz S. Treatment of petroleum wastewater by conventional and new technologies – A review // Global Nest Journal – Vol. 19 – Issue 3, November 2017 – P. 439-452.
- 9 Федоров Ю. А. Гидролого-гидрохимические исследования сульфидного озера Большой Тамбукан // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки, 2013 – № 2 – С. 81-88.

Д. Байсейтов
М. Тулепов
А. Жапекова
А. Артыкбаева
С. Турсынбек
Ф. Абдракова
С. Гизатова



ИЗУЧЕНИЕ ГОРЕНИЯ УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ С ВОЗДУШНЫМИ КАНАЛАМИ

Утилизация маловостребованных классов угля различных марок (отсевы, шламы и т. п.), являющихся фактически отходами угледобычи и углеобогащения, становится острой проблемой в районах производства и потребления угля. Большие объемы потерь угольной массы связаны с измельчением во время транспортировки и погрузо-разгрузочных работ и в течение хранения вследствие выдувания. Объемы угольной мелочи класса 0-13 мм, как правило, достигают 70-80 % уже на пункте погрузки угля потребителю [1].

Следует отметить, что угольные отсеvy и шламы, являясь фактически отходами производства не уступают добываемому углю по качественным характеристикам. Шламы угольной промышленности типично имеют крупность от 0-0,5 до 0-3 мм и влажность около 20-50 %.

Производство топливных брикетов позволяет:

- получить высокосортное и транспортабельное топливо улучшенного качества;
- сократить потери угля при хранении, перевозках и сжигании;
- предотвратить самовозгорание угля;
- привлечь для коксования дополнительные ресурсы неспекающихся марок углей [2, 3].

Основным требованием к сырьевой смеси для производства брикетов являются гранулометрический состав шихты и расход связующего, оптимальный с точки зрения обеспечения заданной прочности как готового брикета, так и брикета-сырца, направляемого в сушку. Помимо этого, готовый брикет должен обладать влагуустойчивостью, быть экологически безвредным и иметь достаточно низкую себестоимость, оставаясь конкурентоспособным видом топлива на рынке энергоресурсов [4, 5].

По назначению топливные брикеты бывают бытовые и промышленные. Основным потребителем бытовых брикетов является население. Промышленные брикеты используют как сырье для полукоксования и коксования, а также как индустриальное топливо. Особым видом бытовых топливных брикетов являются брикеты с низкой температурой воспламенения, которые отличаются улучшенными потребительскими качествами по сравнению с обычными брикетами [6, 7].

Применение органических веществ для цементирования угля имеет преимущество перед употреблением минеральных примесей, так как последние повышают зольность в угле и, следовательно, уменьшают его теплопроизводительную способность и затрудняют горение. Кроме того, прессование брикетов с такими прибавками проис-

ходит обычно в присутствии воды, и брикеты для употребления должны высушиваться, а в сухом состоянии они иногда притягивают влагу из воздуха. Из всех материалов, употребляемых для цементирования угля, наибольшее значение представляет каменноугольная смола (деготь каменноугольный), которая прибавляется к углю в количестве 5-10 % [8-11]. Связующими в угольных брикетах могут быть полимерные и композиционные материалы. Как известно, в последние десятилетия интенсивно развивается наука о композиционных материалах, и современное материаловедение в значительной мере посвящено изучению именно композиционных материалов [12, 13].

Брикетирование полезных ископаемых представляет собой сложный физико-химический процесс взаимодействия разобщенных твердых частиц. Структура брикетов образуется путем непосредственных контактов частиц между собой или через прослойки связующих за счет прилагаемых усилий прессования. Разнообразие технологических приемов и специфичность отдельных видов окусковываемых минералов не позволяют создать единой теории брикетирования полезных ископаемых [14].

Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования для получения брикетов из угля и поли-

меров и исследования структуры и состава углей был выбран уголь месторождений «Шубарколь», «Каражира» и «Ой-Карагай» Центрального региона Казахстана.

Для получения брикетов с воздушными каналами в лаборатории осуществлялось брикетирование с применением вставных каналов для создания концентрических отверстий и использованием пресса при давлении от 100 до 200 МПа со связующими в виде крахмала и без связующих добавок.

Визуальные наблюдения после добавления крахмала показали уровень покрытия брикета. Поверхность была более гладкой, покрытые поры больше не различимы, но наличие отверстий под покрытиями все еще может действовать как проход воздуха и помощь в процессе сгорания.

На рисунке 1 представлен пример брикета с воздушным каналом. Он имеет овальный размер с диаметром концентрических отверстий 0,01 м.

Общая энергия, необходимая для доведения брикета до его пиролизической температуры, зависит от его влагосодержания, которое влияет на внутреннюю температуру внутри брикета из-за эндотермического испарения. Общеизвестно [15], что влажность является одним из основных параметров, определяющих качество брикета. Более низкая влажность брикетов подразумевает более высокую теплотворную способность.

Прочность брикетов оценивалась методом раздавливания на прессе ИП-100 с контролем максимального усилия, которое выдерживает брикет. Определение прочностных характеристик производилось после остывания брикетов до комнатной температуры.

Результаты и их обсуждения

Основная задача производства угольных брикетов с воздушными каналами основана на изменении диффузионных потоков окислителя и увеличении количества летучих веществ. Выход летучих веществ, в свою очередь, зависит и от количества влаги, которая по мере испарения может значительно увеличить их количество.

Немаловажную роль играет количество связующих в виде биомассы крахмала в увеличении количества летучих веществ, обычно биомасса содержит высокое содержание летучих веществ (от 70 до 86 %) и низкое содержание полукокса. Это делает биомассу высококорреактивным топливом, дающим более высокую скорость горения во время фазы инициализации, чем другие виды топлива. К биомассам с низким

содержанием летучих веществ можно отнести навоз животных, который имеет низкое содержание летучих веществ, это приводит к тлению в начальной стадии горения и сопровождается значительным количеством дыма и выделением токсичных газов. Бумажный картон, содержащий до 70 % летучих веществ приводит к легкому воспламенению брикета и пропорциональному увеличению длины пламени.

Количество неорганических веществ, которые содержатся в некондиционном угле, достигает порядка 20-40 %. В процессе горения негорючий компонент брикета, представляющий собой в основном неорганические вещества переходит в золу. Согласно [16], зола оказывает существенное влияние на теплопередачу к поверхности топлива, а также на диффузию кислорода к поверхности топлива при сгорании полукокса. Поскольку зола является примесью, которая не сгорает, топливо с низким содержанием золы лучше подходит для термического использования, чем топливо с высоким ее содержанием. Более высокое содержание золы в топливе обычно приводит к увеличению выбросов пыли и влияет на объем и эффективность сгорания.

Фиксированный углерод брикета, представляющий собой процент углерода (твердого топлива), доступного для сжигания полукокса после отгонки летучего вещества, был определен как 40,7 % в синтезированном брикете при случае добавки в виде связующего гудрона (рис. 2). Фиксированный углерод дает приблизительную оценку теплотворной способности топлива и выступает в качестве основного генератора тепла при горении.

Установлено, что количество фиксированного углерода увеличивает теплотворную способность по мере увеличения количества ароматической составляющей, последняя увеличивается в случае применения связующего в виде гудрона. Высокое содержание фиксированного углерода в брикете означает, что в процессе горения количество летучих веществ с большим содержанием углерода может опередить количество летучих, образуемых от влажных составляющих и вследствие этого снизить количество избыточной влаги, отрицательно влияющей на суммарную теплотворную способность брикета.

В образцах брикетов со связующим от биомассы, когда отношение крахмала с избытком влажности увеличивается, содержание углерода в брикете также увеличивается. Это могло бы способствовать большему количеству атомов

углерода в брикете. Последующие исследования показали, что брикеты с более высоким содержанием фиксированного углерода имеют более низкое содержание золы. Количество золы или остатка коррелирует с количеством фиксированного углерода и другого горючего компонента брикета.

На тепловые характеристики угольных брикетов оказывают влияние не только поток окислителей в воздушном канале, но и диффузионные потоки окислителя в межслоевом пространстве, образующихся в случае высыхания биомассы. В частности, увеличение количества крахмала до 50 % в составе угольного брикета позволило связующему двигаться глубже в пористую поверхность и занимать новые поровые пространства в угольной массе.

Наибольшие значения скорости обдувания частиц угля потоком воздуха регистрируются при слоевом сжигании с воздушными каналами. При сжигании с безвоздушными каналами частицы несгораемого топлива перемещаются с потоком дымовых газов и скорости обтекания их тепловым потоком значительно ниже. Визуальные наблюдения показывают, что при горении с безвоздушными каналами огранки брикетов окружены облаком продуктов сгорания, которые тормозят подвод кислорода к поверхности, вследствие этого интенсификация горения при безвоздушном горении объясняется исключительно увеличением суммарной реагирующей поверхности частиц.

Были подготовлены 4 образца с различным соотношением связующего и угля и обозначены соответствующими буквенными значениями А, В, С, Д. В таблице приводятся измеренные физико-химические показатели брикетов.

Увеличение количества крахмала, добавленного в уголь, вызывало больший склеивающий эффект, но увеличило количество влаги. Увеличение отношения связующее / уголь (Д) может сделать брикет менее устойчивым к растрескиванию, но сделало брикет податливым. По техническим показателям в период транспортировки и обработки брикет С более устойчив к разрушению, чем брикет В, но менее устойчив к растрескиванию. Образец А показал слабую устойчивость как к разрушению, так и к растрескиванию.

Объемная плотность и прочность на сжатие показали обратную зависимость друг от друга. Результаты показывают, что брикет с самой низкой насыпной плотностью, которая составляет для образца Д (30 : 70) 0,8 г/см³, имеет самую высокую прочность на сжатие 3-5 МПа.

Влияние соотношения уголь / связующее на объемную плотность, прочность на сжатие, скорость горения и время воспламенения

Уголь / крахмал	Объемная плотность, г/см ³	Прочность на сжатие, МПа	Скорость горения, г/с	Время воспламенения, сек	Масса на разрушение, кг / см ²
А – 70 / 30	0,84	1-2 МПа	0,07	185	3,4
В – 60 / 40	0,83	2-3 МПа	0,08	148	7,1
С – 50 / 50	0,89	2-3 МПа	0,09	140	9
Д – 30 / 70	0,8	3-5 МПа	0,09	186	4,1



Рис. 1 – Брикет с воздушными каналами

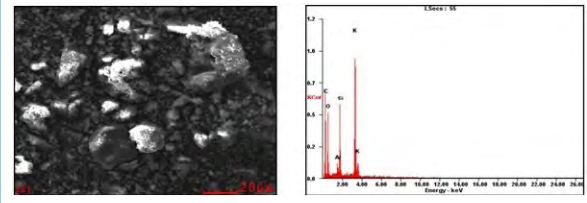


Рис. 2 – СЭМ-снимок фиксированного углерода с налетом золы

Следующим рассматриваемым техническим показателем брикетов было определение трещин и разрушение при подаче нагрузки. Как показали исследования, первое появление трещин на образце А появилось при нагрузке 3,93 кг, за которым следовал образец В, который начал растрескиваться при воздействии 7,4 кг. Брикет С показал максимальную прочность на сжатие, поскольку растрескивание происходило при значительно более высокой нагрузке – 9 кг. Согласно [16], крахмал улучшает адгезию частиц и образует прочные связи между частицами, тем самым повышая стабильность материала, но при его избытке (образец Д) происходит разрушение брикета.

Таким образом, для описания массообменных процессов в диффузионной области исследования зависимости температуры горения брикета от времени с воздушными каналами необходимо принять модель некоей приведенной оболочки, на которой происходят процессы тепло- и массопереноса, согласно которой в ядре потока окислителя и выхода летучих веществ, омывающих частицы угля возникает интенсивный молекулярный перенос, вызванный турбулентными пульсациями горения, а в пределах условной пограничной пленки происходит только молекулярный перенос. Поэтому основной газовый поток можно считать однородным, а приведенная пограничная пленка является областью ярко выраженных градиентов температур, концентраций и парциальных давлений газобразных компонентов окислителя и летучих [17]. Установлено, что горение угольных брикетов с воздушными каналами основана на изменении диффу-

зионных потоков окислителя и увеличении количества летучих веществ. Выход летучих веществ, в свою очередь, зависит и от количества влаги, которая по мере испарения увеличивала количество летучих веществ до 10 %.

Работа выполнена по проекту ИРН АР05131088 «Разработка технологии приготовления бурого углей с мультиполимерным связующим» по программе: 217 «Развитие науки» подпрограмма: 102 «Грантовое финансирование научных исследований» Комитета науки МОН РК.

Литература

- 1 Отчет о НИР «Технологическая оценка углей Ойкарагайского месторождения с целью их комплексной переработки» – Караганда, 2000 – 80 с.
- 2 Святец И. Е. Бурые угли как технологическое сырье [Текст] – М.: Недра, 1976 – 223 с.
- 3 Крапчин И. П., Кирсанова О. П., Емельянова Е. А. Эффективность использования окискованного угля топлива // Комплексная переработка углей – М., 1988 – С. 88-96.
- 4 Малолетнев А. С. Новые процессы получения окискованного топлива // Химия твердого топлива – 2011 – № 3 – С. 45-51.
- 5 Кулебакин В. Г. Применение механоактивации в гидрометаллургических процессах – Новосибирск: Наука, 1988 – 272 с.
- 6 Молчанов В. И. Физические и химические свойства тонкоизмельченных минералов – Новосибирск: Наука, 1983. – 65 с.
- 7 Болдырев В. В. Экспериментальные методы в механохимии твердых неорганических веществ – Новосибирск: Наука, 1979. – 251 с.
- 8 Папин А. В., Игнатова А. Ю., Неведров А. В., Черкасова Т. Г. Получение топливных брикетов из тонкодисперсных отходов угледобычи и углеперера-

ботки // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых – 2015 – № 5 – С. 43-49.

9 Буравчук Н. И. Влияние технологических параметров на качество топливных брикетов из мелкозернистых угольных отходов // Химия твердого топлива – 2015 – № 5 – С. 25-32.

10 Сухомлинов Д. В. Технологии изготовления топливных брикетов с низкой температурой воспламенения из отходов угольной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень – 2013 – № 5 – С. 14-17.

11 Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика – М.: Наука, 1979 – 384 с.

12 Каблов Е. Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // Авиационные материалы и технологии – 2015 – № 1 (34) – С. 3-33.

13 Гуняев Г. М., Каблов Е. Н. Конструкционные углепластики на рубеже веков / В кн. Авиационные материалы. Избранные труды «ВИАМ» 1932-2002: юбилейный научно-технический сборник – М.: МИСИС-ВИАМ, 2002 – С. 242-247.

14 Николаев М. А. Возможности получения эффективного брикетированного топлива на базе отходов сельского хозяйства и угольной промышленности // Academia. Архитектура и строительство – 2009 – № 5 – С. 395-397.

15 Гомонай М. В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы / Монография – М.: МГУЛ (Московский государственный университет леса), 2006 – 150 с.

16 Уманский А. М. Прессование порошковых материалов – М.: Металлургия, 1981 – 81 с.

17 Антоненко Л. А., Пилипенко Е. В., Домнин К. И., Волынкина Е. П., Аникин А. Е. Исследование возможности получения топливных брикетов из угольной мелочи // Труды Всероссийской научной конференции молодых ученых – Н.: Издательство, 2012 – С. 188-190.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В настоящее время стальные конструкции применяют в высотных, малоэтажных, ограждающих конструкциях зданий и т. д. Технологические инновации в производстве стали являются определяющим фактором в поддержании ее конкурентоспособности на мировом рынке. «Зеленое производство стали» – вот на что делается упор, тем самым учитываются экологические аспекты.

Китайские ученые [1] предлагают для внедрения стальную раму в сборе с композитной стеновой конструкцией из стальных труб, заполненных бетоном. Стена из композитного материала была изготовлена как собранный сейсмический элемент для улучшения сейсмических характеристик стального каркаса. Поэтому на основе полноразмерного стального каркаса в качестве контрастного образца были разработаны четыре полноразмерных стальных каркаса, собранные с образцами композитных стен. Различия между этими четырьмя образцами в том, что используются наклонные распорки в композитных стенках с окантовкой и различные конструкции наклонных распорок, и эти различия предназначены для исследования влияния наклонных распорок на предлагаемые конструкции. Образцы испытаны низкой циклической нагрузкой, и было проанализировано сейсмическое состояние каждого образца. Результаты экспериментов пока-

зали, что сейсмические характеристики оголенного каркаса были значительно улучшены за счет собранной композитной стены с окантовкой. Установка распорок арматуры или раскосов может значительно увеличить предельную нагрузку, пиковую нагрузку и рассеиваемую мощность, и эффективность перевернутых V-образных распорок. Стяжки арматуры могут также замедлить растрескивание бетона и снизить прочность. Повреждение композитной стены с окантовкой происходит раньше, чем повреждение стальной рамы. Повреждение стальной рамы незначительно, а композитная стена с окантовкой разрушается. Стальной каркас по-прежнему может работать как дополнительная защита, предотвращая обрушение конструкции. Кроме того, были предложены методы расчета для определения несущей способности стального каркаса без покрытия и композитной стены с окантовкой в зависимости от видов отказов, выявленных во время испытаний и анализа методом конечных элементов. Результаты расчетов совпадают с результатами испытаний.

Учеными представлено новое устройство, где добавляются армирующие пластины V-образного типа, чтобы уменьшить сечение верхней и нижней полки балки. На основе проверенных нелинейных численных моделей обсуждались вопросы обрушения и сейсмические характеристики стального каркаса

с новым устройством. Добавление усиливающих пластин V-образного типа может эффективно улучшить несущую способность и соответствующее смещение узла на 180,9 и 85,8 % соответственно. Добавление армирующей пластины V-образного типа не снижает сейсмические характеристики соединения; наоборот, немного улучшает. На основе анализа численных параметров представлен метод расчета усиливающей пластины и примеры применения против прогрессирующего обрушения. Когда на плоскую стальную раму накладываются армирующие пластины V-образного типа, можно увеличить максимальный запас сопротивления, особенно при выходе из строя нижней средней колонны [2].

Исследовано оптимальное проектирование плоских стальных каркасных конструкций с использованием алгоритмов мета эвристической оптимизации [3]. Метаэвристические алгоритмы применяются в задачах оптимизации в различных областях, включая инженерию, экономику и информатику. Представлены метаэвристические алгоритмы, использующие для оптимизации размеров двумерных стальных каркасных конструкций. Оптимизация направлена на минимизацию веса жестко соединенных стальных каркасных конструкций при соблюдении некоторых ограничений по смещению и пределам напряжений, который основан

Сравнительная характеристика панельного, монолитного домов и стального каркаса

Показатели	Панельный дом	Монолитный дом	Стальной каркас
Технико-экономические показатели			
Скорость строительства	За 4 месяца (8 этажей)	За 4 месяца (4-5 этажей)	За 4 месяца (10 этажей)
Срок эксплуатации	75-100 лет	75-200 лет	100-200 лет
Себестоимость	От 60 тысяч тенге за м ²	От 70 тысяч тенге за м ²	От 60 тысяч тенге за м ²
Качественные характеристики			
Всесезонность строительства	В любое время года	Не всегда	В любое время года
Строительство в дальних районах	Не более 200-300 км	Только в ближайших районах	В любых районах
Изменение планировочных решений	Типовые планировки	Свободная перепланировка (есть несущие стены)	Свободная перепланировка (нет несущих стен)
Сейсмостойчивость	Слабая	Средняя	Высокая
Тепло и звукоизоляция	Средняя	Высокая	Высокая

на расчете коэффициента нагрузки и сопротивления.

Применение стали в конструкциях мостов в таких основных несущих элементах конструкций, как главные балки, плиты, элементы ферм, продольные и поперечные балки проезжей части, диафрагмы, элементы конструкций пилонов обосновано [4].

Применение стали в строительной индустрии многогранно: она применяется в малоэтажном [5-11], высотном [12, 13] строительстве, в легких тонкостенных конструкциях [14-28], в сейсмически активных регионах [29] и др.

Авторы [30] провели исследования по двум типам сборных стальных конструкций с новым типом полужесткого соединения, а также оценено влияние предварительно напряженного кабеля и стеновой панели. Испытание полужесткого соединения было проведено для оценки вращательных свойств, и начальные сечения структурных компонентов были оптимизированы с использованием предложенной программы оптимизации. На сборные высотные конструкции существенно повлияли свойства изгиба полужестких соединений, и было обнаружено, что жесткость стального каркаса намного выше, чем у модульных конструкций. Предлагаемый метод является теоретическим дополнением к правилам проектирования стальной модульной конструкции.

Проведен мировой обзор выпускаемой стали и результаты показывают, что в целом позиции мировых лидеров, таких как Южная Корея, Германия, Турция, Италия, Россия, Бразилия и др. по производству стали остаются неизменными [31]. В России создана ассоциация развития стального строительства, цель которой – обмен накопленными знаниями в области проектирования,

монтажа и эксплуатации металлоконструкций. Ассоциация обсуждает перспективы использования стальных конструкций в строительстве зданий и сооружений.

Сравнительная характеристика панельного, монолитного домов и стального каркаса представлена в таблице.

Анализ таблицы позволяет сделать вывод о том, что по всем параметрам дом, построенный из стального каркаса, на порядок превосходит панельный и монолитный дома.

Применение стального каркаса замечено и в строительстве «наклонных» высотных зданий [31]. В таких зданиях создание внешнего объема с изгибом и наклоном достигается использованием конструктивной схемы в виде диагональной сетки, огромной решетчатой конструкции из стали, в сочетании с центральным ядром жесткости. Стальные балки же, образующие крестообразную структуру, равномерно распределяют напряжения по стенам здания. Представленные инженерные решения внесут значительный вклад в проектирование и строительство зданий со сложными элементами конструкций.

Учеными Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова проведен обзор применения трубобетонных конструкций в строительстве. Рассмотрены мировые тенденции использования трубобетонных конструкций при строительстве каркасных зданий. Данная конструкция состоит из стальной оболочки и бетонного ядра. В Республике Казахстан в городе Алматы строительная компания «Корпорация KUAT» по этой технологии вела строительство домов в мегарайоне «Сайран» [32]. Однако существует много проблем с внедрением данной технологии в нашей стране, такие как отсутствие нормативных документов,

квалифицированных специалистов, эффективных методик и технологии строительства.

Примерами строительства стальных объектов в России и зарубежье являются завод Дерби, завод Оррелла, Стокпорт льнопрядильная фабрика, Шрусбери (Великобритания), Кэри-Билдинг, Нью-Йорк (США), здание Уйэнрайта, Сент-Луис; дом компании «Зингер», Санкт-Петербург (Россия) и др.

Металлокаркасное строительство сводится к всесезонной сборке конструкций заводского качества, в связи с этим риск увеличения сроков строительства минимальный. Каркас здания не влияет на теплоизоляцию, правильно подобранные теплоизоляционные материалы создадут благоприятные климатические условия в здании. Что касается звукоизоляции, то рациональные проектные решения (в том числе в металлокаркасном строительстве) направлены на использование звукопоглощающих материалов.

Пожарная безопасность зданий на стальном каркасе запроектирована так же, как и для всех других видов конструкций. Строительство в сейсмически опасных районах на стальном каркасе имеет следующие положительные стороны: относительно небольшой вес конструкции, обеспечивающий наименьшие показатели сейсмических нагрузок, пластичные свойства, позволяющие сохранить целостность и устойчивость всей конструкции.

Таким образом, обзор литературы по применению стальных каркасов при строительстве зданий и сооружений показывает их преимущества перед другими видами строительных материалов. Это достигается благодаря пластичным свойствам стальных конструкций, сейсмостойчивости, уменьшению сроков строительства,

доступность использования в неблагоприятных условиях и т. д.

Мировые гиганты по производству стали продолжают производство стали для обеспечения строительной индустрии качественными стальными материалами применяемыми в конструкциях зданий и сооружений.

Литература

- 1 Wan-Lin, CaoRu-Wei, Wang Fei, Yin Hong-Ying Dong. Seismic performance of a steel frame assembled with a CFST-bordered composite wall structure // *Engineering Structures*. 15 September 2020, 110853.
- 2 Bao Meng, Weihui Zhong, Jiping Hao, Xiaoyan Song. Improving anti-collapse performance of steel frame with RBS connection // *Journal of Constructional Steel Research*. July 2020. 106119.
- 3 Ali Kaveh Kiarash Biabani Hamedani, Seyed Milad Hosseini, Taha Bakhshpoori. Optimal design of planar steel frame structures utilizing meta-heuristic optimization algorithms // *Structures*. June 2020 – P. 335-346.
- 4 Молева Д. А., Белозор М. Ю. Обоснование применения сталей для изготовления конструкций мостов // *Вестник Череповецкого государственного университета* – 2012 – № 4. Т. 2 – С. 28-31.
- 5 Павлов А. Б., Айрумян Э. Л., Камынин С. В., Каменщиков Н. И. Быстровозводимые малоэтажные жилые здания с применением легких стальных тонкостенных конструкций // *Промышленное и гражданское строительство* – 2006 – № 9 – С. 51-53.
- 6 Гаврилова А. И., Гутенева С. В. Малоэтажное строительство зданий с применением стальных конструкций // *Вестник СевКавГТИ* – 2009 – № 9 – С. 17-18.
- 7 Гаврилова А. И., Гутенева С. В. Малоэтажное строительство зданий с применением стальных конструкций в регионах сейсмоопасных и со сложными грунтовыми условиями / В сборнике: *Перспективы развития науки и образования. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 8 частях* – 2013 – С. 30-32.
- 8 Протопопова Д. А. Применение легких стальных тонкостенных конструкций при проектировании и строительстве малоэтажных зданий / В сборнике: *Строительство и архитектура-2015. Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет» – Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация строителей Дона*, 2015 – С. 183-186.
- 9 Петренко А. Д., Поморов С. Б. Строительство малоэтажных зданий с применением легких стальных тонкостенных конструкций как решение жилищной проблемы в России // *Вестник Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова* – 2009 – № 1-2 – С. 190-192.
- 10 Акпанов А. А. Применение стальных конструкций в малоэтажных зданиях // *Наука и техника Казахстана* – 2017 – № 1-2 – С. 4-13.
- 11 Туснин А. Р. Стальной каркас малоэтажного здания // *Промышленное и гражданское строительство* – 2017 – № 11 – С. 18-22.
- 12 Пронин Д. Г., Конин Д. В. Проблемы применения стальных и железобетонных несущих конструкций высотных зданий с точки зрения их огнестойкости // *Пожаровзрывобезопасность* – 2018. Т. 27. – № 1 – С. 50-57.
- 13 Туснин А. Р., Вараксин П. А. Типовой стальной каркас пятиэтажного здания // *Промышленное и гражданское строительство* – 2018 – № 10 – С. 45-49.
- 14 Балькин В. М., Пудовкин А. Н. Применение легких тонкостенных конструкций в строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий и сооружений / В сборнике: *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. Сборник статей* – Самара: Самарский государственный технический университет, 2019 – С. 797-801.
- 15 Корнилов Т. А., Никифоров А. Я. Теплозащита малоэтажных зданий из легких стальных тонкостенных конструкций // *Инженерно-строительный журнал* – 2018 – № 8 (84) – С. 140-149.
- 16 Дмитриенко В. А., Левшин Е. Р. Проблемы применения легких стальных конструкций для «зеленого строительства» / В сборнике: *Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Юбилейный сборник научных трудов XIII международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Донского государственного технического университета (Ростовского-на-Дону института сельхозмашиностроения), в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки «Интерагромаш»*. В 2 томах – 2020 – С. 460-463.
- 17 Косенко И. М., Бареев В. И. Актуальность применения облегченных стальных конструкции в зданиях животноводческого назначения / В сборнике: *Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2016 год* – 2017 – С. 283-286.
- 18 Никулина О. В., Руднева А. И. Применение легких стальных тонкостенных конструкций в каркасах зданий / В сборнике: *Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции* – 2019. С. 434-438.
- 19 Черноиван В. Н., Черноиван Н. В., Хоровец В. В., Черноиван А. В. Возведение и реконструкция жилых зданий с применением легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) // *Вестник Брестского государственного технического университета. Строительство и архитектура* – 2018 – № 1 (109) – С. 115-118.
- 20 Кузнецова С. Г. Применение легких стальных тонкостенных конструкций в строительстве зданий / В сборнике: *Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. Сборник научных статей по итогам четвертой международной научной конференции* – 2020 – С. 133-134.
- 21 Воронцов Е. И. Повышение экономической и энергетической эффективности жилых и общественных зданий малой и средней этажности с применением технологии легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) // *Фотинские чтения* – 2014 – № 1 (1) – С. 17-22.
- 22 Коробейников А. С., Шнидман Н. А. Использование современных строительных материалов как экономически выгодный аспект строительства на примере реконструкции зданий с применением технологии легких стальных тонкостенных конструкций // *Молодой ученый* – 2017 – № 10 (144) – С. 64-66.
- 23 Косенко И. М. Актуальность применения облегченных стальных конструкции в зданиях животноводческого назначения. Моделирование каркаса из ЛСТК на примере коровника / В сборнике: *Современные исследования-2017 / Сборник статей по материалам Международных научно-практических конференций*. Под общей редакцией А. И. Вострецова – Нефтекамск, 2017 – С. 719-722.
- 24 Павлов А. Б., Айрумян Э. Л., Камынин С. В., Каменщиков Н. И. Быстровозводимые малоэтажные жилые здания с применением легких стальных тонкостенных конструкций // *Промышленное и гражданское строительство* – 2006 – № 9 – С. 51-53.
- 25 Мохначев С. А., Зайцева О. Н., Шиврина А. С. Техничко-экономические аспекты применения технологии ЛСТК при реконструкции зданий гражданского и сельскохозяйственного назначения // *Фундаментальные исследования* – 2015 – № 12-3 – С. 615-619.
- 26 Пунтус В. А., Жолудев П. А. Причины возникновения аварий в сооружениях из ЛСТК / В сборнике: *Молодая мысль: наука, технологии, инновации. Материалы IX(XV) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых* – 2017 – С. 106-108.
- 27 Муфтахова Ю. Р. Экономическая эффективность применения легких стальных тонкостенных конструкций в строительстве зданий и сооружений / В сборнике: *Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития. Сборник статей Международной научно-практической конференции* – 2017 – С. 172-174.
- 28 Неустроев И. В., Корсун Н. Д. Обзор применения легких стальных тонкостенных конструкций в рамках выполнения программы по повышению энергоэффективности зданий / В сборнике: *Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов* – 2016 – С. 230-233.
- 29 Джинчвелашвили Г. А., Соснин А. В. Особенности применения легких стальных тонкостенных конструкций при строительстве зданий различного назначения в сейсмически активных регионах России // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений* – 2010 – № 3 – С. 57-61.
- 30 Ведяков И. И., Соловьев Д. В., Арменский М. Ю. Применение стальных шпунтовых стен в качестве подземных несущих конструкций зданий и сооружений // *Промышленное и гражданское строительство* – 2012 – № 3 – С. 8-9.
- 31 Пименова Е. В., Минвалеева Р. Р. Инновационные технологии в проектировании «наклонных» высотных зданий // XII МНПК «Теоретические и практические проблемы развития современной науки» – Махачкала, 27 ноября 2016 г. – С. 128-129.
- 32 Курманов А. К., Абденбаева А. Б. Перспектива развития строительства с применением трубобетонных конструкций в Казахстане // *Наука и техника Казахстана*. ISSN 1680-9165 – 2019 – № 1 – С. 15-21.

ОСОБЕННОСТИ АНОМАЛИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЖАЙЛЬМИНСКОЙ СИНКЛИНАЛИ

Центральный Казахстан представляет собой богатейшую металлогеническую провинцию, включающую месторождения железо-марганцевых, свинцово-цинковых и полиметаллических руд. На ее сырьевой базе создана мощная горнодобывающая и металлургическая промышленность страны.

Наиболее крупными геологическими элементами Центрального Казахстана являются две контрастные области, каледонской и герцинской стабилизации. Первая представлена краем каледонского массива, частично перекрытым девонским наземным вулканическим поясом, вторая – структурами Джунгаро-Балхашской складчатой системы [1].

Подобные пояса формируются в различных геотектонических ситуациях: на активных континентальных окраинах, на зрелых (энсиалических) островных дугах и в обстановке межконтинентальной коллизии [2, 3].

Окраинно-континентальный Девонский вулканоплутонический пояс был выделен А. А. Богдановым. Девонский вулканоплутонический пояс с северо-востока, севера, юго-запада и юга обрамляет Жонгаро-Балхашский

краевой палеобассейн, в строении которого участвуют мощные флишевые и вулканогеннообломочные толщи силура, нижнего и низов среднего девона. Эти комплексы заполняют крупный преддуговой прогиб, формировавшийся перед фронтом девонского вулканического пояса [4]. В строении данного пояса участвуют континентальные, преимущественно кислые, реже андезитовидные вулканогенные толщи нижнего-среднего

девона, континентальная базальт-моласовая красноцветная среднеговерхнего девона и морская терригенно-карбонатная формации, несогласно залегающие на докембрийских и каледонских комплексах [5, 6].

Атасуйский рудный район является одной из интереснейших геологических образований Центрального Казахстана, главной структурой которой считается Жайльминская синклиналь. Исследование ее глубинного строения положено в основу работы. В комплексе методов, примененных для изучения района, одной является магнитная съемка. С ее помощью получена информация о распределении, форме залегания и составе магнитных масс, главным образом в верхней части земной коры (выше базальтового слоя).

Одним из ключевых элементов в изучении глубинного строения Жайльминской структуры являются локальные аномалии магнитного поля, а также их количественная интерпретация.

В осевой части Жайльмы линейно располагаются магнитные аномалии глубинного характера, которые представляют интерес при поисках железо-марганцевых руд: Пологая, Акшагатская, Каратуленская и особенно Центрально-Жайльминская. Почти каждая аномалия сопровождается областями относительного повышения силы тяжести [7].

Подавляющее большинство магнитных аномалий в Жайльминской синклинали имеет вытянутую форму и нередко значительную протяженность по простиранию (рис. 1).

Аномалии такого рода связаны с пластообразными рудными залежами, горизонтами магнитных вулканогенно-осадочных пород, участвующих в строении продуктивных структур, дайкообразными телами магматических образований [8]. Интенсивность аномалии в зависимости от глубины залегания, крутизны угла падения и минералогического состава рудных тел меняется от десятков до нескольких сотен тысяч гамм. Наиболее интенсивны аномалии над телами гематито-магнетитовых руд. Над обнажениями они достигают 3-5 тысяч гамм и более. Магнетитогематитовые тела характеризуются аномалиями в 300-1000 гамм, а существенно гематитовые – в 20-30 гамм и менее. С погружением железорудных тел амплитуда аномалий резко уменьшается.

Аналогичные по форме аномалии в 50-300 гамм могут также создавать силлоподобные магматические тела, залегающие среди рудовмещающих фаменских и перекрывающих их турнейских известняков, что затрудняет определение природы аномалий. Мощные крутопадающие вулканогенные породы трещинного типа отмечаются цепочками вытянутых локальных аномалий, знак которого зависит от минералогического состава пород, заполняющие трещины. Породы кислого состава создают изометричные отрицательные локальные магнитные аномалий. Региональные разломы глубокого заложения проявляются в виде региональных зон больших градиентов, протяженных границ смены характера полей, линейно расположенных локальных аномалий, изоли-



Рис. 1 – Карта магнитного поля Жаильминской структуры

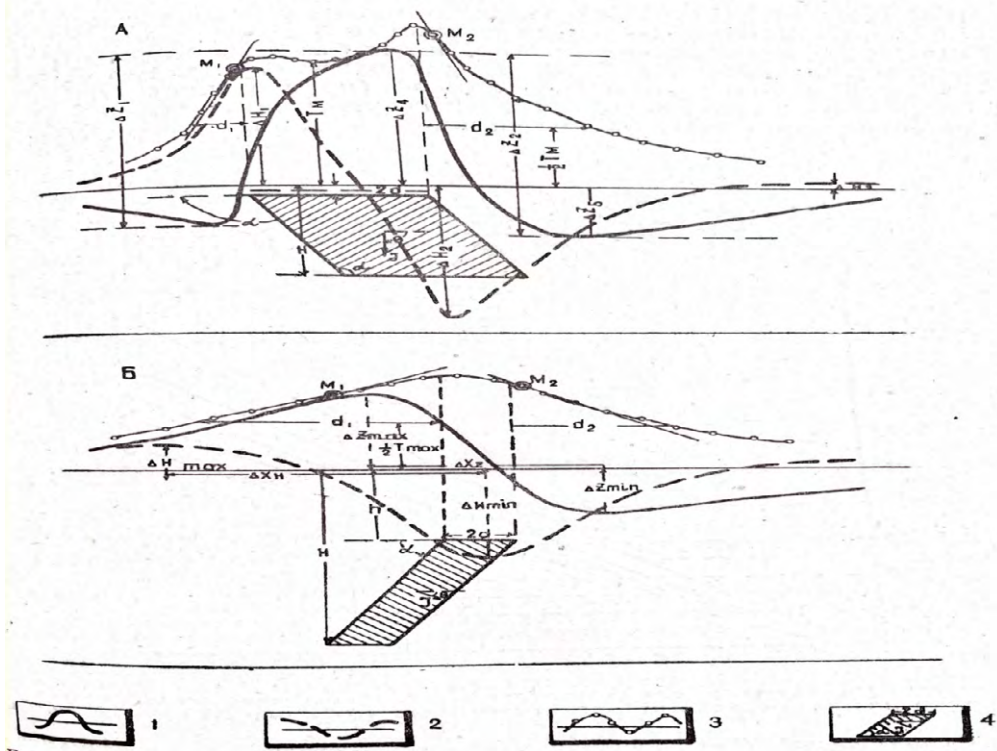
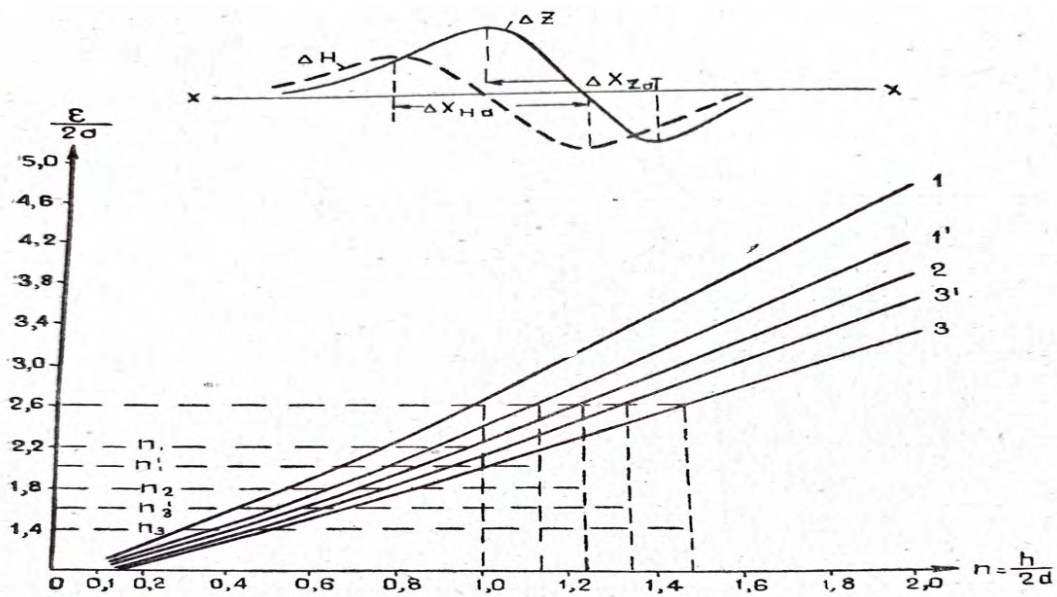
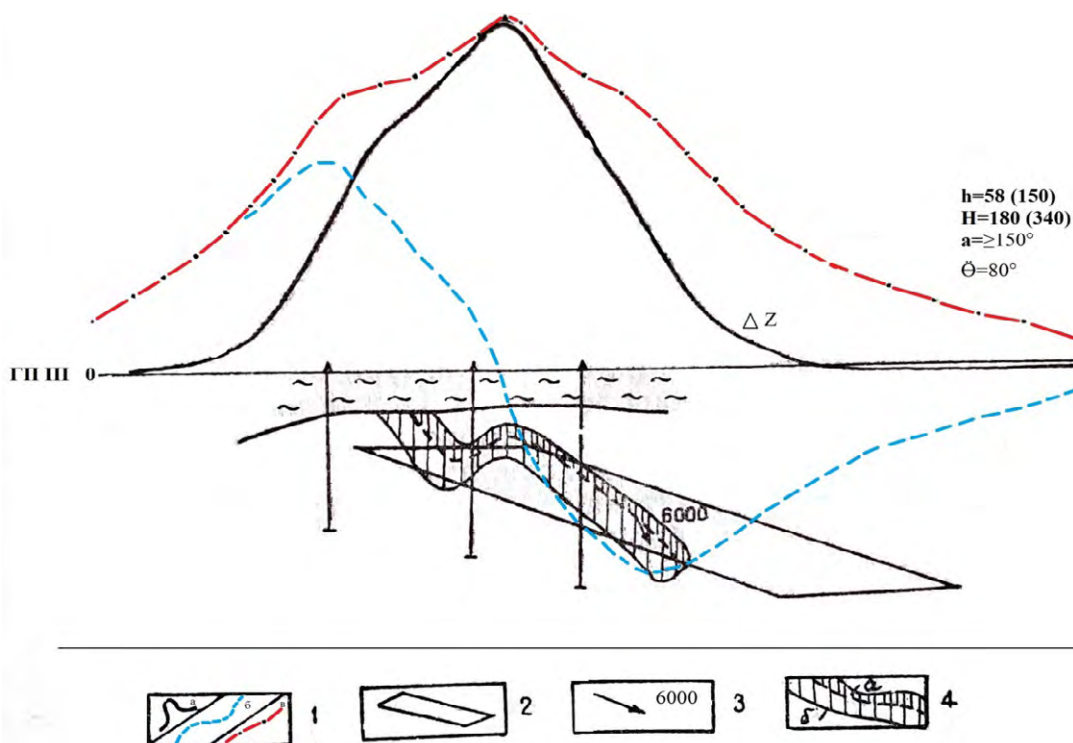


Рис. 2 – Методика количественной интерпретации магнитных аномалий А и Б (по Е. Ф. Галкиной)



1 – минимальной; 1' – среднеминимальной; 2 – средней; 3 – максимальной; 3' – среднemaxимальной; ϵ – меньшее из ΔX_{Za} и ΔX_{Ha} ; $2d$ – горизонтальная мощность магнитного пласта; h – абсциссы точек пересечения
 Рис. 3 – Номограмма для определения глубины залегания верхней (h) кромки пласта по кривым магнитного поля (ΔZ_a или ΔT) (по Е. Ф. Галкиной)



1 – кривые магнитного поля: а – ΔZ ; б – ΔH ; в – ΔT ;
 2 – контур магнитного тела по данным количественной интерпретации;
 3 – вектор эффективного намагничивания и его величина в 10^{-6} СГС;
 4 – рудное тело по геологическим данным: а – гематитовая руда; б – оруденелые породы
 Рис. 4 – Результаты количественной кривой на примере участка Джумарт

рованных узлокальных зон отрицательных аномалий [9].

Рассматриваемый тип аномалий весьма близок по форме к аномалиям от двухмерных тел. При интерпретации данных аномалий использовался метод принципа взаимности точек по А. А. Логачеву (рис. 2).

Графики магнитного поля: 1 – вертикальной составляющей (ΔZ); 2 – ортогональной функции (ΔH); 3 – суммарной функции ($\Delta T = \sqrt{\Delta Z^2 + \Delta H^2}$); 4 – контур сечения магнитовозмущающего тела по результатам интерпретации разрешающей способностью, достаточной точностью были определены и вычислены все необходимые параметры:

- горизонтальная мощность (2d) магнитовозмущающего объекта;
- глубина залегания его верхней (h) и нижней (H) кромок;
- угол падения контакта (α);
- угол вектора эффективного намагничивания (Θ);
- интенсивность намагничивания (I).

В процессе расшифровки слабоинтенсивной аномалии Пологой было обращено внимание на то, что севернее ее отмечается группа локальных магнитных аномалий, на территориях которых наблюдаются выходы эффузивных пород. В центральной части аномалии Пологая среди пород визе выступают отложения фаменского яруса.

Каратуленская аномалия располагается в зоне резкого изменения широтного простираения Жайльминской синклинали на меридиональное. Изолинии ΔZ четко отображают это изменение. Для интерпретации данных магнитных аномалий использовались аналитические и графические способы, предложенные Н. А. Ивановым, а также способ пересчета магнитного поля в нижнее полупространство Е. Ф. Галкиной, где использовались результаты съемок полного аномального вектора T (рис. 3).

Посредством предложенных номограмм с достаточной точностью определены следующие характеристики: горизонтальная мощность; глубина залегания верхней и нижней кромок; угол падения контакта и угол вектора эффективного намагничивания [7]. Методика построения номограмм основана на закономерностях связи интересующих параметров объекта с некоторыми характерными величинами, взятыми с теоретических кривых ΔZ или ΔT и кривых, или ортогональных (ΔH или ΔT), а также кривых суммарных функций $\Delta T = \sqrt{\Delta Z^2 + \Delta H^2}$ или $T = \sqrt{\Delta T^2 + \Delta T^2}$.

При использовании способа вычисления глубинных тел по распределению поля в нижнем пространстве

была вычислена напряженность поля по формулам, предложенным В. Н. Страховым. Критерием прекращения дальнейшего пересчета служило изменение величины горизонтального градиента (20 % на метр), указывающее на достижение поверхности объекта. По вычисленным значениям вертикальной составляющей строятся изолинии ΔZ и путем экстраполяции находятся точки их слияния, принимаемые за угловые точки объекта намагничивания.

В ходе анализа локальных аномалий вышеуказанными методами а также сопоставлений с некоторыми геофизическими данными можно получить актуальные разносторонние геологические данные изучаемой структуры.

При изучении особенностей имеющихся крупных групп аномалий Жайльминской структуры особое внимание было уделено Центрально-Жайльминской магнитной аномалии, которая в результате количественной интерпретаций имеет следующую геологическую характеристику.

Центрально-Жайльминская магнитная аномалия интенсивностью 160 гамм имеет изометрическую форму, вытянутую в северо-восточном направлении. В структурном отношении она приурочена к крыльям возможной брахиантисклинали складки. Разломы субширотного, северо-восточного и субмеридионального простираения ограничивают приподнятый блок и делят его на ряд частей. Магнитовозмущающий объект находится на глубине 600-700 метров и обусловлен пластами железных руд мощностью 40-60 метров, залегающих в крыльях антиклинальных складок и имеющих магнитную восприимчивость $26\,000 \cdot 10^{-6}$ ед. Прогнозные ресурсы железных и марганцевых руд оценены в 23 миллиона тонн.

В строении Центрально-Жайльминской антиклинали принимают участие в основном терригенно-карбонатные отложения верхнедевонско-нижнекарбонатового возраста, участвующие в складчатости третьего и более высоких порядков того же субмеридионального простираения.

В ядерных частях синклиналей и антиклиналей на поверхность эрозионного среза выходят отложения нижне- и верхнетурнейского подъярусов. Крылья складок, как правило, пологие – от 10 до 45° в наиболее погруженных синклиналах – до 70°. Восточные крылья складок при этом более крутые, чем западные.

Разрывные нарушения в пределах площади проявлены довольно широко. Предположительно большинство

разломов этого направления связано со складчатостью, сформировавшей эти структуры. Разломы северо-восточного простираения, пересекающие складки под прямыми углами, являются более молодыми. Амплитуды перемещения по ним не превышают 100 метров. Разломы глубокого залегания, не выходящие на поверхность палеозойского фундамента, часто сопровождаются серией штокообразных тел габбро-диабазов, линейно вытянутых вдоль нарушений.

Литература

- 1 Шабалина Л. В. Рифтогенный этап развития центрального Казахстана и его роль в формировании оруденения // Эволюция тектонических процессов в истории земли / Материалы XXXVII тектонического совещания – Новосибирск, 2004 – С. 280-281.
- 2 Курчавов А. М., Гранкин М. С., Мальченко Е. Г., Хамзин Б. С., Жуковский В. И. Металлогеническая зональность девонского вулканоплутонического пояса Центрального Казахстана // Геология рудных месторождений – 2002 – Т. 44, № 1 – С. 22-30.
- 3 Мазуров А. К. Металлогения океанических и континентальных палеорифтов Казахстана // Известия Томского политехнического университета – Т. 305. Вып. 6: Геология поиски и разведка полезных ископаемых – Томск, 2002 – С. 76-89.
- 4 Сейтмуратова Э. Ю., Сайдашева Ф. Ф., Баратов Р. Т., Даутбеков Д. О., Аршамов Я. К., Келюхов В. Н. Особенности геологии и металлогении островодужных и континентальных вулканоплутонических поясов Казахстана // Correlation of the altaides and uralides deep structure of lithosphere, stratigraphy, magmatism, metamorphism, geodynamics and metallogeny – 2020 – 86 с.
- 5 Антонок Р. М. Вулканогенно-кремнистые формации позднего протерозоя и кембрия востока Центрального Казахстана – Алма-Ата, 1974 – 208 с.
- 6 Мальченко Е. Г., Гранкин М. С., Курчавов А. М. Формации девонского орогенного вулканоплутонического пояса Центрального Казахстана и их рудоносность / Современные проблемы формационного анализа, петрология и рудоносность магматических образований. Тезисы докладов Всероссийского совещания, посвященного 100-летию со дня рождения академика Ю. А. Кузнецова – Новосибирск: Издательство СО РАН, Филиал «Гео», 2003 – С. 212-213.
- 7 Любецкий В. Н., Бикеев В. С., Шабалина Л. В. проблемы изучения глубинного строения Казахстана на основе данных взрывной сейсморазведки прошлых лет // Геология Казахстана – 2002 – № 2 (375) – С. 4-12.
- 8 Roman A. Comparative analysis of ore formation of Zhailma syncline // XVI international forum-contest of Students and young researchers «Topical issues of rational use of natural» – Resources, under the auspices of Unesco, 2020 – С. 438-439.
- 9 Тунгышбаева А. Т., Роман А. Т. Геолого-геофизическая характеристика структур металлогенических зон Жайльминской синклинали // Вестник Карагандинского технического университета – Караганда, 2019 – С. 68-71.



ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРНОГО БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Горячие битумы как традиционные вяжущие, используемые в дорожном строительстве, имеют ряд таких недостатков, как склонность к старению, чувствительность к температурному перепаду, хрупкость, мягкость. В течение многих лет проводятся исследования, направленные на повышение реологических свойств битумных вяжущих с использованием полимерных материалов [1].

Исследования с разными полимерами приводили к некоторым улучшениям свойств битума – к повышению жесткости при высоких температурах, повышению устойчивости к разрушению при низких температурах, улучшению влагостойкости и снижению скорости старения [2-4].

Самые популярные термопластичные эластомеры для битумных модификаторов – стирол-бутадиен-стирольный блок-сополимер. Термопластичные эластомеры могут противостоять постоянной деформации при растяжении и упруго восстанавливаются после

снятия нагрузки [5]. Сополимеры СБС состоят из стирол-бутадиен-стирольных тройных цепей с двухфазной морфологией жестких полистирольных доменов (дисперсная фаза) в гибкой полибутадиеновой матрице [6].

После добавления сополимеров СБС в битум, некоторые взаимодействия происходят между битумом и СБС. В работе [7] было показано, что межмолекулярные взаимодействия между битумом и ПБ сильнее, чем с ПС.

На многих современных нефтеперерабатывающих предприятиях наблюдается тенденция к увеличению глубины отбора дистиллятных фракций из мазута при вакуумной перегонке с целью увеличения глубины переработки нефти. Это, в свою очередь, приводит к существенному повышению вязкости получаемого гудрона, который, согласно многочисленным исследованиям, не является оптимальным сырьем для производства битумов окислением. Дорожные вяжущие на базе подобного сырья зачастую характеризуются пониженными

значениями растяжимости и пенетрации при 0 °С, а также повышенной температурой хрупкости. Вследствие этого для оптимизации состава сырья получения окисленных битумов возможно добавление в его состав различных высококипящих нефтепродуктов.

Целью исследований было изучение возможности получения полимерного битумного вяжущего, соответствующего нормам по СТ РК 2534-2014, на основе смесей неокисленных нефтепродуктов: высоковязкого гудрона, затемненного вакуумного дистиллята, полученных на технологически установках ТОО «СП «Caspi Bitum» из нефти месторождения «Каражанбас» и модификатора СБС (стирол-бутадиен-стирольный блок-сополимер марки СБС Л 30-01А) в присутствии стабилизатора.

Материалы и методы исследования

Используемое сырье и реагенты: гудрон от компании Caspi Bitum, затемненная вакуумная фракция (ЗВФ), моди-

Таблица 1

Характеристика исходного гудрона

Наименование	Глубина проникания иглы, 0,1 мм при 25 °С	Растяжимость, см, при 25 °С	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	Вязкость динамическая при 60 °С	Вязкость кинематическая при 135 °С	Температура хрупкости по Фраасу, °С	Температура вспышки, °С	Изменение массы	Изменение температуры размягчения
Гудрон № 1	95	> 150	42,7	132,5	314,6	- 14	296	0,05	4,7
Гудрон № 2	110	> 150	43,1	104,2	341,9	- 16	298	0,08	5,4

Таблица 2

Характеристика реагентов для приготовления образцов модифицированного битума

Наименование	Структура	Содержание связанного стирола, %	Твердость по Шору А, усл. ед.	Массовая доля летучих веществ, %	Массовая доля золы, %	Относительный удельный вес	Условная прочность при растяжении, МПа	Показатель текучести расплава, 200 С/5кгс
Модификатор термоэластопласт марки СБС Л 30-01А	Линейная	30	80	0,8	0,3	0,95	21	1

Таблица 3

Результаты испытаний модифицированного битума при различных концентрациях модификатора

№	Наименование показателей	Гудрон № 1 + ЗВФ (2,5 % масс.)	Гудрон № 1 + ЗВФ (2,5 % масс.) + СБС (1 % масс.)	Гудрон № 1 + ЗВФ (2,5 % масс.) + СБС (3 % масс.)	Гудрон № 1 + ЗВФ (2,5 % масс.) + СБС (5 % масс.)	Гудрон № 1 + ЗВФ (2,5 % масс.) + СБС (7 % масс.)
1	Растяжимость, см, не менее: при температуре 25 °С	> 150	> 150	> 150	> 150	> 150
2	Температура вспышки, °С, не ниже	296	275	280	284	305
3	Стабильность к расслаиванию, °С, %, не менее		2	2	2	1

Таблица 4

Результаты испытаний модифицированного битума

№	Наименование показателей	СТ РК 2534-2014 БМП 70-100		Гудрон № 1 + ЗВФ (2,5 % масс.)	Гудрон № 1 + ЗВФ (2,5 % масс.) + СБС (5 % масс.)	Гудрон № 2 + ЗВФ (2,5 % масс.)	Гудрон № 2 + ЗВФ (2,5 % масс.) + СБС (5 % масс.)
1	Глубина проникания иглы, 0,1 мм, не менее: при температуре 25 °С	70	100	95	82	110	92
2	Растяжимость, см, не менее: при температуре 25 °С	25	30	> 150	> 150	> 150	> 150
3	Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	60	58	43,3	61,5	41,9	70,8
4	Температура хрупкости по Фраасу, °С, не выше	- 20	- 18	- 14	- 20	- 16	- 20
5	Эластичность, %, не менее: при температуре 25 °С	60	60	-	94,1	-	96,9
6	Температура вспышки, °С, не ниже	230	235	296	284	298	306
7	Стабильность к расслаиванию, °С, %, не менее	2	2		2		2

ффикатор-термоэластопласт марки СБС Л 30-01А (порошок производства ОАО «Воронежсинтезкаучук»).

Характеристика исходного гудрона для приготовления образцов модифицированного битума приведена в таблице 1.

Характеристика реагентов для приготовления образцов модифицированного битума приведена в таблице 2.

Для модификации битумов в лаборатории использовалось оборудование для смешения, состоящее из лаборатор-

ного эмульсатора ВМЕ 100LT, мешалки, термометра.

Методика приготовления лабораторных образцов полимерно-битумных вяжущих:

В гудрон, нагретый в емкости до 180-185 °С, добавляли ЗВФ, смеси-

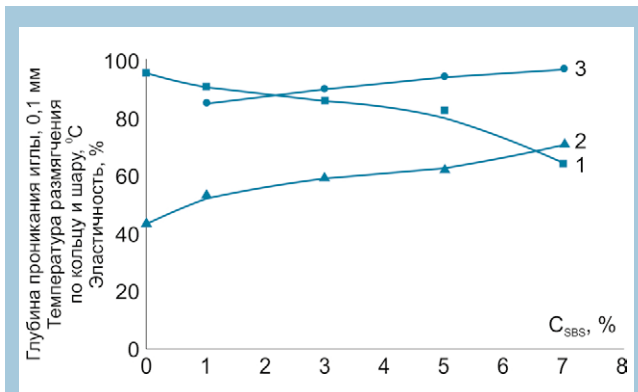


Рис. 1 – Зависимость глубины проникания иглы (1), температуры размягчения по кольцу и шару (2), эластичности (3) от концентрации СБС

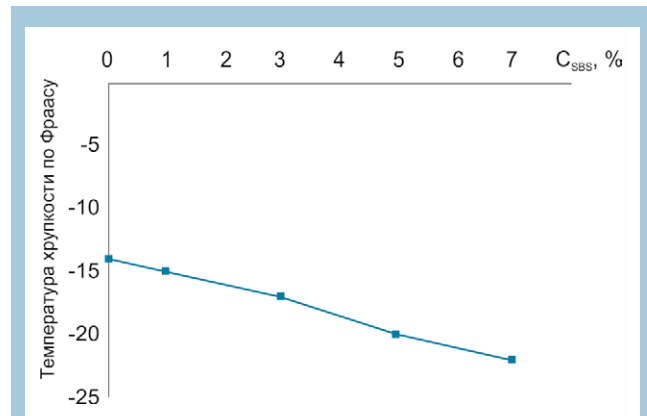


Рис. 2 – Зависимость температуры хрупкости по Фраасу от концентрации СБС

вали, затем вставляли в коллоидную мельницу, вращающуюся со скоростью 3200 оборотов в минуту. Далее вводили расчетное количество полимера, массу вяжущего перемешивали с указанной выше скоростью в течение 30 минут, затем переставляли на мешалку, скорость перемешивания – до 600 оборотов в минуту в течение 1 часа. Далее добавляли стабилизатор (серу) и продолжали перемешивать массу в течение 1,5 часа при заданной температуре.

По окончании указанного времени снижали скорость вращения мешалки до 400 оборотов в минуту. Процесс созревания массы вяжущего составлял 30 минут.

Определение физико-механических характеристик битума

Физико-механические характеристики битума, такие как эластичность, температура размягчения по кольцу и шару, определение глубины проникания иглы, температура хрупкости по Фраасу определяли по СТ РК 2534-2014 [8].

Результаты и обсуждение

После добавления к остаточной битумной основе СБС (стирол-бутадиен-стирольный блок-сополимер марки СБС Л 30-01А) были исследованы следующие эксплуатационные показатели полимерного битумного вяжущего: глубина проникания иглы, температура размягчения по кольцу и шару, температура хрупкости по Фраасу, эластичность.

При добавлении СБС в битум изменяются его физико-механические свойства с повышением концентрации значительно увеличивается рабочий температурный интервал, вяжущее становится эластичным и пластичным при положительной и отрицательной температурах, улучшается сцепление

минерального материала с вяжущим. Повышение содержания полимера повышает прочность сетки, а следовательно эластичность и теплостойкость вяжущего и за счет ориентационного эффекта его гибкость и трещиностойкость при низких температурах. Понижение пене-трации с увеличением содержания полимера объясняется тем, что полимеры адсорбируют масла битума и образуют отдельную дисперсную фазу, что приводит к понижению соотношения масла / асфальтены, вследствие чего наблюдается возрастание вязкости и увеличение твердости вяжущего.

Результаты испытаний модифицированного битума приведены на рисунках 1, 2 и в таблице 3.

Высокая концентрация (более 5 %) СБС нежелательна для ПБВ, потому что вяжущее становится чрезмерно вязким, для его размягчения требуется довольно высокая температура, и такое ПБВ сложно использовать для приготовления асфальтобетонной смеси на заводе. Как видно из данных рисунка 1 ухудшается такой показатель как глубина проникновения иглы. Таким образом, оптимальная концентрация СБС – 5 %.

Были проведены лабораторные исследования ПБВ для оптимизации рецептуры для получения различных марок ПБВ с улучшенными характеристиками, соответствующими нормам СТ РК 2534-2014. Для получения ПБМ в качестве исходного сырья были взяты гудрон и полимер в оптимальной концентрации 5 %. Результаты испытаний приведены в таблице 4.

Как видно из таблицы 4, фактические показатели ПБВ, такие как температура размягчения (61,5 °C), хрупкость по Фраасу (-20 °C), пенетрация (при 25 °C 82 дмм), эластичность (при 25 °C 94,1 %) соответствуют требованиям по СТ РК 2534-2014.

Выводы

Показана возможность получения битума, соответствующего нормам СТ РК 2534-2014, на основе смесей неокисленных нефтепродуктов: высоковязкого гудрона, затемненного вакуумного дистиллята, полученных на технологических установках ТОО «СП «Caspi Bitum» из нефти месторождения «Каражанбас».

Полученные ПБВ были проанализированы по физико-механическим показателям на соответствие СТ РК 2534-2014 «Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол».

Литература

- 1 Singh B., Kumar L., Gupta M., Chauhan G. S. Polymer-modified bitumen of recycled LDPE and maleated bitumen // J. Appl. Polym. Sci. – № 127 – 2013 – P. 67-78. <http://dx.doi.org/10.1002/app.36810>.
- 2 Polacco G., Berlincioni S., Biondi D., Stastna J., Zanzotto L. Asphalt modification with different polyethylene-based polymers // EurPolym J. – 2005 – № 41(12) – P. 2831-2844.
- 3 Sengoz B., Topal A., Isikyakar G. Morphology and image analysis of polymer modified bitumens // Constr Build Mater – 2009 – № 23(5) – P. 1986-1992.
- 4 Polacco G., Muscente A., Biondi D., Santini S. Effect of composition on the properties of SEBS modified asphalts // Eur Polym J. – 2006 – № 42(5) – P. 1113-1121.
- 5 Alatas T., Yilmaz M. Effects of different polymers on mechanical properties of bituminous binders and hot mixtures // Constr Build Mater – 2013 – № 42 – P. 161-167.
- 6 Quintus H. L., Mallela J., Buncher M. Quantification of effect of polymer-modified asphalt on flexible pavement performance // Trans Res Rec: J. – 2007 – Vol. 20 – P. 141-154.
- 7 Galooyak S. S., Dabir B., Nazarbeygi A. E., Moeini A. Rheological properties and storage stability of bitumen/SBS/montmorillonite composites // Constr Build Mater. – 2010 – № 24(3) – P. 300-307.
- 8 СТ РК 2534-2014. Битум и битумные вяжущие, битумы нефтяные, модифицированные, дорожные. Технические условия.



ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИОКСИДА СЕРЫ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ

Элементарная сера широко используется во многих отраслях промышленности (химической, в фармацевтической и т. д.) и в сельском хозяйстве [1-5]. Например, определенная часть элементарной серы применяется в бумажной промышленности. Соединения серы используют при получении целлюлозы: для того, чтобы произвести одну тонну целлюлозы, нужно затратить более ста килограммов серы. Много элементарной серы потребляет резиновая промышленность для вулканизации каучука [1-5].

В сельском хозяйстве сера применяется как в элементарном виде, так и в виде различных соединений. Она входит в состав минеральных удобрений и препаратов для борьбы с вредителями. Наряду с фосфором, калием и другими элементами, сера необходима растениям, то есть сере, как элементу питания, необходимо уделять особое внимание при возделывании культур. Установлено, например, что в России более 90 % обследованных пахотных

почв недостаточно обеспечены подвижными формами серы. Ее содержание в почвах близко к критическому уровню (6,3-6,4 мг/кг), а в целом в ряде регионов – 1,5-2 мг/кг. Основными факторами такого неблагоприятного положения являются невосполнение выноса серы из почв урожаями сельскохозяйственных культур; систематическое снижение плодородия почв. Для научно-обоснованного применения серосодержащих удобрений разрабатываются и совершенствуются методики определения баланса серы [6]. Серу также используют в качестве фунгицида для борьбы с вредителями сельскохозяйственных растений (главным образом винограда и хлопчатника), ее добавляют в корм овец для улучшения качества шерсти [7].

Одним из основных потребителей серы является химическая промышленность. Примерно половина добываемой в мире серы идет на получение серной кислоты [5, 7, 8]. Для того, чтобы полу-

чить одну тонну серной кислоты, нужно сжечь около 300 килограммов серы, а роль ее в химической промышленности сравнима с ролью хлеба в нашем питании.

Широко распространены и находят активное применение сульфаты различных металлов [1-8]. Серосодержащий гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) – является одним из самых распространенных минералов. Но распространенные в медицинской практике «гипсовые шины» делаются не из природного гипса, а из алебаstra. Алебастр отличается от гипса только количеством кристаллизационной воды в молекуле, его формула $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Процесс получения алебаstra протекает при 160-170 °С в течение нескольких часов, при этом гипс теряет три четверти кристаллизационной воды и материал приобретает вяжущие свойства. Известно применение синтетического ангидрита сульфата кальция для приготовления закладочных смесей

[9]. Сульфат натрия используется в стекольном производстве, а также для получения ультрамарина. Он находит применение в медицине, заживляет свежие раны, не раздражая их. Кроме того, он является превосходным лекарством; его водным раствором очищают внутренние органы человека. Активное применение в медицине находит для очистки желудка так называемая «горькая соль» – сульфат магния, который используется также в качестве нейропротектора при развитии преждевременных родов [10]. Очень часто используются двойные соли, содержащие сульфат-ионы. Например, при порезах во время бритья и подобных случаях кровь можно остановить кристаллом алюмокалиевых квасцов – $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ [4, 5]. Успешно применяются сульфаты щелочных металлов при создании различных лекарственных форм, в том числе хондроитинового ряда [10].

Водородсодержащее соединение – сероводород (H_2S) является сильным восстановителем, и благодаря этому свойству его используют во многих химических и металлургических процессах.

Раньше в фотографии широко применялся фиксаж (закрепитель) – тиосульфат натрия (натриевая соль ($Na_2S_2O_3$) серноватистой кислоты). Ранее тиосульфат натрия использовался как поглотитель хлора в противогазах. Широко используется данная соль в аналитической химии, в медицине (как антидот при отравлении хлором).

Также следует отметить, что в лаборатории при случайном разливе ртути для исключения отравления организма его парами место разлива обрабатывают порошкообразной серой. Ртуть и сера вступают в химическую реакцию даже в твердом состоянии – при простом соприкосновении. При этом образуется сульфид ртути, который является химически крайне инертным и безвредным веществом.

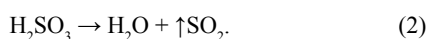
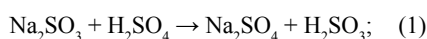
В биосфере постепенно происходит круговорот серы, подобный круговороту азота или углерода. Растения потребляют серу из растворимых сульфатов, а гнилостные бактерии превращают серу белков в сероводород [5].

Общеизвестно, что диоксид серы убивает вредные микроорганизмы, им обрабатывают (окуривают) овощехранилища и склады, а также он применяется в быту для дезинфекций жилищ и подсобных помещений. Кроме того, диоксид серы способствует сохранению цвета сухофруктов и препятствует развитию на их поверхности микроорганизмов, увеличивая сроки их хранения.

Диоксид серы используется также в качестве пищевых добавок [1-3, 18-20].

Методы исследования

Ввиду того, что диоксид серы пользуется спросом у потребителей, необходимо изыскивать наиболее приемлемые способы его получения. Известно [4, 5], что диоксид серы получают при взаимодействии сильных кислот и сульфитов. При этом сернистая кислота (H_2SO_3), образуемая по реакции (1), сразу же разлагается с выделением диоксида серы по реакции (2):



Этот способ в основном применяется в лабораторных условиях и имеет следующие недостатки, например:

- сульфит натрия является дорогостоящим и дефицитным реагентом, кроме того это соединение неустойчиво и легко окисляется в атмосфере воздуха.

- работа с концентрированной серной кислотой может вызвать химические ожоги, то есть при осуществлении данной реакции ухудшаются условия труда.

Диоксид серы также получают из элементарной серы при ее взаимодействии с атмосферным кислородом при температуре 380 °С и выше [21]. При этом сера взаимодействует с атмосферным кислородом по реакции:



Эта реакция протекает при высокой температуре (380 °С и выше), для получения диоксида серы этим способом требуется специальная установка.

Целью данной работы является разработка более упрощенного способа получения диоксида на основе проведения ряда экспериментов в разных условиях.

Для этого изготовили свечу путем смешения порошков серы с парафином в определенных соотношениях.

Количество образующегося диоксида серы зависит от состава свечи (от содержания серы) и продолжительности горения серосодержащей композиций в виде свечи.

Опыты проводили в следующей последовательности.

Готовили навески: 100 г парафина и 20 г порошка элементарной серы. Сначала парафин помещали в фарфоровый тигель и на умеренном огне нагревали до 60-70 °С, далее в расплавленный парафин вводили порошок серы и тщательно перемешивали. Полученную

расплавленную композиционную смесь наливали в пластмассовую трубку длиной 150 миллиметров диаметром 20 миллиметров, в центр помещали фитиль, и сразу же охлаждали. Пластмассовая трубка по всей длине разделена на две половинки, поэтому после охлаждения свеча легко снимается. По внешнему виду полученная свеча представляет собой обычную свечу для освещения.

При сжигании свеча легко сгорает и при этом вся содержащаяся в ней сера взаимодействует с кислородом атмосферы и полностью переходит в диоксид серы по реакции (3).

Для определения количества выделяющегося диоксида серы использовали установку, показанную на рисунке 1.

Парафиновую свечу (3) содержащую серу, помещали в замкнутую емкость (1) и поджигали фитиль (2). Нижнюю часть этой емкости через трубку (4) продували воздухом. При этом поток кислородосодержащего воздуха, захватывая образующийся диоксид серы, направляли в емкость (5), содержащую 1 М раствор гидроксида натрия. При пробулькивании воздуха через раствор щелочи диоксид серы улавливается в виде сульфита натрия:



а воздух уходит в атмосферу. Количество образовавшегося сульфита натрия определяют общеизвестным титриметрическим методом [22, 23].

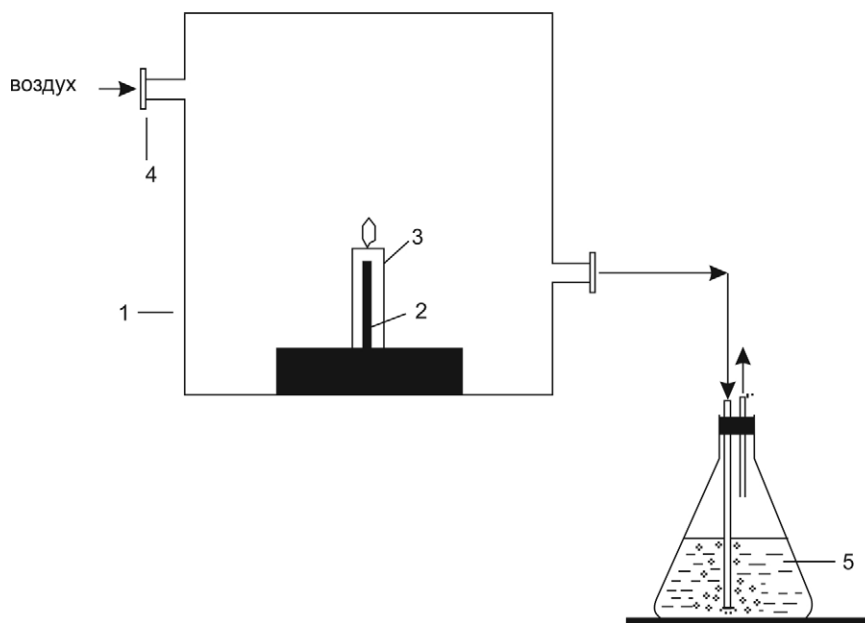
Заключение

Как показали результаты исследований, при горении парафина, содержащего 0,5 грамма серы, образуется 0,96 грамма диоксида серы, а при сжигании 1 грамма серы – 1,91 грамма диоксида серы, то есть при сжигании серосодержащей смеси практически вся сера переходит в диоксид серы. Эти опыты проводились и повторялись 5-6 раз.

Таким образом, при горении свечи из серосодержащего парафина на поверхности устанавливается достаточно высокая температура, обеспечивающая взаимодействие серы с кислородом воздуха с образованием диоксида серы, а это максимально упрощает способ получения газа, так как не требуется специальная установка для нагрева. При этом сера, имеющаяся в составе свечи, практически полностью переходит в диоксид серы.

Выводы

Изменяя содержание серы в составе композиции, а также продолжительность процесса горения, можно легко



1 – емкость, внутри которой устанавливается парафиновая серосодержащая свеча; 2 – фитиль; 3 – свеча; 4 – трубка для подачи воздуха; 5 – емкость с раствором гидроксида натрия (1M NaOH) для улавливания SO_2 .

Рис. – Принципиальная схема устройства для определения количества образовавшегося газа – диоксида серы при сжигании серосодержащей парафиновой свечи

регулировать количество выделяемого диоксида серы. Кроме того, серосодержащую парафиновую свечу можно легко транспортировать, из нее в любое время и в любом месте можно получать диоксид серы. Новизна предложенного способа получения диоксида серы защищена патентом Республики Казахстан на полезную модель [24].

Свечи из серосодержащего парафина могут применяться для хозяйственных нужд, поскольку обладают способностью уничтожать вредные микроорганизмы, для дезинфекций овощехранилищ и складов, жилищных и подсобных помещений, а также для увеличения срока хранения сухофруктов и т. д.

Литература

- 1 Башов А. Б., Тулебаев А. К., Башова А. К. и др. Сера и ее соединения – Алматы: Гылым, 1997 – 160 с.
- 2 Популярная библиотека химических элементов, книга первая. Водород-палладий – М.: Наука, 1977 – 565 с.
- 3 Башов А. Б., Фигуринене И. В., Доспаев М. М. Электрохимический синтез соединений серы – Караганда, 2017 – 263 с.
- 4 Реми Г. Курс неорганической химии. Том 1 – М.: Мир, 1972 – 724 с.
- 5 Некрасов Б. В. Основы общей химии. Том 1 – М.: Химия, 1969 – 518 с.
- 6 Аристархов А. Сера в агросистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность ее применения // Международный сельскохозяйственный журнал, 2015 – № 5. – С. 39-47.
- 7 Газохимия / Учебное пособие. Серия «Высшее нефтегазовое образование» – М.: Центр-ЛитНефтеГаз, 2008 – 450 с.
- 8 Популиди К. К., Манжина С. А., Денисова И. А., Денисов В. В., Антоненко Е. А. Топливная сера – перспективный сырьевой источник для производства серной кислоты // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки – 2014. № 3 – С. 84-86.
- 9 Сангалов Ю. А., Дмитриев Ю. К., Маталинов В. И., Лакеев С. Н., Майданова И. О., Карчевский С. Г. Элементарная сера: от сырья к новым веществам и материалам // Вестник Башкирского университета – 2004. № 2. – С. 31-34.
- 10 Руденская И. М., Руденский А. В. Органические вяжущие для дорожного строительства – М.: Транспорт, 1984 – 229 с.
- 11 Гладких В. А., Королев Е. В. Технико-экономическая эффективность применения серо-асфальтобетонов // Вестник МГСУ, 2013 – № 4 – С. 76-83.
- 12 Королев Е. В., Баженов Ю. М., Альбакасов А. И. Радиационно-защитные и химически стойкие серные строительные материалы – Оренбург: ИПК ОГУ, 2010 – 364 с.
- 13 Strikjend D., Kolanzh D., Shou P., Pag N. Study of the properties of asphalt mixes with sulfur additives at low temperatures // Shell Sulphur Solutions. 2008 – 16 p.
- 14 Timm D., Trjen N., Tejlor A., Robbins M., Paujell B. Evaluation of the quality of the mixture and the structural strength of pavements using Shell Thioave // Report NZAT 09-05, Auburn University, 2009 – 145 p.
- 15 Гальцева Н. А., Бурьянов А. Ф., Булдыжова Е. Н., Соловьев В. Г. Использование синтетического ангидрита сульфата кальция для приготовления закладочных смесей // Строительные материалы, 2015 – № 6 – С. 76-77.
- 16 Макаров И. О., Боровкова Е. И. Возможности применения сульфата магния в качестве нейропротектора при развитии преждевременных родов // Акушерство, гинекология и репродукция, 2013 – Т. 7. № 1 – С. 41-44.
- 17 Бадюкин В. В. Препараты хондроитина сульфата в терапии остеоартроза // Ревматология – Т. 17. № 21 – 2009 – С. 1-5.
- 18 Шамшин Д. Л. Химия – М.: Высшая школа, 1980 – 319 с.
- 19 Орещенко А. В., Берестень А. Ф. О пищевых добавках и продуктах питания // Пищевая промышленность, 1996 – № 6. – С. 4.
- 20 Нечаев А. П., Болотов В. М. Пищевые красители. Пищевые ингредиенты (сырье и добавки) – М., 2001 – 214 с.
- 21 Карапетянц М. Х., Дракин С. И. Общая и неорганическая химии – М.: Химия, 1994. – 632 с.
- 22 Алексеев В. Н. Количественный анализ – М.: Химия, 1972 – 340 с.
- 23 Крешков А. П. Основы аналитической химии – М.: Химия, 1970 – 456 с.
- 24 Башов А., Башова А. К., Мырзабеков Б. Э. и др. Способ получения диоксида серы // Патент РК на полезную модель № 3214 от 05.12.2017.



Филиал РГП «Национальный центр
по комплексной переработке
минерального сырья Республики Казахстан»

ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. Ж. АБИШЕВА

* Единственный в Центральном Казахстане научно-исследовательский институт общеметаллургического и химико-технологического профиля, созданный в 1958 году, имеет богатый практический опыт в проведении научно-технологических исследований в области металлургии черных и цветных металлов, осуществляет научно-техническую деятельность по всему циклу металлургического производства – от подготовки сырья до готовой продукции.

* В становлении и развитии научных направлений института большую роль сыграли академики НАН РК Е. Букетов и Ж. Абишев.

Наиболее значимые для экономики страны разработки института в разные годы были удостоены четырех государственных премий:

* 1969 год. За разработку и освоение технологии комплексной переработки медных концентратов Балхашского ГМК академик Евней Арстанович Букетов был удостоен Государственной премии СССР;

* 2001, 2003, 2005 годы. За разработку теоретических основ, технологий и внедрение научно-технических инноваций 8 сотрудников института получили премии Республики Казахстан в области науки, техники и образования.

Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева имеет тесные научные связи с промышленными предприятиями и НИИ Казахстана, Российской Федерации и Украины по созданию и реализации новых и перспективных технологических процессов.

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

ХМИ им. Ж. Абишева,
Республика Казахстан, 100009, г. Караганда, ул. Ермакова, 63,
Тел./факс: 8 (7212) 433 161
E- mail: hmi2009@mail.ru, hmi_science@mail.ru

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 (внутр. 136)

Факс: (727) 259 00 75

e-mail: industrykz@cmrp.kz, industrykz@mail.ru

Журнал введен в «Перечень научных изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК для публикации основных результатов научной деятельности» по специальностям «Науки о Земле и географические науки», «Технические науки и технологии» (приказ №1082 от 10.07.2012)

Т Е Н Д Е Р Т Е Х Н О Л О Г И Й

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

*Адрес: 050036, г. Алматы,
ул. Жандосова, 67
тел.: 8 (727) 259 00 70 (внутр. 136)
факс: 8 (727) 259 00 75
e-mail: industrykz@mail.ru,
industrykz@emrp.ru*

АТМОСФЕРАДАҒЫ ЛАСТАУШЫ ЗАТТАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТҰРҒЫНДАРДЫҢ ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

• Исследованы характеристики основных загрязняющих веществ, выделяемых в атмосферу от отработавших газов автомобильных двигателей и их влияние на состояние здоровья населения. Показано, что под воздействием загрязняющих веществ в воздухе у населения могут развиваться такие респираторные заболевания, как астма, хроническая обструктивная болезнь легких, а также рак и сердечно-сосудистые заболевания, ишемическая болезнь сердца. Рассмотрены основные загрязняющие вещества, присутствующие в атмосфере в твердой, жидкой или газообразной фазе. На основе статистической информации о состоянии здоровья населения на территории города Шымкент с высокой интенсивностью транспорта определена статическая значимость влияния выбросов загрязняющих веществ выхлопных газов автомобилей на частоту заболеваемости людей болезнями системы кровообращения, разработана модель процесса загрязнения воздушной среды. Определен критерий оценки силы связи между выбросами загрязняющих веществ выхлопных газов автомобилей и частотой заболеваемости населения болезнями системы кровообращения.

• Мақалада автомобиль қозғалтқыштарының пайдаланылған газдарынан атмосфераға бөлінетін негізгі ластаушы заттардың сипаттамалары мен олардың тұрғындардың денсаулығы жағдайына әсері зерттелген. Ауаны ластаушы заттардың әсерінен тұрғындарда демікпе, өкпенің созылмалы обструкциялық ауруы, сондай-ақ обыр және кардиоваскулярлық аурулар, жүректің ишемиялық ауруы сияқты респираторлық аурулар дамуы мүмкін екендігі келтірілген. Атмосферада қатты, сұйық немесе газ тәрізді фазада болатын негізгі ластаушы заттар қарастырылған. Шымкент қаласындағы көлік қарқындылығы жоғары болатын аумақтағы тұрғындардың денсаулығы жағдайы туралы статистикалық ақпараттар негізінде адамдардың қан айналымы жүйесі ауруларымен ауыру жиілігіне автомобильдердің пайдаланылған газдарының ластаушы заттар шығарындыларының әсер етуінің статикалық маңыздылығы анықталып, ауа ортасының ластану процесінің моделі дайындалған. Автомобильдердің пайдаланылған газдарының ластаушы заттарының шығарындылары мен қан айналымы жүйесі ауруларымен халықтың ауру жиілігі арасындағы байланыс күшін бағалау критеріі анықталған.

• The article examined the characteristics of the main pollutants released into the atmosphere from the exhaust gases of automobile engines and their impact on the state of health of the population. It has been shown that under the influence of pollutants in the air, the population can develop respiratory diseases such as asthma, chronic obstructive pulmonary disease, as well as cancer and cardiovascular diseases, coronary heart disease. Main contaminants present in atmosphere in solid, liquid or gaseous phase are considered. On the basis of statistical information on the state of health of the population in the city of Shymkent with a high intensity of transport, the static significance of the influence of emissions of exhaust gases of cars on the incidence of diseases of the circulatory system in people was determined, a model of the process of air pollution was developed. The criterion for assessing the strength of communication between the emissions of pollutants from car exhaust gases and the incidence rate of diseases of the circulatory system is determined.

Орта есеппен адам жыл сайын 10 миллионға жуық дем алады, бұл ретте атмосфералық ауадағы улы заттар өкпеге және басқа органдарға жетеді және ағзаға зиянды әсер етеді. Әр түрлі ластаушылардың денсаулыққа әсерін түсіну осы тәуекелдерді азайту үшін нормаларды дамытуда қажетті қадам болып табылады.

Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДҰ) және америкалық жүрек қауымдастығының мәліметтері бойынша ауаны ластаушы агенттердің әсерінен тұрғындарда демікпе, өкпенің созылмалы обструкциялық ауруы (ӨСОА), сондай-ақ обыр және кардиоваскулярлық аурулар (КВА), жүректің ишемиялық ауруы сияқты респираторлық аурулар дамуы мүмкін [1, 2].

Әртүрлі заттардың күрделі қоспасы ретінде қоршаған ауаның ластаушы агенттері құрамы жағынан қатты, сұйық немесе газ тәрізді фазада болуы мүмкін. Автокөліктерде бензин немесе дизель отынына жағу көміртегі монооксидінің, азот оксидтерінің, ұшап органикалық қосылыстар мен бөлшектердің пайда болуына әкеп соғады.

Бөлшектер. «Бөлшектер» термині ауадағы қатты бөлшектерді немесе тамшыларды сипаттау үшін қолданылады. Бұл бөлшектер мөлшері, құрамы және табиғаты бойынша әр түрлі болуы мүмкін

және көлемі бойынша 3 топқа бөлінеді: диаметрі 10 микрометрден кем ірі бөлшектер PM_{10} , ұсақ ($PM_{2.5}$) және ультрадисперсті ($PM_{0.1}$) бөлшектер. Соның ішінде $PM_{0.1}$ адамға ең көп әсер етеді, өйткені олар көптеген токсиндер бар үлкен беттік көлеміне ие болады [3].

Қатты бөлшектердің ағзаға зияндылығын анықтау үшін ағза едетте өкпеден бөгде заттарды алып тастайтын механизмдерді қарастырамыз.

Жеңіл альвеолярлы қаптама тармақталған бронхиальды түтікшелер желісінен тұрады. Бұл түтіктер жылжымалы жұқа қабатпен қорғалған, ол бөлшектерді ұстап, оларды өкпеден алып тастайды. Осының арқасында қатты бөлшектерден де тиімді қорғанысқа қол жеткізіледі және өкпеде тұндыратын бөлшектердің көпшілігі сыртқа шығарылады.

Тыныс алу жолдарының шегінен тыс орналасқан бөлшектер өкпенің альвеолярлы бөлігіне жетеді, мұндағы олар күшті қорғаныспен кездеседі: макрофагтар деп аталатын жылжымалы жасушалар фагоцитоз деп аталатын процесс арқылы кез келген кездесетін бөлшектерді жұтатын бет бойынша қозғалады. Құрамында макрофаги бөлшектері бар альвеола аймағын тастап, соңғы бронхиолға жылжи отырып, мұндағы

Кесте 1

Ластаушы заттардың денсаулыққа әсері

Ластаушы агент	Қысқа мерзімді әсерге байланысты әсер ету	Ұзақ мерзімді әсермен байланысты әсер ету
Қатты бөлшектер	Өкпеде қабыну реакциялары Респираторлық аурулар Кардиоваскулярлыққа қолайсыз әсер ету жүйесі Пайдаланылатын дәрі-дәрмектер санын арттыру; госпитализациялар санын арттыру; өлім-жітімді арттыру	Төменгі тыныс алу жолдарының аурулары санының артуы Балалардағы өкпе функциясының әлсіреуі; өкпенің созылмалы обструктивті ауруларының күшеюі Ересектердегі өкпе функциясының әлсіреуі; негізінен кардио-өкпе ауруларымен және өкпе обырымен байланысты өмір сүру ұзақтығының азаюы
Күкірт диоксиді	Респираторлық жүйеге әсері Жүректің ишемиялық ауруының даму қаупін арттыру	
Озон	Өкпе функциясына қолайсыз әсер ету; өкпедегі қабыну реакциялары; тыныс алу органдарына қолайсыз әсер ету; пайдаланылатын дәрі-дәрмектер санының артуы; госпитализациялар санының артуы; өлім-жітімнің артуы	Өкпе функциясы дамуының әлсіреуі
Азот диоксиді	Өкпенің функциясына әсері, демікпенің асқынуы; аллергиялық қабыну реакцияларының күшеюі; емдеуге жатқызу санының артуы; өлім-жітімнің артуы	Өкпе функциясының әлсіреуі Респираторлық аурулардың мүмкіндігін арттыру

Кесте 2

Мәліметтердің жұптасуының төрт жақты кестесі

Аумағы	Қан айналымы жүйесінің аурулары бар (1)	Қан айналымы жүйесінің аурулары жоқ (0)	Барлығы
Қиылыс аймағындағы ластаушы заттардың шығарындылары (1)	51	157	208
Қиылыс аймағынан тыс ластаушы заттардың шығарындылары (0)	21	207	228
Барлығы	72	364	436

Кесте 3

Ластаушы заттарының шығарындыларына байланысты тұрғындардың қан айналымы жүйесі ауруларымен науқастану жиілігінің маңыздылығын бағалау критерийлері

Критерий аталуы	Критерий мәні	Маңыздылық деңгейі
Пирсон χ^2 критеріі	18,49	$p < 0,01$
Йейтс түзетуімен Пирсон χ^2 критеріі	17,396	$p < 0,01$
Шынайылыққа түзетуімен Пирсон χ^2 критеріі	18,862	$p < 0,01$

Кесте 4

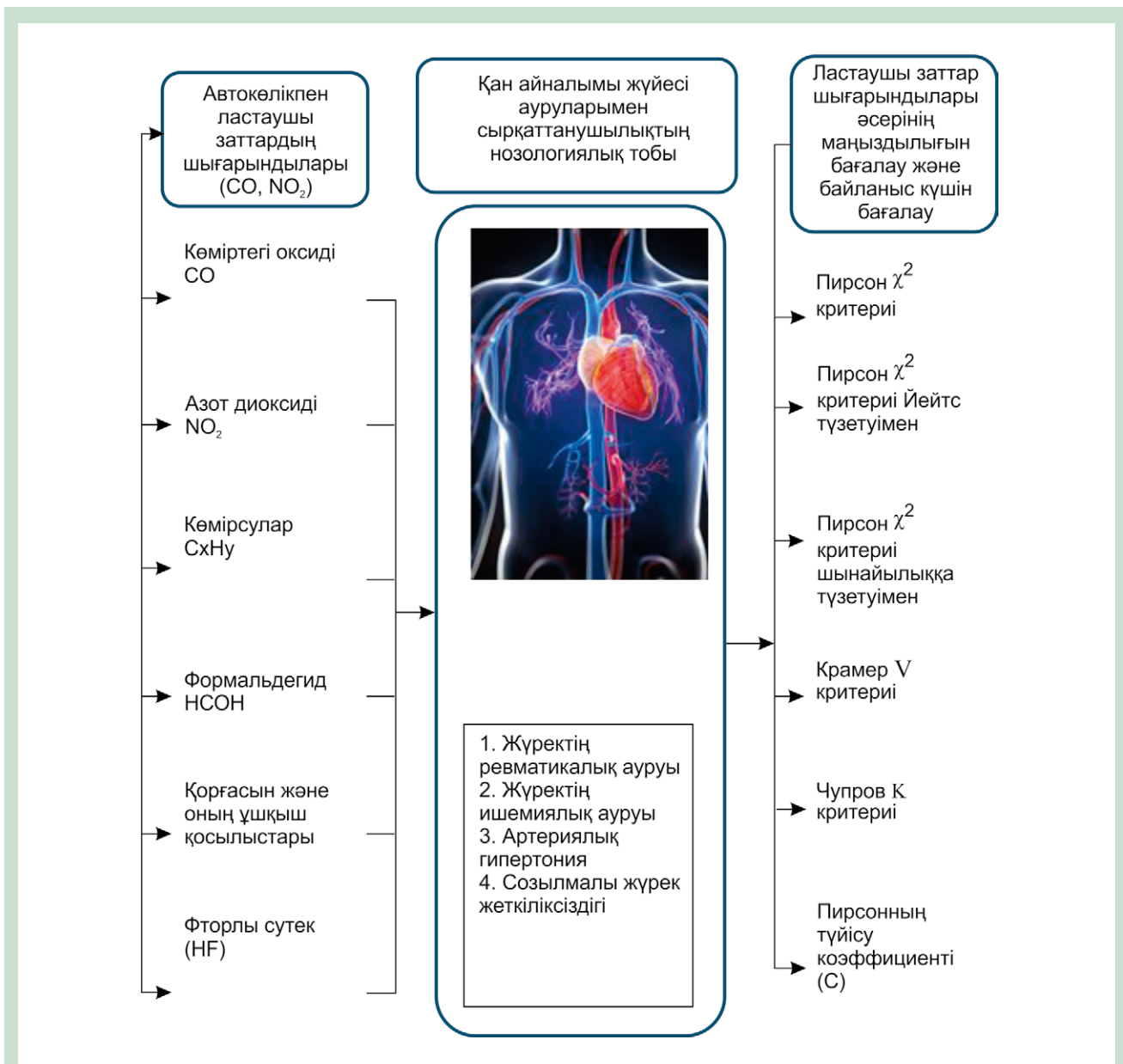
Ластаушы заттардың шығарындылары мен қан айналымы жүйесі ауруларымен тұрғындардың ауру жиілігі арасындағы байланыс күшін бағалау өлшемдері

Критерий аталуы	Критерий мәні	Байланыс күші
ϕ критеріі Крамер V критеріі Чупров K критеріі	0,206	Орташа
Пирсонның түйісу коэффициенті (C)	0,202	Орташа
Пирсон коэффициентінің (C) мөлшерленген мәні	0,285	Орташа

олар кірпікті эпителийге түседі, көтеріледі және өкпеден шығарылады. Бұл механизмдер қарапайым бөлшектер үшін жақсы жұмыс істейді және өкпеден бөлшектерді алып тастаудың тиімді тәсілін қамтамасыз етеді (егер бұған кварц немесе асбест бөлшектері сияқты қауіпті бөлшектер кедергі келтірмесе).

Шамасы, макрофагтар қатты бөлшектерді өте ірі бөлшектер сияқты тиімді алып тастай алмайды және кез келген жағдайда, бөлшектердің үлкен саны макрофагтар үшін орындалмайтын міндет болуы мүмкін.

Бұл бөлшектер өз бетінде жоғары реакциялық және жойғыш қабілеті бар тотықтырғыш заттарды түзетіні белгілі.



1-сурет – Тұрғындардың ауру жиілігіне автомобильдердің пайдаланылған газдарының ластаушы заттары шығарындыларының статистикалық маңыздылығын анықтау үшін ауа ортасының ластану процесінің моделі

Сондықтан, мұндай тотықтырғыштар пайда болатын беттің едәуір үлкен ауданы бар қатты бөлшектер макрофагтардың фагоцитарлық функциясын басуы мүмкін, бұл бөлшектер өкпенің бетінде бос болып қала береді және басқа жасушаларды зақымдайды. Сонымен қатар, көп мөлшердегі бөлшектер фагоцитозы медиаторлармен қатар, өкпеде қабыну реакцияларын бастайтын қосымша тотықтырғыш заттарды құруға итермелейді.

Қатты бөлшектердің, тотықтырғыш заттардың және макрофагтармен бөлінген медиаторлардың үйлесімі альвеол бетін төсейтін эпителийдің жақын орналасқан жасушаларын зақымдайды. Әдетте бұл эпителиалды жасушалар бөлшектер мен микробтардың олардың астында орналасқан сезімтал тіндерге енуін болдырмайтын бөгет болып табылады. Бөлшектермен, тотықтырғыштармен және медиаторлармен қабыну тудыратын түйісу кезінде эпителиалды кедергінің зақымдануы осы осал тіндерге қатты бөлшектердің енуі мүмкін. Өкпе тіндерінде бөлшектер қиратқыш тотықтырғыш заттарды түзуді жалғастыра алады және

орналасқан жасушалардың жанында медиаторлардың қалыптасуын ынталандыра алады, сондықтан зақымданулар ұзақ және ауыр болады. Бұл түрдегі зақымданулар мен қабынулар бронхит және демікпе сияқты респираторлық аурулардың дамуына мүмкіндік береді.

Адамдар мен жануарлардағы зерттеулер ауадағы жану кезіндегі түзілетін қатты бөлшектердің тыныс алу жүйесіне әсер ететінін көрсетті. АРНЕА-2 зерттеулеріне сәйкес, РМ концентрациясының 10 мкг/м³ артуы өлім қаупінің 0,6 %-ға өсуіне әкеледі. Жүрек-қан тамырлары және респираторлық аурулар жағдайында өлім қатерінің артуы көп [4].

Көптеген зерттеулерге сәйкес [4, 5] ұсақ бөлшектер, әсіресе РМ_{2,5} әсер ету кезінде денсаулыққа әсер етеді. Тек АҚШ-та осы бөлшектердің әсері, кейбір зерттеулердің қорытындысына сәйкес, жылына 10 000 адамның ерте қайтыс болуына әкеледі.

РМ_{2,5} массасы реттеу және эпидемиологиялық зерттеу мақсаты ретінде елеулі назар аударғанымен, ауаның барлық ластаушы агенттерінің массасы бойынша 98 %-дан астам газ немесе бу

тәрізді болып табылады, мысалы CO, ұшқыш көмірсутектер, NO₂, NO, O₃ және SO₂.

Озон – ластаушы агент болып табылады. Зерттеулер нәтижесі 4 сағаттың ішінде озон концентрациясының 2,6 мкг/м³-ға ұлғаюуы жүрек жиырылу жылдамдығының 11,5 %-ға төмендеуіне әкелгенін көрсетті. Адамдар бұрын жүректің ишемиялық ауруымен немесе гипертониямен зардап шеккен болса, онда озонның кері әсер жоғары болады. Озон әсерінің нәтижесінде өлім респираторлық және кардиоваскулярлық аурулардың (КВА) салдарынан туындайды, бұл ретте өлім қаупі жылдың жылы мезгілінде ұлғаяды. ANSMOG зерттеулері озон концентрациясының ұзақ мерзімді әсері кезінде 54 мкг/м³-ге өзгеруі еркектерде демікпенің екі есе туындау қаупіне әкеп соқтыратынын көрсетті [5].

Озонның әсері жұқпалы аурулардың пайда болу қаупін, жаңа туған нәрестелерде кардиоваскулярлық жүйе ақауларының дамуын, аллергия балаларда демікпе ұстамаларын, өкпе функциясының әлсіреуін және дем алатын ауаның көлемін азайтуды арттырады.

Азот диоксиді. Қазіргі уақытта дамыған елдердегі елді мекендерде азот диоксидінің құрамы шамамен 15-30 мкг/м³ құрайды, бұл ретте үлкен қалаларда азот диоксидінің концентрациясы 40 мкг/м³ асады. Қазіргі уақытта ДДҰ нормаларына сәйкес азот диоксидінің концентрациясы 40 мкг/м³ аспауы тиіс [3].

Демікпе, ОЗОА сияқты ілеспелі аурулары бар адамдарды зерттеу NO₂ концентрациясының 10 мкг/м³ артуы демікпемен емдеуге жатқызу қаупінің 2,4 %-ға және КВА байланысты емдеуге жатқызу қаупінің 1,3-2,3 %-ға ұлғаюына әкеп соқтыратынын көрсетті. Суық ауадан туындаған тыныс алу жолдарының тарылуы және астматиктердегі гистаминге бронхиялды сезімталдық тиісінше 560 және 488 мкг/м³ концентрациялардағы азот диоксидінің әсері кезінде күшейеді. Еуропаның бірнеше қалаларында жүргізілген зерттеулер нәтижесі азот диоксиді концентрациясының 50 мкг/м³ артуы өлімнің 1,3 %-ға артуына алып келгенін көрсетті.

Балаларға NO₂ әсері жұқпалы аурулардың даму қаупінің артуына әкеледі, соның ішінде азот диоксиді концентрациясының 70 мкг/м³ өсуі жарманың даму қаупінің 28 %-ға артуына әкеледі. Сондай-ақ, азот диоксидінің әсері балаларда демікпенің дамуына ықпал етуі мүмкін.

Күкірт диоксиді. Күкірт диоксидінің жылдық орташа концентрациясы 50 мкг/м³, күндізгі орташа концентрациясы – 100 мкг/м³ құрайды. Астматиктер күкірт диоксидінің әсеріне аса сезімтал болып табылады [5]. Бүгінгі күні қолжетімді деректерге сәйкес, астматиктерде өкпе функциясының өзгеруін тудыратын күкірт диоксидінің концентрациясы шамамен 1000 мкг/м³ құрайды. Зерттеу нәтижелері күкірт диоксидінің ластанған ауадағы әсері автономды жүйке жүйесіне әсер ететінін көрсетті.

Атмосферадағы ластаушы заттардың адам денсаулығына әсер ету жағдайлары 1-кестеде келтірілді.

Бірқатар зерттеулер қатты бөлшектер мен газ тәрізді ластаушы агенттердің аз мөлшері де адам денсаулығына елеулі әсерінің болуын растайды [5]. Әр түрлі ластаушылардың денсаулыққа әсер ету деңгейі мен табиғатын түсіну олардың денсаулыққа зиянды әсерін азайту үшін нормаларды дамытуда қажетті қадам болып табылады.

Автомобильдердің пайдаланылған газдарынан ластаушы заттар шығарындыларының әсерінің халықтың қан айналымы жүйесі ауруларымен (жүректің ишемиялық ауруы, артериялық гипертония, созылмалы жүрек жеткіліксіздігі, жүректің ревматикалық ауруы) ауыру жиілігіне ықпалының белгіленген статистикалық маңыздылығы және автомобильдердің пайдаланылған газдарының ластаушы заттарының шығарындылары мен халық ауруларының жиілігі арасындағы байланыс күшін бағалау критеріі зерттелді [6].

Бұл зерттеуде Шымкент қаласындағы Республика даңғылы – Аскарар көшесінің қиылысына қатысты тікелей жақын орналасқан тұрғындарда және қиылыстың 150 метрлік аймағында тұратын тұрғындарда қанайналым жүйесі (жүректің ишемиялық ауруы, артериялық гипертония, созылмалы жүрек жеткіліксіздігі, жүректің ревматикалық ауруы) аурулары жағдайларының жиілігіне көміртегі оксиді және азот оксиді шығарындыларының әсерінің статикалық маңыздылығы анықталды. Аурушандықты талдау қаланың орталық емханасымен қызмет көрсетілетін аумақта тұратын халықтың саны бойынша деректер негізінде орындалды. Ол үшін тәуекелдер факторы (ластаушы заттардың шығарылымы) болуына байланысты қан айналымы жүйесінің ауруларының жиіленуі туралы мәліметтерді қолданамыз (2-кесте).

2-кестені талдай отырып, тәуекелдер факторының байланысты қанайналым жүйесі ауруларының жиілігі туралы мәліметтерден тұратын Пирсон χ^2 критеріін қолданамыз.

Келесі теңдеу бойынша Пирсон критеріінің χ^2 мәнін анықтаймыз:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

мұндағы i – қатар номері (1-ден r -ге дейін), j – баған номері (1-ден c -ге дейін); O_{ij} – ұяшығындағы бақылаулардың нақты саны; E_{ij} – ұяшығындағы бақылаулардың күтілетін саны.

Алынған нәтижелер 3, 4-кестелерде келтірілді.

Алынған деректер бойынша халықтың қан айналымы жүйесі ауруларымен сырқаттану жиілігінің автомобильдердің ластаушы заттарының шығарындыларына тәуелділігі статистикалық тұрғыдан маңызды екендігін атап өту керек.

Тұрғындардың ауру жиілігіне автомобильдердің пайдаланылған газдарының ластаушы заттары шығарындыларының статистикалық маңыздылығын анықтау үшін ауа ортасының ластану процесінің моделі жасалды (1-сурет).

Сонымен, тұрғындардың қан айналымы жүйесі ауруларымен ауыру жиілігіне автомобильдердің пайдаланылған газдарының ластаушы заттар шығарындыларының әсер етуінің статистикалық маңыздылығы анықталып, ауа ортасының ластану процесінің моделі дайындалды. Автомобильдердің пайдаланылған газдарының ластаушы заттарының шығарындылары мен қан айналымы жүйесі ауруларымен халықтың ауру жиілігі арасындағы байланыс күшін бағалау критеріі анықталды.

Әдебиеттер

- 1 Ветешкин А. Г. Теоретические основы защиты окружающей среды – М.: Высшая школа, 2013 – 400 с.
- 2 Chapman J. L., Reiss M. J. Ecology // Cambridge University Press; 2nd Edition, 2009 – 336 p.
- 3 Говорушко С. М. Взаимодействие человека с окружающей средой – М.: Академический Проект, Константа, 2013 – 720 с.
- 4 Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: Results from APHEA 2 project – URL: https://www.researchgate.net/publication/11622713_Acute_effects_of_particulate_air_pollution_on_respiratory_admissions_Results_from_APHEA_2_project (қаралған күні: 24.08.2020).
- 5 Риски для здоровья от загрязнения воздуха в Европе – проект HRAPIE / Рекомендации по использованию функции «концентрация – эффект» в отношении твердых частиц, озона и диоксида азота для анализа затрат и выгод – URL: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/271943/Health-risks-of-air-pollution-in-Europe-HRAPIE-project_rus.pdf?ua=1 (дата обращения: 28.08.2020).
- 6 Бондаренко П. С., Кацко И. А., Ворокова Н. Х., Соловьева Т. В., Стеганцова Е. Д., Чернобыльская Т. Ю. Теория вероятностей и математическая статистика. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 94 с.

ҚАЗАҚСТАН ШАХТАСЫНЫҢ ӨНДІРУ УЧАСКЕСІНІҢ D_6 КӨМІР ҚАБАТЫНЫҢ МЕТАН МОЛДЫҒЫНЫҢ ӨЗГЕРУ ДИНАМИКАСЫ

• Проведен анализ гранулометрического состава углей верхнего и нижнего слоев пласта D_6 . Установлено, что волнообразные изменения метанообильности выемочного участка связаны с периодичностью процесса смещений. Предложена модель массива горных пород в виде совокупности геомеханических слоев. Показано, что тела отторжения кровли выработки имеют форму смещения в виде параболоидов. Установлен доминирующий слой в развитии процессов в приконтурном массиве. Определены параметры внешнего свода. Динамика газовыделения из подрабатываемого массива разделена на стадии совпадающие с осадкой основной кровли и формированием сводов.

• D_6 қабатының жоғарғы және төменгі қабаттары көмірінің гранулометриялық құрамына талдау жасалды. Қазып алу учаскесінің метан молдығының толқын тәрізді өзгерістері жылжу процесінің жиілігімен байланысты екендігі анықталды. Геомеханикалық қабаттардың жиынтығы түрінде тау жыныстары массивінің моделі ұсынылған. Қазба шатырынан бас тарту денелері параболоидтар түрінде жылжу формасына ие екендігі көрсетілген. Сыртқы күмбез параметрлері анықталған. Қосымша қазылған массивтен газдың шығу динамикасы негізгі шатырдың шөгугіне және күмбездердің пайда болуына сәйкес келетін кезеңдерге бөлінеді

• The analysis of the granulometric composition of the coals of the upper and lower layers of the D_6 seam was carried out. It was found that the wavelike changes in the methane content of the extraction area are associated with the frequency of the displacement process. A model of the rock mass is proposed in the form of a set of geomechanical layers. It is shown that the bodies of rejection of the mine roof have the form of displacement in the form of paraboloids. The dominant layer in the development of processes has been established in the near-contour massif. So the parameters of the outer vault are determined. The dynamics of gas release from the undermined massif is divided into stages coinciding with the settlement of the main roof and the formation of arches.

D_6 қабаты беттен 320 м тереңдіктен ерекше қауіпті деп жіктеледі. Бұл ең қуатты 4,82 бастап 6,48 м дейін және Тентек ауданындағы тұрақты қабат, орташа қуаты 5,65 м. Шахта алқабының жекелеген учаскелеріндегі қабат қуатының өзгеруі айтарлықтай (2,5-3 м). Қабаттың құрамында 0,01-0,05 м қуаты бар 8-9 тау жыныс қабатшалары бар (1-сурет). Ауыспалы қуаты (0,01-0,4 м) және айқын линза тәрізді төсемі бар ең тұрақты екі қабатша. Олар тау жыныстарының айырмашылығынан тұрады – күлді көмірден бастап күмбеске дейін, сазтас басым.

Зерттеулер [3, 4] қазып алу учаскесінің метан молдығының толқын тәрізді өзгерістері (2-сурет) ұзақ тазарту кенжарының жылжуы кезінде тау жыныстарының жартылай өңделген массивінің қозғалу процесінің жиілігімен байланысты екенін көрсетті.

Сонымен қатар, оның параметрлері көмір-газ массивінің қабатты өңдеуге реакциясын көрсетеді және толық қозғалыс

контурларына сәйкес келеді, ал қазып алу учаскесінің метан молдығының динамикасы тау жыныстарының массивіндегі геомеханикалық процестердің сызықтық еместігіне байланысты. Осы ережелердің негізінде ұзын тіректермен көмір қабаттарының жерасты дамуы кезінде тау жыныстары массивіндегі процестердің жартылай эмпирикалық моделі негізделген және дамыған [3].

Негізгі бөлім

Шатырды толық құлаумен басқару кезінде үш аймақ бөлінеді: қирау, жарықшақтар және іркіліссіз майысу [5]. Алғашқы екі аймақ толық қозғалыс аймағын құрайды. Бірқалыпты жылжудың жарықшақтар аймағының қазбадан жоғары таралу биіктігіне анықтаушы әсері құлау аймағына ие – бұл аймақ, оның шегінде қазылған кеңістік жағына бүгіліп, тікелей шатыр жыныстарының қабаттары жоғары

1 кесте

322Д₆-13 өндіру учаскесінің мысалында өңделетін массивтегі метан шығару көздерін қосу реттілігі

Құрылымдық иерархия деңгейі	Күмбез параметрлері, м		МК L _{мх} . шығатын қалдық, м	Метан бөлу көздері	Долинка кен қабаттарының стратиграфиялық қимасы	Қабат индексі (қабат қуаты, м)
	табанның созылымдығы	биіктік				
0	0-10,81	7,7	10,8	т/қ. Д ₆ + в.м. п.		D ₁₁ (h ~ 0,8 м)
(0 + 0) → 1	0-21,62	15,4	21,6	т/қ. Д ₆ + в.м. п.		D ₁₀ (h ~ 1 м)
(1 + 1) → 2	0-43,25	30,9	43,3	т/қ. Д ₆ + в.м. п. + Д7		D ₉ (h ~ 1 м)
(2 + 2) → 3	0-86,5	61,8	86,5	т/қ. Д ₆ + в.м. п. + Д7 + Д8		D ₈ (h ~ 0,4 м)
(3 + 3) → 4	0-173	123,5	173	т/қ. Д ₆ + в.м. п. + Д7 + Д8		D ₇ (h ~ 1,4 м)
(4 + 4) → 5	0-353,5	252,4	353,5	т/қ. Д ₆ + в.м. п. + (Д7-Д11) + Д5		D ₆ (h ~ 5 м)
(5 + 5) → 6	0-707	504,8	707	т/қ. Д ₆ + в.м. п. + (Д7-Т3) + (Д5-Д1)		D ₅ (h ~ 1,2 м)
<p>Мұнда 0 – сындарлы күмбез; 1-4 – негізгі шатырдың бастапқы құлауымен байланысты күмбездер; 5 – басым түсетін күмбездер; 6 – сыртқы күмбез; т/қ – Д₆ қабатының төменгі қабаты; жн.тж – жанасқан тау жыныстары; Д₁-Д₁₁ – Долинка кен қабаттарының көмір қабаттары; Т₃ – Тентек кен қабаттарының көмір қыртысы</p>						D ₄ (h ~ 0,8 м)
Шартты белгілер:						D ₃ (h ~ 1,1 м)
						D ₂ (h ~ 0,5 м)
						D ₁ (h ~ 1,2 м)

2-кесте

Қазып алынған бағаналарды өңдеу кезінде жоғары метанды бөлу орындарын байланыстыру

	Монтаждау камерасынан түскен қалдық, м					
	$L_1 = 2^{-2} \cdot l_{оч}$	$L_2 = 2^{-1} \cdot l_{оч}$	$L_3 = 2^{0,5} l_{оч}$	$L_4 = 2L_3$	$L_5 = L_3 + L_4$	$L_1 = 2L_4$
	негізгі шатырдың бастапқы құлауы		басым күмбез	сыртқы күмбез		
Өндіру учаскесі 322Д ₆ -13 (1-сурет)						
Есептік	43,25	86,5	353,5	707	1060,6	1414
Нақты	39	98	366	707	1076	–
Қате, м	+4,25	-11,5	+12,5	0	+15,4	–
Өндіру учаскесі 312Д ₆ -13 (2-сурет)						
Есептік	55	110	311,1	707	1060,6	1414
Нақты	62	95	327	711	–	–
Қате, м	-7	-5	+15,9	+5	–	–
Өндіру учаскесі 332Д ₆ -13						
Болжамды	54	108	305,4	710,8	1016,2	–

жатқан қабаттардан бөлініп, қазбаның топырағына өзара байланыссыз блоктар түрінде құлайды.

Бұл аймақтың биіктігі тазаланған қазындының ауданына, тікелей шатыр тау жыныстары қабаттарының қуатына және олардың беріктік сипаттамаларына байланысты [5, 6].

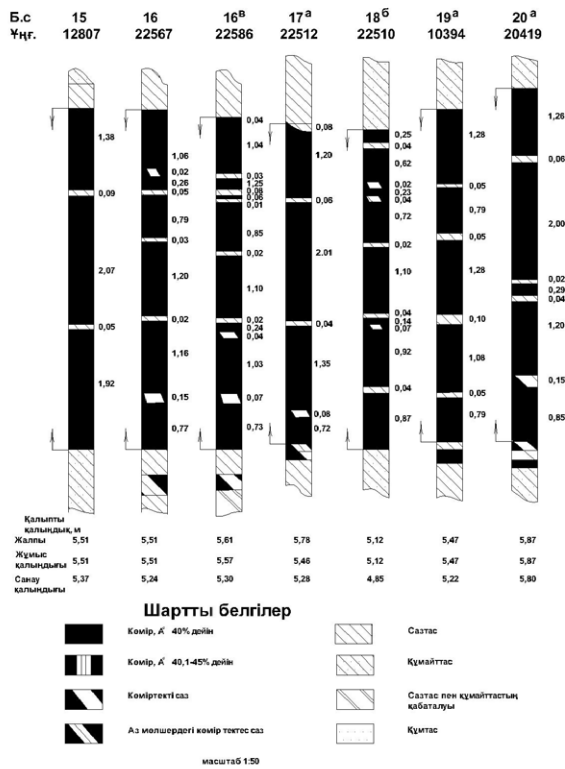
Дб қабаты сазтас, алевролит және құмдақ арасында жатады. Жеке қабаттардың қуаты әр түрлі болады – 0,1-0,2 бастап 40-50 м дейін.

Қабат шатырында негізінен қуаты 3-4 м дейінгі сазтас жатыр, әдетте түбінде көмірлі сазтас бар. Едәуір учаскелерде қабат алевролит және құмтаспен жабылған. Кейбір учаскелерді, қабаттың тікелей шатырындағы сазтастың қуаты 1 м

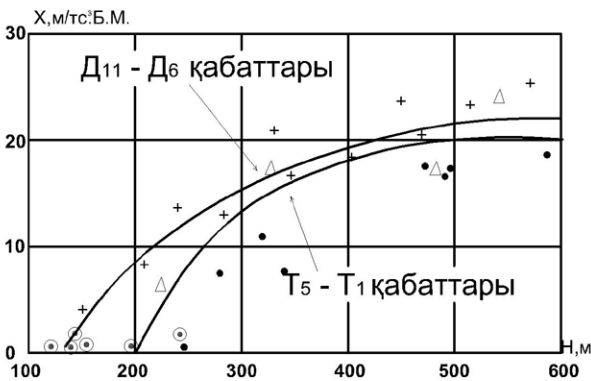
аспайды. Мұндай жерлерде жалған шатырдың пайда болуы мүмкін.

Негізгі шатыры – алевролит (40 м дейін) және құмтас (32 м дейін). Бұл тау жыныстарының қалыңдығы біркелкі немесе аз, айтарлықтай қуатпен және жоғары беріктік қасиеттерімен сипатталады, бұл айтарлықтай аймақта шатырды өңдегеннен кейін ғана тау жыныстарының құлауына әкеледі.

Сол немесе өзге қабаттың тікелей шатырының шамасын анықтау кезінде көмірдің алынатын қуатына байланысты бір реттік опырылу тау жыныстарының қуаты ескеріледі. Егер көмір қабатына тікелей жататын сазтас пен алевролиттің қабаты тау жыныстардың бір реттік құлау шамасынан аз



1-сурет – Д₆ қабатының құрылымы

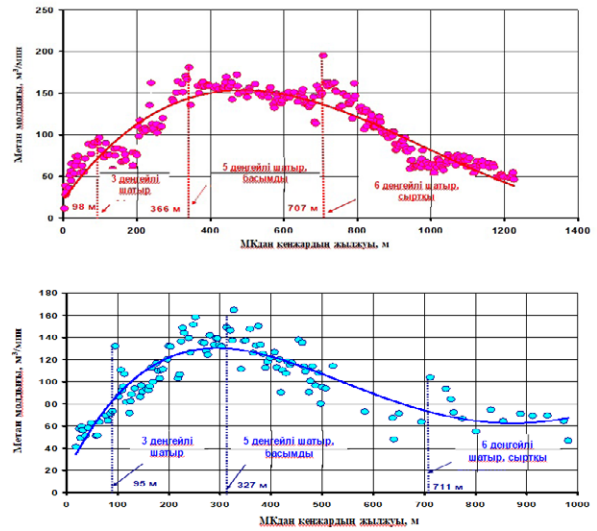


3-сурет – Қазақстан шахтасы алаңының көмір қабаттарының (Тентек кен қабаты, Долинка кен қабаты) метан төзімділігінің өзгеру кестесі

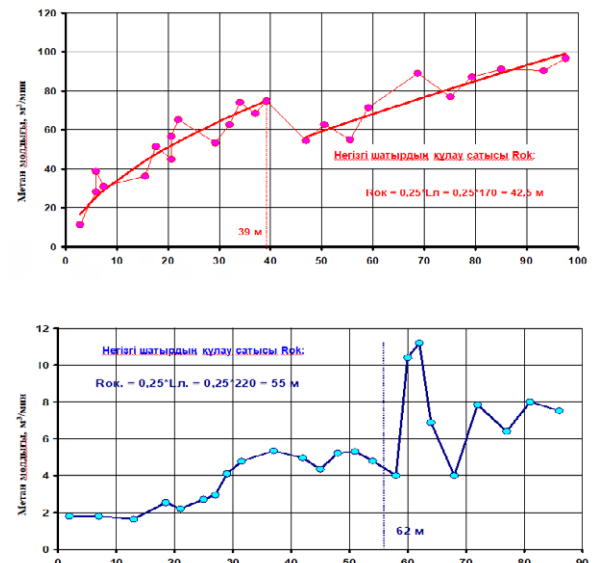
жалпы қуатқа ие болса, онда құмтастың негізгі төбесінде алевролит тікелей шатырға қосылады. Сазтас пен алевролит қабаттарының қуаты бір реттік құлау мөлшерінен едәуір асып кетсе, алевролит негізгі шатырға жатады.

Сазтастың жалған тікелей шатыры кең таралған. Орташа тұрақтылықтың алевролитті шатыры үлкен аумақты қамтымайды, құмтас шатыры өте сирек кездеседі.

Д₆ қабаты сәл суланған, бірақ топырақтың көтерілуіне жеткілікті. Резервуардың топырағы әлсіз сазтастармен, алевролиттермен және қиын бұзылатын құмтастармен ұсынылған,



2-сурет – «Қазақстан» шахтасында 322Д₆-1з (а), 312Д₆-1з (ә) өндіру учаскелерінің абсолюттік метан молдылығы



4-сурет – Негізгі шатырды алғашқы отырғызу кезінде лаваның абсолютті метан молдылығының өзгеруі 322 Д₆-1з (а), 312Д₆-1з (ә)

соңғылары барлық жерде кездеспейді. Қабаттың топырағы әлсіз сазтастармен, алевролиттердің орташа төзімділігімен және қиын құлайтын құмтастармен ұсынылған, соңғылары барлық жерде кездеспейді. Негізгі өзара әрекеттесудің жалғыз жіктелуі бойынша [5, 6] негізгі шатырдың тау жыныстары тіректермен өзара әрекеттесуге қатысады, бірақ қиын құлайтын болып табылмайды.

Алғашқы екі аймақ – құлау аймағы мен жарықтар аймағы тау жыныстар массивінің қозғалу процесінің бұрыштық параметрлеріне сәйкес құрылған толық қозғалыс аймағын

құрайды: максималды созылу бұрыштары $\delta_p = 80^\circ$ және қысу $\delta_{сж} = 70^\circ$, толық қозғалыс $\psi = 55^\circ$, шекаралық көмір $\delta_0 = 60^\circ$ [7].

Зерттеу нәтижелерін талқылау

Модельге сәйкес тау – кен блогының шегіндегі тау жыныстарының массиві қаралады, оның геометриясы мынадай болып қабылданады: блоктың көлденең жазықтықтағы қимасы қаралып отырған қазып алу учаскесінің контурына сәйкес келеді; блоктың жоғарғы (жартылай өңделетін) бөлігі – эзірленетін қат-қабаттан күндізгі бетке дейін; төменгі бөлігі – эзірленетін қат-қабаттан жүк түсіру аймағының шекарасына дейін.

Бұл блокта тау жыныстарының массиві тазарту кенжарының қозғалысы кезінде пайда болатын геомеханикалық қабаттардың жиынтығы түрінде ұсынылған. Сыртқы жағдайлардың техногендік өзгеруімен массив тау жынысының тиісті массаларынан бас тартудың көлемді беттерін қалыптастыру арқылы өзінің энергетикалық әлеуетін төмендетеді (серпимді энергияны сату). Бас тарту денелері параболоид түрінде қозғалмалы күмбез түрінде болады. Денелердің бұл түрінің пайда болуы бір осьті түсіру кезінде жаңа бетті құру үшін ең аз энергия шығыны принципіне сәйкес келеді. Параболоидты күмбездердің биіктігі құрылымдық иерархияның әртүрлі деңгейлерінің геомеханикалық қабаттарының қуатына тең және өндірілген қабаттың тереңдігіне байланысты. Қабат жазықтығындағы күмбез – параболоидтардың негіздері тазарту кенжарының ұзындығына еселі.

Массивтің контурлық аймағында процестердің дамуында басым болып $h_d = 0,5l_d \cdot tg\psi$ (ψ – сырғу бұрышы) қуаты бар қабат табылады. Оған табан диаметрі $l_d = l_{oc} \cdot 2^{0,5}$ басым күмбез сәйкес келеді, мұндағы l_{oc} – тазарту кенжарының ұзындығы. Кейіннен ығысқан күмбездер басым күмбездердің параметрлерін 2і бөлу арқылы табылады, мұндағы i – ығысу күмбездерінің дәрежесі. Тау жыныстарының үстіңгі қабаттарына шығатын сыртқы күмбездің параметрлері негізгі күмбез параметрлерінің мәндерін 2-ге көбейту арқылы анықталады (1-кесте).

3-суретте Тентек (T_5-T_1) және Долинка кен қабаттарындағы ($D_{11}-D_6$) көмір қабаттарының метан төзімділігінің өзгеру графигі (3-сурет) көрсетілген.

Жалпы алғанда, қабаттар жатысы тереңдігінің артуымен олардың орташа метан төзімділігі 600-700 М 20-23 м³/т тереңдікте артады, ал Долинка кен қабаттары қаттарының метан төзімділігі барлық тереңдік диапазонындағы Тентек кен қабаттарымен салыстырғанда 1,5-1,8 м³ тұрақты жоғары. Жанасқан тау жыныстарының газ құрамы тереңдікке байланысты өзгермейді және 2-3 м³/т шегінде ауытқиды.

Ұзын тазарту кенжарларын (L лавасы ≥ 180 м) және қазып алу бағанының ұзындығын шамамен 1 км өңдеу кезінде жартылай өңделген массивтен газ шығару динамикасын кезендерге бөлуге болады.

Біріншісі жарма пештен шығатын тазарту кенжарының қалдығымен, көмір өндірудің артуымен және көздерден газды кейіннен десорбциялай отырып, тау жыныстарының жылжу процестерін дамытумен байланысты. Бірінші кезең негізгі шатырдың бастапқы (бірінші деңгей күмбездерін иерархия бойынша екінші деңгей күмбездің қалыптастыра отырып біріктіруді аяқтау) жауын-шашынының әсерінен газдың алғашқы абсолютті максимумына жетумен аяқталады (4-сурет).

Екінші кезең көмірдің тұрақты өндірілуімен сипатталады, ал газдың шығуы метанның көздерден десорбция процесіне жаңа көлемдердің тартылуымен байланысты. 3 деңгейдің қалыптасуымен 2 деңгейдегі күмбездердің қалыптасуы мен

интеграциясы. Бұл кезде абсолютті газдың екінші максимумы байқалады (2-сурет).

Үшінші кезең негізгі күмбездің қалыптасу кезеңіне сәйкес келеді және абсолюттік газ молдығының үшінші максимумына жетеді, бұл шамасы бойынша ең үлкен болып табылады.

Төртінші кезең 5-деңгейдегі екінші күмбездің қалыптасуымен, оның бұрын қалыптасқан сол деңгейдегі күмбезбен интеграциялануымен және иерархияның 6-деңгейлі күмбездің, біздің жағдайда, сыртқы күмбезбен осы біріктіру нәтижесінде қалыптасуымен сипатталады. Абсолютті газ молдығы алдыңғы күмбездің қалыптасу кезеңіне қарағанда төмен.

Өнімді қабатты одан әрі өңдеу кезінде қазып алынған бағанның ұзындығына байланысты иерархияның 5-ші және 6-шы деңгейінің келесі күмбездерін қалыптастыру кезінде өндірілген кеңістіктен метан бөлінуінің айтарлықтай жоғарылауы байқалуы мүмкін (2-кесте).

Қорытынды

Ұзын тазарту кенжарының қозғалысы кезінде өндіруші учаскенің метан молдығының өзгеру сипаты толқын тәрізді, бұл тау жыныстарының ішкі массивінің қозғалу процесінің жиілігіне байланысты. Бұл өңделген тау жыныстарының массиві тазарту кенжарының қозғалысы кезінде пайда болатын геомеханикалық қабаттардың күмбезі болуына байланысты.

Қабылдамау денелері параболоидтар түрінде жылжу күмбездері түрінде болады, бұл бір осьті геостатикалық жүктеме кезінде жаңа бетті құруға ең аз энергия жұмсау принципіне сәйкес келеді.

Массивтің контурға жақын аймағында процестердің дамуында басым қабаттың қуаты, сондай-ақ кірістірілген қозғалыс күмбездерінің қалыптасу заңдылығы анықталды.

Қазып алынған бағанның үлкен ұзындығымен ұзын тазарту кенжарларын өңдеу кезінде өңделген массивтен газ шығару динамикасы анықталды. 332Д₆-13 қазып алу учаскесінің қазылған кеңістігінен метан бөлінуінің елеулі жоғарылауы 54 м, 108 м, 305 м, 711 м және 1016 м лава қозғалысында байқалады. Бұл негізгі шатырдың бастапқы шөгуге және иерархияның 3-ші, 5-ші және 6-шы деңгейлерінің жылжу күмбездерінің пайда болуына байланысты.

Әдебиет

- 1 Газовые условия в угольных шахтах Арселор Миттал в Казахстане с отдельной ссылкой на пласт Д6 на шахте им. В. И. Ленина: отчет компании Sigra PTY LTD Australia – Регистрационный № 183 – 2009 – 72 с.
- 2 Бирнюков Ю. М. О механизме формирования, протекания и классификации газодинамического явления // Безопасность труда в промышленности – 2012. № 11 – С. 32-39.
- 3 Шинкевич М. В. Взаимосвязи основных особенностей процессов разгрузки и сдвига вращающихся пород с динамикой выделения метана из разрабатываемого пласта при его обработке длинными выемочными столбами // Вестник КузГТУ – 2006. № 6.2. – С. 17-19.
- 4 Полевщиков Г. Я. Влияние процессов разгрузки и сдвига вращающихся пород на выделение метана из разрабатываемого пласта // Горный информационно-аналитический бюллетень – 2008. № 2 – С. 139-142.
- 5 Технологический регламент по проектированию вентиляции угольных шахт. АО «АрселорМиттал Темиртау» – Караганда, 2011 – 281 с.
- 6 Василенко Т. А. и др. Влияние горно-геологических и структурных факторов на содержание метана в угольных пластах / Сборник научных трудов – УкрДГРИ – 2015 – № 1 – С. 46-54.
- 7 Клишин В. И. Применение карагандинского поинтервального гидро-разрыва угольного пласта для интенсификации пластовой дегазации. разработки и использования минеральных ресурсов – Новосибирск: Наука, 2016 – № 2. – С. 33-39.

ХАРАКТЕРИСТИКА РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КАРАГАЙЛЫ»

• Генетические признаки, формирование в основном стратиформного оруденения, геодинамическая обстановка, характер и интенсивности вторичных изменений, а также интенсивное проявление магматических комплексов свидетельствуют о том, что месторождение относится к Атасуйскому типу. С системой тектонических разломов (меридиональный, северо-восточный и северо-западный) связана магматическая деятельность интрузий, которыми прорваны фаменские вулканогенно-осадочные отложения. С интрузиями связаны интенсивные проявления динамометаморфизма, наложившие влияние на рудообразованные текстуру и структуру стратиформных рудных тел. Приведена характеристика различных типов руд и их принадлежность к главным участкам, сформированным тектонической деятельностью.

• Генетикалық белгілері негізінен стратиформалық кенденудің қалыптасуы, геодинамикалық жағдай, екінші өзгерістің сипаты мен қарқындылығы, сондай-ақ магмалық кешендердің қарқынды пайда болуы кен орны Атасу түріне жататынын дәлелдейді. Тектоникалық сынықтар жүйесімен (меридионалды, солтүстік-шығыс және солтүстік-батыс) фамендік вулканогенді-шөгінді шөгінділер бұзылған интрузиялардың магмалық қызметі байланысты. Стратиформды кен денелерінің құрылымы мен құрылымын кен түзуге әсер еткен динамометаморфизмнің қарқынды көріністері интрузиямен байланысты. Кендердің әртүрлі түрлерінің сипаттамасы және олардың тектоникалық қызметпен қалыптасқан басты аумақтарға қатыстылығы келтірілген.

• Genetic features the formation of mainly stratiform mineralization, geodynamic conditions, the nature and intensity of secondary changes, as well as the intensive manifestation of magmatic complexes indicate that the Deposit belongs to the Atasu type. The system of tectonic faults (meridional, North-Eastern and North-Western) is associated with the magmatic activity of intrusions that broke through the famenian volcanic-sedimentary deposits. Intensive manifestations of dynamometamorphism are associated with intrusions, which influence the texture and structure of stratiform ore bodies on ore formation. The characteristics of various types of ores and their belonging to the main sites formed by tectonic activity are given.

Рудное поле барит-полиметаллического месторождения «Карагайлы» находится на восточном продолжении Успенской тектоно-магматической активизации (ТМА), в пределах северного крыла Атабай-Адельской синклиналиной структуры, и сложено вулканогенно-осадочными породами фаменского возраста [1]. Здесь незначительно распространены терригенные отложения живет-франа и вулканогенные образования верхов каркаралинской свиты (нижний карбон) [2].

Месторождение известно с конца XIX века, в 1950-1951 годы оценено Е. А. Немовым и В. Н. Ивановым как промышленное. Разрабатывается с 1952 года. Доразведывалось В. Ф. Хаустовым, Г. Р. Бекжановым, А. Ф. Лягоменко, С. Х. Хамзой и другими [3].

Месторождение является метаморфизованным аналогом месторождений Жайремской группы, приурочено к контактово-метаморфизованным рифтогенным кремнисто-кар-

бонатно-терригенным отложениям фамена, слагающим Карагайлинскую синклинали. Имеет северо-западное простирание и крутое падение крыльев (под углом 65-75°) [3]. Намечается ее общее погружение в юго-восточном направлении. Синклинали осложнена складками более высоких порядков вплоть до микроплочатости. Интенсивная микроплочатость наблюдается вблизи рудных тел в полосчатых кремнисто-баритовых и джеспилитовых породах. За пределами рудных зон она затухает. Распространены дизъюнктивные нарушения трех систем (в возрастной последовательности): северо-западные (дайки нижнекарбонного возраста), меридиональные (дайки топарского и кокдомбакского комплексов) и северо-восточные дайки (кокдомбакского комплекса). Разрывы северо-западного направления типа межпластовых подвижек четко выражены на границе разнородных пород. Они залечены продуктами гидротермального процесса. Меридиональные разломы обычно малоамплитудны, выполнены дайками и кварцевыми жилами, крупным Северо-Восточным (главным) разломом, круто падающим к юго-востоку. Карагайлинская синклинали разбита на два блока – Северный и Южный. Им же смещены также разломы северо-западного и меридионального направления (рис. 1). С этим нарушением связана зона дробления мощностью до 20 метров, в которой обломки сцементированы жильным кварцем, с редкими обломками осадочных пород, диабазовых порфиритов, гранитов и барит-полиметаллических руд [1-3].

Магматические образования расчленены на ряд комплексов. Нижнекарбонные штокообразные тела диабазовых и пироксен-полевошпатовых порфиритов, а также дайки габбро и габбро-диабазов, которые прорывают осадочно-вулканогенные породы фаменского яруса и считаются комагматичными с эффузивами каркаралинской свиты.

Возраст Топарского интрузива среднезернистых биотит-роговообманковых гранодиоритов и дайков диоритовых порфиритов составляет 334 ± 15 миллионов лет (Р. Н. Соболев и др.). Они прорваны гранитами кокдомбакского комплекса и перекрыты эффузивами архарлинской свиты. Кокдомбакские граниты слагают крупный Каркаралинский массив.

Дайковая серия этого комплекса представлена гранит-порфирами, андезитовыми и диабазовыми порфиритами. По данным Г. Д. Афанасьева и др. абсолютный возраст комплекса составляет 307 ± 15 миллионов лет (верхний карбон). Граниты прорывают отложения кергетасской свиты, в архарлинской свите найдены обломки гранитов, аналогичных кокдомбакским. Е. Ф. Бурштейном, А. Б. Веймарном (1968) выделен жаксытагалинский дайковый комплекс, который представлен собой жильной серией кокдомбакских гранитов [4, 5].

В основании фаменских отложений залегает терригенная толща, состоящая из двух горизонтов (снизу вверх): мелкогалечных конгломератов и полимиктовых песчаников [4]. С постепенным переходом на нее налегает толща глинисто-кремнистых пород, представленных в нижней части чередованием полимиктовых песчаников и кремнисто-глинистых сланцев, в верхней – породами существенно кремнисто-глинистого и алевролитового состава с прослоями и линзами известняков и туфогенных пород. Общая мощность отложений фамена – около 1700 метров [4].

Породы фамена при внедрении интрузий интенсивно преобразованы (Янулова, 1962). По кремнистым сланцам сформировались роговики, преимущественно кварц-полевошпатового состава с полосчатой и пятнистой текстурами, менее распространены кварц-кордиеритовые, кварц-диопсидовые, кварц-магнетит-биотитовые и другие разновидности. Скарны и скарноиды развивались практически по всем породам, но наиболее интенсивному скарнированию подверглись карбонатные отло-

жения. Самыми ранними и высокотемпературными являются скопления везувиана. Далее следуют пироксеновые, гранатовые и волластонитовые скарны. При гидротермально-метасоматических преобразованиях возникли серицит-кварцевые и кварцевые метасоматиты, распространенные на глубоких горизонтах и висячем боку рудной зоны Главного участка. С завершением гидротермального процесса связаны локальная кальцитизация, хлоритизация, калишпатизация и цеолитизация пород.

Оруденение локализовано в верхней толще фамена в крыльях Карагайлинской синклинали и сосредоточено на трех рудных участках: Главном (Большая и Малая линзы) в восточном крыле складки, Дальнем и Южном – в западном. Еще три участка (Мариинский, Максимовский и Северный) находятся в доразведке [1-4].

Большая и Малая линзы – это две части одной линзовидно-пластообразной залежи, согласной с вмещающими породами и разобщенной Главным разломом. Залежь имеет сложное строение в результате перемежаемости кварц-барит-сульфидных руд с минерализованными роговиками, сланцами и скарноидами. Переходы между ними постепенные. Кварц-барит-сульфидные руды представляют мелко- и среднезернистые массы барита и мелкозернистого кварца с послойной или распыленной вкрапленностью рудных минералов. Среди них преобладают галенит и сфалерит при подчиненной роли пирита и халькопирита. Часто встречаются небольшие тела крупно- и среднезернистых баритов с гнездами и вкраплениями галенита и сфалерита. В баритсодержащих породах и роговиках руды также галенит-сфалеритовые прожилково-вкрапленные. В кремнистых сланцах присутствуют прослои, обогащенные сфалеритом. В низах рудной зоны расположены джеспилитовидные породы с магнетитом. В скарнах и скарноидах Главного участка развита только бедная минерализация (борнит, халькопирит, галенит, сфалерит, магнетит). На глубоких горизонтах Большой линзы кварц-барит-сульфидные руды сменяются кварцевыми метасоматитами с прожилками и вкраплениями халькопирита [2-4].

На Дальнем и Южном участках оруденение локализовано в маломощных согласных линзовидных телах скарнов и кварц-баритовых пород. В первых оно имеет гнездовый характер; кроме галенита, сфалерита, халькопирита присутствуют висмутовые минералы. Встречаются также мелкие гнезда и линзы магнетита и гематита. В баритовых телах и кварц-баритовых породах сульфиды, главным образом галенит и сфалерит, образуют прожилки и вкрапления; в кремнисто-глинистых сланцах развито послойное сфалеритовое оруденение. На Дальнем участке значительно шире распространены джеспилитовые породы [1-4].

Интрузивные тела и дайки нижнекарбонного комплекса в рудных зонах на Южном участке интенсивно изменены, а иногда нацело замещены агрегатами хлорита, эпидота, гранатов, кальцита и др. Они постоянно несут вкрапленность и прожилки пирита, сфалерита, галенита и барита; концентрации свинца и цинка в них достигают промышленных значений. Содержания серебра в галените по микроспектральным анализам такие же, как в тонкозернистых барит-полиметаллических рудах. Дайка порфирита прорывает кварц-барит-сульфидную руду под острым углом к слоистости, образует в ней заливообразные выступы, секущие слоистость под прямым углом. Вокруг выступов руда брекчирована, а сульфиды в виде вкраплений развиты как в обломках, так и в цементе брекчий. Таким образом, нижнекарбонный комплекс является пострудным, а наличие сульфидов внутри дайковых и интрузивных пород обязано, вероятно, процессам контаминации [2, 6, 7].

Таблица 1

Сравнительная характеристика различных типов руд месторождения «Карагайлы» (по данным Г. Н. Еникеевой, 1969; М. К. Януловой, 1962; А. А. Куденко и др., 1954 г.; А. Ф. Лягоменко и др., 1962 г.; Ю. С. Парилова, 1969 г.) [4]

Руда, участок	Породы, вмещающие оруденение	Морфология рудных образований	Морфология рудных тел	Минеральный состав		Текстура и структура руд
				рудные минералы	нерудные минералы	
Барит-полиметаллическая Главный	Тонкозернистые кварц-баритовые	Послойные вкрапления, редко секущие прожилки	Протяженные линзовидные, согласные с вмещающими породами	Галенит, сфалерит, пирит, халькопирит (пирротин, магнетит)	Барит, кварц (серицит, альбит, цеолиты, хлорит, эпидот, кальцит, флюорит)	Тонкополосчатые и полосчатые; тонкозернистые
Медная в кварцевых метасоматитах Главный	Микрокварциты	Неравномерная вкрапленность и прожилки, образующие штокверковые зоны	Секущие неправильной формы	Халькопирит, кобальт-пирит (пирротин, пирит, минералы кобальта, молибденит, кубанит)	Кварц – 90-95 % (барит, серицит, хлорит, олигоклаз, кальцит, эпидот, цеолиты и др.)	Прожилково-вкрапленные, редко гнездовые; мелко- и среднезернистые
Железная (джерспилитовидные породы) Главный и Дальний	Джерспилитовые	Слойки магнетит-гематитового состава	Прослойки мощностью 2-5 метров	Магнетит, гематит (пирит, пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит)	Гранат, кварц (барит амфиболы, биотит и др.)	Полосчатые и тонкополосчатые; мелкозернистые
Баритовая с обособлениями сульфидов Главный и Дальний	Крупнокристаллические бариты среди кварц-баритовых пород	Неравномерно распределенные гнезда, прожилки и вкрапления	Неправильные секущие и послойные	Галенит, сфалерит, халькопирит, пирит (пирротин, самородное серебро, сурьмяные сульфосоли свинца)	Барит, кварц (серицит, полевые шпаты)	От вкрапленных до массивных; средне- и крупнозернистые
Свинцово-цинковая и цинковая в сланцах и роговиках Главный и Южный	Кремнисто-глинистые сланцы (часто с баритом) и роговики	Послойные вкрапления, редко секущие и послойные прожилки	Линзовидные согласные, не выдержанные по мощности и простираению	Сфалерит, галенит, пирит, магнетит (пирротин, марказит, гематит)	Кварц, барит (гранаты, пироксен, эпидот, хлорит, биотит, серицит)	Тонкополосчатые, реже прожилково-вкрапленные; тонкозернистые
Свинцово-цинковая в скарноидах Южный и Дальний	Скарнированные сланцы и роговики	Гнезда и вкрапленники	Линзовидные согласные, не выдержанные по мощности и простираению	Сфалерит, галенит, пирит, пирротин (халькопирит, самородное серебро, молибденит, минералы висмута и др.)	Гранат, кварц, барит, пироксен, волластонит, эпидот, хлорит, биотит, серицит	Линзовидно-полосчатые, вкрапленные, редко до гнездовых; мелко- и среднезернистые
Полиметаллическая в скарнах Южный и Дальний	Гранатовые, гранат-волластонитовые и другие скарны	Неравномерно распределенные гнезда, вкрапленники, реже прожилки	Мелкие послойные линзовидные	Сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, пирротин, магнетит, гематит (борнит молибденит), самородные серебро, висмут, минералы висмута и др.	Гранат, волластонит, пироксен (эпидот, хлорит, кварц, калишпат, кальцит, родонит, барит, цеолиты и др.)	Гнездовые и вкрапленные; мелко- и среднезернистые

В гранодиоритах топарского комплекса на Малой линзе имеются включения кристаллических баритов и барит-полиметаллических полосчатых руд. Одними исследователями они рассматриваются как ксенолиты первичных руд (А. А. Куденко, Г. Р. Бекжанов, Г. Н. Щерба, В. Г. Ли, Б. Г. Сафаргалиев и др.), другими – как результат метасоматического замещения гранодиоритов или ксенолитов осадочных пород баритом и сульфидами (Н. Н. Великая, Е. Ф. Бурштейн, Н. М. Митряева и др.) [3-5].

Дайки диоритовых порфиритов топарского комплекса в пределах Большой и Малой линз секут рудную зону. Они повсеместно скарнированы и в рудных зонах содержат прожилки и вкрапления сульфидов. В то же время контакты даек с полосчатыми галенит-сфалеритовыми рудами отчетливо рвущие, неровные, всегда сопровождаются зонкой скарнов. Вмещающие дайку оруденелые породы сильно раздроблены.

Взаимоотношения гранитов кокомбакского комплекса с рудами не установлены. Однако дайковая серия этого

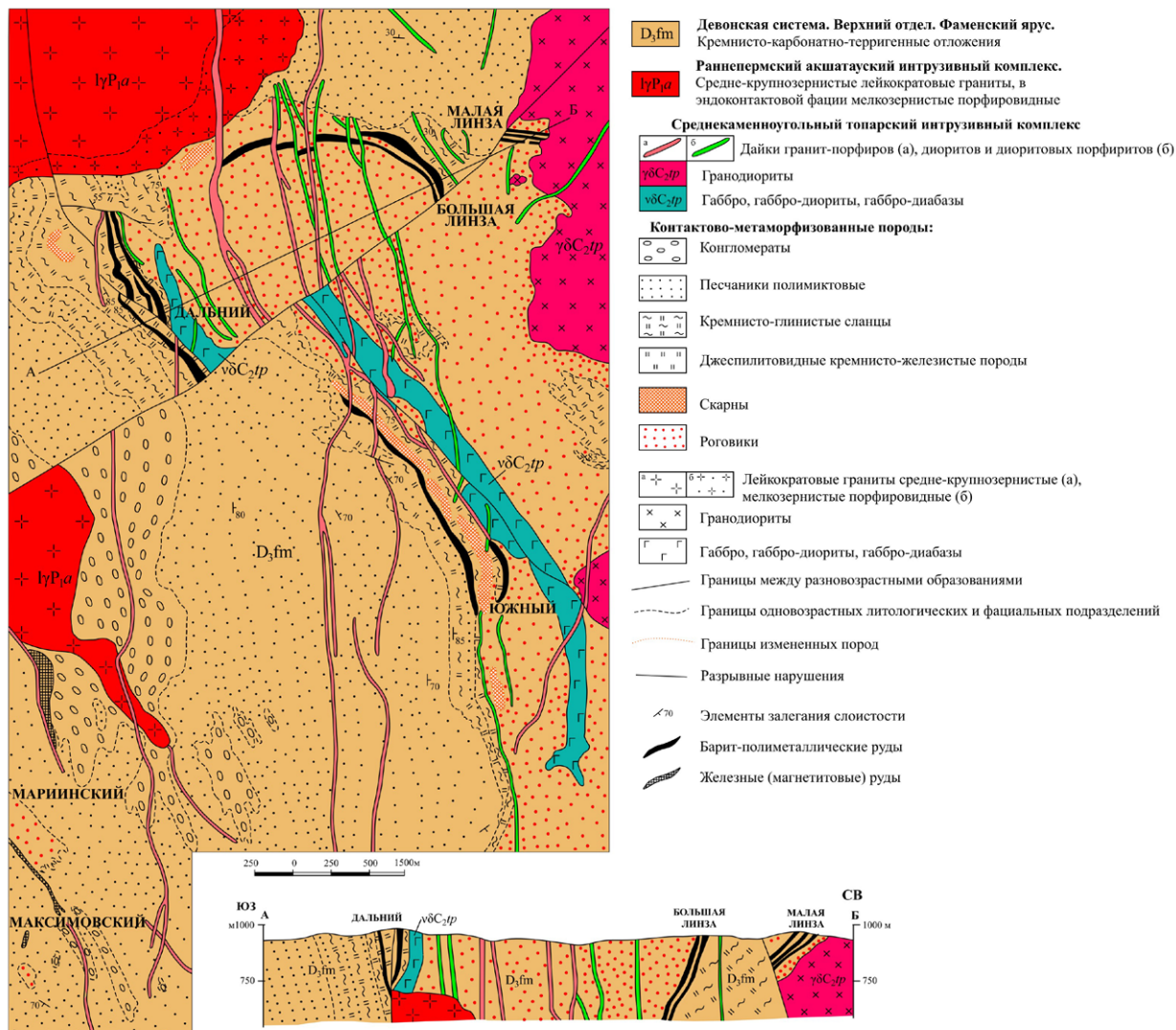


Рис. 1 – Схематическая геологическая карта барит-полиметаллического месторождения «Карагайлы» (по С. Х. Хамзе и др.) [4]

комплекса занимает отчетливо секущее положение по отношению к полосчатым галенит-сфалерит-баритовым рудам, отмечается пересечение под острым углом дайкой андезитового порфирита кварцево-баритовой породы с галенит-сфалеритовым послыйным оруденением. По контакту развита тонкая зонка (0,5-1 мм) скарна с пиритом. Вблизи контакта с дайкой в рудах повышена концентрация серебра [4].

Приведенные данные подтверждают ту точку зрения, что все магматические комплексы являются более поздними, чем барит-полиметаллические свинцово-цинковые и цинковые руды в сланцах и роговиках. По времени формирования свинцово-цинковые и полиметаллические руды в скарнах и скарноидах и баритовые руды с обособлениями сульфидов – более поздние. Образование кварцевых метасоматитов с медным

оруденением возможно связано с топарским интрузивным комплексом. Тела скарнов, пространственно тяготеющих к гранитам кокдомбакского комплекса, не несут сульфидной минерализации [3].

На месторождении, включая Главный, Дальний и Южный участки, выделены семь типов руд (табл. 1).

Тела крупно- и среднекристаллических оруденелых баритов часто занимают секущее положение относительно пластовых барит-полиметаллических руд. Их образование М. К. Янулова (1962) связывает с перекристаллизацией полосчатых барит-полиметаллических руд.

Одинаковый состав элементов-примесей в сульфидах, описываемых баритов и скарнов, дает основание предположить одновременность их образования. Низкое по сравнению с исходными полосчатыми барит-полиметаллическими рудами содержание свинца и цинка возможно обусловлено выносом металлов метаморфизирующими растворами и переотложением их в скарнах, одновременно происходил привнос таких элементов, как висмут, молибден, теллур, селен и др. [4, 5]

Более позднее образование руд в скарнах подтверждается пересечением барит-полиметаллических руд, оруденелых сланцев, роговиков и джеспилитовых пород прожилками скарновых минералов. Медное оруденение в кварцевых метасоматитах является наиболее поздним. Работами С. Е. Ильющенко, А. А. Куденко и др. установлено, что оно наложено на барит-полиметаллические руды. М. К. Янулова (1962) указывает на присутствие в кварцевых метасоматитах реликтов скарнов и баритов с галенитом и сфалеритом. Комплекс и содержание элементов-примесей в минералах медных руд указывает на близость времени их формирования к скарновому этапу [2].

Рудовмещающие породы под воздействием позднепалеозойских гранитоидов преобразованы в различные роговики и скарны. По текстурным особенностям среди них выделяются полосчатые массивные и пятнистые скарны и роговики, развитые по первичным тонкослоистым кремнисто-глинистым, узловатослоистым кремнисто-карбонатным и кремнисто-глинистым породам и алевролитам. В меньшей степени встречаются скарны и скарноиды различного минералогического состава, образовавшиеся по первично-карбонатным и глинисто-карбонатным породам. Еще реже встречаются микрокварциты и гранат-магнетитовые джеспилиты и джеспилитовые сланцы, развитые по первично-яшмовидным породам, образующие своеобразные маркирующие горизонты то в лежачем (на участке Главный), то в лежачем и всячем бортах рудных залежей на других участках. Микрокварциты встречены только на глубоких горизонтах Большой линзы, где с ними ассоциируют промышленную концентрацию меди.

В целом дислокации саурской фазы не только деформировали руды вместе с вмещающими их породами, но и вызвали в них динамотермальные изменения, что отразилось в текстурах руд и в появлении гранобластовых структур в баритах. В то же время явных следов преобразования сульфидных минералов под действием динамометаморфизма не установлено, что, вероятно, объясняется относительно высокой способностью основной массы сульфидов к перекристаллизации.

Лишь в агрегатах пирита наблюдались катакластические структуры. Для галенита и сфалерита характерны алло- и гипидиоморфнозернистые структуры, отсутствуют двойники давления и структуры течения. Одновременно в дислоцированных породах наблюдается перемещение галенита, а часто и сфалерита, с образованием прожилков и скоплений. Метаморфогенная природа этих образований подтверждается пониженным содержанием серебра в галените [2, 4, 5].

Контактово-термальный и связанный с ним гидротермальный метаморфизм привели к значительной перегруппировке рудного вещества. В результате перекристаллизации барит-полиметаллических руд возникли крупнокристаллические бариты с прожилково-вкрапленным и гнездовым оруденением, причем основная масса сульфидов свинца и цинка из них вынесена. Сульфиды и барит исходных руд, по-видимому, также перекристаллизованы. Вблизи контактов руд с дайками в галенитах отмечается укрупнение выделений самородного серебра [2, 4].

Взгляды на возрастные соотношения оруденения с интрузиями и дайками противоречивы. Г. Н. Еникеева (1959), М. К. Янулова (1962), Е. Ф. Бурштейн, Н. И. Безмен (1968) и др. относят все магматические породы рудного поля к дорудным образованиям. Н. Н. Великая (1959) отмечает, что наряду с дорудными дайками и интрузиями имеются и внутрирудные. Г. Р. Бекжанов, А. И. Назарцев, Е. Н. Русин и др., магматические породы, исключая дайки нижнекарбонатового комплекса, относят к пострудным.

Выводы

Установлены основные факторы геологического строения, определяющие его как месторождение атасуйского типа и принадлежность его Успенской ТМА, приуроченность к карбонатно-метаморфизованным вулканогенно-осадочным отложениям фаменского возраста; интенсивное развитие системы магматических комплексов (штоки, дайки, интрузии), прорывающих породы фамена, приуроченные трем основным направлениям разновозрастных тектонических разрывов; стратиформности оруденения разбитого тектоническими нарушениями на ряд участков; гидротермальный характер сложного по текстуре и минеральному составу оруденения, стадийность оруденения и его связь с интрузивными комплексами, интенсивное влияние метаморфизирующих растворов на формирование оруденения, особенно, элементов примесей; интенсивное проявление динамического и контактового метаморфизма с образованием структур пластического течения, складчатости, растяжений барит-рудной массы под действием тектонических сил; интенсивное влияние контактово-термального и гидротермального метаморфизма на перекристаллизацию барит-полиметаллических руд.

Литература

- 1 Антонюк Р. М., Исмаилов Х. К. Промышленные месторождения металлических полезных ископаемых Центрального Казахстана. Геодинамическая позиция, строение, состав руд – Караганда, 2019 – 85 с.
- 2 Байбатша А. Б., Антоненко А. А., Кулкашев Н. Т., Бекботаева А. А. О моделях образования и промышленных типах месторождений свинца и цинка Казахстана // Вестник КазНТУ – Алматы, 2011.
- 3 <http://referat911.ru/Geologiya/teksturnye-osobennosti-magmaticeskikh-porod/218745-2422314-place1.html>.
- 4 Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения свинца и цинка – Алма-Ата: Наука, 1978.
- 5 Янулова М. К. Минералогия скарново-барито-полиметаллического месторождения «Карагайлы» – Алма-Ата: Издательство Академии Наук Казахской ССР, 1962.
- 6 Паталах Г. Н. Дислокационный метаморфизм руд стратиформных полиметаллических месторождений Казахстана // Геология и полезные ископаемые мирового океана – 2006, № 4 (6) – С. 105-111.
- 7 <http://www.sibran.ru/upload/iblock/82c/82c8854119d873bfad98d97c2887d066.pdf>.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

- Исследован аналитический метод определения токсичных компонентов отработавших газов двигателя внутреннего сгорания автомобилей. Рассмотрены вопросы прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей с использованием моделирования процесса сгорания топлива в цилиндрах двигателя и движения транспортных средств с учетом их взаимосвязи. Предложенные формулы, основанные на разработанной методике, позволяют получить полумпирическую зависимость токсичности отработавших газов от используемых параметров.
- Мақалада автомобильдердің іштен жану қозғалтқышының пайдаланылған газдарының уытты компоненттерін анықтаудың талдамалық әдісі зерттелген. Атмосфералық ауаның автомобильдердің пайдаланылған газдарымен ластануын олардың өзара байланысын ескере отырып, қозғалтқыш цилиндріндегі отынның жану процесін және автокөлік құралдарының қозғалысын модельдеуді қолдану арқылы болжау мәселелері қарастырылды. Әзірленген әдістеме негізінде ұсынылған формулалар пайдаланылған газдардың уыттылығының пайдаланылған параметрлерге жартылай эмпирикалық тәуелділігін алуға мүмкіндік береді.
- The article investigated the analytical method of determining the toxic components of the exhaust gases of an internal combustion engine of cars. The issues of forecasting atmospheric air pollution by exhaust gases of cars using modeling of fuel combustion process in engine cylinders and vehicle movement taking into account their interrelationship are considered. The proposed formulas, based on the developed methodology, make it possible to obtain semi-empirical dependence of toxicity of exhaust gases on the used parameters.

Республика Казахстан, являясь полноправным участником мирового сообщества, приняла на себя обязательства по выполнению задач, провозглашенных «Повесткой дня на XXI век» в 1992 году в Рио-де-Жанейро, и декларации Всемирного саммита по устойчивому развитию (г. Йоханнесбург, 2002) [1]. В контексте взятых обстоятельств, начиная с 1996 года, Казахстаном принят ряд мер в направлении достижения устойчивого развития. Так, разработана и принята Стратегия развития Казахстана до 2030 года, страна стала активным участником процесса «Окружающая среда для Европы», создан Совет по устойчивому развитию, разрабатывается Казахстанская повестка дня на XXI век до 2030 года [2].

Целью Казахстанской повестки дня на XXI век является переход к модели развития, обеспечивающей повышения благосостояния настоящего и будущих поколений при стабильном состоянии окружающей среды.

В соответствии с Концепцией экологической безопасности Республики Казахстан стабилизация состояния окружающей среды должна быть достигнута к 2030 году. Это означает, что к этому времени надо остановить процесс ухудшения качества окружающей среды, то есть снизить антропогенное давление на нее. Сделать это крайне сложно из-за экологических проблем, в том числе и на автомобильном транспорте.

Для крупных современных городов автомобильный транспорт является основным источником загрязнения окружающей среды. Современной гигиенической наукой установлено, что рост автомобильного парка отрицательно влияет на здоровье человека. Автомобиль как источник загрязнения воздушной среды отличается рядом особенностей: отработавшие газы представляют собой чрезвычайно сплошную смесь токсичных компонентов; численность автомобилей в крупных городах быстро увеличивается, вместе с тем непрерывно растет суммарный выброс вредных веществ в атмосферу; в отличие от промышленных источников автомобиль является движущимся источником загрязнения, что резко затрудняет очистку отработавших газов, их поступление в атмосферу происходит в условиях городской застройки, где их рассеивание затруднено.

При работе автомобильных двигателей с отработавшими газами в атмосферу выбрасываются окись углеродов, углево-

дороды, окислы азота и другие токсичные вещества, которые оказывают вредное воздействие на здоровье людей и окружающую природную среду.

Следует отметить, что в силу множества факторов очень сложно прогнозировать токсичность отработавших газов, выделяемых двигателями внутреннего сгорания автотранспортных средств. Благодаря возможности моделирования рабочего процесса сгорания топлива в цилиндре двигателя автотранспортного средства, учитывая их взаимосвязь, можно прогнозировать загрязненность атмосферного воздуха отработавшими газами автомобилей, в определенных условиях эксплуатации. Учитывая, что в настоящее время загрязненность атмосферного воздуха в больших городах стала существенной проблемой, необходимо изыскать пути уменьшения токсичности отработавших газов двигателями автотранспортных средств.

Анализ ранее выполненных исследований в крупных городах республики показал значительное загрязнение воздуха углеводородами и другими выбросами отработавших газов автомобильного транспорта. Обзор выполненных работ в этом направлении также подтверждает, что существует связь между заболеваниями бронхолегочной системы и степенью загрязнения атмосферного воздуха углеводородами.

По результатам исследований установлено, что в воздушной среде концентрация отдельных компонентов вредных веществ оказалась значительно выше предельно допустимой концентрации. Данное положение указывает на то, что в регионе, как и в других странах, уровень загрязнения атмосферного воздуха является значительной и представляет опасность для здоровья людей.

Как известно, определить опасность для жизни людей токсичных выбросов отработавших газов автомобилей можно двумя способами. Первый: определение содержания отдельных компонентов или концентрации отработавших газов автотранспортных средств в воздушном бассейне и сопоставление результатов с предельно допустимой концентрацией вредных веществ в атмосферном воздухе. Второй способ заключается в непосредственном прослеживании влияния степени загрязненного отработавших газов атмосферного воздуха на здоровье людей, и этот способ является значительно трудоемким по сравнению с первым.

Таблица 1

Значения определяемых величин для нахождения токсичности компонента NO_x в зависимости от предела изменения комплекса α

Обозначения коэффициентов	Значения	Предел изменения комплекса α
a_1	- 69,328	1,22 ≤ α ≤ 0,75
b_1	- 136,607	
c_1	- 64,304	
a_3	- 88,456	
b_3	177,328	
c_3	- 83,552	

Таблица 2

Значения определяемых величин для нахождения токсичности компонента NO_x в зависимости от предела изменения комплекса θ

Обозначения коэффициентов	Значения	Предел изменения комплекса θ
a_{n1}	- 4,8	2,5 ≤ θ ≤ 4,5
b_{n1}	24,036	
c_{n1}	- 99,418	
a_{n2}	7,43	
b_{n2}	- 31,349	
c_{n2}	168,542	
a_{n3}	- 2,402	
b_{n3}	7,19	
c_{n3}	- 67,266	

Таблица 3

Значения определяемых величин для нахождения токсичности компонентов NO_x , CH , CO в зависимости от предела изменения комплекса $[(Nn^2\sqrt{q^3}) / \Pi]$

Токсичные компоненты	Обозначение коэффициентов	Значения	Предел изменения комплекса $[(Nn^2\sqrt{q^3}) / \Pi]$
NO_x	a_{T1}	- 0,519 · 10 ⁷	2,18 · 10 ⁻⁴ ≤ $[(Nn^2\sqrt{q^3}) / \Pi]$ ≤ 20,6 · 10 ⁻⁴
	b_{T1}	1,435 · 10 ⁴	
	c_{T1}	- 2,17	
CH	a_{CH}^M	$\frac{12,520 \cdot 10^{-4}}{0,719 \cdot 10^6}$	
	k_{CH}	0,719 · 10 ⁶	
CO	a_{CO}^M	12,93 · 10 ⁻⁴	
	k_{CO}	0,77 · 10 ⁶	

В настоящее время ведутся исследования по созданию условий для более полного сгорания топлива – изменение формы камеры сгорания двигателя, использование более надежных и эффективных систем зажигания, улучшение системы впуска рабочей смеси и выпуска отработавших газов; применение различных устройств, снижающих токсичность отработавших газов, в том числе каталитических нейтрализаторов; создание принципиально новых силовых установок с низкой степенью токсичности отработавших газов, а также двигателей, в отработавших газах которых вообще отсутствует токсичные компоненты. Однако сейчас основной силовой установкой для автомобилей остается поршневой двигатель внутреннего сгорания.

Одним из путей снижения токсичности отработавших газов является определение аналитических зависимостей, позволяющих рассмотреть процессы смесеобразования и сгорания моторного топлива двигателя автотранспортного средства в совокупности с условиями эксплуатации [3]. Имея такие зависимости, можно сравнительно упростить процесс определения токсичности отработавших газов автомобильных двигателей, подставляя в них величины, характеризующие условия работы двигателя внутреннего сгорания. Полученные зависимости

необходимы также специалистам технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также техническим службам по организации дорожного движения, подвижного состава автомобильного транспорта.

Следует отметить, что оценка токсичности отработавших газов автотранспортных средств проводилась в основном экспериментальным путем. В этом случае создавались необходимые условия для автотранспортного средства, специальным прибором проводилось определение токсичности отработавших газов двигателя внутреннего сгорания.

Для оценки токсичности отработавших газов расчетным путем необходимо использовать аналитические зависимости.

Анализ литературы по воздействию автомобильного транспорта на окружающую среду выявил, что недостаточное внимание уделяется разработке аналитических зависимостей определения токсичности отработавших газов бензиновых двигателей внутреннего сгорания от основных параметров [4, 5]. Прежде всего от мощности N применяемого двигателя и его удельного расхода топлива q_e , который принимает определенное противодавление Π с учетом конструктивных особенностей катализатора; числа оборотов n коленчатого вала; угла опережения зажигания θ и коэффициента избытка воздуха α .

Используя теорию подобия и размерностей для выполнения аналитического расчета, можно получить формулы, характеризующие искомые зависимости токсичных компонентов как CO, CH, NO_x отработавших газов автомобиля от вышеуказанных параметров. Обозначив величину, токсичности отработавших газов двигателя внутреннего сгорания через T и принимая ее как функцию нижеисследующих величин:

$$T = f(\alpha, \theta, n, q_e, \Pi). \tag{1}$$

С помощью теории подобия и размерности данная зависимость имеет следующий вид:

$$T = \Pi \times q_e \times \xi \left(\frac{N + n^2 + \sqrt{q_e^3}}{\Pi}, \alpha, \theta \right) \tag{2}$$

Предложенные расчетные формулы могут быть применены для любых автомобильных двигателей, имеющих одни и те же критерии подобия (idem) Π_1, Π_2 и Π_3 . Названные критерии как правило, связывают между собой вышеуказанные параметры рассматриваемых двигателей внутреннего сгорания N, q_e, Π , n, θ и α .

Для двух двигателей соблюдение подобных условий, а также получение одинаковых показателей отработавших газов двигателей возможно в том случае, если соответствующие критерии будут иметь одни и те же значения:

$$\Pi_1 = \frac{Nn^2 \sqrt{q_e^3}}{\Pi} = idem \quad \Pi_2 = \alpha = idem \quad \Pi_3 = \theta = idem \tag{3}$$

Ряд проведенных исследований токсичности отработавших газов показывает, что между ней и параметрами n, N, Π , q_e, α , θ , которые характеризуют работу двигателя, существует сложная взаимосвязь, обуславливающая при изменении одного параметра существенное изменение других. Следует отметить, для установления количественных зависимостей между токсичностью T и указанных выше параметрами, влияющими на ее изменение, нужно воспользоваться зависимостями, полученными из результатов экспериментальных исследований. При этом упомянутые зависимости могут быть выражены в различных видах. Следует обратить внимание на то, что вид зависимости должен отвечать условиям требуемой точности ее выражения.

Таким образом, согласно требуемой точности расчета, величина определяемой токсичности компонента T_{NOx} отработавших газов двигателя внутреннего сгорания в зависимости от параметров N, α , Π , n, θ , q_e определяются на основании предложенного равенства (2):

– по максимальному значению токсичности T_{NOx}:

$$T_{NOx} = k(a_1 \alpha^2 + b_1 \alpha + c_1) \left(\gamma \theta + c \left[a_{T1} \left(\frac{N \times n^2 \times \sqrt{q_e^3}}{\Pi} \right) + b_{T1} \left(\frac{N \times n^2 \times \sqrt{q_e^3}}{\Pi} \right) \right] + c_{T1} \right) \tag{4}$$

$$k = \frac{\Pi q_e}{|\Pi q_e \vartheta^2 10^9|}$$

где ϑ определяется из экспериментальных данных и принимается по абсолютному значению.

– в общем виде:

$$T_{NOx} = k_1 \left[(a_{n1} \theta^2 + b_{n1} \theta + c_{n1}) \alpha^2 + (a_{n2} \theta^2 + b_{n2} \theta + c_{n2}) \alpha + (a_{n3} \theta^2 + b_{n3} \theta + c_{n3}) \right] \times \left(\left[a_{T1} \left(\frac{N \times n^2 \times \sqrt{q_e^3}}{\Pi} \right) + b_{T1} \left(\frac{N \times n^2 \times \sqrt{q_e^3}}{\Pi} \right) \right] \right) \tag{5}$$

$$k_1 = \frac{\Pi q_e}{|\Pi q_e \vartheta 10^6|}$$

где k, k₁ – коэффициенты, которые введены для сокращения записей; a_{n1}, a_{n2}, a_{n3}, b_{n1}, b_{n2}, b_{n3}, c_{n1}, c_{n2}, c_{n3}, a_{T1}, b_{T1}, c_{T1} – коэффициенты, численные значения которых получены при обработке графических зависимостей (табл. 1-3).

Значения комплексов изменяются в пределах 0,75 ≤ α ≤ 1,22, 2,5 ≤ θ ≤ 4,5 и

$$2,18 \times 10^{-4} \leq \left(\frac{Nn^2 \sqrt{q_e^3}}{\Pi} \right) \leq 20,6 \times 10^{-4}$$

Предложенные расчетные методы в рамках исследования токсичности двигателей внутреннего сгорания позволяют оценить уровень влияния отдельных факторов на выделение токсичных компонентов отработавших газов автотранспортных средств, способствуют значительному сокращению количества экспериментальных опытов.

Полученные расчетные формулы позволили выявить полуэмпирические зависимости токсичности отработавших газов двигателей внутреннего сгорания от исследуемых параметров.

Предложенные полуэмпирические зависимости дают возможность моделировать степень токсичности отработавших газов автотранспортных средств в различных условиях эксплуатации, и тем самым позволяют определять аналитическим методом оптимальные режимы работы двигателя внутреннего сгорания автомобиля.

Литература

- 1 Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года / Резолюция, принятая Генеральной ассамблеей 25 сентября 2015 года – URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1> (дата обращения: 23.10.2020)
- 2 Обзоры результативности экологической деятельности – Казахстан: Третий обзор, сокращенная версия. – Организация объединенных наций, Женева, 2019. – URL: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/epr/epr_studies/Synopsis/ECE.CEP.185_RUS_Synopsis.pdf (дата обращения: 29.10.2020).
- 3 Никишин В. Н. Обеспечение экологической безопасности автотранспортного комплекса: учебное пособие. – Набережные Челны: Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета, 2019 – 232 с.
- 4 Кульчицкий А. Р. Токсичность поршневых ДВС. Экспериментальная оценка экологического уровня двигателей: учеб. пособие – Владимир: Владимирский государственный университет, 2011 – 116 с.
- 5 Шароглазов Б. А., Фарафонов М. Ф., Клементьев В. В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов / Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет, 2005 – 403 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА MOTH-FLAME OPTIMIZATION В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ И НАПРЯЖЕНИЯ

• Рассмотрены результаты моделирования оптимизации потокораспределения в тестовой схеме 33 узла IEEE с применением эвристического алгоритма Moth-Flame Optimization (MFO). Применение нового эвристического оптимизационного алгоритма MFO позволяет в условиях ограничений найти оптимальные точки подключения источников активной и реактивной мощности с целью снижения потерь мощности и отклонения напряжения в узлах нагрузок, что повышает эффективность эксплуатации распределительных электрических сетей.

• Moth-Flame Optimization (MFO) эвристикалық алгоритм көмегімен IEEE 33 түйінді сынақ тізбегіндегі ағынның таралуын оңтайландырудың модельдеу нәтижелері қарастырылды. Шектеу жағдайында MFO жаңа эвристикалық оңтайландыру алгоритмін қолдану қуат шығыны мен жүктеме түйіндеріндегі кернеудің ауытқуын азайту мақсатында активті және реактивті қуат көздерін қосудың оңтайлы нүктелерін табуға мүмкіндік береді, бұл тарату электр желілері жұмысының тиімділігін арттырады.

• The results of simulation of optimization of flow distribution in the test system "IEEE 33 Bus System" using the heuristic algorithm Moth-Flame Optimization (MFO) are considered. The use of the new heuristic optimization algorithm MFO allows, in conditions of constraints, to find the optimal connection points for sources of active and reactive power in order to reduce power losses and voltage deviations at load nodes, which increases the efficiency of operation of distribution electrical networks.

Доля потерь в электрических сетях Региональных энергокомпаний находится в пределах 5-17 % от объема передачи электроэнергии (9-12 миллиардов кВт · ч в год) [1]. При этом основная доля потерь электроэнергии приходится на распределительные электрические сети 6-10/0,4 кВ.

Вместе с тем, в Казахстане предпринят ряд мер по стимулированию ввода возобновляемой энергетики [2, 3], одним из видов которой является солнечная энергетика. Использование PV-панелей для жилого сектора в качестве распределенной генерации позволит регулировать напряжение и снизить потери в распределительных сетях 6-10/0,4кВ, дополнительным средством для оптимизации режимов являются маломощные конденсаторные батареи. Однако результаты исследований, представленные в работах [4, 5], показывают, что выбор точек подключения PV-панелей и конденсаторов, а также режимы их работы, для эффективного снижения потери мощности и напряжения в течение суток является одной из сложных задач.

Постановка задачи

Использование источников распределенной генерации для оптимизации режимов широко используется для центральных и отдаленных объектов электроснабжения [2]. Однако, подключение распределенной генерации в распределительную сеть сопровождается определенными техническими сложностями, связанными с качеством электроэнергии, провалом напряжения и низким уровнем управляемости.

В связи с этим становится актуальным вопрос по изучению поисковых алгоритмов выбора мест подключения PV-панелей (фотоэлектрические) и конденсаторных батарей для электрических сетей радиального типа, внедрению адаптивных алгоритмов управления работы инверторов PV-панелей и конденсаторных батарей в зависимости от изменения параметров электрической сети в течение суток. Из литературы

[4-6] известно, что наиболее эффективными методами оптимизации для решения таких задач являются эвристические алгоритмы, применяемые для оптимизации потокораспределения с использованием распределенных источников генерации, позволяющие выполнять поиск многовариантных решений при изменении множества критериев.

Область исследования

Применение современных методов снижения технологического расхода электроэнергии на ее передачу всегда является приоритетной задачей для компаний распределительных электрических сетей. В условиях роста потребления нагрузки очевидно, что будут возрастать переменные потери электроэнергии в электрических сетях 10/0,4 кВ, к примеру по г. Алматы прирост потребления электроэнергии ориентировочно составил 20 % по сравнению с 2015 годом [1]. При этом оптимизация потокораспределения мощности для минимизации потерь электроэнергии усложняется радиальной структурой распределительных электрических сетей 6-10/0,4кВ, которая не позволяет управлять режимом сети, как в энергосистемах 220 кВ и выше.

Вместе с этим, подключение солнечных установок в распределительную сеть 10/0,4 кВ меняют баланс активных (P) и реактивных мощностей (Q) по уравнениям (1), (2):

$$P_g - P_{\text{потреб}} - \Delta P = 0, \quad (1)$$

$$Q_g - Q_{\text{потреб}} - \Delta Q = 0, \quad (2)$$

где P_g , Q_g – мощность генерации; $P_{\text{потреб}}$, $Q_{\text{потреб}}$ – мощность нагрузки; ΔP , ΔQ – потери мощности.

В результате создается система распределенной генерации электрической энергии (РГЭ) в центрах нагрузок,

Таблица 1

Данные по активным и реактивным нагрузкам

№ узла	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, кВАр	№ узла	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, кВАр
1	0	0	18	90	40
2	100	60	19	90	40
3	90	40	20	90	40
4	120	80	21	90	40
5	60	30	22	90	40
6	60	20	23	90	50
7	200	100	24	420	200
8	200	100	25	420	200
9	60	20	26	60	25
10	60	20	27	60	25
11	45	30	28	60	20
12	60	35	29	120	70
13	60	35	30	200	100
14	120	80	31	150	70
15	60	10	32	210	100
16	60	20	33	60	40
17	60	20			

Таблица 2

Расположение источников активной мощности (ИАМ)

Узел	Мощность, кВт
7	150
8	100
14	120
25	200
20	75
19	75
30	100
24	200

Таблица 3

Расположение источников реактивной мощности (ИРМ)

Узел	Мощность, кВАр
4	75
24	150
30	200
25	50
32	75
7	100
14	75
23	50

позволяющая оптимизировать режимы и управлять потокораспределением в период максимальных нагрузок, что позволит снизить потери напряжения и активной мощности.

Метод расчета

Для решения задачи оптимизации, в настоящей работе применяется один из эвристических методов – алгоритм Moth-Flame Optimization, далее MFO [7]. Моделирование работы алгоритма MFO выполнено в программном комплексе Matlab с использованием пакета OpenDSS на тестовой схеме в 33 узла IEEE [8].

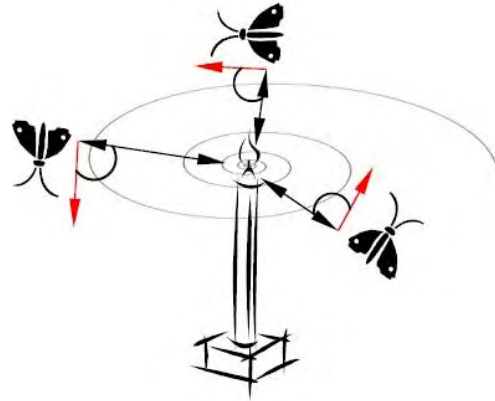
Алгоритм MFO

Алгоритм MFO основан на природных явлениях навигационного механизма мотыльков / светлячков называемой поперечной ориентацией. MFO нашло широкое применение в

инженерном проектировании: зубчатая передача, пружинное натяжение, морской пропеллер и т. д. [7].

Феномен мотыльков – это их особая навигация в ночи, они летают ночью, используя лунный свет, с помощью навигационного механизма называемым поперечной ориентацией (рис. 1а). В соответствии с данным навигационным механизмом мотылек летит, поддерживая фиксированный угол относительно луны, что очень эффективно при перемещении на большие расстояния по прямому пути [7].

В предложенном алгоритме MFO предполагается, что возможные решения – это мотыльки, а переменные проблемы – положение мотыльков в пространстве. Следовательно, мотыльки могут летать в одномерном, двухмерном, трехмерном или гиперпространственном измерении с изменением своих векторов положения. Поскольку алгоритм MFO является алгоритмом, основанным на популяции, набор мотыльков представлен в матрице следующим образом:



а – поперечная ориентация; б – спиральный летательный путь мотыльков к искусственным источникам света
Рис. 1 – Ориентация мотыльков в пространстве

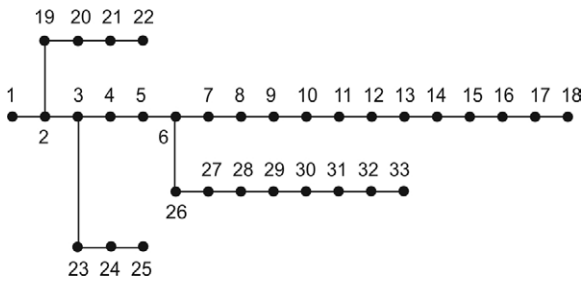


Рис. 2 – Схема тестовой системы IEEE на 33 узла

```

Update the number of flames (FlameNumber)
Initialise the population of moths
Calculate the objective values
for all moths
    for all parameters
        update r and t
        Calculate D with respect to the corresponding moth
        Update the matrix M with respect to the corresponding moth
    end
    calculate the objective values
    Update flames
end
    
```

Рис. 3 – Псевдо-код алгоритма MFO

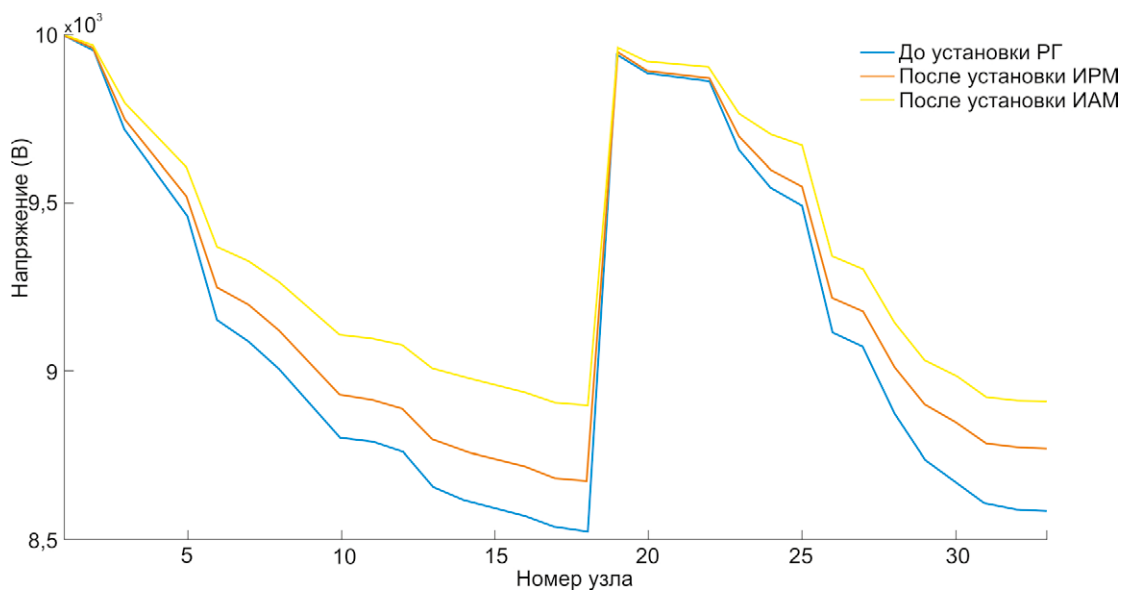


Рис. 4 – График падения напряжений на узлах после установки ИРМ и ИАМ

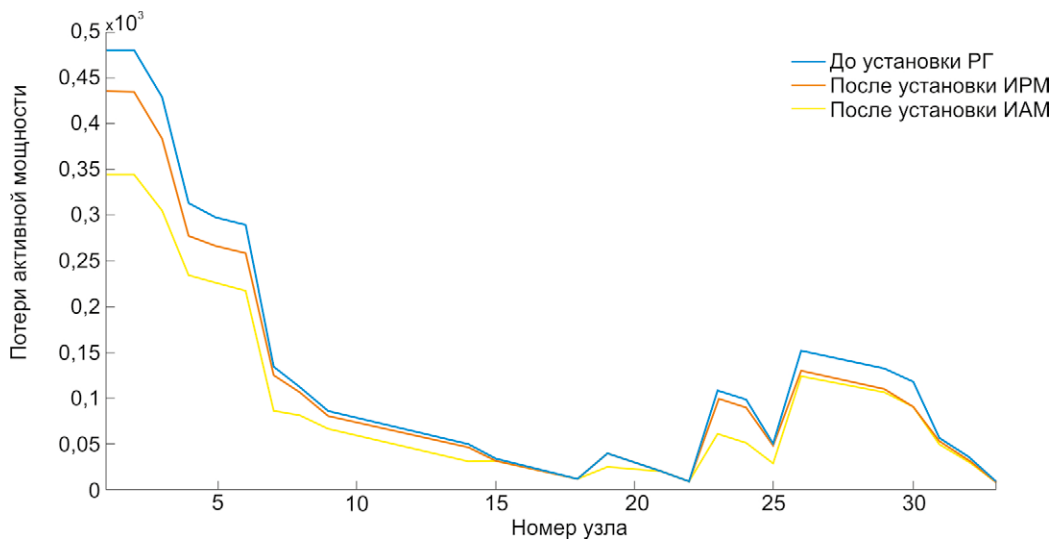


Рис. 5 – График изменения потерь активной мощности в узлах после установки ИРМ и ИАМ

$$M = \begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & \dots & \dots & m_{1,d} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & \dots & \dots & m_{2,d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{n,1} & m_{n,2} & \dots & \dots & m_{n,d} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где n – количество мотыльков, а d – количество переменных (измерение). Для всех мотыльков мы также предполагаем, что существует массив для хранения соответствующих наилучших значений пригодности следующим образом:

$$OM = \begin{bmatrix} OM_1 \\ OM_2 \\ \vdots \\ OM_n \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где n – количество мотыльков.

При этом наилучшее значение – это возвращаемое значение функции пригодности (целевой) для каждого месяца. Вектор положения (например, первая строка в матрице M) каждого мотылька передается в функцию наилучших значений, и выходные данные функции приспособленности назначаются соответствующему мотыльку в качестве ее значения приспособленности (например, OM_1 в матрице OM). Еще одним ключевым компонентом предлагаемого алгоритма является пламя. Матрица, аналогичная матрице моли, считается следующим образом:

$$F = \begin{bmatrix} F_{1,1} & F_{1,2} & \dots & \dots & F_{1,d} \\ F_{2,1} & F_{2,2} & \dots & \dots & F_{2,d} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ F_{n,1} & F_{n,2} & \dots & \dots & F_{n,d} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где n – количество бабочек, а d – количество переменных (измерение).

Это можно увидеть в формуле (5), размеры массивов M и F равны. Для пламени также предполагается, что существует массив для хранения соответствующих значений пригодности следующим образом:

$$OF = \begin{bmatrix} OF_1 \\ OF_2 \\ \vdots \\ OF_n \end{bmatrix}, \quad (6)$$

где n – количество мотыльков.

Мотыльки – это поисковые агенты, которые перемещаются по пространству вариантов, в то время как источники пламени – наилучшая позиция для агентов, то есть наиболее оптимальное решение задачи. В нашем случае пространство вариантов – это электрическая сеть состоящая из n -го количества узлов. Источники пламени можно рассматривать как наиболее оптимальные узлы для размещения источников распределенной генерации. Количество источников пламени зависит от наших ограничивающих условий. В данной работе ограничивающие условия – это количество источников распределенной генерации и диапазон их мощностей. Задача или объектная функция заключается в снижении потерь по напряжению и активной мощности. С набором этих ограничивающих условий поисковые агенты – мотыльки – могут искать наиболее оптимальные узлы для установки – источники пламени. После нахождения узлов для установки источников распределенной генерации алгоритм подбирать их мощности. По итогу алгоритм MFO выдает решение в виде узлов и их мощностей.

Моделирование оптимизации режима

Для моделирования и оптимизации режимов с применением алгоритмов MFO была выбрана тестовая схема из 33 узлов IEEE [7]. Тестовая схема является эталонной моделью электрической системы, состоящая из элементов сети и ее параметров, нагрузки и генерации, которую широко используют для различных исследований, при изменении внешних параметров, таких как активная и реактивная генерация,

напряжения и т. д. Тестовая схема представляет из себя радиальную распределительную электрическую сеть (рис. 2) с тремя ответвлениями и подключенными узлами активных и реактивных нагрузок.

Поузловые данные активных и реактивных нагрузок приведены в таблице 1, что позволяет выполнить расчет установившегося режима.

Расчет режима сети был выполнен с применением кода метода прямого-обратного хода [8, 10]. Далее после установления параметров напряжения, потерь мощности для нахождения оптимальных узлов подключения генерации активной и реактивной мощности к сети (рис. 3) применяется алгоритм MFO.

Мы стремимся уменьшить отклонения напряжения. Кроме того, наша цель – снизить потери активной мощности. Математическая модель (7) нашей оптимизационной модели может быть представлена следующим образом:

$$\min \sum_{t=1}^{N_{итераций}} \sum_{i=1}^{N_{узел}} [(V_i - 1)^2] + \sum_{t=1}^{N_{итераций}} \Delta P \quad (7)$$

$$\text{при условии} \begin{cases} Xi(i=1,2, \dots, n) \\ N_{итераций}(t=1,2, \dots, n) \\ 100\text{кВт} \leq P_j \leq 200\text{кВт}, (j=1,2, \dots, n) \\ 25\text{кВАр} \leq Q_j \leq 100\text{кВАр}, (j=1,2, \dots, n) \\ Y_m (m=2,3, \dots, m) \end{cases} \quad (8)$$

Последовательность оптимизация обеспечивается за счет корректировки входных данных алгоритма MFO при следующих условиях:

- задали популяцию стрекоз M_p , равную 16 единицам;
- задали количество источников пламени F_i , равное 16 единицам;
- количество итераций $N_{итераций}$ – 1000 раз;
- ограничили количество устанавливаемых источников генерации 16 единицами: 8 источников активной P_j и 8 источников реактивной Q_j мощности;
- ограничили их номинальные мощности в пределах 50-200 и 50-200 кВт соответственно;
- исключили первый узел из рассматриваемых кандидатов Y_m для размещения генерации.

Результаты моделирования

Результаты моделирования оптимизации режимов с использованием алгоритма MFO показали, что источники активной мощности различной мощности наиболее эффективно устанавливать в следующих узлах (табл. 2).

В таблице 3 приведены оптимальные расположения и мощности источников реактивной мощности, согласно решениям алгоритма MFO.

Потери активной мощности были снижены почти во всех узлах после установки источников активной и реактивной мощностей. Динамику снижения потерь активной мощности можно наблюдать на рисунке 5.

Рекомендуемая установка источников активной и реактивной мощности обеспечивает максимальное повышение отклонения напряжения в соответствие с номинальным значением во всех узлах нагрузок, что продемонстрировано на рисунке 4.

Оптимизационная функция MFO расположила подключение 16 ИРМ и ИАМ в узлах с наибольшим потреблением

активной и реактивной мощности, а также с учетом минимального падения напряжения относительно центра питания. В результате рекомендуемое алгоритмом MFO подключение ИРМ и ИАМ к электрической сети позволяет минимизировать падение напряжения в удаленных узлах нагрузок на 1,8 % при подключении ИРМ, на 5 % при подключении ИАМ (ИАМ + ИРМ). Потери активной мощности в исследуемой сети снизились на 29 % после установки источников активной и реактивной мощностей.

Заключение

Применение алгоритма MFO на тестовой схеме в 33 узла показало, что оптимизационная функция позволяет в условиях поставленных ограничений расставить по электрической сети 16 источников РГ (8 источников активной и 8 источников реактивной мощности) максимально эффективно относительно снижения падения напряжения между центром питания и удаленных потребителей. В результате обеспечивается снижение отклонения напряжения до 5 % в узлах нагрузок относительно номинальных значений, что в свою очередь положительно сказывается на снижении потерь напряжения ΔU . Потери активной мощности ΔP в сети снизились на 29 %. При этом, максимальное снижение потерь напряжения ΔU достигается за счет дополнительной установки ИРМ в узлах нагрузок. В связи с этим, для снижения потерь ΔU и ΔP в электрических сетях на участках, где устанавливаются солнечные установки, необходимо предусматривать установку ИРМ.

Исследования, приведенные в данной статье проводились в рамках выполнения работ по грантовому финансированию молодых ученых по научным и научно-техническим проектам на 2020-2021 годы Комитета науки Министерства образования и науки РК.

Литература

- 1 Программа развития г. Алматы – 2020. https://www.almaty.gov.kz/page.php?page_id=3239&lang=1
- 2 Самойленко А. Г. Развитие возобновляемой энергетики в Республике Казахстан: взгляд на международный опыт // Молодой ученый. – 2018 – № 11 (197) – С. 238-241.
- 3 Закон Республики Казахстан от 4 июля 2009 года № 165-IV «О поддержке использования возобновляемых источников энергии».
- 4 Dinakara Prasad Reddy P., Veera Reddy V. C., Gowri Manohar T. Ant Lion optimization algorithm for optimal sizing of renewable energy resources for loss reduction in distribution systems // Journal of Electrical Systems and Information Technology xxx (2017) xxx-xxx
- 5 Rahman, Chnoor & Rashid, Tarik. (2019). Dragonfly Algorithm and Its Applications in Applied Science Survey. Computational Intelligence and Neuroscience. 2019. 1-21. 10.1155/2019/9293617.
- 6 Luis F. Ochoa, Gareth P. Harrison. Minimising Energy Losses: Optimal Accommodation and Smart Operation of Renewable Distributed Generation.
- 7 Seyedali Mirjalili. Moth-flame optimization algorithm: A novel nature-inspired heuristic paradigm / Knowledge-Based Systems 89 (2015) 228-249.
- 8 IEEE 33-Bus Test distribution system. <https://edoc.pub/ieee-33-bus-test-distribution-system-pdf-free.html>.
- 9 Saad Ouali & Abdeljabbar Cherkaoui. An Improved Backward / Forward Sweep Power Flow Method Based on a New Network Information Organization for Radial Distribution Systems. Journal of electrical and Computer Engineering, 2020. Article ID 5643410.
- 10 Shokolakova Sh. K., Keshuov S. A., Saukhimov A. A., Tokhtibakiev K. K., Ceylan O., Shuvalova E. Research of voltage deviation in rural electrical grid with distributed generation / ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print) Вестник Национальной Академии наук РК №6 (376), 2018.

ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛОВ МЕДИ В ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ И ЗОЛОТО- МЕДНЫХ РУДАХ НА ИХ ПЕРЕРАБОТКУ

• В результате проведенных во ВНИИцветмете лабораторных исследований по переработке золотосодержащей руды одного из месторождений Казахстана с содержанием золота 1,2 г/т и меди 0,15 % методом сорбционного цианидного выщелачивания установлено, что накопление в цианидных растворах меди оказывает незначительное влияние на показатели по извлечению золота. Однако вследствие сорбции меди из растворов резко возрастает ее содержание в активированном угле, что влечет за собой введение дополнительной операции в технологическую схему – десорбции меди перед десорбцией золота. Также было отмечено, что при осаждении меди из растворов сорбционного выщелачивания в виде ее цианида и сульфида, более эффективным является метод осаждения в виде цианида меди, позволяющий получить осадок с содержанием меди 51-52 % при ее остаточном содержании в растворе выщелачивания 0,04-0,06 г/дм³.

• ВНИИцветмет институтында Қазақстанның кен орындарының бірінде сорбциялық цианды шаймалау әдісімен алтынның 1,2 г/т және мыстың 0,15 % мөлшерімен құрамында алтыны бар кендерін өңдеу бойынша жүргізілген зертханалық зерттеулер нәтижесінде цианды ерітінділерде мыстың жиналуы алтынды бөліп алу бойынша көрсеткіштерге айтарлықтай әсер тигізбейтіні анықталды. Алайда мысты ерітінділерден сорбциялау салдарынан оның мөлшері белсендірілген көмірде күрт өседі, бұл технологиялық сұлбаға қосымша операцияны енгізуге тура келеді – алтындар десорбциясы алдында мыстың десорбциясы. Сонымен қатар, сорбциялық шаймалау ерітінділерінен оның цианиді және сульфиді түрінде мысты тұндыру кезінде, цианид және сульфид түрінде тұндыру әдісі айтарлықтай тиімді болып табылады, бұл 0,04-0,06 г/дм³ шаймалау ерітінділеріндегі қалдық мөлшері кезінде мыстың 51-52 % мөлшерімен тұнбаны алуға мүмкіндік береді.

• The ore from one of the Kazakhstan deposit (gold grade of 1.2 g/t, copper grade of 0.15 %) was the subject of the research. According to the research results it was found out that copper accumulation in cyanide solutions does not influence gold recovery rate considerably. However due to copper sorption from cyanide solutions, copper grade in absorbent carbon goes up, that caused introduction of additional operation in the flowsheet which is copper desorption prior to gold desorption. It was also found out that should copper gets precipitated from sorption leaching solutions as copper cyanide or copper sulphide, precipitation as copper cyanide is the most efficient method since it allows getting the precipitate with copper grade of 51-52 % at copper residual grade in the leaching solution of 0.04-0.06 g/dm³.

В настоящее время проблема переработки золотых руд, содержащих медь, относится к числу наиболее актуальных, так как медь в золотых рудах является одновременно и попутным ценным компонентом, и вредной примесью, осложняющей процесс извлечения золота. Прежде всего это касается цианирования – одной из главных операций в процессе металлургической переработки золоторудного сырья. Поскольку цианирование для технологии извлечения золота является базовым переделом, то золотые руды или концентраты, которые по тем или иным причинам трудно поддаются обработке цианированием, относят к категории упорных. Упорность золотых руд по отношению к цианистому процессу характеризуется несколькими критериями, которые определяются характером взаимосвязи частиц золота с минералами и породой в руде, наличием минералов и веществ в руде, замедляющих скорость растворения золота и вызывающих повышенный расход цианида, присутствием в руде природных сорбентов. К критериям упорности золотых руд относят физическую депрессию, химическую депрессию, а также сорбционную активность мине-

ралов, присутствующих в руде [1]. Золото в рудах находится в основном в металлическом виде. По характеру связи частиц золота с минералами они разделяются на три категории:

– золотины с полностью обнаженной поверхностью, так называемое «свободное» золото (в этом случае свободное золото извлекается в голове процесса методами гравитационного обогащения);

– золотины с частично обнаженной поверхностью;

– золото в сростках с минералами, покрытое несплошными пленками (достаточно хорошо извлекается цианистым процессом, если хотя бы одна точка такой золотой частицы становится доступной для контакта с цианидом);

– золотины, поверхность которых полностью изолирована от контакта с растворителями, это в основном тонко вкрапленное золото (руды с тонко вкрапленным золотом являются наиболее упорными для процесса цианирования). Как правило, тонкое золото рассеяно в таких минералах-носителях, как кварц и сульфидные минералы железа, меди, цинка, сурьмы, мышьяка и других минералах, присутствующих в руде [2].

Высокая плотность структуры таких минералов, абсолютно непроницаемых для цианистых растворов, и дисперсность заключенного в них золота обуславливают технологическую упорность золотых руд и концентратов в гидрометаллургическом процессе. Механическую недоступность частиц золота для цианистого раствора принято считать физической депрессией золота.

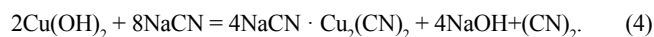
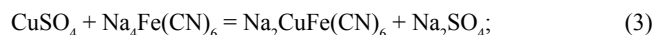
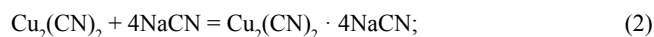
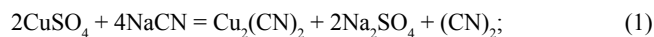
Существует огромное количество типов золотосодержащих руд, в которых золото сконцентрировано в разных генерациях. Зачастую золото является лишь дополнительным примесным элементом в руде, который добывается попутно. В данной статье авторы хотят обратить особое внимание на золото-медные руды, в которых медные минералы сильно осложняют процесс цианирования, повышая расход цианида и снижая извлечение золота. Однако при выборе технологической схемы переработки медистой золотосодержащей руды следует учитывать также и то, что в определенных случаях попутное извлечение меди может представлять практический интерес. Минералы меди, активно взаимодействуя с цианистыми растворами, являются причиной больших потерь цианида вследствие образования комплексных цианистых соединений меди. В отличие от золота и серебра медь способна окисляться также водой и может переходить в раствор даже в отсутствие кислорода. В результате активного взаимодействия медных минералов с цианидом наличие в руде относительно небольшого количества меди (десятые доли процента) может вызвать большой расход цианида, поэтому применение обычного процесса цианирования может стать нерентабельным. Однако трудности переработки медистых руд не ограничиваются только высоким расходом цианида. Присутствие в рабочих растворах комплексных цианистых анионов меди сопровождается заметным уменьшением скорости растворения золота и снижает показатели извлечения золота на сорбенты в сорбционном процессе. Вредное влияние меди на растворение золота объясняется не только понижением концентрации ионов свободного цианида, но и образованием на поверхности благородных металлов пленок меди, замедляющих процесс растворения. В соответствии с этой теорией, вблизи поверхности растворяющегося золота в диффузионном слое концентрация свободных ионов цианида может сделаться столь малой, что равновесие реакций диссоциации комплексных анионов меди смещается вправо вплоть до образования нерастворимого в воде простого цианида меди CuCN . Осадок CuCN покрывает поверхность золота и затрудняет его переход в раствор. Если концентрация меди в растворе сохраняется постоянной, то при повышении концентрации цианида увеличивается концентрация свободных ионов CN^- . Поэтому пленка цианистой меди растворяется и меньше тормозит процесс растворения золота. С повышением содержания цианида в растворе скорость осаждения меди на поверхности золота сильно снижается, а скорость перехода золота в раствор возрастает. В этой связи выбор наиболее оптимального способа извлечения золота в первую очередь зависит от конкретной руды и представляет сложную задачу, требующую проведения детальных технологических исследований и проведенных на их основе технико-экономических расчетов.

Соединения меди являются причиной образования комплексных цианистых соединений. Соединения окиси меди в виде таковой, в виде гидрата или карбонатов почти количественно растворяются в цианистых растворах. Сульфиды меди в различной мере (но значительно слабее, чем окисленные минералы) действуют на цианистые растворы. Халькопирит (CuFeS_2) в значительно меньшей степени растворяется в цианистых растворах, чем простые сульфиды (Cu_2S , CuS),

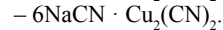
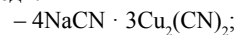
причем в замеченных случаях растворение его происходит в результате предварительного окисления.

Присутствие десятых долей процента меди в форме окисленных минералов может сделать нерентабельным процесс цианирования, если не производится предварительное выщелачивание или регенерация цианистых соединений, или не применяются другие специальные методы обработки.

При действии цианистых растворов на соединения меди происходят следующие реакции:



Известны следующие комплексные цианистые соединения меди:



Из числа указанных комплексных соединений наиболее часто образуется $4\text{NaCN} \cdot \text{Cu}_2(\text{CN})_2$ [2].

Известен целый ряд методов разделения золота и меди при переработке золотосодержащих и золото-медных руд [3, 4]. Данные методы предполагают как селективное разделение металлов (золота и меди) уже на стадии выщелачивания путем применения различных растворителей, так и разделение их после коллективного цианидного выщелачивания путем осаждения меди различными реагентами.

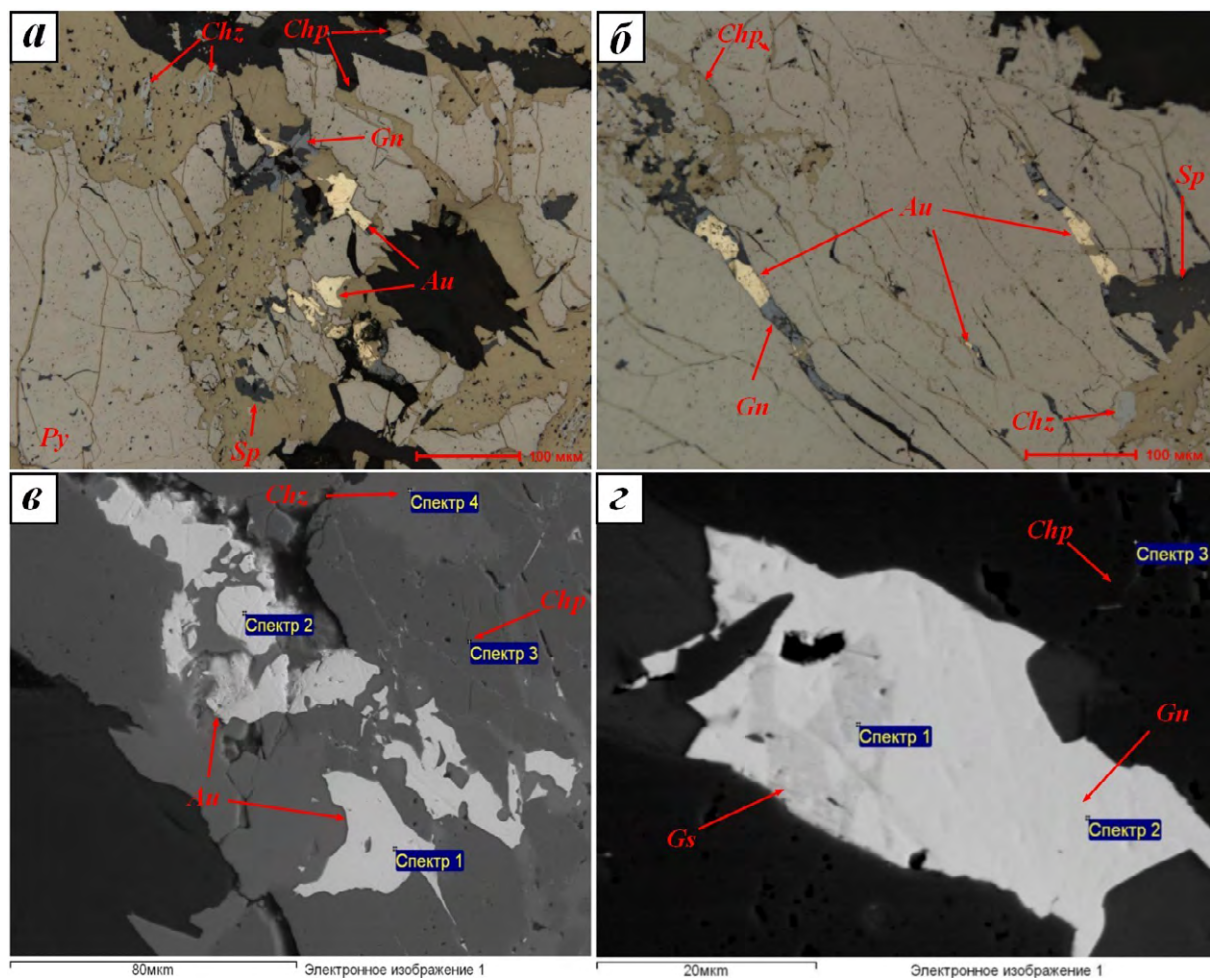
Проведенные в Филиале РГП «НЦ КППМСРК» ВНИИцветмет лабораторные исследования были направлены на поиск эффективного способа разделения металлов при переработке золотосодержащих и золото-медных руд месторождений Казахстана методом цианидного выщелачивания. По результатам анализа литературных данных по методам вывода меди из растворов цианидного выщелачивания для исследований был выбран процесс Sceresini [5], реализованный на заводе Mt Gibson и на руднике Nuigini Mining's Red Dome.

На заводе Mt Gibson медьсодержащие цианидные растворы подкисляются до $\text{pH} < 3$. Выпадающий осадок цианида меди направляется на сгущение и фильтрацию. Раствор подщелачивается отработанным электролитом после электролиза золота и возвращается в процесс. Осадок цианида меди подвергается дополнительной переработке до получения медного купороса. Расход реагентов для этого процесса, по данным источника [5], на килограмм извлеченной меди составляет, кг: серная кислота – 4,19; кислород – 0,15; каустическая сода – 2,64.

На руднике Nuigini Mining's Red Dome помимо кислоты к медьсодержащему цианидному раствору добавляется сульфид натрия для осаждения меди в виде сульфида.

Оба варианта выделения меди из цианидных растворов были проверены в лабораторных условиях на растворах сорбционного цианидного выщелачивания золотосодержащей руды одного из месторождений Казахстана с содержанием золота 1,2 г/т и меди 0,15 %.

Согласно результатам рационального анализа, содержание свободного золота в изученной пробе руды, измельченной до 93,4 % класса минус 0,071 мм составило 47,5 % (отн.), из которых 45 % (отн.) представлено золотиными с чистой поверхностью и 2,5 % (отн.) – золотиными, покрытыми окисными



Chp – халькопирит; Chz – халькозин; Py – пирит; Sp – сфалерит; Gn – галенит; Gs – гессит; Au – золото
а, б, в – золото, развитое по халькопириту и трещинам катаклазированного пирита; г – гессит в ассоциации с галенитом
Рис. 1 – Взаимоотношение минералов в золото-медной руде

пленками. Содержание золота в сростках – 40,84 % (отн.). С сульфидными минералами ассоциировано 8,33 % (отн.) золота, с пустой породой – 3,33 % (отн.). Содержание свободного серебра в пробе руды составило 50 % (отн.), в сростках – 28,34 % (отн.). С сульфидными минералами ассоциировано 14,16 % (отн.) серебра, с пустой породой – 7,5 % (отн.).

При проведении минералого-петрографических исследований было установлено, что на месторождении проявлено несколько минерализаций, но собственно золоторудной является пирит-халькопирит-арсенопиритовая. Проявлена она в плагиогранит-порфирах и гранит-порфирах. Рудные минералы слагают прожилковую, прожилково-вкрапленную минерализацию со сложными эмульсионно-вкрапленными, графическими структурами. Кроме минералов, слагающих данную минерализацию (пирит, халькопирит, арсенопирит) в прожилках присутствует халькозин, в меньшей степени развиты борнит, ковеллин. В качестве единичных зерен обнаружены магнетит, сфалерит, галенит. В руде прослежена достаточно сложная ассоциации минералов. Они слагают ажурные, многокомпонентные прожилки, в которых по халькопириту развиты вторичные медные минералы (халькозин, ковеллин). Пирит представлен катаклазированными зернами, трещины

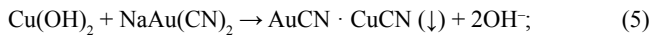
которых заполнены халькопиритом. Следует отметить, что самородное (видимое) золото развито именно по халькопириту, хотя зачастую заполняет пространство в трещинах катаклазированного пирита в ассоциации со сфалеритом и галенитом (*рис.*). По результатам растровой электронной микроскопии, выполненной на микроскопе JSM-6390LV компании JEOL Ltd. (Япония) с системой энергодисперсионного микроанализа INCA EnergyPentaFETX3 компании OXFORD Instruments Analytical Limited (Великобритания) установлено, что самородное золото содержит в составе примесь серебра от 5,23-7,65 до 12,58 %. Также было установлено наличие в руде теллуридов серебра (гессит Ag_2Te), развитых в тесной ассоциации с галенитом (*рис. 1г*).

Данные фазового анализа указывают на наличие в значительном количестве в руде цианидрастворимых минералов: 0,05 % (33,3 % отн.) в виде борнита, халькозина и ковеллина и 0,01 % (6,7 % отн.) в виде окисленных форм медных минералов (малахит, куприт и др.), что может оказать негативное влияние на процесс цианидного выщелачивания руды.

Цианидрастворимые медные минералы обладают высокой реакционной способностью к цианиду и, согласно стехиометрии, потребляют 1,5-2 килограмма CN^- на 1 килограмм меди.

Высокие расходы цианида натрия связаны с его безвозвратными потерями на образование цианат- и роданид-ионов.

В условиях дефицита цианида натрия важно также обратить внимание на то, что уже растворенное золото может вступать во взаимодействие с медьсодержащими минералами по следующим реакциям и затем теряться с хвостами выщелачивания [6-13]:



В ряде исследований определено, что при низком содержании цианида натрия пирит и халькопирит обладают сильной сорбционной активностью и конкурируют с активированным углем по удалению большей части золота из растворов.

При проведении тестов по выщелачиванию руды в открытом цикле было отмечено наличие в растворах выщелачивания меди и железа, которые могут присутствовать в виде различных комплексных соединений: цианидов, роданидов, цианатов и др., которые при накоплении в растворе при работе в замкнутом цикле могут негативно повлиять на процесс выщелачивания. Для получения более точной информации о степени возможного негативного влияния накопления примесей в растворах были поставлены тесты по сорбционному выщелачиванию руды в замкнутом цикле.

В результате проведенных тестов было установлено следующее:

- степень извлечения золота в раствор при выщелачивании колеблется в пределах от 78,3 до 88,3 %;

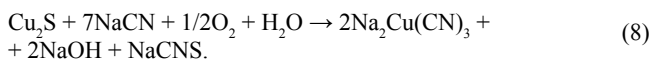
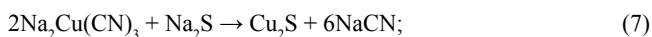
- среднее значение степени извлечения золота за весь проведенный цикл (14 оборотов) составляет 83,3 %, что ниже извлечения золота при выщелачивании в открытом цикле на 4,2 %;

- накопление меди в растворе оказывает незначительное влияние на показатели по извлечению золота (наблюдается ее некоторое снижение), однако вследствие сорбции меди из растворов резко возрастает ее содержание в активированном угле. Повышенное содержание меди в угле предполагает введение дополнительной операции десорбции меди перед десорбцией золота;

- результаты тестов и дополнительные расчеты показывают, что при возврате в процесс 80 % оборотной воды равновесная концентрация меди в растворе составит ~1,5-1,6 г/дм³, при возврате 70 % воды – 1-1,1 г/дм³, при возврате 50 % воды – 0,6-0,65 г/дм³.

Результаты проведенных во ВНИИцветмете тестов по осаждению меди из растворов цианидного сорбционного выщелачивания показали, что наиболее эффективным способом является метод ее вывода из раствора в виде цианида ($\text{CuCN} \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Остаточное содержание меди в растворе при этом составляет 0,04-0,06 г/дм³. Вместе с медью в осадок переходит железо: предположительно в виде роданидов, цианатов и др. соединений. Осадок обладает хорошей сгущаемостью и фильтруемостью. Содержание меди в осадке составляет 51-52 %.

При выводе меди из раствора в виде сульфида меди (Cu_2S) остаточное содержание меди в растворах остается достаточно высоким (0,15-0,2 г/дм³) при любых расходах сульфида или гидросульфида натрия, что может быть связано с протеканием следующих реакций:



Осадок сульфида меди по сравнению с осадком цианида меди хуже сгущается и фильтруется. Содержание меди в осадке составляет порядка 69 %.

Остаточное содержание цианида натрия в растворе после вывода меди в виде цианида составляет 0,015 %, в виде сульфида – 0,028 %.

Таким образом, в результате проведенных во ВНИИцветмете лабораторных исследований по переработке золотосодержащей руды одного из месторождений Казахстана с содержанием золота 1,2 г/т и меди 0,15 % методом сорбционного цианидного выщелачивания в замкнутом цикле установлено:

- накопление в цианидных растворах меди оказывает незначительное влияние на показатели по извлечению золота (наблюдается ее некоторое снижение). Однако вследствие сорбции меди из растворов резко возрастает ее содержание в активированном угле, что влечет за собой введение дополнительной операции в технологическую схему – десорбции меди перед десорбцией золота;

- при осаждении меди из растворов сорбционного выщелачивания в виде ее цианида и сульфида, более эффективным является метод осаждения в виде цианида меди, позволяющий получить осадок с содержанием меди 51-52 % при ее остаточном содержании в растворе выщелачивания 0,04-0,06 г/дм³. При осаждении меди в виде сульфида ее содержание в осадке составляет порядка 69 %, однако остаточное содержание меди в растворе достигает 0,15-0,2 г/дм³. К тому же осадок цианида меди отличается более высокими показателями по сгущению и фильтрации по сравнению с осадком сульфида меди.

Литература

- 1 Плаксин И. Н. Обработка золотых руд – М., 1932 – 260 с.
- 2 Adams M. D. Advances in Gold Ore Processing // Developments in Mineral Processing – 2005 – Vol. 15 – 1076 p.
- 3 Сизикова Н. В., Браилко О. Ю., Касымова Д. Б. Методы разделения золота и меди на стадии выщелачивания золотосодержащего сырья с повышенным содержанием меди // Труды ВНИИцветмета – 2017 – С. 72-77.
- 4 Сизикова Н. В. и др. Методы селективного разделения золота и меди на стадии выщелачивания золотосодержащего сырья с повышенным содержанием меди // Промышленность Казахстана – 2014 – № 3 – С. 64-66.
- 5 Marsden J. O., House C. I. The Chemistry of Gold Extraction. 2nd edition by SME, Inc. 2006 – 625 p.
- 6 Котляр Ю. А. Металлургия благородных металлов – М.: Издательство МИСИС, 2005 – 392 с.
- 7 Adams M. D. Chemistry and mineralogy of gold-copper and copper-gold ore processing // Developments in Mineral Processing – 2005 – Vol. 15 – P. 1999.
- 8 Захаров Б. А., Меретуков М. А. Золото: упорные руды – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2013 – 452 с.
- 9 Меретуков М. А. Активные угли и цианистый процесс. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2007 – 228 с.
- 10 Патент 2443791. Россия. Способ кондиционирования цианидсодержащих оборотных растворов переработки золотомедистых руд с извлечением золота и меди и регенерацией цианида / Войлошников Г. И., Петров В. Ф., Петров С. В., Файберг А. А. – Заявлено 13.07.2010; опубликовано 27.02.2012.
- 11 Патент 2123060. Россия. Способ извлечения золота из цианистых растворов и пульп, содержащих медь / Войлошников Г. И., Войлошникова Н. С., Чернов В. К. – Заявлено 02.10.1997; опубликовано 10.12.1998.
- 12 Файберг А. А. Кондиционирование цианидных оборотных растворов с повышенным содержанием меди / Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук – Иркутск: ОАО «Иргиредмет», 2010 – 154 с.
- 13 Калугина Н. Л., Варламова И. А., Калугин Д. А., Чурляева Н. А. / Особенности кондиционирования оборотных растворов золотоизвлекательного участка выщелачивания / Теория и технология металлургического производства – 2014 – № 1 – С. 88-90.

Д. Байсейтов
М. Тулепов
Л. Сасыкова
А. Тасимханова
Ш. Габдрашова
Е. Марал
О. Досжанов

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЕНИЯ УГОЛЬНОГО БРИКЕТА С БЕЗВОЗДУШНЫМИ КАНАЛАМИ ОТ ВРЕМЕНИ

• *Статья посвящена исследованию зависимости температуры горения угольного брикета с безвоздушными каналами от времени. Исследовались угольные брикеты из некондиционного угля с органическими и неорганическими связующими. Установлено, что кинетические области исследования зависимости температуры горения брикета определяются температурой теплопередачи и спекания в замкнутой системе. Были проведены эксперименты на сжигание брикетов угля с безвоздушными каналами в печи, температурные профили которых показали, что термическое поведение брикетов с неорганическими связующими в печи нестационарное.*

• *Мақала ауа арналары жоқ брикеттің жануын зерттеуге арналған. Органикалық және бейорганикалық байланыстырғыштары бар кондициялық емес көмір брикеттері зерттелді. Брикеттің жану температурасының тәуелділігін зерттеудің кинетикалық аймақтары тұйықталған жүйеде жылу беру және агломерация температурасымен анықталатындығы анықталды; көмір брикеттерін пеште ауасыз каналдармен жағу бойынша тәжірибелер жүргізілді, олардың температуралық профилдері пеште бейорганикалық байланыстырғыштар бар брикеттердің термиялық әрекетін көрсетті.*

• *The article is devoted to the study of the dependence of the combustion temperature of a briquette on time by airless channels. Coal briquettes from substandard coal with organic and inorganic binders were investigated. It was found that the kinetic regions of the study of the dependence of the combustion temperature of the briquette are determined by the temperature of heat transfer and sintering in a closed system; experiments were carried out on the combustion of coal briquettes with airless channels in a furnace, the temperature profiles of which showed that the thermal behavior of briquettes with inorganic binders in the furnace is unsteady.*

Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования для получения брикетов из угля и полимеров, исследования структуры и состава угля был выбран уголь месторождений «Шубарколь», «Каражира» и «Ой-Карагай» Центрального региона Казахстана. Для проведения экспериментов смеси твердых полимерных остатков предварительно подвергали термообработке, затем совместно с углем проводили механообработку до размера частиц более 200 мкм. Полученные смеси тщательно хранились с соблюдением мер предосторожности для предохранения от окисления, возможных источников загрязнения, которыми могут быть реактивы, атмосфера, пыль.

Для брикетирования использовался гидравлический автоматизированный пресс ИП-100 (рис. 1). Прессование осуществлялось в замкнутых цилиндрических матрицах диаметром от 10 до 25 мм. Расчетное количество компонентов брикетирования в определенной последовательности смешивалось до получения однородной массы и брикетировалось в прессе при давлении прессования 25 МПа, что соответствует развиваемому давлению в промышленных вальцевых прессах.

Температуру горения измеряли оптическим пирометром. Оптический пирометр марки Raytek 3i 1M (2006 г.) предназначен для измерения температуры от 600 до 3000 °С.

Результаты и их обсуждения

Исследовались угольные брикеты из некондиционного угля со связующими (жидкое стекло, бумажный картон и гудрон). Результаты анализа показали различную теплотворную способность, самую высокую теплотворную способность (7832 ккал/кг) показал образец брикета с гудроном из-за его высокого фиксированного содержания углерода (табл.).

Кинетические параметры горения показали, что для горения образца брикета в диапазоне температур от 25 до 1200 °С необходимая скорость нагрева составляет 20 °С в минуту (рис. 2).

Из рисунка 2 видно, что температурные профили горения брикетов имеют сходные тенденции роста температуры со временем, в первые 20 минут – это первая стадия испарения воды, процесс мало влияет на его тепловое поведение. Далее идет стадия пиролиза при температуре около 500 °С, и этот процесс непрерывно идет вместе с их сжиганием. По мере возгорания в процессе пиролиза происходит потеря веса, сумма которой приближается к содержанию летучего вещества в брикетах, что указывает на то, что процесс пиролиза главным образом связан с улетучиванием летучих веществ.

Скорость протекания данного процесса определяется температурой и структурой углеродной поверхности брикета, и при высоких температурах он протекает практически мгновенно.

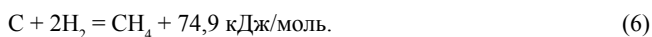
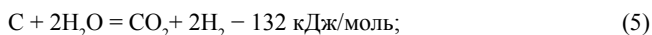
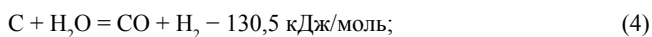
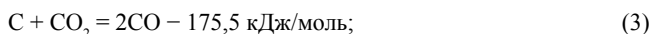
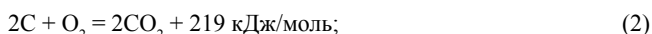
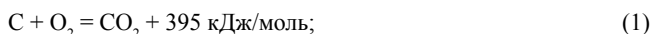
Теплотворная способность угольных брикетов с различными связующими

Образцы брикетов со связующими	Теплота сгорания, ккал/кг	Теплота сгорания, МДж/кг
Брикет со связующим из картона	6843	28,25
Брикет со связующим из жидкого стекла	7073	30,31
Брикет со связующим из гудрона	7832	36,41

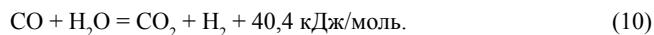
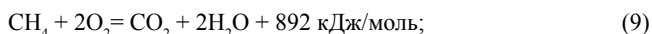
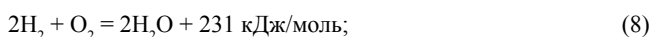
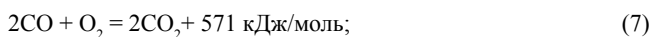


Рис. 1 – Пресс для брикетирования

венно. Механизм выгорания углеродных частиц достаточно сложен, в зависимости от связующего (рис. 4). В настоящее время существует общепринятая схема [5] для его описания, учитывающая возможность протекания следующих химических реакций: на наружной поверхности и внутри пор.



В условиях встречной диффузии продуктов неполного сгорания от поверхности углеродной частицы в поток окислителя, диффундирующего им навстречу из окружающего объема, протекают следующие реакции.



В сочетании с результатами приближенного анализа основной реакцией сжигания брикетов угля является сжигание фиксированного углерода, это в значительной степени способствует снижению теплотворного качества брикетов, что наблюдается при сжигании брикетов с картоном. Основные тенденции сгорания брикетов с различными связующими схожи, хотя показывают различия в деталях в зависимости от связующего.

Скорость гомогенных реакций в этом случае зависит от концентрации реагирующих компонентов. Экспериментальные данные по определению скорости тепловыделения реакции показывают, что горение CO, H₂ и неорганических компонентов определяется содержанием этих компонентов в смеси с их соотношением, и только при малых концентрациях кислорода скорость реакции горения начинает зависеть от содержания окислителя.

Исследовались параметры горения, которые включают температуру воспламенения, пиковую температуру, максимальную скорость горения и время выгорания, полученные из термопрофилей горения брикетов.

Параметры сгорания (рис. 3) четко отображают характеристики сгорания образцов брикетов, в частности уголь с гудроном характеризуется температурой воспламенения 470 °С (наиболее легко воспламеняемый), в то время как уголь с жидким стеклом имеет самую высокую температуру воспламенения (580 °С), но при этом устанавливается стабильная пиковая температура горения (1000 °С) и достигается самое длительное время выгорания (200-300 минут), что указывает на то, что уголь с жидким стеклом будет воспламеняться при высоких температурах и продолжит горение в течение длительного времени.

Поскольку проводилось сжигание брикетов угля с безвоздушными каналами, исследовалось и влияние размера частиц угля в брикетах (рис. 4), поскольку последнее оказывает большое влияние на сжигание угля, так как уголь трудно воспламенить при слишком малой размерности частиц угля (-100 мкм).

В то же время брикет угля с такой же размерностью, но в присутствии связующего картона может загореться при нормальной температуре воспламенения, кроме того, интенсивность сгорания растет с увеличением содержания картона, но время выгорания сокращается с 80 до 60 минут, когда содержание связующего картона увеличивается с 30 до 50 %. Следовательно, подходящий размер для сжигания угля составляет около 150-174 мкм.

Исследовалось влияние воздушного потока на характеристики горения угля с безвоздушными каналами и в присутствии окислителей, в качестве окислителя выбран перманганат калия KMnO₄ (рис. 5).

Воздушный поток оказывает некоторое влияние на сжигание угля, а именно пик сгорания переносится на более низкую температуру, интенсивность сгорания повышается, и значение пика сгорания также растет при увеличении потока

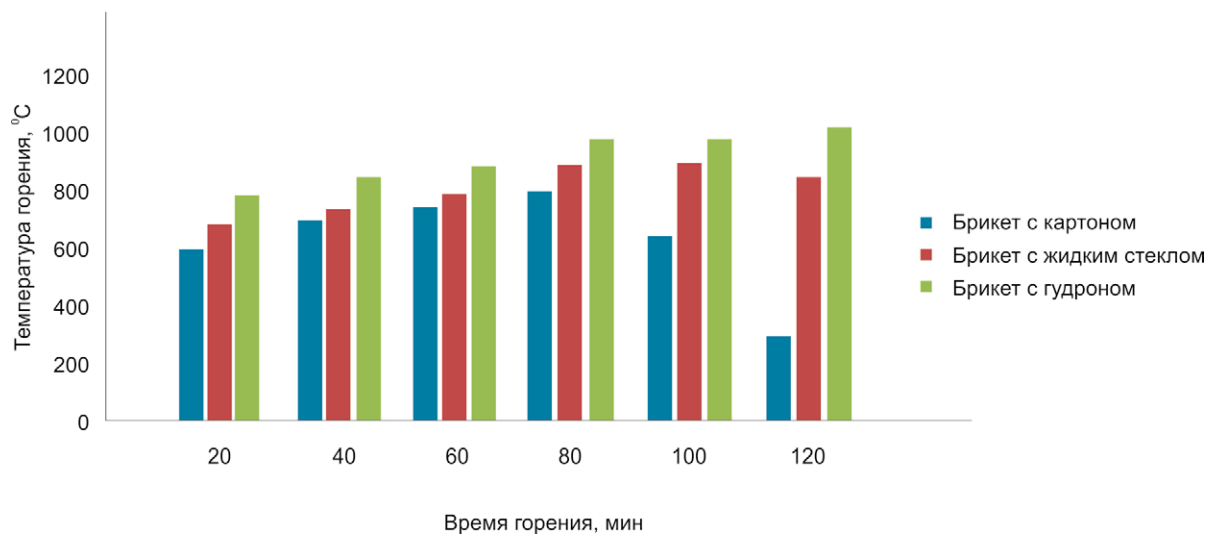


Рис. 2 – Температурные профили горения брикетов

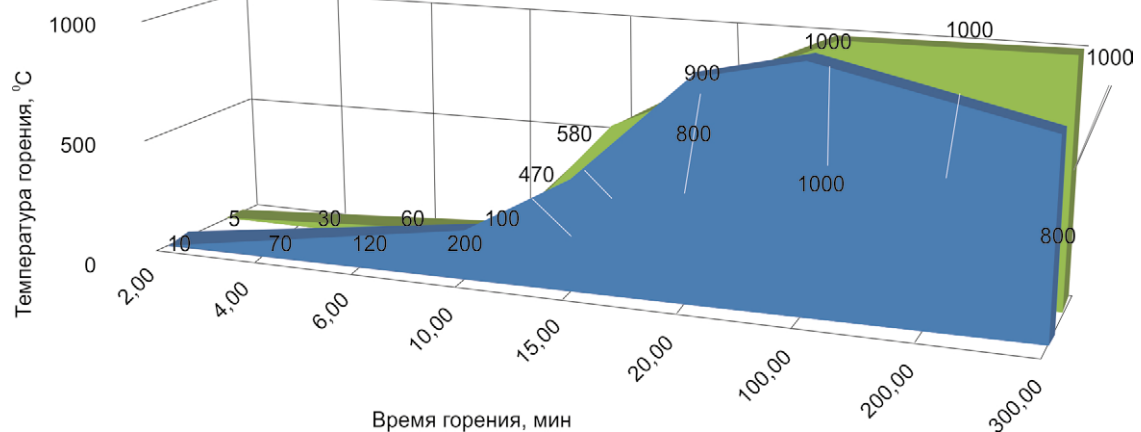


Рис. 3 – Параметры горения угольных брикетов (синий уголь с гудроном, зеленый уголь с жидким стеклом)

воздуха. При увеличении расхода воздуха с 50 до 100 мл/мин максимальная температура снижается с 860 до 570 °С, а время выгорания сокращается с 75 до 65 минут. Установлено, что температура воспламенения не изменяется при увеличении потока воздуха, а это означает, что поток воздуха не влияет на характеристики воспламенения брикетов с безвоздушными каналами.

Влияние окислителя перманганата калия проявляется в повышении температуры горения, однако после 50 минут интенсивность возгорания падает и происходит стабилизация температуры, что говорит об окончании окислительно-восстановительных процессов, сопровождающих процессы горения.

Немаловажным фактором в процессе горения брикетов является предварительный прогрев и скорость нагрева брикетов.

Исследовалось влияние скорости нагрева на сжигание брикетов, в частности при увеличениях скорости нагрева ускоряется сгорание брикетов. Кинетическое время от зажигания до максимального сгорания (пиковое время) сокращено с 3,42 до 3,03 минуты, а время выгорания сокращается с 70 до 30

минут, когда скорость нагрева увеличивается с 10 до 30 °С в минуту.

Сгорание брикета угля дополнительно усиливается, когда скорость нагрева непрерывно увеличивается до 30 °С в минуту, это означает, что сжигание угля должно происходить с подходящей скоростью нагрева. Кроме того, температура воспламенения не изменяется с увеличением скорости нагрева, что указывает на то, что скорость нагрева не влияет на характеристики воспламенения угля.

Таким образом, брикеты угля с безвоздушными каналами вне зависимости от содержания связующего имеют сходную тенденцию пиролиза, которая происходит при температуре около 500 °С и этот процесс непрерывно продолжается вместе с их сжиганием. Они имеют сопоставимые характеристики горения: температура воспламенения – 480-540 °С; пиковая температура – 600-1000 °С и время выгорания – 75-80 минут. Тепловые характеристики температуры воспламенения, температуры выгорания, максимальной скорости сгорания и кинетических параметров сгорания могут охарактеризовать количе-

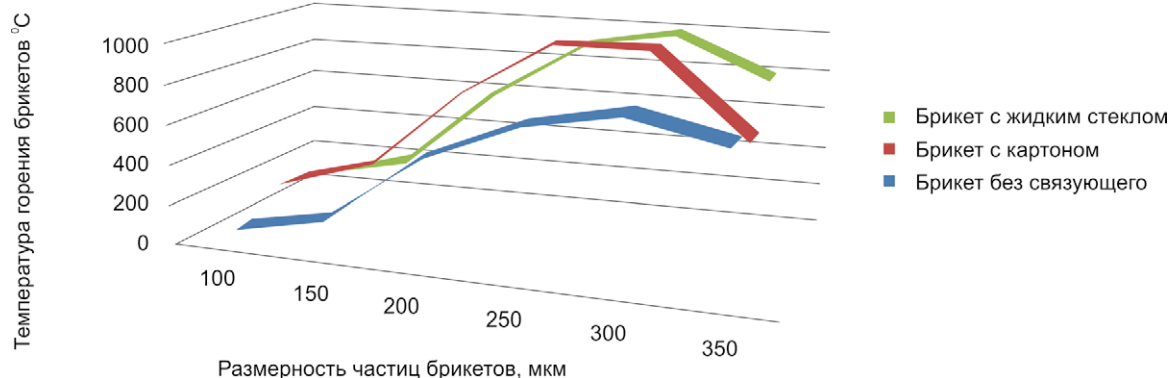


Рис. 4 – Горение брикета от размерности в зависимости от присутствия связующего

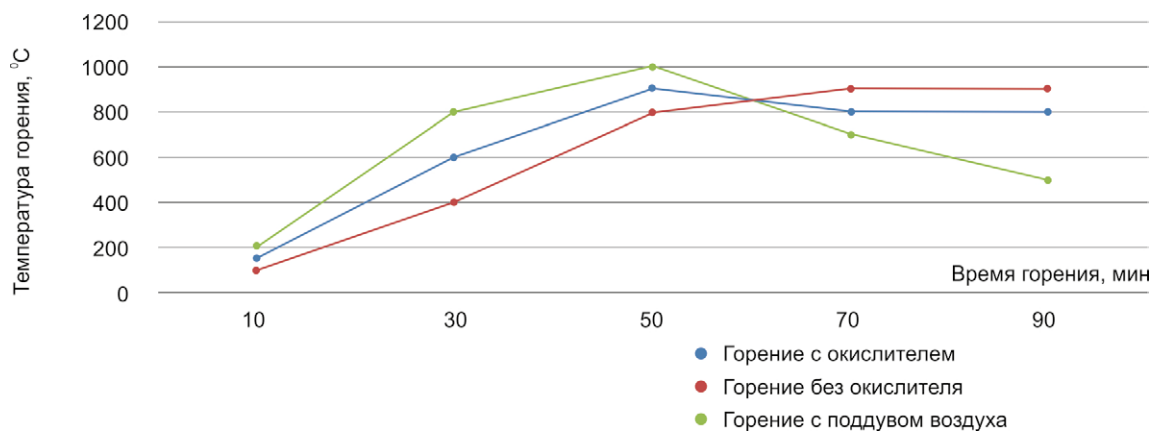


Рис. 5 – Горение брикетов в присутствии окислителя и поддува воздуха

ственный анализ всего теплового процесса сгорания топлива. Установлено, что кинетические области исследования зависимости температуры горения брикета определяются температурой теплопередачи и спекания в замкнутой системе, были проведены эксперименты на сжигание брикетов угля с безвоздушными каналами в печи, температурные профили которых показали, что термическое поведение брикетов с неорганическим связующими в печи нестационарное.

Работа выполнена по проекту ИРН АР05131088 «Разработка технологии приготовления буроугольных брикетов некондиционных углей с мультиполимерным связующим» по программе: 217 «Развитие науки» подпрограмма: 102 «Грантовое финансирование научных исследований» Комитета науки МОН РК.

Литература

- 1 Ермагамбет Б. Т., Касенов Б. К., Бектурганов Н. С., Байбеков С. Н., Набиев М. А., Касенова Ш. Б. Чистые угольные технологии: теория и практика – Караганда: Tengritd, 2013 – 276 с.
- 2 Папин А. В., Игнатова А. Ю., Неведров А. В., Черкасова Т. Г. Получение топливных брикетов из тонкодисперсных отходов угледобычи и углепереработки // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых – 2015 – № 5 – С. 43-49.
- 3 Сухомлинов Д. В. Технологии изготовления топливных брикетов с низкой температурой воспламенения из отходов угольной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень – 2013 – № 5 – С. 14-17.

- 4 Ширшиков В. И. Химия и технология производства древесно-угольных брикетов – СПб.: Химиздат, 2012. – 196 с.
- 5 Буравчук Н. И. Влияние технологических параметров на качество топливных брикетов из мелкозернистых угольных отходов // Химия твердого топлива – 2015 – № 5 – С. 25-32.
- 6 Александрова Т. Н. Разработка технологии брикетирования буроугольной мелочи на основе связующей композиции из отходов // Горный информационно-аналитический бюллетень – 2012 – № 9 – С. 284-289.
- 7 Буренина О. Н., Петрова Л. А. Исследование и разработка связующих материалов для брикетирования бурых углей / Сборник трудов I международного форума молодых ученых и студентов «Актуальные проблемы современной науки» – Самара, 2005 – С. 188-190.
- 8 Каблов Е. Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // Авиационные материалы и технологии – 2015 – № 1 (34) – С. 3-33.
- 9 Гуняев Г. М., Каблов Е. Н. Конструкционные углепластики на рубеже веков / В кн. Авиационные материалы. Избранные труды «ВИАМ» 1932-2002: юбилейный научно-технический сборник – М.: МИСИС-ВИАМ, 2002 – С. 242-247.
- 10 Каблов Е. Н. России нужны материалы нового поколения // Редкие земли – 2014 – № 3 – С. 8-13.
- 11 Плюдеман Э. Поверхности раздела в полимерных композитах. Композиционные материалы – М.: Мир, 1978 – Т. 6 – 296 с.
- 12 Аринова С. К. Исследование технологии получения угольных брикетов с заданными физико-механическими характеристиками в лабораторных условиях // Современные научные исследования и инновации – 2015 – № 5 – С. 127-133.

Е. Мазулевский
А. Сыдыков
Ф. Бердикулова
Т. Ковзаленко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЕЙ ПРИ ОБЖИГЕ КЕКОВ МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

• *Статья посвящена исследованию процесса обжига свинцовых кеков медного производства, содержащих рений и осмий с оксидами. Изучено поведение осмия и переход рения в водорастворимые соединения при обжиге кеков при температурах до 600 °С в присутствии 15 различных окислителей. Выбраны наиболее эффективные окислители для перевода рения в водорастворимую форму, а осмий – в газы или огарок от обжига. Полученные результаты позволят в дальнейшем выбрать технологию извлечения рения и осмия из свинцовых кеков медного производства.*

• *Мақала мыс өндірісінің осмий-, ренийқұрамды қорғасынды кектерін оксидтермен күйдіру процесін зерттеуге арналған. Он бес түрлі тотықтырғыштар қатысуымен 600 °С дейінгі температурада тотықтырып күйдіруде осмийдің қасиеттері мен ренийдің суда еритін қосылыстарға ауысуы зерттелді. Ренийді суда еритін қосылыстарына, ал осмийді газ фазасына немесе күйдіріндіде концентрлеу үшін ең тиімді тотықтырғыштар таңдалды. Алынған нәтижелер болашақта мыс өндірісінің қорғасын кектерін рений мен осмийді алу технологиясын жасауға мүмкіндік береді.*

• *The article is devoted to the study of the roasting process with oxides of rhenium and osmium-containing lead cakes of copper production. The behavior of osmium and the transition of rhenium to water-soluble compounds during baking cakes at temperatures up to 600 °C in the presence of fifteen different oxidants was studied. The most effective oxidizing agents were selected for converting rhenium to a water-soluble form, and osmium to gases or to the stub from firing. The results obtained will allow us to choose the technology for extracting rhenium and osmium from lead cakes of copper production in the future.*

Рений – весьма ценный металл. В настоящее время стоимость рения в Российской Федерации составляет до 221 000 рублей за килограмм, а перрената аммония марки AP-0 – до 142 750 рублей за килограмм. Рений, как и осмий, является сопутствующим элементом и находится в медных, молибденовых, урановых рудах, его производят при металлургической переработке этих руд. Республика Казахстан является одним из производителей рения и занимает четвертое место после США, Перу и Чили [1]. При пирометаллургической переработке медных концентратов на предприятии АО «Корпорация «Казахмыс» с отходящими газами выделяется много осмий- и ренийсодержащих пылей. Эти пыли улавливают в несколько стадий: в электрофильтрах, рукавных фильтрах, а самые тонкая пыль с диаметром частиц 0,074 мм и менее улавливается в мокрых скрубберах, орошаемых раствором серной кислоты с получением шламов. Содержащие серную кислоту шламы сложно хранить и транспортировать, поэтому шламы нейтрализуют углекислым натрием (содой) до pH 6-6,5 с получением кеков.

На медеплавильном заводе АО «Корпорация «Казахмыс» рений получают преимущественно из промывной серной кислоты. Однако другие промпродукты медного производства также содержат значительное количество рения [2]. Например, пыль, шламы и кеки, включающие следующие элементы и соединения, %: Pb – до 70; S – до 14; Si – до 4,45; Fe, Cu – до 2,3; Se, Al, Ca – до 1,09; Na, Mg – до 0,39; K, Zn, As, Bi, Mg – до 0,18; P – до 0,045; Ni – до 0,008, содержат до 57 г/т осмия, до 3000 г/т рения, а в отдельных случаях – до 4500 г/т. Свинец в промпродуктах присутствует в виде сульфата и карбоната, кроме того имеются оксид и сульфид свинца и малое количество металлического свинца [3].

Извлечению рения из пылей, шламов, кеков медного производства посвящено значительное число работ, обзор по которым приведен в [4].

Резюмируем известные способы:

1. Спекание пылей с оксидом кальция с выщелачиванием спека в 60-х годах прошлого века дало извлечение рения в перренат калия 80-87,5 % [5]. При этом перренат калия не является оптимальным товарным соединением рения.

2. Гидрометаллургическое вскрытие пыли на Шимкентском свинцовом заводе с использованием марганцевого концентрата позволило извлечь рений на 91 % [6].

3. Выщелачивание рения из шламов раствором хлорида натрия, а также карбонизация промпродуктов с последующим выщелачиванием полученного кека азотной кислотой не дали полного разделения рения, осмия и свинца в отдельные продукты [7, 8].

4. Плавка кека с сульфатом натрия и коксом [9] прошла опытно-промышленные испытания, однако сложность аппаратного оформления процесса затормозила внедрение этого способа.

5. Переработка пылей и шламов грануляцией и обжигом при температурах до 900 °С с отгонкой рения в газовую фазу [10-13]. Недостатком данного способа являются высокая температура обжига.

6. Гидрометаллургические способы переработки шламов или кеков [3, 14, 15] с использованием пероксида водорода и кислот характеризуются большим образованием пены в процессе выщелачивания и требуют особенно коррозионно стойкой аппаратуры, что и явилось основной причиной прекращения работ в этом направлении.

С учетом недостатков выше описанных способов нами предложен способ извлечения осмия и рения из свинцовых промпродуктов медного производства [16]. Способ включает грануляцию исходного сырья с окислителем и связующим, нагрев гранул до температуры 600 °С с пропусканием воздуха через слой гранул и водное выщелачивание полученного огарка. Для осуществления этого способа была изготовлена специальная лабораторная установка, обеспечивающая оптимальное взаимодействие воздуха с неподвижным слоем гранул, что позволило получить высокое извлечение осмия в газовую фазу и переход рения в водорастворимую форму.

Особенность кеков Жезказганредмета – это влажность, достигающая 10 %, большое содержание (до 35 % от массы кеков) карбонатов свинца, разлагающихся при обжиге с выделением газа – диоксида углерода, и значительное количество органических соединений, например циклопарафинов. В результате

Обжиг кека с разными окислителями в близких к оптимальным условиях

№	Окислитель	Длительность, мин.	Температура, °С	Температура нач., ЭЭ, °С	Угар, %	Ос в возгонах, %	Ре растворимый, %
1	10 % MnO ₂ + 10 % CaO	60	600		9,17	51,4	54
2	50 % PbO ₂	60	490		32	73,56	77,57
3	50 % PbO ₂	180	350		5	47,22	67,83
4	50 % PbO ₂ + 4 % CaO	180	350		2	44,83	91
5	30 % Ba(NO ₃) ₂	90	620		14,79	89,44	58,05
6	4,6 % KNO ₃ + 5,4 % NaNO ₃	50	400	311	12,29	16,18	87,11
7	Эвтэктический плав KNO ₃ + NaNO ₃ 40 %	90	450	401	15,98	71,82	100
8	30 % NH ₄ NO ₃	60	450	200	29,92	85,43	46,85
9	30 % NH ₄ Cl	90	450	397	30,13	91,53	66,51
10	Воздух + 60 % O ₂	16	500		10,4	5,14	66,49
11	30 % (NH ₄) ₂ SO ₄	60	600		30,19	100	26,28
12	20 % (NH ₄) ₂ SO ₄ + 20 % CaO	60	600		14,82	0	98,21
13	30 % NaNO ₃	60	355	278	11,88	59,53	100
14	35 % NaNO ₃	60	450	300	17,48	85,15	91 / 37
15	25 % NaNO ₃	40	450	285	16,68	77,43	95,37
16	20 % NH ₄ NO ₃ + 15 % NH ₄ Cl	60	450	220	20,03	93	100
17	20 % NH ₄ NO ₃ + 10 % NH ₄ Cl	60	450	270	16,69	100	100
18	20 % NH ₄ NO ₃ + 5 % NH ₄ Cl	70	500	270	15,08	92,85	96,06
19	10 % PbO ₂ + 4 % NH ₄ Cl	60	450	295	9,01	86,38	96,66
20	15 % PbO ₂ + 5 % NH ₄ Cl	60	450	310	9,96	89,89	100
21	ХИ 10 %	120	350			62,53	68
22	ХИ 12 %	120	350			56,66	69,6
23	ХИ 17 %	120	350			79,72	68
24	ХИ 25 %	120	350			42,72	77,6
25	ХИ 30 %	90	600	440	7,59	88,82	100
26	ХИ 30 %	90	600	430	9,13	100	100

Примечания: ЭЭ – экзотермический эффект, ХИ – хлорная известь.

обжига кеков наблюдается большой унос паров воды, газов и органики с выделением в ловушках жидкости и органических осадков, извлечение из которых осмия неоправданно сложно и экономически не выгодно.

Цель настоящего исследования – адаптация способа, предложенного в [16], к практическим условиям, то есть к использованию существующей трубчатой вращающейся печи для обжига промпродуктов, а также выбор наиболее эффективного окислителя.

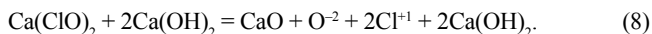
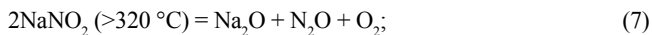
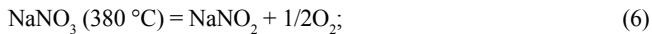
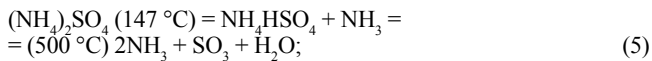
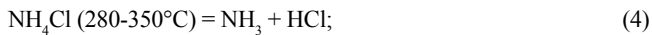
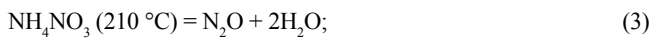
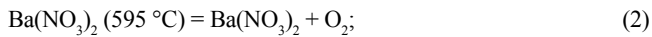
Эксперименты проводили в трубчатой вращающейся печи с керамической трубой диаметром 80 мм и длиной 1540 мм. Кек с окислителем гранулировали с использованием лабораторного чашевого гранулятора, в качестве связующего применяли клей ПВА, разведенный водой 1 : 10. Достоинство данного связующего заключается в том, что он состоит из водорода и углерода и не вносит примесей в получаемый материал. Гранулы сушили в сушильном шкафу при температуре 100 °С до постоянного веса. Навеску гранул в количестве 50 граммов по исходному кеку загружали во входную часть трубы печи, с температурой порядка 30 °С. Далее при вращении трубы печи гранулы продвигались в зону обжига с температурой 600 °С, обжигались, превращаясь в огарок, двигались к выгрузному концу печи, при этом охлажда-

лись до температуры 100 °С и высыпались из выгрузного конца трубы печи. Газы эвакуировали посредством зонта, расположенного над выгрузным концом печи, затем газы проходили через ловушку, заполненную водой, далее через ловушку с раствором натриевой щелочи и эвакуировались вакуумным насосом.

Далее огарок подвергали водному выщелачиванию с последующим анализом на содержание осмия в щелочном растворе ловушки, а рения в растворе выщелачивания. Кроме того определяли угар в процессе обжига и количество органических осадков в первой ловушке. Целью исследования был выбор окислителя, в связи с этим выщелачивание проводили в заведомо завышенных Ж : Т, температуре и длительности. Отношение Ж : Т было равно 8, температура – 85 °С, длительность выщелачивания – 120 минут.

В исследовании использовали следующие окислители: диоксид марганца, диоксид свинца, нитрат бария, смесь из калийной и натриевой селитры, а также плав, приготовленный из эвтэктической смеси этих нитратов, нитрат и хлорид аммония, воздух, обогащенный кислородом, сульфат аммония, нитрат натрия, нитрат аммония в смеси с хлоридом аммония, диоксид свинца в смеси с хлоридом аммония, техническую хлорную известь.

При обжиге кека с окислителями идут следующие реакции (1-8):



Результаты обжига кека с окислителями приведены в таблице. Обжиг сопровождается большими или меньшими экзотермическими эффектами, что отражено в таблице.

Выводы

1. Обжиг с такими реагентами, как $(\text{CaO} + \text{MnO}_2)$, PbO_2 , $(\text{PbO}_2 + \text{CaO})$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, обогащенный кислородом воздух, сульфат аммония не эффективен даже при значительных расходах реагентов и не позволяет перевести достаточно полно рений в растворимую форму при возгонке осмия в газы.

2. Интересен комплексный окислитель (сульфат аммония + оксид кальция), позволивший на 98,21 % перевести рений в перренат кальция и при этом весь осмий остался в огарке.

3. Обжиг кека с плавом, приготовленным из смеси $(\text{KNO}_3 + \text{NaNO}_3)$, дает возможность снизить температуру обжига до 450°C , при этом окисление осмия до летучих соединений составляет 71,82 %. Вместе с тем приготовление эвтектической смеси калийной и натриевой селитры представляет собой дополнительную технологическую операцию.

4. Для глубокого окисления осмия до летучих соединений перспективно применение аммиачной селитры NH_4NO_3 и хлорида аммония NH_4Cl , разлагающихся с выделением окислителей N_2O и HCl , однако при использовании раздельно каждого из этих реагентов наблюдается невысокий переход рения в растворимую форму (46,85 и 66,51 %) соответственно. Кроме того в процессе обжига выделяется значительное количество газов (угар составляет в среднем 30 % от массы шихты).

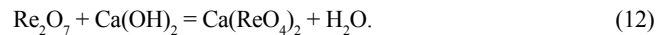
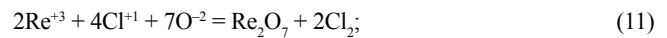
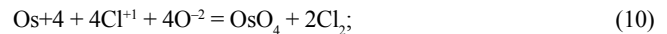
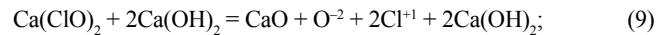
5. При обжиге кека с натриевой селитрой NaNO_3 достигается значительное извлечение осмия в газовую фазу, а рения в водорастворимую форму (Os до 77,43, а Re – до 100 %). Процесс обжига осложняется сильным экзотермическим эффектом. Даже при отключенном нагреве печи температура в результате экзотермического эффекта резко возрастает с 280 до 600°C , что при использовании процесса в крупных масштабах сильно осложнит технологию обжига. Недостаток использования NaNO_3 также заключается в значительном избытке натрия в растворах после выщелачивания полученных огарков, что сильно мешает процессам последующей сорбции-десорбции рения из этих растворов.

6. Использование смеси окислителей $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$, позволяет до 100 % извлечь Os в газовую фазу и до 100 % конвертировать Re в водорастворимую форму.

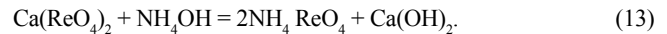
7. Интересен комплексный окислитель $(\text{PbO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl})$, дающий возможность на 90 % возгонять Os и на 100 % получить растворимое соединение рения. При этом невелик расход реагентов (15 и 5 % соответственно), что обуславливает невысокий угар шихты (9-10 %).

8. Наибольшее внимание нами уделено хлорной извести $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2$ ввиду ее распространенности и деше-

визны. Достигнуты высокие показатели по обжигу кека с этим реагентом. В процессе обжига идут реакции (9-12):



Перренат кальция сорбируют на анионите и десорбируют аммиаком (13):



9. Обжиг кека сопровождается значительным выделением с газами паров воды и органических соединений, что осложняет в дальнейшем извлечение осмия из газовой фазы.

Литература

1 Алшанов Р. А. Казахстан на мировом минерально-сырьевом рынке: проблемы и их решение – Алматы, 2004 – С. 116-120.

2 Загородняя А. Н., Абишева З. С., Пономарева Е. И. и др. Распределение рения и осмия по продуктам медного производства. Тезисы докладов. Научно-практическая конференция «Комплексное использование минеральных ресурсов Казахстана» – Алматы, 1997 – С. 79.

3 Сыдыков А. О., Мазулевский Е. А., Ковзаленко Т. В. Гидрометаллургический способ извлечения осмия и рения из свинцовых кеков редкометалльного производства // Промышленность Казахстана – 2009 – № 12 – С. 66-67.

4 Бердикулова Ф. А., Ишкенов А. Р., Мазулевский Е. А., Ковзаленко Т. В. Извлечение рения из промпродуктов медного производства // Промышленность Казахстана – 2020 – № 2 – С. 25-26.

5 Лебедев К. Б. Рений – М.: Научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1963 – 208 с.

6 Тулекбаева А. К., Устимов А. М., Загородняя А. Н., Колосов Б. В. Гидрометаллургическая переработка пылей свинцового производства совместно с марганцевой рудой // Цветные металлы – 1994 – № 5 – С. 19-22.

7 Букуров Т. Н., Абайдильдинов М. С., Абишева З. С. Свинцовые шламы медного производства – источник получения редких металлов – Алматы: ИМИО МОиН, РК Шымкент-Алматы, 2000 – Т. 2 – С. 69-72.

8 Предпатент РК № 8007. Способ переработки свинецосмийренийсодержащих полупродуктов / Абишева З. С., Загородняя А. Н., Абайдильдинов М. С. – Опубликовано 15.09.1999 – Бюллетень № 9.

9 Сыдыков А. О. Разработка физико-химических основ и технологии извлечения осмия и рения при восстановительной переработке свинцовых техногенных продуктов медного производства / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук – Караганды, 2010 – 32 с.

10 Патент РФ № 2051193. Способ отгонки рения и осмия в газовую фазу из свинцовистых ренийсодержащих пылей и серноокислотных шламов медного производства / Андреев Ю. В., Грейвер Т. Н., Петров Г. В. – Опубликовано 27.12.1995.

11 Предпатент РК № 4693. Способ переработки осмийсодержащих продуктов / Ли И. И., Абишева З. С., Телешев К. Ж. и др. – Опубликовано 16.06.1997. – Бюллетень № 2.

12 Предпатент РК № 8311. Способ обжига материала, содержащего редкие элементы, и печь для осуществления способа / Малышев В. П., Беляев С. В., Оралов Т. А. и др. – Опубликовано 15.12.1999 – Бюллетень № 12.

13 Предпатент РК № 7522. Способ извлечения рения из свинец- и ренийсодержащего материала / Беляев С. В., Оралов Т. А., Малышев В. П. и др. – Опубликовано 17.05.1999. – Бюллетень № 5.

14 Патент РК № 13819. Способ переработки свинцового шлама с целью извлечения рения и осмия / Жарменов А. А., Сыдыков А. О., Идрисова К. С. и др. – Опубликовано 16.07.2007 – Бюллетень № 7.

15 Патент РК № 24103. Способ извлечения осмия и рения из промпродуктов медного производства / Жарменов А. А., Терликбаева А. Ж., Ишкенов А. Р. и др. – Опубликовано 15.06.2011 – Бюллетень № 6.

16 Патент РК № 33641. Способ извлечения осмия и рения из свинцовых промпродуктов медного производства / Жарменов А. А., Терликбаева А. Ж., Ишкенов А. Р. и др. – Опубликовано 24.05.2019 – Бюллетень № 21.

РАСЧЕТ ВОДНОГО БАЛАНСА ХВОСТОХРАНИЛИЩА БАЛХАШСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ДЛЯ ЕГО БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- Приведен расчет баланса водопоступления и водоотведения для хвостохранилища и для пруда испарителя Балхашской ОФ. Подведен итог всем проведенным расчетам и описаны причины возможного расхождения расчетных и фактических данных.
- Мақалада қалдық қоймасы үшін және Балқаш БФ буландырғыш тоғаны үшін су алу және су бұру теңдеуін есептеу келтірілген. Барлық есептеулер қорытындыланды және есептеу мен нақты мәліметтердің мүмкін айырмашылықтарының себептері сипатталды.
- The calculation of the balance of water access and drainage for the tailings dump and for the evaporator pond of the Balkhash PP is given. The results of all the calculations are summarized and the reasons for.

Хвостохранилище Балхашской обогатительной фабрики расположено на северо-западном побережье озера Балхаш и примыкает непосредственно к заливу Торангалык, является сооружением равнинного типа, образованного путем ограждения части существующего хвостохранилища дамбами и эксплуатируется с 1937 года, что делает его одним из старейших на территории Казахстана.

Район хвостохранилища отражает степень эрозионного расчленения разновозрастных поверхностей выравнивания. Там, где эрозионные процессы были более интенсивные (территория селитебной зоны поселка Торангалык), возникли плосковершинные бугры и вытянутые гряды. На участках, где происходило захоронение отмеченных форм рельефа (фактор пенеппена) с их размывом, развиты ниже-среднечетвертичные озерные и элювиальные (преимущественно обломочные) образования. Они узкой полосой окаймляют северо-восточный склон отмеченных выше возвышенностей.

Линейно-выпуклое побережье имеет форму неправильной дуги (обращенной выпуклостью в сторону хвостохранилища) и представляет собой озерную террасу. Ее ширина постепенно увеличивается от 350-400 до 1300-1500 метров. Сравнительно ровная заболоченная поверхность террасы осложнена микро- и реже макропонижениями, заполненными большую часть года водой. Современное побережье с терригенным осадконакоплением включает пляжи, приливо-отливные отмели и валы. Динамико-морфологические особенности и литологический состав озерных террас предопределяют относить северное побережье озера Балхаш к абразионно-аккумулятивному, умеренно-расчлененному и бухтовому типу.

Характеристика осадков и испарений

Для оценки безопасной эксплуатации хвостохранилища проводится детальное изучение инженерно-геологических условий и гидрогеологические исследования, включающие расчет водного баланса эксплуатируемого сооружения.

При расчете баланса воды принимается, что осадки за зимний период в виде снегового покрова, начиная с декабря по март, дают подъем уровня воды в апреле в период снеготаяния, то есть за весенне-летний период слой осадков составит 89,5 миллиметра, зимой – 64,2 миллиметра. Данные по осадкам приведены в таблице 1. Данные по испарению с поверхности озера Балхаш, которое принимается только в безледный период и по испарению с суши представлены в таблице 2.

Расчет баланса водопоступления и водоотведения

Расчеты баланса водопоступления и водоотведения по хвостохранилищу выполнены в соответствии со справочником [1].

Общее уравнение годового водного баланса хвостохранилища состоит из следующих расходных групп:

$$\frac{Q_{пр} + Q_{ест} + Q_{ос} + Q_{д}}{\text{группа A}} = \frac{Q_{об} + Q_{ис.в} + Q_{ис.с} + Q_{ф.л} + Q_{ф.в} + Q_{х.о}}{\text{группа B}} + \frac{Q_{пор} + Q_{про}}{\text{группа C}},$$

где группа А – водопоступление в хвостохранилище ($Q_{пр}$ – расход промышленных стоков поступающих в хвостохра-

нилище, м³/период; Q_{ест} – естественный поверхностный приток с водосборного бассейна, м³/период; Q_{ос} – осадки на водную поверхность отстойного пруда, м³/период; Q_д – расход дополнительной воды (родниковая, фильтрационная, хозяйственная, стоки ТЭЦ и др.), м³/период; группа В – водоотведение из хвостохранилища (Q_{об} – расход оборотной воды, из отстойного пруда, м³/период; Q_{ис.в} – расход воды в результате испарения с водной поверхности пруда, м³/период; Q_{ис.с} – расход воды в результате испарения с суши, м³/период; Q_{ф.п} – постоянные потери воды на фильтрацию, м³/период; Q_{ф.в} – временные потери воды на фильтрацию (замачивание ложа), м³/период; Q_{х.о} – расход воды, поступающей на очистные сооружения, м³/период; группа С – вода, остающаяся в хвостохранилище (Q_{нор} – расход воды идущий на заполнение пор хвостов, м³/период; Q_{прд} – расход воды, идущий на образование пруда хвостохранилища, м³/период).

Фильтрационные воды из хвостохранилища и пруда-испарителя собираются в дренажные каналы и перекачиваются дренажными насосами обратно в хвостохранилище, поэтому в расчете баланса не учитываются.

Расчет водного баланса для хвостохранилища Балхашской ОФ

Расход промстоков определяется по зависимости:

$$Q_{пр} = (Q_T - P_{пннс} \cdot Q_T / \gamma_{ск}) / (P_{пннс} - 1), \quad (1)$$

где Q_{пр} – объем производственных стоков за период, м³; Q_T – объем хвостов за период, т; P_{пннс} – плотность пульпы на выходе из пульпонасосной станции (ПНС), т/м³; γ_{ск} – плотность скелета хвостов, т/м³.

$$Q_{пр} = (5\,641\,693 - 1,19 \cdot 5\,641\,693 / 2,96) / (1,19 - 1) = 17\,755\,684 \text{ м}^3.$$

Естественный поверхностный приток воды с водосборной площади определяется по формуле:

$$Q_{ест} = M \cdot (F - F_{ср.пр.}) \cdot \Delta t, \quad (2)$$

где M – модуль стока определенной обеспеченности за расчетный период, м³; F – полная водосборная площадь, м²; F_{ср.пр.} – средняя площадь зеркала пруда, м²; Δt – расчетный интервал времени.

Средняя площадь зеркала пруда на расчетный период определяется по зависимости:

$$F_{ср.пр} = 0,5 \cdot (F_{пр2} + F_{пр1}), \quad (3)$$

где F_{пр2} – площадь пруда на конец расчетного периода, м²; F_{пр1} – площадь пруда на начало расчетного периода, м².

Поскольку хвостохранилище имеет оградительные сооружения от приема поверхностного стока Q_{ест} принимается равным нулю.

Осадки на поверхность хвостохранилища определяются по формуле:

$$Q_{ос} = h_{ос} \cdot F_{ХВ} \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где h_{ос} – количество осадков за период, мм/м²; F_{ХВ} – площадь хвостохранилища, м².

$$Q_{ос} = 113,1 \cdot 1\,872\,069\,910^{-3} = 2\,117\,311 \text{ м}^3/\text{период}.$$

Расход дополнительной воды поступающей в хвостохранилище, определяется по формуле:

$$Q_{д} = O_{дтэц} + O_{дзоцм} + O_{дрмз} + O_{дскц} + O_{дппк} + O_{дплк} + O_{дпроч}, \quad (5)$$

где O_{дтэц} – стоки, поступающие с теплоэлектроцентрали (ТЭЦ); O_{дзоцм} – стоки, поступающие с завода по обработке цветных металлов (ЗОЦМ); O_{дрмз} – стоки, поступающие с ремонтно-механического завода (РМЗ); O_{дскц} – стоки сернокислотного цеха (СКЦ); O_{дппк} – стоки, поступающие с почвенно-поглощающего комплекса (ППК); O_{дплк} – стоки, поступающие с пункта ливневой канализации (ПЛК); O_{дпроч} – стоки прочие.

$$Q_{д} = 5\,923\,326 + 46\,010 + 1\,225\,643 + 1\,255\,319 + 1\,819\,037 + 8\,831\,086 + 2\,947\,834 = 22\,048\,255 \text{ м}^3/\text{период}.$$

Расход оборотной воды, из отстойного пруда Q_{об}

Из отстойного пруда осуществляется сброс осветленной воды в пруд испаритель для возврата осветленной воды в цикл оборотного водоснабжения фабрики. Объемы сбрасываемой воды зависят от периода эксплуатации хвостохранилища и условий поддержания уровня горизонта воды на проектной отметке.

$$Q_{об} = Q_{пр} + Q_{ос} + Q_{д} - Q_{ис.в} - Q_{ис.с} - Q_{пор} - Q_{прд} \quad (6)$$

$$Q_{об} = 17\,755\,684 + 2\,117\,311 + 22\,048\,255 - 9\,267\,860 - 2\,265\,422 - 1\,637\,911 - 5\,180\,099 = 23\,569\,958 \text{ м}^3/\text{период}.$$

Испарение с водной поверхности отстойного пруда определяются по формуле:

$$Q_{ис.в} = e_v \cdot F_{ХВ} \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

где e_v – средняя многолетняя норма испарения с 1 м² воды за период, мм/м²; F_{ХВ} – площадь отстойного пруда, м².

$$Q_{ис.в} = 1140,8 \cdot 812\,471\,310^{-3} = 9\,267\,860 \text{ м}^3/\text{период}.$$

Расход воды в результате испарения с поверхности суши хвостохранилища определяется по формуле:

$$Q_{ис.с} = e_c \cdot F_{ХВ} \cdot 10^{-3}, \quad (8)$$

где e_c – средняя многолетняя норма испарения с 1 м² суши за период, мм/м²; F_{ХВ} – площадь осушенной части, м².

$$Q_{ис.с} = 213,8 \cdot 1\,059\,598\,610^{-3} = 2\,265\,422 \text{ м}^3/\text{период}.$$

Постоянные потери воды на фильтрацию Q_{ф.п}

С момента полного замачивания ложа хвостохранилища, то есть смыкания фильтрационного потока стоков из пруда хвостохранилища с уровнем грунтовых вод под ним, фильтрация без гидростатического напора сменяется напорной фильтрацией, и начинается повышение уровня грунтовых вод в бортах. Поскольку фильтрационные воды из хвостохранилища и пруда-испарителя улавливаются дренажными каналами и перекачиваются насосами обратно в хвостохранилище, величину Q_{ф.п} допустимо не учитывать.

Расход воды, поступающей на очистные сооружения $Q_{X.O}$
Поскольку забор воды с пруда-отстойника хвостохранилища и пруда-испарителя не производится, величина $Q_{X.O}$ в расчете баланса также не учитывается.

Расход воды, идущий на заполнение пор хвостов $Q_{пор}$

$$Q_{пор} = n_x \cdot Q_T / \gamma_{ск}, \quad (9)$$

где n_x – средняя объемная пористость хвостовых отложений; Q_T – объем хвостов за период, т/период; $\gamma_{ск}$ – плотность скелета хвостов, т/м³.

$$Q_{пор} = 0,45 \cdot 5\,641\,693 / 1,55 = 1\,637\,911 \text{ м}^3/\text{период.}$$

Расход воды, идущий на образование пруда хвостохранилища $Q_{прд}$

По мере укладки хвостов в пруд, происходит вытеснение воды, что вызывает подъем ее уровня. Поскольку уровень горизонта воды в пруде-отстойнике необходимо поддерживать на проектной отметке, вытесненный объем воды сбрасывается в пруд-испаритель. За 2020 год уровень горизонта воды в пруде-отстойнике увеличился с отметки воды 365,16 до 366,31 метра.

$$Q_{прд} = Q_{прд1} + V; \quad (10)$$

$$Q_{прд1} = \frac{Q_T}{\gamma_{ск}} \cdot \eta, \quad (11)$$

где Q_T – объем хвостов за период, т; $\gamma_{ск}$ – плотность скелета хвостов т/м³; η – твердых частиц в объеме пруда; V – объем воды необходимый для повышения отметки ГВ пруда.

$$Q_{прд1} = (-5\,641\,693 / 1,55) \cdot 0,5 = -1\,819\,901 \text{ м}^3/\text{период};$$

$$Q_{прд} = -1\,819\,901 + 7\,000\,000 = 5\,180\,099 \text{ м}^3/\text{период.}$$

Расчет водного баланса для пруда-испарителя Балхашской ОФ

$$\frac{Q_{пр} + Q_{ест} + Q_{осд}}{\text{группа A}} = \frac{Q_{об} + Q_{ис.в}}{\text{группа B}} + \frac{Q_{прд}}{\text{группа C}},$$

где группа А – водопоступление в пруд-испаритель ($Q_{пр}$ – объем сброса с отстойного пруда в пруд-испаритель, м³/период; $Q_{ест}$ – естественный поверхностный приток на водосборную площадь, м³/период; $Q_{ос}$ – осадки на водную поверхность пруда-испарителя, м³/период); группа В – водоотведение из пруда-испарителя ($Q_{об}$ – расход оборотной воды, из пруда-испарителя, м³/период; $Q_{ис.в}$ – расход воды в результате испарения с водной поверхности пруда, м³/период); группа С – вода, остающаяся в пруде-испарителе ($Q_{прд}$ – расход воды, идущий на образование пруда-испарителя, м³/период).

Естественный поверхностный приток воды с водосборной площади определяется по формуле:

$$Q_{ест} = M \cdot F \cdot \frac{\Delta t}{10^{-3}} \cdot 3600, \quad (12)$$

где M – модуль стока определенной обеспеченности за расчетный период, км²; F – водосборная площадь, км²; Δt – расчетный интервал времени, часов.

$$Q_{ест} = 0,34 \cdot 71 \cdot (6570 / 10^{-3}) \cdot 3600 = 570\,959 \text{ м}^3/\text{период.}$$

$Q_{пр}$ принят в данном расчете как известная единица объема, равна 5 200 000 м³/период.

Осадки на поверхность пруда-испарителя определяются по формуле:

$$Q_{ос} = h_{ос} \cdot F_{пр} \cdot 10^{-3}, \quad (13)$$

где $h_{ос}$ – количество осадков за период, мм/м²; $F_{пр}$ – площадь пруда-испарителя, м².

$$Q_{ос} = 113,1 \cdot 1\,658\,619 \cdot 10^{-3} = 1\,875\,899 \text{ м}^3/\text{период.}$$

Испарение с водной поверхности пруда-испарителя определяются по формуле:

$$Q_{ис.в} = e_v \cdot F_{пр} \cdot 10^{-3}, \quad (14)$$

где e_v – средняя многолетняя норма испарения с 1 м² воды за период, мм/м²; $F_{пр}$ – площадь пруда испарителя, м².

$$Q_{ис.в} = 1140,7 \cdot 14\,838\,749 \cdot 10^{-3} = 16\,926\,561 \text{ м}^3/\text{период.}$$

Расход воды в результате испарения с поверхности суши пруда-испарителя определяется по формуле:

$$Q_{ис.с} = e_c \cdot F_{пр} \cdot 10^{-3}, \quad (15)$$

где e_c – средняя многолетняя норма испарения с 1 м² суши за период, мм/м²; $F_{пр}$ – площадь осушенной части, м².

$$Q_{ис.с} = 225 \cdot 1\,747\,447 \cdot 10^{-3} = 393\,176 \text{ м}^3/\text{период.}$$

Объем аккумулируемый в пруде-испарителе определяется по формуле:

$$Q_{прд} = Q_{пр} + Q_{ест} + Q_{ос} - Q_{об} - Q_{ис.в} - Q_{ис.с} - Q_{стор}, \quad (16)$$

где $Q_{стор}$ – сторонние стоки из неустановленных источников, м³/период.

$$Q_{прд} = 23\,569\,958 + 570\,959 + 1\,875\,899 - 17\,659\,261 - 16\,926\,561 - 393\,176 + 5\,200\,000 = -3\,762\,182 \text{ м}^3/\text{период.}$$

Сводная балансовая схема водопритока Балхашской обогатительной фабрики приведена на рисунке 1.

Выводы

Расчет водного баланса сооружения на основании фактических данных показал, что показатель общего прихода производственных стоков (в составе пульпы, атмосферных осадков на поверхности хвостохранилища, пруда-испарителя; стоков теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), завода по обработке цветных металлов (ЗОЦМ), ремонтно-механического завода (РМЗ), сернокислотного цеха (СКЦ), почвенно-поглощающего комплекса (ППК), пункта ливневой канализации (ПЛК), цеха тепловыделяющей сборки (ТВС)) и приток с водосборной площади в пруд-испаритель за январь-сентябрь 2020 года составил 49 568 108 м³.

Таблица 1

Среднемесячные суммы осадков, мм

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Осадки	21,1	25,3	14,1	13	17	8	8	2,3	4,9	18	4,2	17,8	153,7

Таблица 2

Среднемесячные испарения, мм

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Озеро Балхаш	-	-	-	96	198,4	219	238,7	235,6	153	51,3	-	-	1192
Поверхность суши	2,25	2,25	2,25	20,25	38,25	45	45	36	20,25	9	2,25	2,25	225

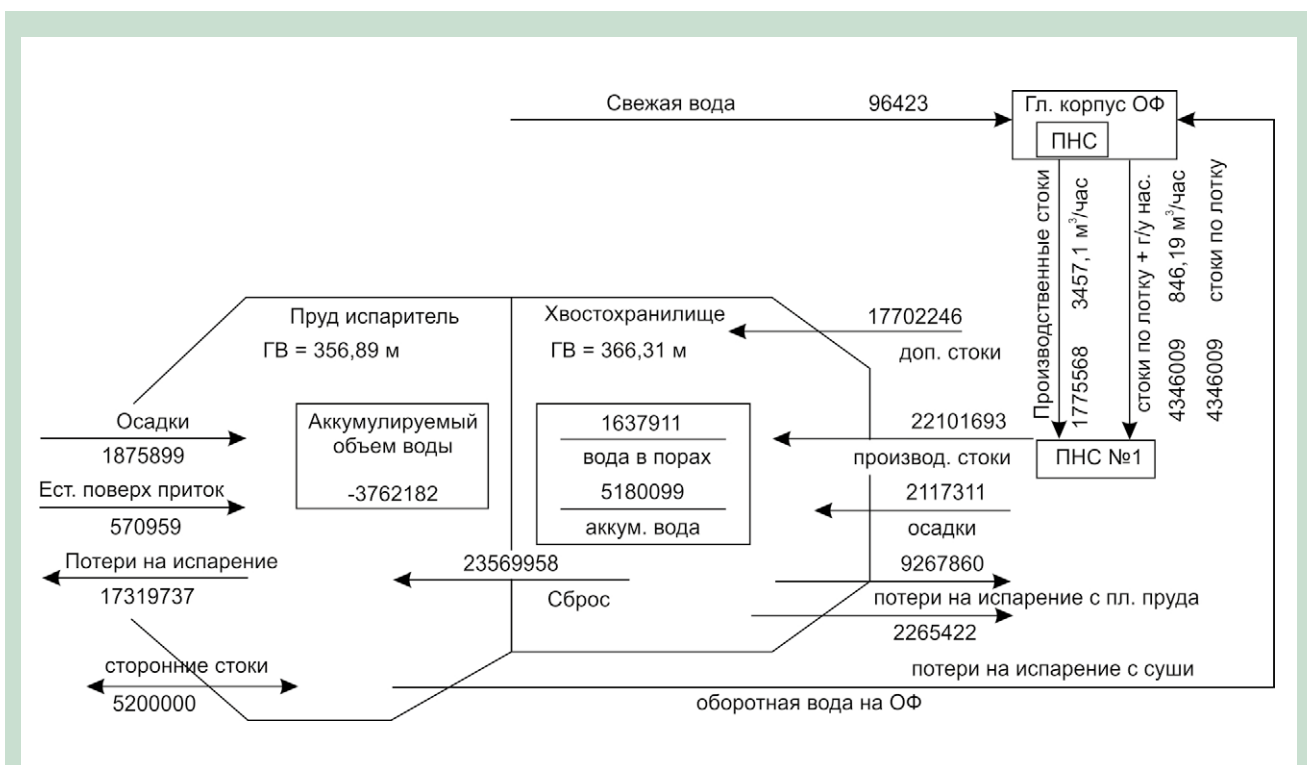


Рис. 1 – Балансовая схема обогатительной фабрики

С учетом объемов поступления стоков и водоотведения, а также фактических данных по осадкам и испарению, получено значение расхода осветленной воды в пруду-испарителе в количестве – 8 962 182 м³, что соответствует отметке пруда-испарителя на сентябрь месяц 2020 года 356,54 м, однако фактическая отметка пруда-испарителя в сентябре составила 356,89 м. Объем воды, покрывающий разницу в расчетной и фактической отметке составляет 5,2 миллиона кубометров, при том что объем промышленной воды распределяемый цехом тепловыделяющей сборки (ТВС) был учтен при расчете в полном объеме.

Причинами расхождения расчетных и фактических данных могут являться:

- расхождение данных по объемам стоков, по отметкам горизонтов воды в отстойном пруду и пруду-испарителе;
- наличие сторонних источников сброса сточных вод в хвостохранилище;
- часть объема допустимо отнести к поступлению вод из озера Балхаш через дренажную насосную станцию (ДНС).

С учетом поступления вод из неустановленных источников в количестве 5,2 миллиона кубометров:

- в целом по сооружению накопление воды составило 1 417 917 м³;
- в отстойном пруду произошло накопление вод в объеме 5,18 миллиона м³, подъем горизонта воды составил 1,15 метра (с отметки 365,16 до 366,31 метра);
- в пруду-испарителе произошел расход воды в объеме – 3 762 182 м³, и снижение горизонта воды на 0,25 метра (с отметки 357,14 до 356,89 метра).

Предложенная методика расчета водного баланса хвостохранилища дает возможность оценить состояние с применением мер для безопасной его эксплуатации.

Литература

- 1 Гидравлическое складирование хвостов обогащения / Справочник – М.: Недра, 1991.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНИСТОГО ФЕРРОСПЛАВА ИЗ ХВОСТОВ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ОКИСЛЕННОЙ МЕДНОЙ РУДЫ

• Приведены результаты исследований по получению кремнистого ферросплава из хвостов кучного выщелачивания руды Алмалынского месторождения, проведенного посредством полного термодинамического анализа на основе принципа минимума энергии Гиббса с использованием программного комплекса HSC-5.1 Chemistry. Определялось влияние температуры (от 1100 до 2000 °С), количества железа (22-32 % от массы хвостов кучного выщелачивания) при давлении 1 бар. Полученные результаты предопределяют значительное повышение степени комплексного использования руды месторождения «Алмалы», дополнив схему: кучное выщелачивание – SX-EW электроплавкой хвостов с получением ферросплава.

• Мақалада Алмалы кен орнының кендерін үймелеп шаймалау қалдықтарынан кремнийлі ферроқорытпаны алу зерттеулерінің нәтижелері келтіріледі, біз Гиббс энергиясының минимум принципі негізінде HSC-5.1 Chemistry бағдарламалық кешенін пайдалана отырып, толық термодинамикалық талдау жүргіздік. 1 бар қысымда температураның (1100-ден 2000 °С-қа дейін), темір мөлшерінің (үйінді сілтісіздендіру қалдықтарының массасынан 22-ден 32 %-ға дейін) әсері анықталды. Алынған нәтижелер схеманы толықтыра отырып, Алмалы кен орнының кенді кешенді пайдалану деңгейінің едәуір артуын анықтайды: ферроқорытпа алу үшін қалдықтарды электрмен балқыту арқылы үйінді шаймалау – SX-EW.

• The article presents the results of research on the production of siliceous Ferroalloy from the tailings of heap leaching of ore from the Almalynskoye Deposit, which was carried out by us through a complete thermodynamic analysis based on the Gibbs minimum energy principle using the HSC-5.1 Chemistry software package. The influence of temperature (from 1100 to 2000 °C) and the amount of iron (from 22 to 32 % of the mass of heap leaching tailings) at a pressure of 1 bar was determined. The results obtained determine a significant increase in the degree of integrated use of the Almalynskoye Deposit ore, adding to the scheme: heap leaching-SX-EW by electric melting of tailings to produce Ferroalloy.

Одним из наиболее распространенных методов извлечения меди из труднообогатимых окисленных руд является кучное сернокислотное выщелачивание [1]. Этот метод позволяет извлечь в раствор 95 % меди. В РГП «НЦ КИМС РК» (институт ВНИИцветмет) разработана технология извлечения окисленных медных руд по схеме кучного выщелачивания – SX-EW из более 20 месторождений. По данной технологии в 2019 году получено 50 тысяч тонн меди. Это составляет 12 % от производимой в Казахстане меди [2].

Несмотря на очевидную технологическую эффективность извлечения меди методом выщелачивания – SX-EW, после кучного выщелачивания образуются хвосты, в которые переходят нерудные минералы. Хвосты после выщелачивания содержат, %: SiO₂ – 48-69; Al₂O₃ – 7,5-13,6; Fe₂O₃ – до 8. Объем хвостов составляет до 99 % от массы руды. Поэтому процесс характеризуется низкой степенью комплексного использования сырья. Для устранения этого недостатка нами, исходя из химического состава хвостов сернокислотного кучного выщелачивания руды (ХКВ), предлагается технология получения из них электроплавкой кремнистого ферросплава. В статье приводятся результаты исследований по прогнозированию получения ферросплава из хвостов кучного выщелачивания окисленной руды месторождения «Алмалы».

Методика исследований

Прогнозирование возможности получения кремнистого ферросплава из ХКВ руды Алмалынского месторождения

проведено нами посредством полного термодинамического анализа на основе принципа минимума энергии Гиббса с использованием программного комплекса HSC-5.1 Chemistry [3]. Это комплекс, предназначенный для расчета равновесий химических реакций, был разработан металлургической компанией Outokumpu. Нами в расчетах был использован модуль Egulibzium Compositions. Расчет равновесной степени распределения элементов (α, %) проводили по опубликованному алгоритму [4].

Исследования проводились с ХКВ руды «Алмалы», которые после прокалики содержали, масс. %: SiO₂ – 67; Al₂O₃ – 14,9; Fe₂O₃ – 1,9; K₂O – 3,1; Na₂O – 1,5; K₂O – 2,8; CaO – 2,2; MgO – 1; CuO – 0,1. Определялось влияние температуры (от 1100 до 2000 °С), количество железа (от 22 до 32 % от массы ХКВ) при давлении 1 бар. Количество углерода было постоянным и составляло 58 % от массы ХКВ.

Результаты исследований

На рисунке 1 показано влияние температуры в системе ХКВ – С – 32 % Fe на количественное распределение веществ, содержащих кремний, алюминий, железо. Видно, что они состоят из FeSi, FeSi₂, Si, Fe₃Si, SiC, SiO, силикатов калия, натрия, магния, алюминия. Силициды железа (FeSi, Fe₃Si) образуются при температуре выше 1200 °С, SiO и SiC – при температуре выше 1500 °С, Si – при температуре выше 1400 °С. Элементный алюминий образуется при температуре более 1600 °С. Медь в системе полностью восстанавливается из CuO до элементного состояния.

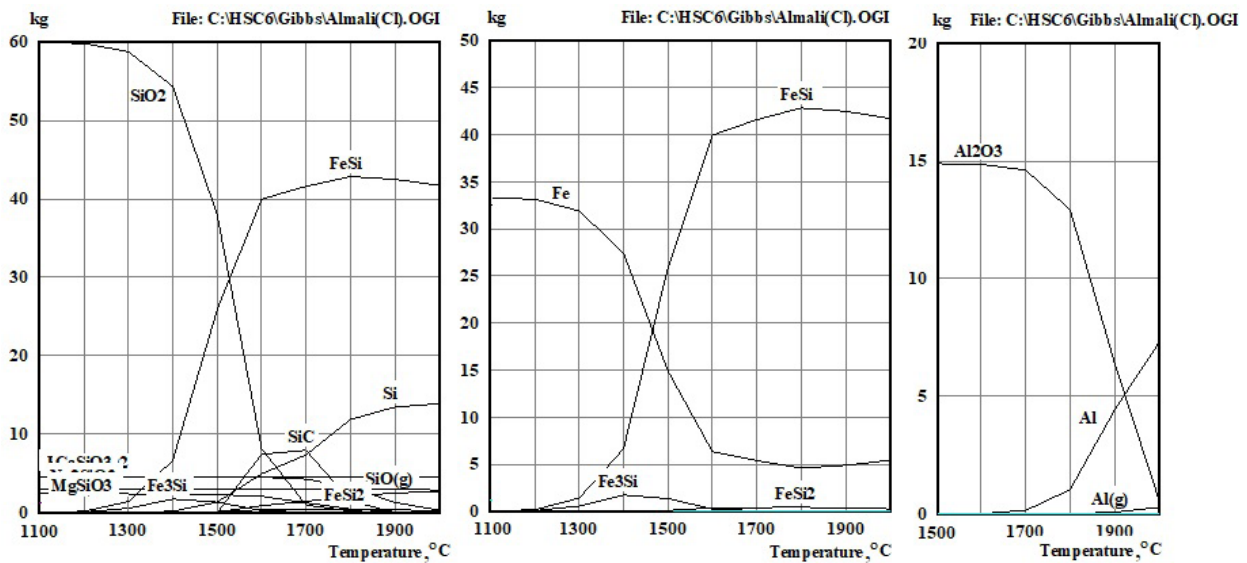


Рис. 1 – Влияние температуры на количественное распределение веществ, содержащих кремний (а), железо (б) и алюминий (в)

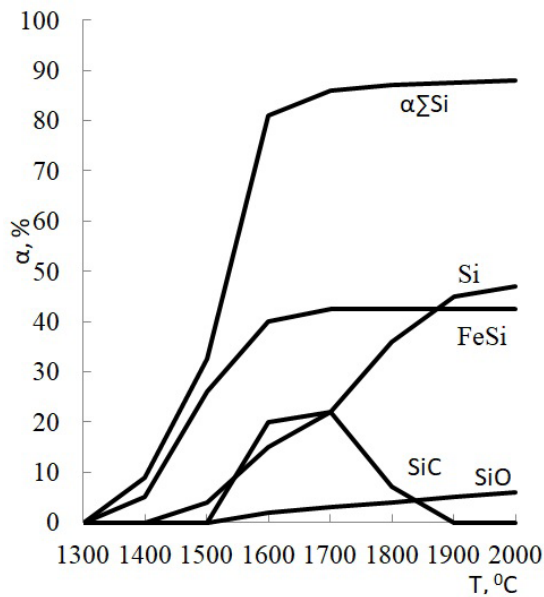
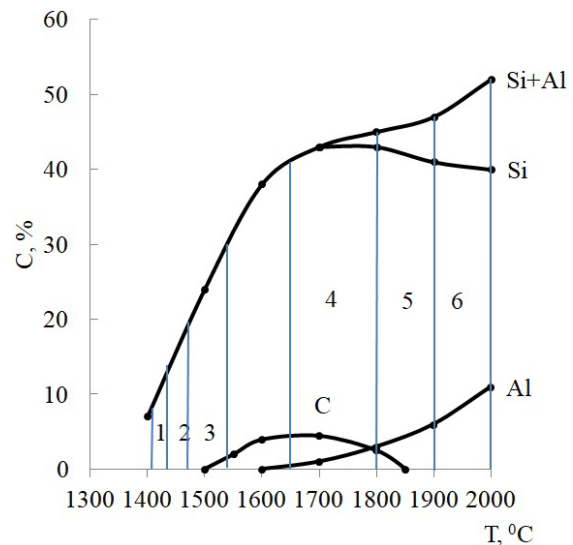


Рис. 2 – Влияние температуры на равновесную степень распределения кремния из ХКВ в кремнийсодержащие вещества при 32 % железа



Содержание Si в сплаве: 1 – 8-14 %; 2 – 14-20 %; 3 – 20-30 %; 4 – 41-43 %; 5 – область Si-Al лигатуры; 6 – область ФСА марки ФСА40А10

Рис. 3 – Влияние температуры на концентрацию Si, Al и C в ферросплаве при 32 % железа

На рисунке 2 показано влияние температуры на равновесную степень распределения (α , %) кремния в Si, FeSi, FeSi₂, Fe₃Si, SiO, SiC и в ферросплав в виде силицидов, Si и SiC – $\alpha_{\Sigma Si}$.

Видно, что увеличение температуры приводит к повышению $\alpha_{Si(FeSi)}$, $\alpha_{Si(Si)}$, $\alpha_{Si(SiO)}$. Влияние температуры на степень распределения кремния из ХКВ в SiC имеет экстремальный характер с максимумом (19,7-20,9 %) в температурной области 1600-1700°С. При 1900 °С SiC не образуется. Основная часть кремния (86,3 %) извлекается в ферросплав к 1700 °С.

Из рисунка 3 следует, что в температурном интервале 1420-1800 °С из ХКВ формируется ферросплав, который по содержанию кремния соответствует ферросилицию марок FeSi10, FeSi15, FeSi25, FeSi45 [5]. В температурном интервале 1900-2000 °С сплав, содержащий 41,9-40,6 % Si и 6,7-10,6 % Al, можно отнести к ферросиликоалюминию марки ФСА40А10 (C_{Si+Al} 48,7-51,2 %) [6]. Концентрация меди в ферросплаве при 1300 °С составляет 0,24 %, при 1700 °С – 0,13 % и при 1900 °С – 0,12 %. Углерод в сплаве присутствует в виде SiC в температурном интервале 1500-1850 °С.

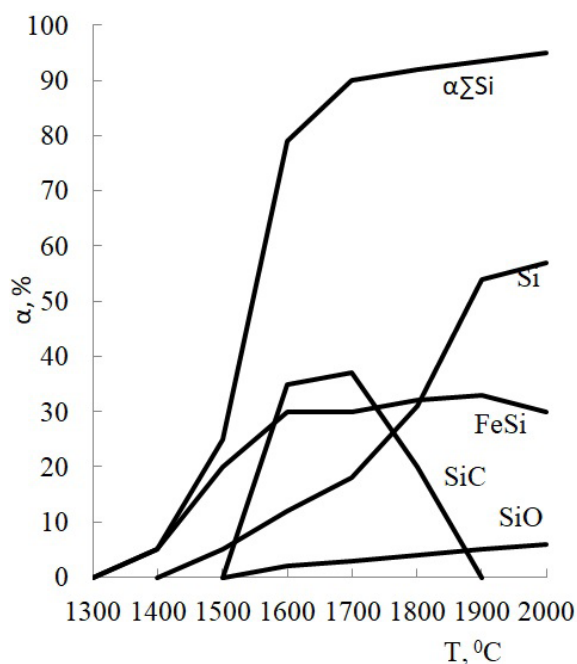
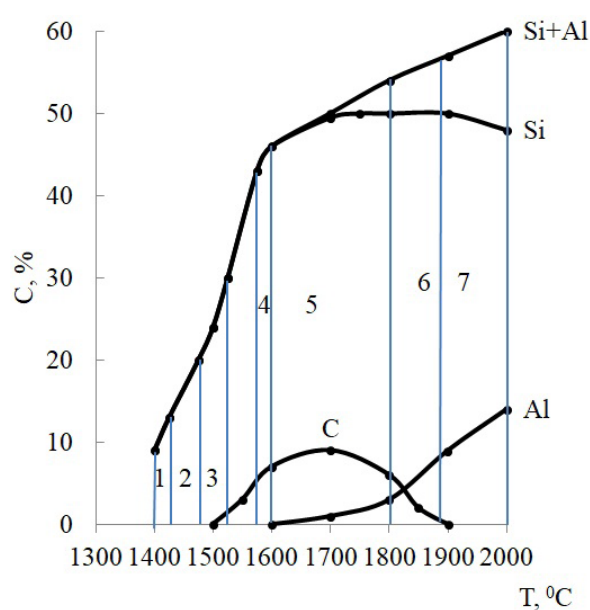


Рис. 4 – Влияние температуры на равновесную степень распределения кремния из ХКВ при 22 % железа



Содержание Si, %: 1 – 8-14; 2 – 14-20; 3 – 20-30; 4 – 41-47; 5 – 47-53; 6 – область Si-Al лигатуры; 7 – область ферросплава и шлака ФС40А10 и ФС55А10

Рис. 5 – Влияние температуры на концентрацию Si, Al и C в ферросплаве при 22 % железа

Максимальное содержание углерода (4,8-4,9 %) отмечается при 1600-1700 °C.

На рисунке 4 показано влияние температуры на равновесную степень распределения кремния из ХКВ при 22 % железа, а на рисунке 5 – содержание кремния, алюминия и углерода в ферросплаве.

Из рисунка 4 следует, что высокая (более 80 %) степень извлечения кремния в ферросплав наблюдается при температуре выше 1600 °C. При температуре более 1900 °C основная часть кремния (94,3 %) переходит в FeSi и элементный кремний.

Из рисунка 5 видно, что в температурной области 1870-2000 °C содержание кремния в сплаве составляет 50,5-47,6 %, алюминия – 7,5-12,6 %. По содержанию ΣSi и Al (58-60,2 %) ферросплав можно отнести к ферросиликоалюминию марки ФС40А10 и ФС55А10 [6]. Ферросплав в температурной области 1870-2000 °C содержит только 0,14-0,15 % меди.

Полученные результаты предопределяют значительное повышение степени комплексного использования руды месторождения «Алматы», дополнив схему: кучное выщелачивание – SX-EW электроплавкой хвостов с получением ферросплава. Конкурентоспособность такого метода переработки медных окисленных руд на мировом рынке станет более высокой.

Заключение

На основании полученных результатов по равновесному взаимодействию хвостов кучного сернокислотного выщелачивания окисленной руды «Алматы» с углеродом и железом можно сделать следующие выводы:

– основными продуктами взаимодействия являются FeSi, FeSi₂, Fe₃Si, SiO, SiC, Al, Al₂O₃, Si; в технологической области

1500-2000 °C основным кремнийсодержащим продуктом является FeSi; элементный алюминий в системе появляется при температуре более 1700 °C;

– в присутствии 32 % железа степень извлечения кремния в ферросплав в температурном диапазоне 1700-2000 °C составляет 86-88 %; ферросплав, содержащий 41,9-40,6 % Si и 6,7-10,6 % Al, можно отнести к ФСА марки ФС40А10;

– уменьшение количества железа до 22 % позволит извлечь 90-94 % кремния в ферросиликоалюминий марок ФС55А10 и ФС40А10;

– дополнение способа переработки руд по схеме кучное выщелачивание – SX-EW электроплавкой хвостов с получением ферросплава позволит повысить конкурентоспособность метода на мировом рынке.

Литература

- 1 Снурников А. П. Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии – М.: Металлургия, 1986. – 383 с.
- 2 Жарменов А. А., Терликбаева А. Ж., Буктуков Н. С., Шевко В. М., Абдибеков Н. К., Айткулов Д. К., Ананин А. И., Кушакова Л. Б., Шамганова Л. С. Новые технологии добычи и переработки труднообогатимого полиметаллического сырья – Алматы, 2019 – 624 с.
- 3 Antti R., Jarkko M., Tuukka K., Peter B., Pertti L. HSC Chemistry 6.0 User's Guide. – Por:Outotec Research Oy, 2006.
- 4 Шевко В. М., Сержанов Г. М., Каратаева Г. Е., Аманов Д. Д. Расчет равновесного распределения элементов применительно к программному комплексу HSC-5.1 Программа для ЭВМ. Свидетельство на объект, охраняемый авторским правом РК № 1501 от 29 января 2019 г.
- 5 ТУ 0820-011-14513884-2013. Ферросиликоалюминий – Екатеринбург: ООО «УИС», 2013.
- 6 ГОСТ 1415-93. Ферросилиций. Технические требования и условия поставки – М.: Стандартиформ, 2011 – 19 с.

КИНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ХЛОРИДОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ХЛОРИРОВАНИИ СВИНЦОВЫХ ШЛАКОВ В ПРИСУТСТВИИ ДИСТИЛЛЕРНОЙ ЖИДКОСТИ

- В статье приводятся результаты исследований по созданию кинетической модели влияния температуры (от 800 до 1000 °С) и времени (от 20 до 90 минут) на степень образования и хлоридовозгонки неорганических хлоридов свинца, цинка и меди при взаимодействии продухтых свинцовых шлаков (Pb – 1,1 %, Zn – 1,9 %, Cu – 0,3 %) с дистиллерной жидкостью. Модель создавалась на основе метода ротatable планирования экспериментов второго порядка. Получены кинетические модели хлоридовозгонки свинца, цинка и меди в виде адекватных уравнений регрессии на основании которых установлено, что в температурной области 943-1000 °С в течение 68,5-90 минут степень хлоридовозгонки меди составляет 75-81 %, свинца – от 71 % до полной хлоридовозгонки, цинка – 83-98,4 %.
- Мақалада үрленген қорғасын шлактарының (Pb – 1,1 %, Zn – 1,9 %, Cu – 0,3 %) дистиллерлік сұйықтықпен әрекеттесуі кезіндегі қорғасын, мырыш және мыс бейорганикалық хлоридтерінің түзілу және хлоридтіайдау дәрежесіне температура (800-ден 1000 °С-қа дейін) және уақыт (20-дан 90 мин-ге дейін) әсерінің кинетикалық моделін құру жөніндегі зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Модель екінші ретті тәжірибелерді ротatable жоспарлау әдісі негізінде құрылды. Қорғасын, мырыш және мыс хлоридтіайдауының кинетикалық модельдері адекватты регрессия теңдеулері түрінде алынды, олардың негізінде 943-1000 °С температура аймағында, 68,5-90 минут ішінде мыс хлоридтіайдауының дәрежесі 75-81 %, қорғасын 71 % -дан толығымен хлоридтіайдауға дейін, мырыш – 83-98,4 % болатындығы анықталды.
- The article presents the results of research on the creation of a kinetic model of the influence of temperature (from 800 to 1000 °C) and time (from 20 to 90 min) on the degree of formation and chloride sublimation of inorganic lead, zinc and copper chlorides in the interaction of purged lead slags (1.1 % Pb, 1.9 % Zn, 0.3 % Cu) with distiller liquid. The model was created based on the method of rotatable planning of second-order experiments. Kinetic models of chloride sublimation of lead, zinc and copper are obtained in the form of adequate regression equations, based on which it is established that in the temperature range 943-1000 °C for 68.5-90 minutes, the degree of chloride sublimation of copper is 75-81 %, of lead from 71 % to complete chloride sublimation, of zinc – 83-98.4 %.

Хлориды представляют собой большой класс неорганических соединений, в том числе соединений цветных металлов с хлором [1]. Хлорид свинца используется в производстве керамики, стекла, пропускающего инфракрасное излучение, в качестве пигмента белой краски [2]. Хлорид цинка широко применяется в совершенно разных сферах промышленности: при производстве цемента для стоматологии [3], при производстве красителей [4, 5] для печати рисунков на ситце, при производстве огнеупорных пропиток различных материалов [6], для нефтеочистки [7], в качестве осушителя в угольной промышленности – для проведения фракционных тестов проб угля, при деревообработке для антисептической пропитки древесины [8], в металлургии для рафинирования расплавов для очищения металлов от слоя оксида, при производстве батареек [9] для повышения качества пайки. Хлорид меди используется при покрытии поверхности металлических изделий слоем меди для защиты от коррозии [10] для улучшения токопроводящих свойств [11], в химической промышленности – в качестве сырья для получения производных меди [12], при получении углеводородов на основе литийорганических соединений [13] в качестве катализатора для различных органических синтезов [14], а также для процессов крекинга нефти [15], при декарбосилировании органических кислот, при изготовлении органических и неорганических красителей и т. д. В текстильной индустрии используется для протравления перед окрашиванием тканей и волокон, а также как составной ингредиент красителей [16]. В радиоэлектронике – для травления печатных плат [17]. В фармацевтике – для производства лекарственных препаратов [18].

Цель работы заключается в создании кинетической модели в предложенном нами методе извлечения хлоридов цветных металлов из техногенного сырья – продухтых свинцовых шлаков с использованием дистиллерной жидкости – отхода содового производства.

Методика проведения исследований

Экспериментальная проверка возможности использования дистиллерной жидкости для извлечения неорганических хлоридов цветных металлов из продухтых свинцовых шлаков проводилась на агломерационной установке которая состоит из трубчатой печи с карборундовыми нагревателями. Во внутреннем пространстве печи находится кварцевая трубка с алундовой лодочкой. Температура процесса контролировалась термопарой ПП-1, работающей совместно с потенциометром КСП-4. Контроль расхода воздуха, подаваемого компрессором (Mateus, Италия), осуществлялся реометром. Напряжение в печь подавалось от трансформатора РНО-250. Хлориды цветных металлов улавливались в склянках, наполненных раствором Са(ОН)₂. Лодочка с гранулированной шихтой загружалась в кварцевую трубку печи, которая предварительно была разогрета до необходимой температуры. В опытах использовали продухтый шлак свинцового производства, содержащий, %: Pb – 1,1, Zn – 1,9; Cu – 0,3. Количество хлорирующих агентов дистиллерной жидкости составляло 10 % от массы шлака.

После проведения опытов продукты обжига взвешивались и анализировались на цветные металлы объемным методом или на приборе ААС-1N. Относительная погрешность опытов не

Таблица 1

Интервалы варьирования независимых переменных

Переменные	Температура, °С	Время, мин
Основной уровень (0)	900	55
Верхний уровень (+1)	971	79,8
Нижний уровень (-1)	829	30,2
Верхнее «звездное» плечо (+1,414)	1000	90
Нижнее «звездное» плечо (-1,414)	800	20

Таблица 2

Матрица планирования и результаты экспериментов хлоридовозгонки Pb, Zn, Cu из продуктов свинцовых шлаков

№ опыта	Переменные				Степень хлоридовозгонки, %					
	кодированный вид		натуральный вид		экспериментальная			расчетная		
	x_1	x_2	T, °С	τ , мин	меди	свинца	цинка	меди	свинца	цинка
1	-1	-1	829	30,2	19,3	6	9,3	17,1	4,2	11
2	+1	-1	971	30,2	46,6	21,3	20,6	46	25,4	22,6
3	-1	+1	829	79,8	55,4	34,4	52,2	55,1	32,8	50
4	+1	+1	971	79,8	76	72,1	73	77,3	76,2	76,7
5	+1,414	0	1000	55	70,3	65,4	64,9	69,3	60	61,3
6	-1,414	0	800	55	31,6	11,3	22,8	33,2	14,2	26,4
7	0	+1,414	900	90	71,8	61,7	74	70,9	60,3	73,1
8	0	-1,414	900	20	20,3	5,3	8,8	22	4,2	7,5
9	0	0	900	55	54,3	23,3	44,2	56	23,3	45,4
10	0	0	900	55	54,6	24,2	46,5	56	23,3	45,4
11	0	0	900	55	56,9	25,4	45,4	56	23,3	45,4
12	0	0	900	55	60,4	23,6	45,9	56	23,3	45,4
13	0	0	900	55	61	20,9	46,2	56	23,3	45,4

превышала 3-4 %. Степень хлоридовозгонки цветных металлов определялось отношением массы возгонного металла к массе металла, находящегося в загруженной шихте [19].

Кинетическая модель создавалась с использованием ротатбального метода планирования экспериментов второго порядка (метод Бокса-Хантера) [20]. Независимыми факторами были температура (T, °С) и время (τ , мин). Параметры оптимизации: степень хлоридовозгонки свинца ($\alpha_{хл}Pb$, %), степень хлоридовозгонки цинка ($\alpha_{хл}Zn$, %), степень хлоридовозгонки меди ($\alpha_{хл}Cu$, %). В соответствии с [20] число опытов рассчитывается по формуле:

$$N = 2^n + 2n + m_0 \tag{1}$$

где n – число независимых факторов; 2 – число «звездных» плеч для каждого фактора, m_0 – число опытов в центре плана. Величина «звездного» плеча и m_0 зависят от количества независимых факторов: для двухфакторного эксперимента величина «звездного» плеча = 1,414, а $m_0 = 5$. Поэтому в нашем случае количество необходимых опытов составляет:

$$N = 2^2 + 2 \cdot 2 + 5 = 13.$$

Результаты опытов и их обсуждение

Предварительно для определения интервала варьирования независимых факторов определялось (исходя из опыта хлоридовозгонки цветных металлов [21]) влияние температуры в температурном интервале 800-1000 °С при 20 и 90 минутах (рис. 1).

Видно, что в температурном интервале 800-930 °С (в течение 90 минут) $\alpha_{хл}Cu \approx \alpha_{хл}Zn > \alpha_{хл}Pb$. При большей температуре (1000 °С) $\alpha_{хл}Zn \approx \alpha_{хл}Pb > \alpha_{хл}Cu$. При небольшой продолжительности (20 минут) $\alpha_{хл}Cu > \alpha_{хл}Pb > \alpha_{хл}Zn$.

Матрица планирования и результаты экспериментов хлоридовозгонки Pb, Zn, Cu из продуктов свинцовых шлаков.

Интервалы варьирования переменных, принятые при создании кинетической модели хлоридовозгонки металлов из шлаков, показаны в таблице 1. Матрица планирования проведения экспериментов показана в таблице 2.

По программе [22] на ЭВМ используя экспериментальные значения $\alpha_{хл}Zn$, $\alpha_{хл}Pb$, $\alpha_{хл}Cu$ определили вид адекватных уравнений $\alpha_{хл}Me = f(T, \tau)$ в натуральном виде:

$$\alpha_{хл}Pb = 1064,93 - 2,417 \cdot T - 2,852 \cdot \tau + 1,372 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 + 7,31 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^2 + 3,166 \cdot 10^{-3} \cdot T \cdot \tau; \tag{2}$$

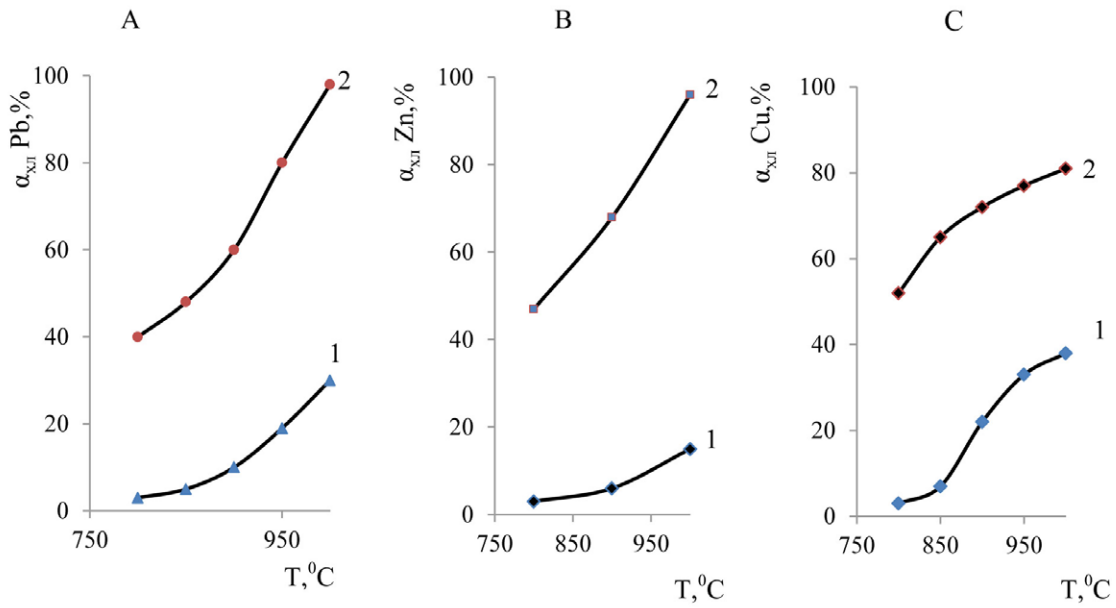
$$\alpha_{хл}Zn = -0,98 + 0,11 \cdot T - 0,974 \cdot \tau - 4,86 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 4,03 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^2 + 2,66 \cdot 10^{-3} \cdot T \cdot \tau; \tag{3}$$

$$\alpha_{хл}Cu = -604,54 + 1,098 \cdot T - 2,412 \cdot \tau - 4,81 \cdot 10^{-4} \cdot T^2 - 7,8 \cdot 10^{-3} \cdot \tau^2 - 9,51 \cdot 10^{-4} \cdot T \cdot \tau. \tag{4}$$

Адекватность уравнений проверялась по критерию Фишера (F-критерий). Уравнение считается адекватным, если $F_{табл} > F_{расчет}$. В нашем случае для хлоридовозгонки цветных металлов $F_{табл} > F_{расчет}$ (для свинца $F_{табл} = 6,59 > F_{расчет} = 5,84$, для меди $F_{табл} = 6,59 > F_{расчет} = 0,28$) и для цинка $F_{табл} = 6,59 > F_{расчет} = 6,53$.

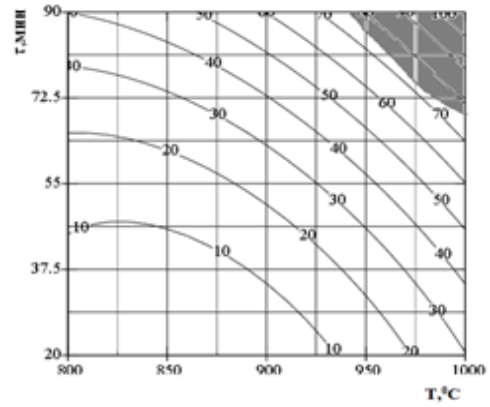
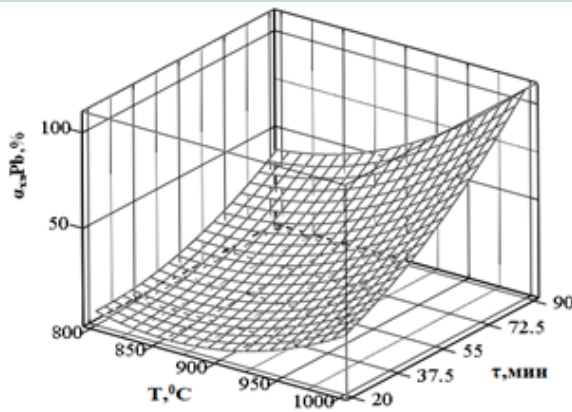
На основании уравнений (2-4) по методике [23] нами построены объемные изображения поверхностей отклика ($\alpha_{хл}Zn$, $\alpha_{хл}Pb$, $\alpha_{хл}Cu$) и их горизонтальные разрезы.

Из рисунка 2 видно, что $\alpha_{хл}Pb$ составляет от 71-90 % до полной хлоридовозгонки, $\alpha_{хл}Zn - 83-98,4$ % (рис. 3), а $\alpha_{хл}Cu -$ от 75 до



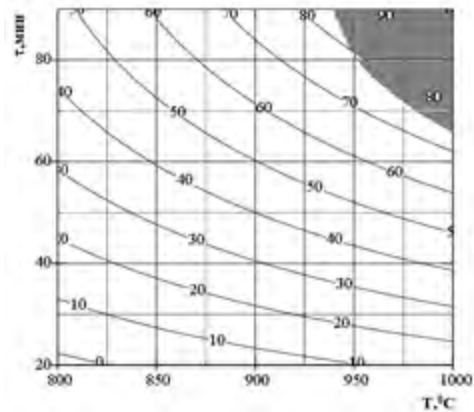
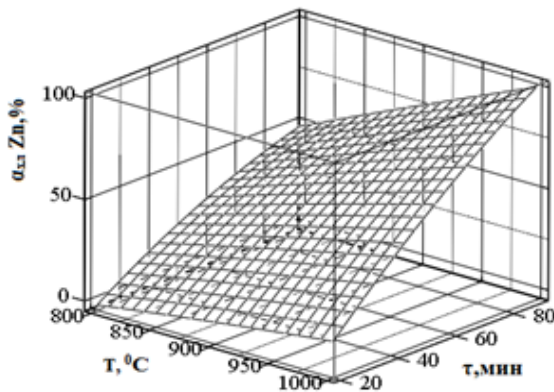
1 – 20 минут; 2 – 90 минут

Рис. 1 – Влияние температуры и времени на степень хлоридовозгонки свинца (А), меди (В) и цинка (С) из шлаков



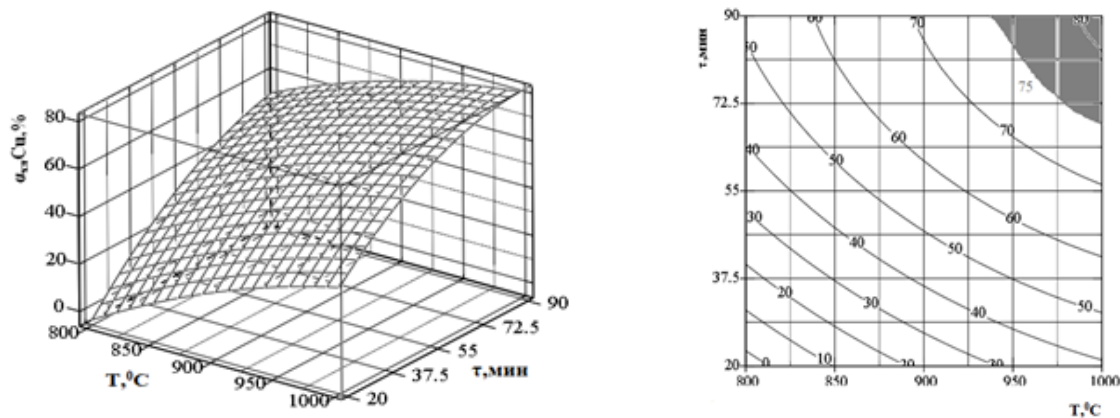
I – объемное изображение; II – плоскостное изображение (цифры на линиях – $\alpha_{xл Pb}$)

Рис. 2 – Влияние температуры и времени на степень хлоридовозгонки свинца



I – объемное изображение; II – плоскостное изображение (цифры на линиях – $\alpha_{xл Zn}$)

Рис. 3 – Влияние температуры и времени на степень хлоридовозгонки цинка



I – объемное изображение; II – плоскостное изображение (цифры на линиях – α_{Zn})
Рис. 3 – Влияние температуры и времени на степень хлоридовозгонки цинка

81 % наблюдается в температурном интервале 943-1000 °С в течение 68,5-90 минут (рис. 4, затемненная область).

На основании полученных результатов по влиянию температуры и времени на степень хлоридовозгонки свинца, цинка и меди из продуктивных шлаков свинцового производства в присутствии дистиллированной жидкости можно сделать следующие выводы:

1. В температурном интервале 800-930 °С в течение 90 минут степень хлоридовозгонки меди и цинка больше чем свинца. Затем, при увеличении температуры до 1000 °С, свинец и цинк хлорируются и отгоняются более полно, чем медь.

2. Получены кинетические модели хлоридовозгонки свинца, цинка и меди в виде адекватных уравнений регрессий второго порядка, позволяющие определить степень хлоридовозгонки металлов в температурном интервале 800-1000 °С в течение 20-90 минут.

3. В температурной области 943-1000 °С в течение 68,5-90 минут степень хлоридовозгонки меди составляет 75-81 %, свинца – от 71 % до полной хлоридовозгонки и цинка 83-98,4 %.

Литература

- Šyc M., Simon F. G., Hykš J., Braga R., Biganzoli L., Costa G., Funari V., Grosso M. Metal recovery from incineration bottom ash: State-of-the-art and recent developments // *Journal of Hazardous Materials*. – 2020 – V. 393 – 122433 – <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122433>.
- Pan De'an, Li L., Tian X., Wu Y., Cheng N., Yu H. A review on lead slag generation, characteristics, and utilization // *Resources, Conservation and Recycling* – 2019 – V. 146 – P. 140-155. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.036>.
- Lin C.-Y., Lin H.-H., Tsai M.-H., Lin S.-P., Chen M.-H. Zinc chloride for odontogenesis of dental pulp stem cells via metallothionein up-regulation // *Journal of Endodontics* – 2011 – V. 37 (2) – P. 211-216. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.009>.
- de la Fuente D., Flores S., Morcillo M. Deterioration of paint systems applied on zinc substrates contaminated with soluble salts // *Progress in Organic Coatings* – 2001 – V. 41(1-3) – P. 183-190. [https://doi.org/10.1016/S0300-9440\(01\)00145-X](https://doi.org/10.1016/S0300-9440(01)00145-X).
- Tutak M., Sidar B., Balci O. Zinc chloride treated and silicone softened cotton fabric: Effect of washing on antibacterial properties // *TekstilveKonfeksiyon* – 2014 – V. 24(3) – P. 303-308.
- Mostashari S. M., Fayyaz F. A Combination of Red Phosphorus-Zinc Chloride for Flame-Retardancy of a Cotton Fabric // *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials* – 2007 – V. 57(2) – P. 125-131. <https://doi.org/10.1080/00914030701465116>.
- Ebewel R. O., Iyayi A. F., Hymore F. K. Deacidification of high acidic rubber seed oil by reesterification with glycerol // *International Journal of the Physical Sciences* – 2010 – V. 5(6) – P. 841-846.
- He Z., Qu L., Wang Z., Qian J., Yi S. Effects of zinc chloride-silicone oil treatment on wood dimensional stability, chemical components, thermal decomposition and its mechanism // *Scientific Reports* – 2019 – V. 9(1) – 1601. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38317-5>.

9 Kar M., Pozo-Gonzalo C. Emergence of non-aqueous electrolytes for rechargeable zinc batteries // *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2020 – 100426 – <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.100426>.

10 Stoljarova A., Regenspurg S., Bäßler R., Mathiesen T., Nielsen J. B. // Effect of lead and copper containing brine on steel materials for geothermal applications – A corrosion study // *Geothermics* – 2021 – V. 91 – 102024. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2020.102024>.

11 Jabur A. R., Abdulmajeed M. H., Abd S. Y. Effect of copper chloride salt (CuCl₂) addition on DC, AC conductivity and tensile strength of PVA electrospun polymeric film // *AIP Conference Proceedings* – 2019 – V. 2190 – 020016. <https://doi.org/10.1063/1.5138502>.

12 Adonin N. Y., Prikhod'ko S. A., Shabalin A. Y. et al. Synthesis and Structural Features of Nanostructured Cuprous Chloride with High Catalytic Activity // *Silicon* – 2015 – V. 7 – P. 79-87. <https://doi.org/10.1007/s12633-014-9272-5>.

13 Chiku M., Kunisawa T., Higuchi E., Inoue H. Copper chloride as a conversion-type positive electrode for rechargeable aluminum batteries // *RSC Advances* – 2019 – V. 9 – P. 41475-41480.

14 Palchak Z. L., Nguyen P. T., Larsen C. H. Synthesis of alpha-tetrasubstituted triazoles by coppercatalyzed silyl deprotection/azide cycloaddition // *Beilstein Journal of Organic Chemistry* – 2015 – V. 11 – P. 1425-1433. <https://doi.org/10.3762/bjoc.11.154>.

15 Jia H., Liu P. G., Pu W. F., Ma X.-P., Zhang J., Gan L. In situ catalytic upgrading of heavy crude oil through low-temperature oxidation // *Petroleum Science*. – 2016 – V. 13 – P. 476-488. <https://doi.org/10.1007/s12182-016-0113-6>.

16 Yaseen D. A., Scholz M. Textile dye wastewater characteristics and constituents of synthetic effluents: a critical review // *International Journal of Environmental Science and Technology* – 2019 – V. 16 – P. 1193-1226. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-2130-z>.

17 Lim M. B., Hanson J. L., Leron L., Vandsburger L., Roder P. B., Zhou X., Smith B. E., Ohuchi F. S., Pauzauskie P. J. Copper- and chloride-mediated synthesis and optoelectronic trapping of ultra-high aspect ratio palladium nanowires // *Journal of Materials Chemistry A*. – 2018 – V. 6 – P. 5644-5651. <https://doi.org/10.1039/C7TA07324K>.

18 Panjehpour M., Taher M. A., Bayesteh M. The growth inhibitory effects of cadmium and copper on the MDA-MB468 human breast cancer cells // *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences* – 2010 – V. 15(5) – P. 279-286.

19 Pazylova D. T., Shevko V. M., Tleuov A. S., Lavrov B. A., Saidullayeva N. S., Abzhanova A. S. Kinetics of inorganic chlorides extraction from industrial lead-containing slags at the presence of a distilled liquid // *Rassayan Journal Chemistry* 2020 – V. 13(4) – P. 2646-1496.

DOI:<http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2020.1345862>.

20 Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности – М.: Высшая школа, 1978 – 319 с.

21 Тлеуов А. С., Пазылова Д. Т., Шевко В. М., Тлеуова С. Т., Лавров Б. А. Способ переработки свинецсодержащих шлаков / Патент на полезную модель от 04.06.2019, № 4038.

22 Инков А. М., Тапалов Т., Умбетов У. У., Ху Вен Цен В., Ахметова К. Т., Дьякова Е. Т. Методы оптимизации: электронная книга – ЮКГУ, 2000.

23 Очков В. Ф. Mathcad 14 для студентов, инженеров и конструкторов – СПб: БХВ-Петербург, 2007 – 368 с.

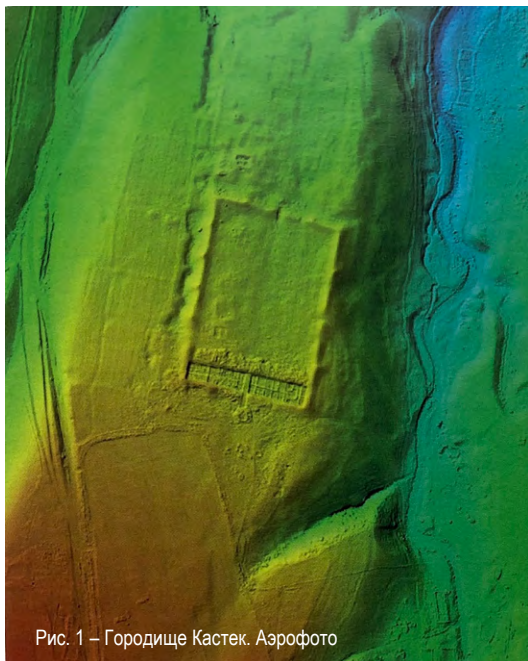


Рис. 1 – Городище Кастек. Аэрофото



Рис. 2 – Городище Кастек. Цитадель

СРЕДНЕВЕКОВЫЕ ГОРОДИЩА КАСТЕК И ТАЛГАР НА ВЕЛИКОМ ШЕЛКОВОМ ПУТИ

Жетысу занимает плодородные долины Шу-Балхашского бассейна, возвышаясь над уровнем моря примерно на 300-400 метров, наиболее низкое место – низовья Шу.

К югу от реки Или начинается Заилийский Алатау. Западная часть между правым берегом реки Шу и песками, называемая Кульжабасы и Хантау, имеет многочисленные перевалы, удобные для колесного транспорта. Через Кордайский перевал проходит дорога, соединяющая Илийскую и Чуйскую долины. Еще один путь проходит через перевал Кастек, соединяя долину Или с котловиной Иссык-Куля и долиной Шу (рис. 1, 2).

На перевал Кастек шла еще одна дорога – из Баласагуна. Здесь приметным ориентиром на пути были священные горы Урун-Ардж, образующие водораздел между бассейнами рек Чу и Или. Об этих горах сообщают еще в VII-VIII веках китайские дорожники, называя их горами Цзедань. Топоним Урун-Ардж сохранился до сих пор в названии современного села Узун-Агач.

В предгорьях Заилийского Алатау Шелковый путь проходил через города, находившиеся на месте современных

Кастека и Каскелена, и достигал Алматы и Тальхира (городище Талгар).

Перевал Кастек издревле служил для связи долин Шу и Или. Упоминание об этом перевале сохранилось в источниках XV века, описывающих поход Тимура. В 1375 году армия Тимура из долины Или шла в Атбаш через перевал Кара-Касман (Кастек) [1] (рис. 3, 4).

Период становления городов в Юго-Западном Жетысу – Шуйской долине – в VI-VII веках связан в известной степени с проникновением согдийской культуры, носители которой основали вдоль торговой трассы первые оседло-земледельческие поселения. Однако они пришли не на пустое место, здесь развивалась культура местных усуньских племен. В Сакском и Усуньском государствах уже складывались основы урбанизации, формировались городские поселения.

Раннее средневековье (VI – первая половина IX века) – своеобразный этап развития урбанизации, формирования крупных центров политической, экономической и культурной жизни, городского потенциала, который оказывал влияние на все стороны жизни древнетюркских государств. Они были не

кочевыми державами, а государствами со смешанной экономикой: оседлой городской и скотоводческой, в том числе и кочевой.

Для средневекового Жетысу большое значение имело формирование в VIII-X веках Карлукского и Караханидского государств, ставших здесь важными центрами урбанизации. Именно в это время возникли многочисленные поселения, жители которых занимались земледелием, в том числе и орошаемым, и скотоводством [2].

В формировании урбанизации Юго-Западного Жетысу ведущую роль сыграли переселившиеся сюда согдийцы и распространение согдийского культурного комплекса. В X – начале XIII века начался бурный рост городов, связанный с развитием торговли, ремесел, распространением новой религии – ислама.

Все это создало базу для развития и расцвета урбанизации в XI-XIII веках, для которой характерно увеличение числа городов, развитие торговли, в том числе и международной – по Великому Шелковому пути, освоение новых технологий в ремеслах.

Это время бурного развития гончарного и стекольного, кузнечного и

медницкого, железодельного и ювелирного ремесел, прогресса в строительной технике, науке и литературе, архитектуре и искусстве.

Средневековое городище Кастек-1, отождествленное с городом Урунг-Ардж, находится в 2,5 километра от современного с. Кастек, на левом побережье одноименной реки у подножья горы Суык-Тобе. Географические координаты: 43°03'03,54" С; 75°59'09,11" В, на высоте 1296 метров над уровнем моря. Городище расположено на месте выхода горной речки из горных теснин на относительно широкую часть возвышенного прилавков, образующих возвышенное плато, при этом река еще сохраняет стремительность своего течения.

Общая площадь городища – 30 гектаров. Центральная часть памятника – цитадель – возвышенный над общей поверхностью прямоугольный участок размером 150 × 210 м (4 гектара), вытянутый по линии Север–Юг. Цитадель обнесена крепостной стеной, которая выглядит как оплывший вал толщиной до 15 метров, высотой до 4 метра. По гребню вала видны впадины и всхолмления на месте оборонительных башен. В топографии городища выделяются 14 башен. Вокруг вала с трех сторон, кроме восточной, прослеживается ложбина былого рва глубиной 0,5-2 метра и шириной 3-4 метра. С восточной стороны города – обрывистый высокий берег реки. Въезды в цитадель находятся напротив друг друга в середине стен.

Площадь внутри стен была плотно застроена домами, в которых были жилые помещения с суфой и тандырами, служебные помещения – коридоры, санузел, кладовые. Среди выявленных помещений, которые образуют отдельные дома, имеются многокомнатные дома большой площади и малые – одно-двух комнатные. Для социальной стратификации населения основными показателями такой градации принято считать площадь, занимаемую жилищем, тщательность отделки, благоустройство (наличие декоративных элементов в интерьере, санитарных помещений и т. д.).

Верхний культурный слой. Конструкции первого строительного горизонта были выявлены на глубине 0,6-0,8 метра от уровня дневной поверхности. Они представлены основанием стен, сложенных из нескольких рядов речной гальки средних и крупных размеров, скрепленных глиняным раствором. Некоторые камни обрушились и сместились по отношению к основанию стен. В заполнении при расчистке раскопа встречен строительный мусор,

зольно-угольные вкрапления, кухонные остатки костей животных, фрагменты керамики. По находкам первый строительный горизонт датируется X – началом XIII века.

В этом же культурном слое на глубине 0,5 метра были обнаружены стены и пол второго строительного горизонта. Стены помещений вытянуты с востока на запад. Сохранившаяся высота стен – 0,4-0,5 метра. По находкам из заполнения этот строительный горизонт датируется VIII-IX веками.

Нижний культурный слой. В ходе раскопок и дальнейшей зачистки было обнаружено, что стены возведены из прессованной глины. В разрезе стены в помещении 2 с помощью шурфа был обнаружен глиняный стилобат, на котором была возведена постройка. Толщина внутренних стен – от 34 до 70 сантиметров, перегородок – 25 сантиметров. На данном этапе работ помещения выявлены не полностью. Этот строительный горизонт датируется VII-IX веками.

При раскопках городища было собрано значительное количество ремесленной продукции: сосудов и фрагментов изделий из керамики, металла, фрагментов оконного стекла, кости. Часть изделий импортного производства, возможно привезенных караванами торговцев из других стран.

Наибольший интерес представляют зубная щетка и шахматная фигурка.

Щетка для чистки зубов – изделие из кости в виде палочки длиной 22,5 сантиметра. Кость плотная, светлого желтоватого цвета, массивная (рис. 5). Выделяется головка размером 36,5 × 10,5 миллиметра, которая затем переходит в четырехгранную ручку сечением 6 × 5-5,5 миллиметра. Головка имеет лицевую плоскую сторону с двумя двухсторонними парными неглубокими нитевидными, аккуратно выполненными надрезами по длине головки. Вдоль этих двух парных линий в цепочку расположены по 5 не сквозных отверстий-ячеек цилиндрической формы диаметром 2,5 миллиметра. Нижняя часть всех отверстий в совокупности формирует лицевую часть щетки. Два ряда по 10 отверстий замыкаются по нижним и верхним концам головки щетки двумя сквозными отверстиями.

Тыльная сторона головки щетки выпуклая и гладкая, имеет третью линию надреза длиной 25 миллиметров, формирующую заднюю стенку с гребенчатым выступом. По данным трасологических исследований следует, что предмет был изготовлен вручную, по всей поверхности отмечаются частые прерывистые насечки от режущего инструмента во

время обработки поверхности изделия. Костяная основа зубной щетки найдена в культурном слое и датируется XI веком. Близкие аналогии представляют собой зубные щетки, найденные в раскопках средневекового городища Талгар, предположительно импортного производства.

Древние тюрки, вероятно, использовали для щетки конский волос. Так, в древнем Китае использовали в качестве щетки для зубов деревянные палочки со свиной щетиной. В середине XVI века жесткую и неприятно пахнущую щетину европейцы заменили на беличью или барсучью шерсть, но она была слишком мягкой. Наконец, нашли разумный компромисс – щетку стали делать из конского волоса. По данным письменных источников, такой щеткой пользовался Наполеон, который чистил зубы морским песком с добавлением опиума для успокоения нервов.

Шахматная фигурка из слоновой кости относится к числу редких находок, обнаруженных на территории Кастек-1. Фигурка зооморфная, изготовлена как стилизация птицы Рух (аналог фигуры «слон»). Это свидетельствует не только об интенсивных экономических контактах жителей региона с другими оседло-земледельческими цивилизациями, но и о повышенном интересе к игре в шахматы у тюрков средневековой (рис. 6). Следует заметить, что шахматы также были найдены в раскопках средневекового городища Талгар (рис. 7, 8).

Как и во всех средневековых памятниках основным материалом из раскопок городища Кастек-1 является керамика, которую по технологическим признакам разделяют на две большие группы: лепную и станковую.

Кувшин (рис. 9) высотой 22 сантиметра с «носиком» и ручкой обнаружен в карахандском слое X-XI веков. Форма сосуда обтекаемая: тулово плавно расширяется от венчика и сужается к донцу. Крышка прикреплена к венчику сосуда и составляет с ним одно целое. Необычность кувшина в сквозном проеме трапезиевидной формы на тулове. Наглухо прикрепленная крышка перекрывает горловину. Носик, несмотря на сквозное отверстие, не использовался для слива. Согласно аналогиям, вырезанный до обжига фрагмент мог использоваться как крышка. В проем, сделанный в боковине сосуда, предположительно, вкладывались мелкие предметы. Оформление сосуда позволяет предположить, что его использовали в ритуальных целях.

Зооморфный водоносный кувшин (рис. 10) грушевидной формы с прямым высоким горлом и раздутым



Рис. 3 – Городище Кастек. Жилые кварталы. Съемка дроном



Рис. 4 – Городище Кастек. Раскоп. Вид с северо-запада



Рис. 5 – Городище Кастек. Зубная щетка. Кость



Рис. 6 – Городище Кастек. Шахматная фигурка. Кость



Рис. 7 – Городище Талгар. Шахматные фигурки. Кость



Рис. 8 – Городище Талгар. Шахматные фигурки. Кость



Рис. 9 – Городище Кастек. Сосуд с носиком. Фото и прорисовка

туловом, сужающимся к донцу. Тесто кувшина плотное с примесью мелкого речного песка, излом черепка розовый, обжиг равномерный. Поверхность покрыта розовым ангобом. Изготовлен на гончарном круге. Слив кувшина оформлен в виде скульптурного изображения кобры. Плавные выступы по обеим сторонам слива слегка прижаты, на них расположены выпуклые наклепные глаза диаметром 1,9 и высотой 1 сантиметр с имитацией зрачка в виде отверстия диаметром 0,3 сантиметра. Прямая ручка с канелюрами имитирует капюшон кобры с крестом посередине и частыми косыми параллельными насечками на крыльях капюшона. Ручка соединяет горло с туловом [3].

Нижняя часть горловины украшена декором, помещенным между двумя концентрическими окружностями, так называемая «зона неба»: перекрещивающимися линиями. Этот орнамент служит не обозначением «верхнего мира», а, скорее, условного пространства над землей. Далее по тулову между тремя прочерченными параллельными прямыми линиями располагаются еще два ленточных декора – «зона земли». В ней изображен орнамент в виде волнистых линий, окруженных точками, – символическое изображение змей. Кобра символизирует изначальную инстинктивную природу, прилив жизненной силы неконтролируемой и недифференцированной, потенциальную энергию, воодушевляющий дух. Это посредник между небом и землей, между землей и подземным миром. Змея ассоциируется с небом, землей, водой и, в особенности, с космическим деревом.

В древности со змеей связывали идею непрерывности жизни, постоянного ее оживления после смерти (сбрасывания кожи), идею бессмертия и неиссякаемого плодородия.



Рис. 10 – Городище Кастек. Зооморфный кувшин. Прорисовка



Рис. 12 – Городище Талгар. Антропоморфный кувшин. XI – начало XIII века

В зороастризме воплощением бессмертия является дух растительности Амерстат – покровитель телесного здоровья и воды. Их взаимосвязь восходит к мифологеме мирового дерева и источника живой воды [4].

В ходе раскопок городища Талгар, что находится в 125 километрах к юго-востоку от Кастека, также было найдено большое количество изделий ремесленного производства: керамической посуды разного назначения. Здесь приведем в качестве аналогии два водоносных кувшина. Датируются они концом XI – началом XIII века.

К одной из интереснейших находок относится антропоморфный кувшин, горловина и венчик которого оформлены в виде головы человека (рис. 11). Венчик со сливом изображает трехзубчатую корону. Коленчатая ручка представляет собой две скрученные косы. На тулове сосуда имеются три крупных рельефных наклепа – нагрудное украшение. Кувшин высотой 65 сантиметров с грушевидным туловом (диаметром 40 сантиметров) и удлиненным горлом (высотой 25 сантиметров, диаметром 10 сантиметров), выполненным в виде головы человека: у него прямой нос, в ноздрях – глиняное кольцо (не сохранилось), на месте бровей – прочерченная линия, рот намечен вставками из кусочков серого стекловидного шлака. Снаружи кувшин покрыт розовым ангобом [5].

Второй кувшин – зооморфный, его горло оформлено в виде головы черепахи [6] (рис. 12).

Кувшины находят близкие аналогии в «карлукской» керамике Чуйской долины. Такие кувшины с зоо- или антропоморфным оформлением горловины А. Н. Бернштам связывал с привнесенными в карлукскую керамику согдийскими традициями. Как полагают некоторые исследователи, карлукская



Рис. 11 – Городище Талгар. Антропоморфный кувшин. XI – начало XIII века

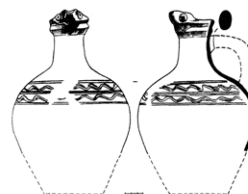


Рис. 13 – Городище Талгар. Зооморфный кувшин. Прорисовка

керамика с красным ангобом и лощением продолжает согдийскую традицию VI-VIII веков в керамике Жетысу IX-X веков, что подтверждается достаточно убедительными сравнениями.

Таким образом, материалы из раскопок, обнаруженные на территории средневековых городищ Кастек и Талгар, представляют собой единый культурный пласт.

Многие из культурных ценностей появилось именно в средние века, в период тюркских каганатов и развития в них городских субкультур. Черты своеобразия городской культуры в Жетысу проступали тем ярче, чем больше расходились пути политического и культурного развития с его ближними и дальними соседями. Это является основной задачей изучения культуры городища Кастек, как и комплексное исследование культуры региона в целом.

Литература

- 1 Бартольд В. В. Отчет о поездке в Среднюю Азию с научной целью 1893-1897 гг. / Сочинения – Т. IV – М: Наука, ГРВЛ, 1966 – 564 с.
- 2 Байпаков К. М. Великий Шелковый путь на территории Казахстана – Алматы: Адамар, 2007 – С. 9-18.
- 3 Нуржанов А. А., Калдыбаева Г. А. Археологические исследования средневекового города Кастек в Жетысу / Культура и религия на Великом Шелковом пути. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию академика НАН РК К. М. Байпакова 12 ноября 2020 года – Алматы, 2020 – С. 126-141.
- 4 Байпаков К. М., Терновья Г. А. Религии и культы средневекового Казахстана – Алматы: Баур, 2005 – 236 с.
- 5 Кузнецова О. В., Савельева Т. В. Гончарное ремесло в средневековом Талгаре. Альбом. Алматы, 2019. С. 38, 63.
- 6 Байпаков К. М., Савельева Т. В., Чанг К. Средневековые города и поселения Северо-восточного Жетысу – Алматы: Credo, 2005 – С. 73.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Абдракова Ф. Ю. – PhD докторант КазНУ им. аль-Фараби
2. Абишева А. К. – к. х. н., доцент, ассистент-профессор Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева
3. Азимов А. М. – доктор PhD Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
4. Айткулов Д. К. – д. т. н., профессор, директор научных исследований РГП «НЦ КМПС РК»
5. Аккенжеева А. Ш. – к. т. н., доцент Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова
6. Алимова К. К. – к. т. н., доцент, заведующая кафедрой КазНТУ им. К. И. Сатпаева
7. Анарбекова Г. Д. – к. б. н., доцент, ассоциированный профессор КазНАУ
8. Аралбаева Л. Б. – врач-терапевт высшей категории, заведующая отделом клинических дисциплин Медицинского колледжа при Южно-Казахстанской медицинской академии
9. Артыкбаева А. Б. – магистрант КазНУ им. аль-Фараби
10. Аскаророва Н. С. – м. т. н., докторант Карагандинского технического университета
11. Атыгаев Р. К. – к. т. н., специалист УСШМД УД АО «Арселор Миттал Темиртау»
12. Баешов А. Б. – д. х. н., профессор, заведующий лабораторией Института топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского
13. Башова А. К. – д. т. н., профессор КазНУ им. аль-Фараби
14. Базаров Б. И. – д. т. н., профессор, заведующий кафедрой Ташкенского института по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог
15. Баймаханов О. Д. – м. т. н., старший преподаватель Алматинского университета энергетики и связи им. Г. Даукеева
16. Байсейтов Д. А. – PhD доктор, старший преподаватель кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию КазНУ им. аль-Фараби
17. Бегимбетова А. С. – PhD, доцент Алматинского университета энергетики и связи им. Г. Даукеева
18. Бекболатов Г. Ж. – PhD докторант Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
19. Бердикулова Ф. А. – к. т. н., начальник отдела НИОКР РГП «НЦ КМПС РК»
20. Василевская О. Ф. – к. т. н., директор ТОО «Полифлекс»
21. Габдрашова Ш. Е. – PhD доктор, старший преподаватель КазНУ им. аль-Фараби
22. Гайшун В. – к. ф.-м. н., доцент, заведующий кафедрой Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины
23. Гизатова С. Е. – магистрант КазНУ им. аль-Фараби
24. Досжанов О. М. – к. т. н., старший преподаватель КазНУ им. аль-Фараби
25. Ермишин С. – ведущий инженер РГП «НЦ КМПС РК»
26. Есенбек А. С. – докторант Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
27. Ефремова С. – д. т. н., профессор, главный ученый секретарь РГП «НЦ КМПС РК»
28. Жапекова А. О. – PhD докторант КазНУ им. аль-Фараби
29. Жарменов А. А. – академик НАН РК, д. т. н., профессор, генеральный директор РГП «НЦ КМПС РК»
30. Жубаныс М. К. – PhD-докторант Казахского национального педагогического университета им. Абая
31. Жылысбаева А. Н. – доцент Регионального социального инновационного университета
32. Загнитко В. Н. – д. г.-м. н., профессор Киевского национального университета им. Т. Шевченко
33. Иманбаев Е. И. – доктор PhD, начальник отдела науки и предпринимательства Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова
34. Иманбаева С. Б. – PhD НАО КарГУ
35. Исатаева Ф. М. – доктор Ph.D Карагандинского технического университета
36. Кабланбеков А. – научный сотрудник РГП «НЦ КМПС РК»
37. Касымова Д. Б. – старший научный сотрудник Филиала РГП «НЦ КМПС РК» «ВНИИцветмет»
38. Кенжетгаев Г. Ж. – д. т. н., профессор Каспийского университета технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
39. Кешуов С. А. – д. т. н., академик НАН РК, директор ТОО «КазНИИМЭСХ»
40. Ковзаленко Н. В. – старший научный сотрудник РГП «НЦ КМПС РК»
41. Койбакова С. Е. – докторант Каспийского университета технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
42. Куандыкова Э. М. – к. т. н., доцент, старший преподаватель КазНАУ
43. Курманиязова Н. Ж. – м. т. н., старший преподаватель Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана
44. Кушакова Л. Б. – к. т. н., заведующий лабораторией филиала РГП «НЦ КМПС РК» «ВНИИцветмет»
45. Лавров Б. А. – д. т. н., профессор Санкт-Петербургского государственного технологического института
46. Ли Э. М. – начальник отдела Филиала РГП «НЦ КМПС РК» ГНПОПЭ «Казмеханобр»
47. Мазулевский Е. А. – к. х. н., заведующий лабораторией РГП «НЦ КМПС РК»
48. Марал Е. М. – PhD докторант КазНУ им. аль-Фараби
49. Мирошникова А. П. – старший научный сотрудник Филиала РГП «НЦ КМПС РК» «ВНИИцветмет»
50. Мотовилов И. Ю. – доктор PhD, ассистент-профессор КазНТУ им. К. И. Сатпаева
51. Муташева Г. С. – к. т. н., доцент, старший преподаватель КазНАУ
52. Нуржанов А. А. – к. и. н., главный научный сотрудник Института археологии им. А. Х. Маргулана МОН РК
53. Нурпеисова А. М. – докторант Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
54. Пазылова Д. Т. – докторант Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
55. Портнов В. С. – д. т. н., профессор Карагандинского технического университета
56. Роман А. Т. – PhD докторант КарГУ
57. Рыжков С. О. – м. т. н., докторант Карагандинского технического университета
58. Савельева Т. В. – д. и. н., главный научный сотрудник Института археологии им. А. Х. Маргулана МОН РК
59. Самонин В. В. – д. т. н., профессор Санкт-Петербургского государственного технологического института
60. Сасыкова Л. Р. – к. х. н., профессор КазНУ им. аль-Фараби
61. Сатаев М. И. – д. т. н., профессор Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
62. Саухимов А. А. – Ph.D, проректор по научно-инновационной деятельности Алматинского университета энергетики и связи им. Г. Даукеева
63. Серикбаева А. К. – к. т. н., профессор Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова
64. Сизикова Н. В. – к. т. н., старший научный сотрудник Филиала РГП «НЦ КМПС РК» «ВНИИцветмет»
65. Смолькова А. И. – инженер-технолог ТОО «Полифлекс», студентка КазНТУ им. К. И. Сатпаева
66. Султан А. Д. – магистрант НАО КарГУ
67. Сыдыков А. О. – д. т. н., советник генерального директора РГП «НЦ КМПС РК»
68. Сыдыков С. – начальник цеха ТОО «СП «CASPI BITUM»
69. Тайжанова Л. С. – докторант Каспийского университета технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
70. Тасимханова А. Т. – магистрант КазНУ им. аль-Фараби
71. Телков Ш. А. – к. т. н., доцент, профессор КазНТУ им. К. И. Сатпаева
72. Тлеуов А. С. – д. т. н., профессор Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
73. Туленов А. – к. т. н., профессор Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
74. Тулепов М. И. – к. х. н., доцент, заведующий кафедрой КазНУ им. аль-Фараби
75. Турсынбек С. – преподаватель КазНУ им. аль-Фараби
76. Филимонов Е. Н. – к. т. н., специалист УСШМД УД АО «Арселор Миттал Темиртау»
77. Хен В. – член НТО «КАХАК»
78. Шевко В. М. – д. т. н., профессор, заведующий кафедрой Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
79. Шингисбаева Ж. А. – к. т. н., профессор, заведующий кафедрой Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова
80. Шингужиева А. Б. – доктор PhD, старший преподаватель Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана
81. Шоколакова Ш. К. – м. т. н., старший преподаватель Алматинского университета энергетики и связи им. Г. Даукеева

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

№4(112), 2020 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,

industrykz@mail.ru

prom56@mail.ru