

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ДНЁМ МЕТАЛЛУРГА!



Геомембрана **GEOCHRON HDPE** Лучшее решение для гарантированного результата

Геомембрана Geochron - это идеальное решение при создании объектов для тяжёлой промышленности - хвостохранилищ, золошлакоотвалов, полигонов ТБО и других, с сохранением целостности окружающей среды. Изготовлена из 100% первичного сырья HDPE.

Геомембрану Geochron отличают следующие характеристики:

- Обладает высокой устойчивостью к химическим веществам, кислотам и нефтепродуктам
- Имеет стойкость к УФ излучению, что позволяет быть нашей Геомембране прочным изолирующим барьером
- Показывает наилучшие физико-математические показатели, которые подтверждены лабораторными испытаниями
- Продукт ECO FRIENDLY

Более подробную информацию по поводу характеристик, методов применения, установки или доставки, Вы можете узнать на нашем сайте или связавшись с нашим менеджером.



WARTER POLYMERS Sp. z o.o.
ул. Коралова 60
02-967 Варшава
www.warterpolymers.pl

Производство:
ул. Згленицкого 5, 09-411, Плоцк
тел: +48 785 897 134
e: h.malyszek@warterpolymer.pl



**ГОРНЫЙ
ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА**

зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан 04.04.2013 г.
Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания 13508-Ж.

Издается с января 2003 г.

Приказом №290 от 28.06.2022 г. Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК внесен в перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности.

В журнале публикуются материалы, отражающие состояние и перспективы развития геологии, горного дела и металлургии не только в нашей стране, но и за рубежом. Журнал освещает проблемы охраны труда и техники безопасности, экономики, подготовки кадров и других вопросов, связанных с горно-металлургическим комплексом. В журнале представлены статьи прикладного характера, результаты фундаментальных исследований, служащие основой для новых технических разработок.

При перепечатке материалов ссылка на Горный журнал Казахстана обязательна. Ответственность за достоверность сведений в публикуемых статьях и рекламных материалах несут авторы и рекламодатели. Мнение редакции не всегда может совпадать с мнением авторов.

Адрес редакции:
050026, г. Алматы, ул. Карасай батыра, 146, оф. 401,
+7 (747) 343-15-02
minmag.kz

Представитель журнала на специализированных мероприятиях – Общество с ограниченной ответственностью «Маркетинг от Тимченко»

Представители журнала:

Республика Узбекистан –
ШЕРЗОД ВАФО-ОГЛЫ КАРИМОВ
karimov20-13@mail.ru

Российская Федерация, Москва –
ИРИНА ЯРОПОЛКОВНА ШВЕЦ
shvetsirina@yandex.ru

Российская Федерация, Сибирский регион –
ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ШАПОШНИК
shaposhnikyury@mail.ru

Периодичность 12 номеров в год

Тираж 1500 экземпляров

ISSN 2227-4766

Подписной индекс 75807 в каталогах:
АО «Казпочта»,
ТОО «Эврика-Пресс»,
ТОО «Агентство «Евразия пресс»

Подписано в печать 30.07.2023 г.

Отпечатано:

«Print House Gerona»
ул. Сатпаева 30А/3, офис 124
тел: + 7 727 250-47-40,
+ 7 727 398-94-59,
факс: + 7 727 250-47-39

УЧРЕДИТЕЛЬ И СОБСТВЕННИК
ТОО «Научно-производственное
предприятие «ИНТЕРРИН»



INTERRIN

Главный редактор

М.Ж. БИТИМБАЕВ, mbitimbaev@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Л.А. КРУПНИК, leonkr38@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Х.А. ЮСУПОВ, yusupov_kh@mail.ru

Ответственный редактор

Т.С. ДОЛИНА, Tatyana.Dolina@interrin.kz

Редакционная коллегия:

Fathi Habashi (Canada), Dr. techn. [Vienna], Dr.h.c. [St. Petersburg], Dr.h.c. [National Tech Univ, Lima], Dr.h.c. [San Marcos Univ, Lima]

Fidelis Tawiah Suorineni, PhD,
Professor of Mining Engineering

М.Б. Барменшинова, канд. техн. наук

А.Б. Бегалинов, д-р техн. наук, профессор

А.А. Бекботаева, PhD

В.А. Белин (Россия), д-р техн. наук, профессор

В.И. Бондаренко (Украина), д-р техн. наук, профессор

Н.С. Буктуков, д-р техн. наук, профессор

А.Е. Воробьев (Россия), д-р техн. наук, профессор

С.Ж. Галиев, д-р техн. наук, профессор

В.Ф. Демин, д-р техн. наук

А.И. Едильбаев, д-р техн. наук

Д.Р. Каплунов (Россия), д-р техн. наук, профессор

Ш.В. Каримов (Узбекистан), PhD

В.Л. Лось, д-р геол.-минерал. наук, профессор

С.К. Молдабаев, д-р техн. наук, профессор

У.Ф. Насиров (Узбекистан), д-р техн. наук, профессор

В.И. Нифадьев (Кыргызстан), д-р техн. наук, профессор

М.Б. Нурпеисова, д-р техн. наук, профессор

Е.Н. Ольшанский, член-корреспондент МАИН

Е.А. Петров (Россия), д-р техн. наук, профессор

Б.Т. Ратов, д-р техн. наук, профессор

К.Б. Рысбеков, канд. техн. наук, профессор

И.Н. Столповских, д-р техн. наук, профессор

П.Г. Тамбиев, канд. техн. наук

Ш.Н. Туробов (Узбекистан), PhD

О.Г. Хайитов (Узбекистан), д-р геол.-минерал. наук, профессор

Р.А. Хамидов (Узбекистан), PhD

А.Н. Шодиев (Узбекистан), д-р техн. наук

Т.А. Чепуштанова, PhD

® – статья на правах рекламы

① – информационное сообщение

 – статья публикуется в авторской редакции

- 4** Колонка главного редактора
- Новости ESAB в Центральной Азии**
- 5** Сварочный источник нового поколения от ESAB. Теперь и в Казахстане
- Геология**
- 8** *А.Б. Карамурзаева, *Н.И. Есполова, А. Шарапатов*
Литофациальный анализ юрских комплексов Бозащинского свода
- 15** **А. Amangeldikyzy, A.N. Kopyayeva, G.G. Blyalova, N.S. Askarova*
Geochemical speciation of coals in the Karaganda coal basin
- Гидрогеология**
- 22** *В.А. Смоляр, *А.Т. Токтар, А.А. Нургазиева, В.С. Рахимова*
Оценка обеспеченности и состояния ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод Западного Казахстана
- Геомеханика**
- 32** **Б. Хусан, Д.Т. Ивадилинова, А.А. Мусин, Ж.М. Асанова*
Құсмұрын кенорнында бұрғылау-жару жұмыстарын жүргізу кезінде борттардың тұрақтылығын қалыптастыру
- Нефтегазовое дело**
- 40** **К.С. Заурбеков, С.А. Заурбеков, Д.Е. Балгаев*
Расширение возможности применения гравитационного дренирования с закачкой пара (Steam Assisted Gravity Drainage) и закачки пара с растворителем (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage)
- Охрана труда и безопасность в горной промышленности**
- 47** *С.О. Кожазулов, А.А. Толтаева, В.Г. Сальников, *А.А. Рысмагамбетова*
Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха и климатических условий района свинцово-цинкового рудника
- Подготовка кадров**
- 54** **Л.И. Едильбаева, Г.М. Рахимова*
Опыт США по формированию профессиональных компетенций в области охраны здоровья и безопасности труда
- 64** Требования к оформлению и условия предоставления статей

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат
Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

*Дорогие читатели!
Уважаемые коллеги!*

Как всегда, наши трудовые будни перемежаются праздниками, череда которых как нельзя к месту напоминает нам о наших обязанностях в рабочей обстановке. Поздравив геологов и научных работников, вспомнив добрым словом и вечной благодарностью творцов Великой Победы, поклонившись медицинским работникам, в июле мы отпраздновали День металлурга.

День Металлурга, отмечаемый обычно как праздник людей «огненной профессии», имеет прямое отношение ко всем, кто добывает, перерабатывает руду и плавит продукцию, полученную от обогатителей, получая из нее чистый металл. Да и по жизни мы – горняки, обогатители, металлурги – одна большая дружная семья, в которой братья по профессии передают друг другу творенье своих рук. В конце концов, наш подарок обществу и государству занимает свое место в общем базисе материального мира цивилизации, на котором создается здание нашего всеобщего благополучия.

В этом здании основу ее составляют три арматурных элемента – наш металл, продукты питания от сельского хозяйства и строительные материалы. Чем они прочнее, качественней и чем их больше – тем лучше жизнь.

Но жизнь не стоит на месте. И эта аксиома ставит перед нами новые задачи, потому что человечество растет непрерывно, удельный расход металлов увеличивается, несмотря на все попытки уменьшить его, появляются новые потребности.

Новые потребности, значимость которых с каждым днем продолжает изменять количественные и качественные характеристики металлургического производства, весь мир обязан выражением «критические металлы».

В него, как об этом было сказано на прошедшем 26-29 июня 2023 г. в г. Брисбен (Австралия) Всемирном Горном Конгрессе, на котором ваш покорный слуга выступил с докладом, входят ванадий, медь, никель, кобальт, литий, цинк, галлий, германий, РЗМ и аллотропия алмаза и угля – графит.

Казахстан как обладатель корзины с необходимым набором этих продуктов выглядит достаточно убедительно, занимая первое место в мире по запасам ванадия (Баласауыскандык, Курумсақ, Ақсу-Жабағлы), имея известные запасы, прогнозные ресурсы и возможные перспективы в достаточном количестве по меди, цинку, никелю, кобальту, галлию.

Литием пока серьезно геологи не занимались, но дело только за финансированием, где должны объединиться усилия государства и бизнеса. Германия, как известно, достаточно в углях и нефти Казахстана (да и в золе Экибастузской и Аксуской ГРЭС его много), дело тоже за наукой и финансами. Графит есть в шунгитовых рудах.

Вопрос в том, стоит ли хвататься за все или остановиться на быстродействующих вариантах. Вот Австралия не мечется, а избрала ванадий, медь, цинк. Все остальное – получится по ходу. Чили – в приоритете медь и литий (Чили, Аргентина и Боливия обладают совместно 70% запасов лития в рапе в общих границах). Китай, Индонезия, США, Россия имеют превосходящие возможности практически по всем направлениям.

Одновременно нас Европейский Союз привязал к будущему налоговому столбу по достижению нормированных по годам выбросам углерода в атмосферу. Решение несправедливое, так как европейцы будут жить припеваючи за счет импорта нашей продукции плюс облагать нас же «углеродным налогом». Капитализм в худшем виде продолжается, но никуда не денешься. Надо находить оптимальный путь и заниматься не просто производством, а научно подготовленным с точки зрения чистоты и эффективности. Например, уменьшить применение буровзрывного способа отбойки и дизельного топлива при отбойке, погрузке и транспорте.

Как бы там ни было, добыча минерального сырья, в том числе, в первую очередь металлов и его переработка – это процессы, без которых человечество в историческом масштабе времени не обойдется, поэтому с Днем металлурга, дорогие наши!

Здоровья, благополучия, успехов на славном поприще, в домашней обстановке и исполнения Ваших желаний!

СВАРОЧНЫЙ ИСТОЧНИК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ОТ ESAB. ТЕПЕРЬ И В КАЗАХСТАНЕ

Компания ESAB, один из мировых лидеров в области производства оборудования и расходных материалов для сварки и резки металлов анонсировала новый мультипроцессный сварочный источник семейства Warrior Edge 500 и семейства механизмов подачи проволоки RobustFeed Edge. Новинки уже доступны к заказу в Казахстане.

Система Warrior Edge упростит настройку сварочных процессов, увеличит производительность и качество сварки. Сварочный аппарат с максимальным сварочным током 500 ампер при ПВ 60% при работе в MIG/MAG, MMA, TIG и воздушнодуговой строжки угольными электродами. Источник разработан для повышения производительности машиностроительных, металлообрабатывающих, станкостроительных и других предприятий тяжелой промышленности.

Индустрия 4.0 и облачные сервисы

Ключевым преимуществом, которое отличает систему от предыдущих моделей семейства Warrior и Aristo, помимо традиционно удобного и простого интерфейса, стала встроенная возможность подключения к онлайн-платформе InduSuite, которая дает доступ к дистанционному

управлению парком сварочного оборудования с помощью приложений WeldCloud Fleet и WeldCloud Productivity с ноутбука, планшета или телефона.

WeldCloud – это защищенная, масштабируемая онлайн-платформа для сбора и обработки сварочных данных, которая отслеживает и анализирует основные параметры каждого выполненного сварного шва на всех подключенных к системе сварочных источниках.

Благодаря приложению WeldCloud Fleet можно получить всю информацию о подключенном парке сварочного оборудования, удаленно обновлять ПО оборудования и управлять сварочными работами сразу в нескольких производственных площадках. WeldCloud Fleet можно использовать как отдельно, так и вместе с другими продуктами ESAB для создания полной системы анализа данных сварки: WeldCloud Productivity для оптимизации процессов сварки и WeldCloud Notes для минимизации ошибок при подготовке документации.

Простой, надежный, свой

Эффективным дополнением сварочного источника станет механизм подачи проволоки RobustFeed Edge, который оснащен гибридной системой управления, состоящей из TFT экрана, расположенного внутри защищенного от



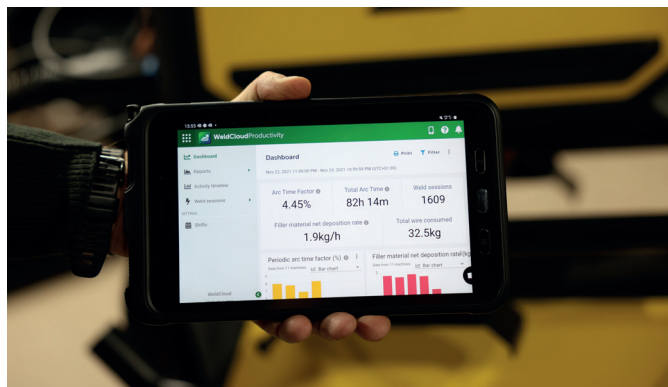
пыли и влаги отсека с проволокой, а также панели управления, расположенной снаружи.

Цветной TFT экран, расположенный внутри, предназначен для настройки оборудования, сварочных процессов и синергетических линий, сохранения и редактирования программ сварки.

Внешняя панель управления имеет яркий дисплей, прекрасно читаемый на расстоянии даже в солнечный день. Интуитивно понятный и удобный интерфейс, позволяющий переключаться между процессами, сохраненными программами сварки, а также регулировать скорость подачи проволоки или силу тока и напряжение дуги.

Дизайн RobustFeed Edge повторяет, проверенный временем и промышленными испытаниями, ESAB RobustFeed, получивший престижную награду RedDot Award 2021. RobustFeed Edge оснащен системой SpoolSafe, с уникальным на рынке классом пылевлагозащиты IP54, которая сохраняет проволоку в подающем механизме сухой и чистой. Система подачи проволоки PreciDrive обеспечивает точную подачу проволоки для обеспечения стабильного процесса сварки. Механизм упрощает настройку сварочных процессов, благодаря сбалансированным синергетическим линиям и наличию процессов MIG/MAG PULSE и MIG/MAG SPEED.

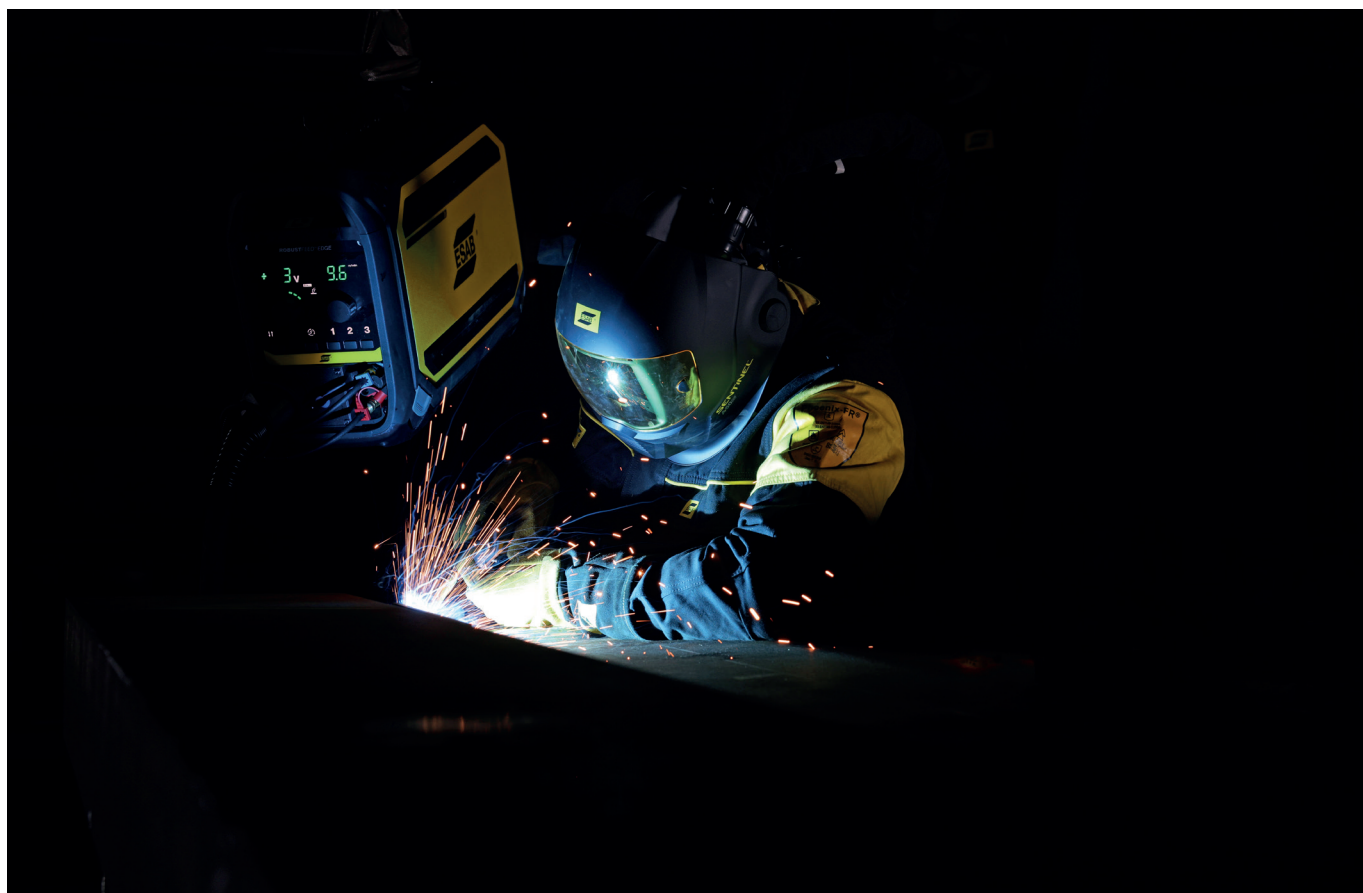
Функция MIG/MAG PULSE предназначена для сварки сплошной проволокой углеродистых и высоколегированных сталей, а также цветных сплавов с контролируемым и стабильным переносом присадочного материала в сварочную ванну с помощью импульсного режима сварки. В свою очередь MIG/MAG SPEED обеспечивает стабильную



и концентрированную сварочную дугу при высокой скорости подачи сварочной проволоки во время сварки сплошной проволокой углеродистых сталей.

Кроме этого, система Warrior Edge имеет возможность настройки полного или ограниченного уровня доступа с помощью NFC карт. В ограниченном режиме для сварщика доступны только сохраненные сварочные программы с заданными режимами и лимитами для регулировки, что обеспечит четкое следование сварочным процедурам.

Приятным обновлением в RobustFeed Edge стала новая система цифрового управления расходом газа TrueFlow, которая обеспечивает высокий уровень контроля подачи газа. Система позволяет задавать значения расхода, регулировать и оптимизировать расход защитного газа в процессе сварки. По результатам внутренних исследований компании ESAB это позволяет экономить от 600 до 1200 евро в год.



HARDOX®
WEAR PLATE

Время крепких кузовов

Hardox® 500 Tuf - это новая марка износостойкой стали, производимая компанией SSAB. Эта сталь сочетает в себе твёрдость марки Hardox® 500 с ударной вязкостью марки Hardox® 450. Повышенная износостойкость стали Hardox® 500 Tuf позволяет повысить грузоподъёмность кузова, за счёт снижения толщины футеровки с сохранением ходимости. Либо применять данную марку стали без уменьшения толщины, увеличивая при этом ходимость кузова 30% и более в зависимости от абразивных свойств перевозимого материала.

Hardox® 500 Tuf достаточно прочная сталь, для использования в несущей конструкции облегчённого карьерного кузова с меньшим количеством рёбер. Сталь Hardox® 500 Tuf возьмёт на себя нагрузку вместо усилителей и поддерживающих элементов.

Получите больше информации о стали Hardox® 500 Tuf на сайте www.hardox.com.



Откройте для себя мир
износостойкой листовой
стали Hardox®



SSAB

Код МРНТИ 38.57.19:38.57.25

А.Б. Карамурзаева¹, *Н.И. Есполова¹, А. Шарпаатов²¹Филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИмұнайгаз» (г. Актау, Казахстан),²КазННТУ им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЮРСКИХ КОМПЛЕКСОВ БОЗАЩИНСКОГО СВОДА

Аннотация. Одним из важнейших задач современной седиментологии является изучение развития процесса условий осадконакопления во времени и в пространстве. Решение данной задачи имеет важное практическое значение для успешного прогнозирования геометрии природных резервуаров нефти и газа, что особенно важно при построении корректных геологических моделей. В данной работе важными источниками информации, предоставляющими эти сведения, являются данные глубокого бурения, керновые материалы, геофизика, сейсмика, представления о седиментологических закономерностях распределения литологических осадочных ассоциаций в определенных фациальных зонах. По результатам данной работы по данным новых пробуренных скважин позволили уточнить и подтвердить литолого-палеогеографические карты, представленные в трудах советских ученых Атласа СССР.

Ключевые слова: Бозащинский свод, комплексирование геолого-геофизических данных, фация, керн, литология, палеогеография, палеогеоморфология.

Бозащы дөңесінің юра кешендерін литофациалық талдау

Аңдатпа. Қазіргі седиментологияның маңызды міндеттерінің бірі – уақыт пен кеңістіктегі шөгудің жағдайларының процесін дамуын зерттеу. Бұл мәселені шешудің табиғи мұнай және газ қабаттарының геометриясын сәтті болжау үшін үлкен практикалық маңызы бар, бұл әсіресе дұрыс геологиялық модельдерді құру кезінде маңызды. Бұл жұмыста терең бұрғылау деректері, керн материалдары, геофизикалық, сейсмикалық, белгілі бір фациялық аймақтардағы литологиялық шөгінді бірлестіктердің седиментологиялық заңдылықтары туралы идеялар осы ақпаратты қамтамасыз ететін маңызды ақпарат көздері болып табылады. Осы жұмыстардың нәтижелері бойынша жаңа бұрғыланған ұңғымалардың мәліметтері бойынша КСРО Атласының кеңес ғалымдарының еңбектерінде келтірілген литологиялық-палеогеографиялық карталарды нақтылауға және растауға мүмкіндік берді.

Түйінді сөздер: Бозащы дөңесі, геологиялық-геофизикалық деректерді кешендеу, фация, керн, литология, палеогеография, палеогеоморфология.

Lithofacial analysis of the jurassic complexes of the Buzachinsky arch

Annotation. One of the most important tasks of modern sedimentology is the study of the development of the process of sedimentation conditions in time and space. The solution of this problem is of great practical importance for the successful prediction of the geometry of natural oil and gas reservoirs, which is especially important when building correct geological models. In this paper, important sources of information providing this information are deep drilling data, core materials, geophysics, seismics, ideas about sedimentological patterns of distribution of lithological sedimentary associations in certain facies zones. According to the results of this work, according to the data of new drilled wells, it was possible to clarify and confirm the lithological and paleogeographic maps presented in the works of Soviet scientists of the Atlas of the USSR.

Key words: Bozaschy arch, integration of geological and geophysical data, facies, core, lithology, paleogeography, paleogeomorphology.

Введение

Бозащинский свод, входящий в северную зону со стороны Туранской плиты, является наиболее перспективным на нефть и газ верхнепермско-мезозойскому комплексу отложений (рис. 2) [1]. Для этого рассмотрим палеогеографическую (палеогеоморфологическую) обстановку формирования юрской продуктивной толщи Прикаспийской впадины и Туранской плиты, в пределах которых расположен исследуемый район.

Материалы и методы исследования

Для литофациального анализа авторами были сопоставлены исторические данные, отбор керна, результаты геофизических исследований скважин (ГИС) и сейсмические данные [2, 3]. Результаты литофациального анализа могут применяться при уточнении связи керн-ГИС и петрофизическом обосновании коллекторов [4, 5].

Восстановление палеогеоморфологических условий, основанное на изучении исторических данных, показало, что до конца среднеюрской и начала позднеюрской эпохи большая часть Прикаспийско-Туранской области представляла собой пологонаклонную в юго-восточном направлении низменную континентальную равнину, имеющую вид обширного амфитеатра и ограниченную денудационно-абразионными уступами. За последними располагались возвышенности, служившие источниками сноса [6].

Самым характерным элементом геоморфологической обстановки в гумидных условиях были палеодолины, которые при слиянии образовывали обширную дельтовую

область, в три раза превосходящую современную дельту Волги и захороненную в настоящее время под водами акватории современного Каспия. Приемником стока являлся Каспийский озерно-морской бассейн. Прикаспийско-Туранская палеоравнина была полностью перекрыта осадками позднеюрской трансгрессии.

По данным керна вновь пробуренных оценочных скважин на Бозащинском своде был проведен седиментологический анализ в комплексе с данными ГИС и сейсмики [7].

Обобщенная схема седиментологического анализа приведена на рисунке 1.

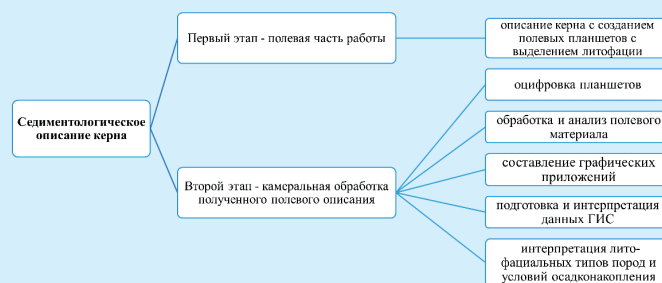


Рис. 1. Схема работ по седиментологическому анализу. Сурет 1. Седиментологиялық талдау бойынша жұмыс схемасы.

Figure 1. Scheme of work on sedimentological analysis.

Обсуждение результатов

По данным описания керна и результатов стандартных и специальных исследований керна авторами статьи вы-

делено 13 литофаций (таблица 1), данные которых были использованы для определения фациальной принадлежности [7].

Таблица 1
Выделенные литофации
Анықталған литофациялар
Identified lithofacies

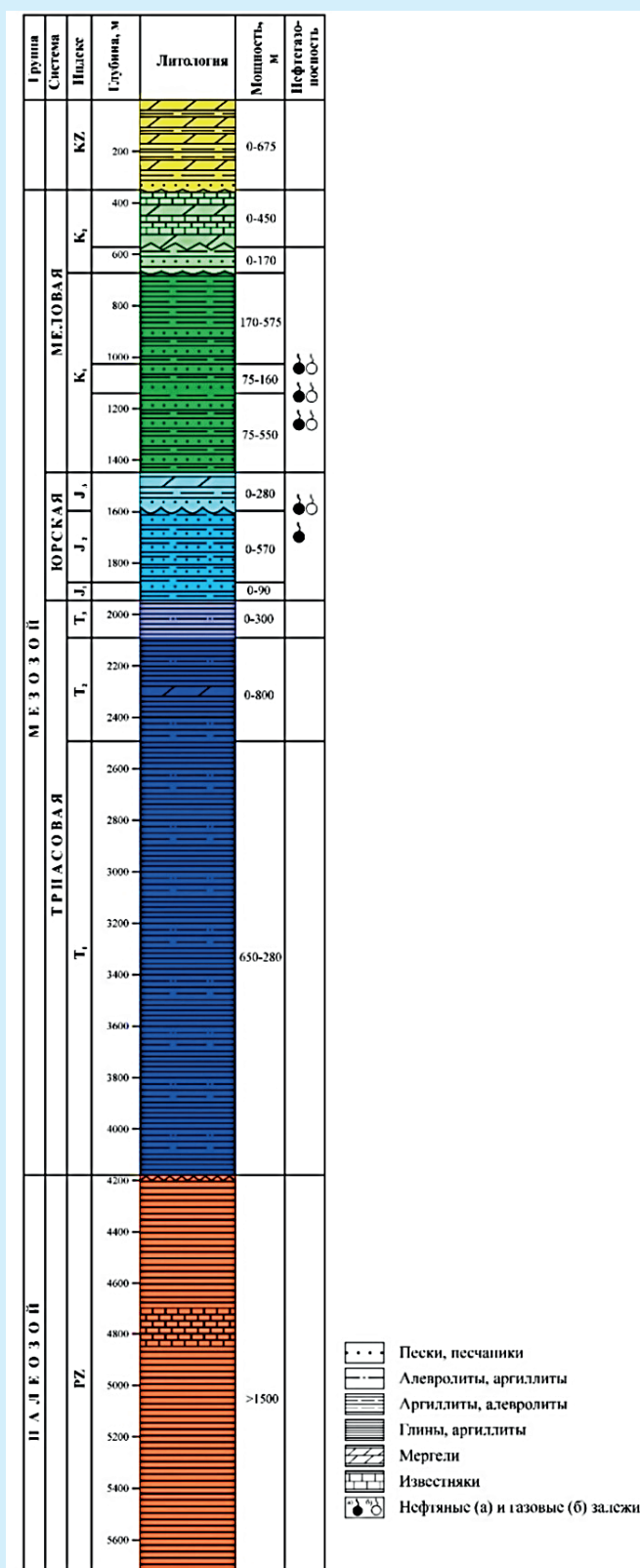
№	Литофации	Код литофации
1	Уголь	0
2	Глина	1
3	Алевролит	2
4	Мелкозернистый песчаник	3
5	Среднезернистый песчаник	4
6	Крупнозернистый песчаник	5
7	Переслаивание глин и песчаников	6
8	Переслаивание песчаников и глин	7
9	Переслаивание глин, алевролитов, песчаника и углистого материала	8
10	Известняк	9
11	Породы с карбонатным цементом	10
12	Переслаивание алевролитов и глин	11
13	Песчаник с карбонатным цементом	12

Анализ проводился по ограниченному материалу кер-на, отбор керна производился не сплошным выносом, а интервально по продуктивным горизонтам J-IV, J-III, J-II, J-I, J-1C, J-2C, J-3C, J-4C, J-5C.

Детальное описание определения условий осадко-накопления вызвало затруднения в связи с отсутствием полного выноса керна по горизонтам, в следствие чего в интервалах отсутствия керновых данных литофации были дополнены по данным гамма-каротажа (ГК). Кон-фигурация боковой линии кривой ГК отражает характер строения и изменения состава пород, составляющих данный пласт по вертикали (слабая изменчивость литологии или частое переслаивание песчаных и глинистых разностей). Данная конфигурация боковой линии кривой ГК нередко свидетельствует о том, в каких гидродинамических (ста-бильных или резко меняющихся) условиях формировался данный пласт [8, 9].

На примере блок-диаграммы дельтового комплекса в пределах продуктивного горизонта J-IV в одном из ме-сторождений исследуемого района были определены ус-ловия обстановки по седиментологическому описанию керна и данных кривой гамма-каротажа (рис. 3).

Керн, отобранный в скважинах 8063 и 9421, представ-лен 8-ой литофацией, описывается переслаиванием глин, алевролита и нефтенасыщенного мелкозернистого пе-счаника, с включениями ОРО, а также со следами биотур-бации. Верхняя часть горизонта сложена глинами с про-слойками алевролита, представлена максимумом значения



на кривой ГК (рис. 3). В интервалах отсутствия керновых данных литофации определены по характеру зазубренности кривой ГК, связанной переслаиванием глин и алевролитов. Заглинизированные литофации отнесены к пойменным отложениям, которые образовались в межканальных заливах дельтового комплекса.

По керну скважины 8238 можно провести наблюдение цикла осадконакопления с повышением и понижением уровня и скорости воды. Такой цикл характерен в разрезе чередованием нескольких литофаций, представленных мелкозернистым нефтенасыщенным песчаником с переслаиванием глин и алевролитов, а также тонким переслаиванием алевролита с карбонатным цементом. Далее наблюдается плавная смена литофации переслаивания глин и алевролитов на среднезернистый нефтенасыщенный песчаник, представленный уменьшением конфигурации кривой ГК, что свидетельствует о повышении гидродинамики данного интервала. Данный цикл связан с приливно-отливной зоной, а также с повышением уровня воды затопляемой зоны дельты и образованием мелководной зоны, что подтверждается наличием пород с карбонатным цементом.

По выносу керна в скважине 8820 наблюдается локальный врез песчаного тела с мощностью около 20 метров. Песчаники мелкозернистые и среднезернистые с запахом УВ. Также и как в скважине 8238 в разрезе наблюдается врез алевролита с карбонатным цементом, что свидетельствует о мелководных условиях осадконакопления. Пес-

чаники данного горизонта по кривой ГК представлены минимальными значениями. Встреченный мощный пласт песчаника, подстилающегося сверху и снизу глинисто-алевритистыми породами, характеризуется как песчаный бар каналов дельты. В разрезе представленных скважин присутствуют крепкие песчаники и алевролиты с карбонатным цементом, известняки, что охарактеризовывает влияние морских условий осадконакопления по всей площади исследуемого объекта [7].

Дельтовая обстановка представляет собой сложный комплекс, в котором действуют различные механизмы осадконакопления и различные среды, хотя и генетически связанные. Отложения дельтового комплекса включают в себя отложения распределительных каналов, устьевых баров, лагун, приливно-отливных каналов и межканальных заливов дельтовой равнины.

Вскрытые керновыми материалами песчаные отложения относятся к песчаникам устьевых баров и распределительных каналов. Литофации песчаников устьевых баров генетически связаны с прибрежной полосой моря и образованы на стыке речных и морских вод, где река теряет свою скорость и сбрасывает переносимый ею терригенный материал.

Литофации, представленные переслаиванием глин, алевролитов, песчаников и углистого материала со взмучиванием, горизонтальной слоистостью, относятся к лагунным отложениям дельтового комплекса осадконакопления. Также наличие обильной биотурбации и следов илоедов

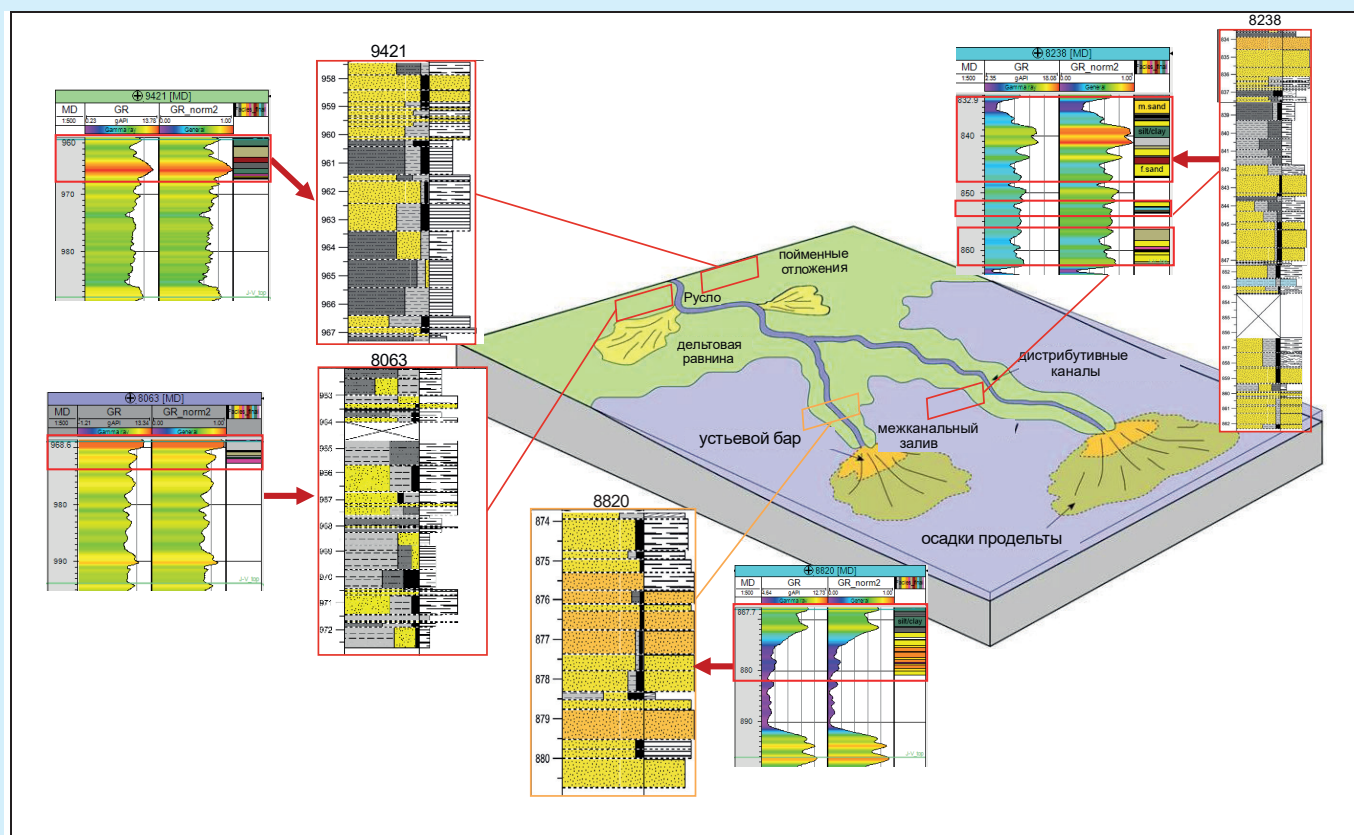


Рис. 3. Блок-диаграмма дельтового комплекса в пределах продуктивного горизонта J-IV с дополнением [11].
Сурет 3. J-IV өнімді горизонттағы дельталық комплексінің құрылымдық сұлбасы [11] толықтырылуымен.
Figure 3. Block diagram of the deltaic complex within the productive horizon J-IV with addition [11].

несомненно указывает на лагунные условия осадконакопления. В период снижения уровня моря идет увеличение влияния континентальных условий осадконакопления, таких как отложения лагун, межканальных заливов.

По результатам литофациального анализа была выполнена корреляция литотипов. По корреляции также можно предположить, что по Бозащинскому своду наблюдается, что процесс осадконакопления происходил в ретроградационном наборе парасеквенций. При ретроградационном пакете парасеквенции наблюдается продвижение морских отложений в сторону суши. В результате донные отложения постепенно заполняют дно бассейна, переходят в область континентального склона и начинают вытеснять воду в сторону суши, начинается трансгрессивный этап развития бассейна. К концу формирования ретроградационного пакета большая часть прибрежной равнины – отложения морских фаций или прибрежно-морских (рис. 4) [10, 11].

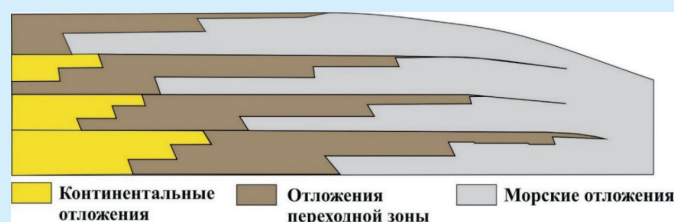


Рисунок 4. Интерпретированный разрез для Бозащинского разреза.

Сурет 4. Бозащы кимасы үшін интерпретацияланған кимасы.

Figure 4. Interpreted section for the Bozashy section.

Закключение

На основании вышеизложенных результатов данного исследования и сопоставления их с историческими данными можно сделать вывод о характере отложений, формировавшихся в дельтовых, континентальных и прибрежно-морских условиях. Результатом исследования авторами приводится схема на рисунке 5, представлен характер

формирования концепции Бозащинского свода. В разрезе снизу-вверх имеется постепенный переход от дельтовой равнины в мелководные и приливно-отливные условия осадконакопления (рис. 5). Полученные результаты литофациального анализа подтверждают и уточняют данные карты литолого-палеографического Атласа СССР, которые легли в основу данной научной работы [12].

	Ярус	Среда осадконакопления	Колебания – УМ +
Юрская	Верхний	Киммеридж-титон	Мелководная морская и прибрежная зоны
	Средний	Батский - Байосский	Равнина, временами заливавшаяся морем
	Ааленский	Низменная аккумулятивная равнина	

Рис. 5. Характер концепции формирования Бозащинского свода.

Сурет 5. Бозащы күмбесінің қалыптасу тұжырымдамасының сипаты.

Figure 5. The nature of the concept of the Bozashy arch formation.

Благодарность

Авторы статьи выражают глубокую признательность недропользователю и коллегам за содействие в предоставлении необходимых материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр». – 2004. – С. 342 (на русском языке)
2. Джайкиева С.С., Ряхимов Р.Н. и др. «Отчет к обоснованию методики интерпретации ГИС и переинтерпретации данных ГИС м. Каламкас. Актау: Филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИмунайгаз». – 2021. – С. 300 (на русском языке)
3. Отчеты «Стандартный и специальный ком плекс исследований керна из оценочных скважин месторождений». Актау: ЦНЛИ, Филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИмунайгаз». – 2018-2020 гг. – С. 95 (на русском языке)
4. Шахин Шах, Хафиджур Рахаман Хан, Ананна Рахман, Рашидул Ислам, Сайед Истияк Ахмед, Мохаммад Исмиле Молла, Стивен Батт. Петрофизическая оценка данных каротажа скважин для определения характеристик коллектора на газовом месторождении Тутас, Бангладеш: тематическое исследование // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2021. – <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2021.104129> (на английском языке)
5. Копеев К.Н., Борисенко Г.Т., Шарапатов А., Ахметжанов А.Ж. Изучение петрофизических связей для совершенствования методики интерпретации данных ГИС юрских отложений Мангышлака. Научно-технический вестник «Каротажник». – Тверь, РФ. – Вып. 1 (301). – 2020. – С. 46-56. – ISSN 1810-5599 (на русском языке)

6. Кирюхин Л.Г., Проничева М.В. Погребенная юрская дельта Прикаспийско-Туранской области и перспективы ее нефтегазоносности. – Экспресс-информация. ВИЭМС. Сер. Геол., методы поисков и разв. м-ний нефти и газа. – 1976. – №4. – С. 1-14 (на русском языке)
7. Жайканов А.Б., Нугманов Б.Х. Седиментологический анализ юрских продуктивных горизонтов на месторождении Каламқас по результатам стандартных и специальных лабораторных исследований керн в 5-ти новых скважинах. Фонды КазНИПИМунайгаз. – Ақтау. – 2021. – С. 295 (на русском языке)
8. Мазумдер Р. Происхождение осадка. Влияние на состав от источника к отложению. Elsevier. – 2017. – С. 614 (на русском языке)
9. Жемчугова В.А. Практическое применение резервуарной седиментологии при моделировании углеводородных систем. РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. – Москва. – 2014. – С. 344 (на русском языке)
10. Барабошкин Е.Ю. Практическая седиментология (терригенные коллектора). Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ. – Томск. – 2007. – С. 154 (на русском языке)
11. Гари Николс. Седиментология және стратиграфия. 2-ші басылым. – 2009. – С. 419 (на английском языке)
12. Глав. ред. А. П. Виноградов. Атлас литолого-палеогеографических карт СССР: IV том. // Атлас. – Москва: ГУГК. – 1968. – С. 80 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Каспий теңізінің аймақтық геологиясы және мұнай-газдылығы. – М.: «Недра-бизнес орталығы» ЖШҚ. – 2004. – Б. – 342 (орыс тілінде)
2. Джайкиева С.С., Рахимов Р.Н. және т.б. «Қаламқас кенорнының ҰГЗ интерпретациялау әдістемесін негіздеу және ҰГЗ деректерін қайта интерпретациялау туралы есеп». – Ақтау: «КМГ Инжиниринг» ЖШС «КазНИПИМунайгаз» филиалы. – 2021. – Б. 300 (орыс тілінде)
3. Есептер «Кенорын бағалау ұңғымаларынан алынған кернның негізгі зерттеулердің стандартты және арнайы кешені». Ақтау: ЦНЛИ, «КМГ Инжиниринг» ЖШС «КазНИПИМунайгаз» филиалы. – 2018-2020. – Б. 95 (орыс тілінде)
4. Шахин Шах, Хафизур Рахаман Хан, Ананна Рахман, Рашидул Ислам, Сайед Истияк Ахмед, Мұхаммед Исмиле Молла, Стивен Батт. Бангладеште Титас газ кен орнында қабат сипаттамасына арналған ұңғыма журналының деректерін петрофизикалық бағалау: жағдайды зерттеу // Табиғи газ туралы ғылым және инженерия журналы. – 2021. – <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2021.104129> (ағылшын тілінде)
5. Көпеев Қ.Н., Борисенко Г.Т., Шарапатов А., Ахметжанов А.Ж.. Маңғышлақтың юра шөгінділерінен алынған ұңғымаларды каротаждау деректерін біріктірудің әртүрлі әдістері үшін петрофизикалық байланыстарды зерттеу. «Каротажник» ғылыми-техникалық бюллетень. – Тверь, РФ. – Шығ. 1 (301). – 2020. – Б. 46-56. – ISSN 1810-5599 (орыс тілінде)
6. Кирюхин Л.Г., Проничева М. В. Каспий маңы-Тұран облысының жерленген юра дельтасы және оның мұнай мен газдың келешегі. – Жедел ақпарат. ВИЭМС. Сер. Геол., іздеу әдістері және даму. Мұнай және газ кенорны. – 1976. – №4. – Б. 1-14 (орыс тілінде)
7. Жайқанов А.Б., Нұгманов Б.Х. Жаңа 5 ұңғымадағы стандартты және арнайы зертханалық керн сынақтарының нәтижелері бойынша Қаламқас кен орнындағы юралық өнімді горизонттардың седиментологиялық талдауы. КазНИПИМунайгаз қоры. – Ақтау. – 2021. – Б. 295 (орыс тілінде)
8. Мазумдер Р. Шөгіндінің шығу тегі. Шығу көзінен шөгіндіге дейін құрамына әсер етуі. Elsevier. – 2017. – Б. 614 (ағылшын тілінде)
9. Жемчугова В.А. Көмірсутекті жүйелерді модельдеуде қабаттық седиментологияны практикалық қолдану. И.М. Губкин атындағы Ресей мемлекеттік мұнай және газ университеті. – Мәскеу. – 2014. – Б. 344 (орыс тілінде)
10. Барабошкин Е.Ю. Практикалық седиментология (терригендік коллекторлар) ТПУ мұнай және газ мамандарын кәсіби қайта даярлау орталығы. – Томск. – 2007. – Б. 154 (орыс тілінде)
11. Гари Николс. Седиментология және стратиграфия. 2-ші басылым. – 2009. – Б. 419 (ағылшын тілінде)
12. Бас редактор. А.П. Виноградов. КСРО литологиялық-палеогеографиялық карталарының атласы: IV том. // Атлас. – Мәскеу: ГУГК. – 1968. – Б.80 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Glumov I.F., Malovickij YA.P., Novikov A.A., Senin B.V. Regional'naya geologiya i neftegazonosnost' Kaspijskogo morya [Regional geology and oil and gas potential of the Caspian Sea]. – М.: ООО «Nedra-Biznescentr». – 2004. – P. 342 (in Russian)

2. Dzhajkieva S.S., Ryahimov R.N. i dr. «Otchet k obosnovaniyu metodiki interpretacii GIS i pereinterpretacii dannyh GIS m.Kalamkas. Aktau: Filial TOO «KMG Inzhiniring» «KazNIPImunajgaz» [Report on the substantiation of the well-logging interpretation methodology and reinterpretation of the well-logging data of the Kalamkas field]. – 2021. – P. 300 (in Russian)
3. Otchety «Standartnyj i special'nyj kompleks issledovanij kerna iz ocenочnyh skvazhin mestorozhdenij» [Reports. Standard and special complex of core studies from appraisal wells of deposits]. Aktau: CNLI, Filial TOO «KMG Inzhiniring» «KazNIPImunajgaz». – 2018-2020. – P. 95 (in Russian)
4. Shaheen Shah, Hafijur Rahaman Khan, Ananna Rahman, Rashidul Islam, Syed Istiyak Ahmed, Mohammad Ismile Molla, Stephen Butt. Petrophysical evaluation of well log data for reservoir characterization in Titas gas field, Bangladesh: a case study // *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. – 2021. – <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2021.104129> (in English)
5. Kopeev K.N., Borisenko G.T., Sharapatov A., Ahmetzhanov A.ZH. Izuchenie petrofizicheskikh svyazej dlya sovershenstvovaniya metodiki interpretacii dannyh GIS yurskih otlozhenij Mangyshlaka [Study of petrophysical connections to improve the methods of interpretation of well log data of the Jurassic deposits of Mangyshlak]. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik «Karotazhnik»*, vypusk 1 (301). – Tver', RF. – 2020. – P. 46-56. – ISSN 1810-5599 (in Russian)
6. Kiryuhin L.G., Pronicheva M.V. Pogrebennaya yurskaya del'ta Prikaspijsko-Turanskoj oblasti i perspektivy ee neftegazonosnosti [The buried Jurassic delta of the Caspian-Turan region and the prospects of its oil and gas potential]. – *Ekspress-informaciya. VIEMS. Ser. Geol., metody poiskov i razv. m-nij nefti i gaza*. – 1976. – №4. – P. 1-14 (in Russian)
7. Zhajkanov A.B., Nugmanov B.H. Sedimentologicheskij analiz yurskih produktivnyh gorizontov na mestorozhdenii Kalamkas po rezul'tatam standartnyh i special'nyh laboratornyh issledovanij kerna v 5-ti novyh skvazhinah [Sedimentological analysis of Jurassic productive horizons at the Kalamkas field based on the results of standard and special laboratory core studies in 5 new wells]. *KazNIPImunajgaz, Aktau*. – 2021. – P. 295 (in Russian)
8. Mazumder R. Sediment provenance. Influences on compositional change from source to sink, Elsevier. – 2017. – P. 614 (in English)
9. Zhemchugova V.A. Prakticheskoe primenenie rezervuarnoj sedimentologii pri modelirovanii uglevodorodnyh system [Practical application of reservoir sedimentology in modeling of hydrocarbon systems], *RGU nefti i gaza imeni I.M.Gubkina, Moskva*. – 2014. – P. 344 (in Russian)
10. Baraboshkin E.Yu. Prakticheskaya sedimentologiya (terrigennye kollektora). [Practical sedimentology (terrigenous reservoirs)]. *Centr professional'noj perepodgotovki specialistov neftegazovogo dela TPU*. – Tomsk. – 2007. – P. 154 (in Russian)
11. Gary Nichols. *Sedimentology and Stratigraphy*. – 2nd ed. – 2009. – P. 419 (in English)
12. Glav. red. A.P. Vinogradov. Atlas litologo-paleograficheskikh kart SSSR: IV tom [Atlas of lithological and paleogeographic maps of the USSR]. // *Atlas*. – Moskva: GUGK. – 1998. – P. 80 (in Russian)

Сведения об авторах:

Карамурзаева А.Б., ведущий инженер Службы геологического моделирования филиала TOO «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИМунайгаз», соискатель ученой степени PhD по наукам о Земле, внутренний тренер TOO «КМГИ» (г. Актау, Казахстан), A.Karamurzaeva@kmge.kz; <https://orcid.org/0009-0000-1232-4094>

Есполова Н.И., инженер Службы геологии и геологоразведки филиала TOO «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИМунайгаз» (г. Актау, Казахстан), n.yespolova@kmge.kz; <https://orcid.org/0000-0003-4768-2881>

Шарапатов А., кандидат геолого-минералогических наук, ассоциированный профессор кафедры Геофизики КазНУ им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), a.sharapatov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-2578-3817>

Авторлар туралы мәліметтер:

Карамурзаева А.Б., «КМГ Инжиниринг» ЖШС филиалы «ҚазҒЗЖИМунайгаз» геологиялық модельдеу қызметінің жетекші инженері, Жер туралы ғылымдар бойынша PhD ғылыми дәрежесінің кандидаты, ЖШС «КМГИ» тренері (Ақтау қ., Қазақстан)

Есполова Н.И., ЖШС КМГИ «ҚазҒЗЖИМунайгаз» геология және геологиялық барлау қызметінің инженері (Ақтау қ., Қазақстан)

Шарапатов Ә., геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, Сәтбаев Университеті Геофизика кафедрасының қауымдастық профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Karamurzaeva A.B., Leading Engineer of the Geological Modeling Service of Kaznipimunaigas LLP, candidate for the degree of PhD in Earth Sciences, internal trainer of KMG LLP (Aktau, Kazakhstan)

Yespolova N.I., Engineer of the Geology and Geological Exploration Service of KazNIPIMunaygas LLP (Aktau, Kazakhstan)

Sharapatov A., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Geophysics of Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

miningmetals

UZBEKISTAN

17-я Международная выставка
**Горное дело, металлургия
и металлообработка**

1 | 2 | 3 Ноября 2023

Узэкспоцентр, Ташкент, Узбекистан



Iteca Exhibitions

Тел: +998 71 205 18 18; Факс: +998 71 237 22 72

E-mail: mining@iteca.uz; Web: www.mining.uz



@itecaExhibitions



@itecaExhibitions



@iteca



@iteca_exhibitions



Код МРНТИ 38.63.53

*A. Amangeldikyzy, A.N. Kopobayeva, G.G. Blyalova, N.S. Askarova
*Abylkas Saginov Karaganda Technical University Non-Commercial Joint Stock Company
 (Karaganda, Kazakhstan)*

GEOCHEMICAL SPECIATION OF COALS IN THE KARAGANDA COAL BASIN

Abstract. There are over 300 coal basins and deposits known in Kazakhstan, the largest of them is the Karaganda Coal Basin. There is approximately a half of all industrial reserved of coal of Kazakhstan is located in its subsoils. The Karaganda Coal Basin is the forth in the CIS according to its size and coal reserves. Unique coal resources require a comprehensive and scientifically justified approach to their research. This paper studies the impurity elements distribution pattern to assess the geochemical speciation of coals in the Karaganda Coal Basin. As a result of the research performed, it has been found that the basin is characterized by mainly lithophilous and weal chalcophilous (Te, Cu, Ga, Ge) speciation. Siderofylous association is represented by Co, Ag. In the basin coal, increased concentrations of Ba, Sr, U, Sm, As, Sb, Fe, Br, La, Ce, Th, Cr, Hf, Cs, Co, Sc are detected if compared to the coal clarke, which is conditioned by the provenance area of the coal accumulation basin.

Key words: coal basin, average grade, coal-bearing sediments, impurity elements, geochemical speciation, concentration clarke, distribution pattern.

Қарағанды көмір бассейнінің көмірінің геохимиялық мамандануы

Аңдатпа. Қазақстанда 300-ден астам көмір бассейндері мен кен орындары белгілі. Қарағанды көмір бассейнінің жер қойнауында Қазақстандағы барлық өнеркәсіптік көмір қорларының жартысына жуығы шоғырланған. Қарағанды көмір бассейні көлемі мен көмір қоры бойынша ТМД-да төртінші орында. Көмірдің бірегей ресурстары оларды зерттеуге кешенді және ғылыми негізделген тәсілді қажет етеді. Жұмыста Қарағанды көмір бассейнінің көмірінің геохимиялық мамандануын бағалау үшін қоспа элементтерінің таралу заңдылықтары зерттелді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде бассейні негізінен литофильді және әлсіз халькофильді (Te, Cu, Ga, Ge) мамандандырумен сипатталатыны анықталды. Сидерофильді ассоциацияны Co, Ag ұсынады. Бассейн көмірінде көмір кларкімен салыстырғанда Ba, Sr, U, Sm, As, Sb, Fe, Br, La, Ce, Th, Cr, Hf, Cs, Co, Sc концентрациялары жоғарылаған, бұл көмірді сақтау бассейнінің көрнекті аймағына байланысты.

Түйінді сөздер: көмір бассейні, орташа мөлшері, көміртегі шөгінділері, қоспа элементтері, геохимиялық мамандану, кларк концентрациясы, таралу заңдылықтары.

Геохимическая специализация углей Карагандинского угольного бассейна

Аннотация. В Казахстане известно свыше 300 угольных бассейнов и месторождений, из них наиболее крупнейшим считается Карагандинский угольный бассейн, в недрах которого сосредоточена примерно половина всех промышленных запасов угля в Казахстане. Карагандинский угольный бассейн занимает четвертое место в СНГ по величине и запасам угля. Уникальные ресурсы угля требуют комплексного и научно-обоснованного подхода к их изучению. В настоящей работе изучены закономерности распределения элементов-примесей для оценки геохимической специализации углей Карагандинского угольного бассейна. В результате проведенных исследований установлено, что для бассейна характерна преимущественно литофильная и слабая халькофильная (Te, Cu, Ga, Ge) специализация. Сидерофильная ассоциация представлена Co, Ag. В углях бассейна установлены повышенные по сравнению с угольным кларком концентрации Ba, Sr, U, Sm, As, Sb, Fe, Br, La, Ce, Th, Cr, Hf, Cs, Co, Sc, что обусловлено областью питания бассейна угленаконпления.

Ключевые слова: угольный бассейн, среднее содержание, угленосные отложения, элементы-примеси, геохимическая специализация, кларк концентрации, закономерности распределения.

Introduction

Forecasting of metal contents in coals is one of the main tasks of the coal geochemistry for detecting industrially significant concentrations of impurity elements. The geochemistry of coals in Kazakhstan is poorly studied and researchers still face the task of establishing distribution patterns and concentration character, determining the composition of impurity elements, as well as forms of their presence in the coals. Over the years, various attempts were taken to estimate the geochemical speciation of the coals of Central Kazakhstan, but due to small quantity of data and limited possibilities for their analysis, results of these works were modest. The most complete data were obtained in the works of Kushev G.L., Azizov T.M., Belyayev V.K., Pedash E.T., Ko N.A. However, it was already known from the earlier works that the coals of the Karaganda Coal Basin were enriched with a wide range of chemical elements [1].

In terms of its structure, the Karaganda Coal Basin is correlated with the western part of the synclinorium of the same name outreaching transversally, which is located in the suture zone of the Caledonian (in the north) and Hercynian (in the south) foldings. The Karaganda synclinorium was dissected by the north-south discontinuous faults into separate blocks representing graben-syncline separated by deeply eroded upheavals. The basin is located in the central part of the synclinorium [2]. There are three major synclines within the basin: Sherubaynurinskaya, Karagandinskaya and Upper Sokurskaya, separated from each other by upheavals of almost north-south strike.

The following geological and industrial zoning is adopted for the Karaganda Basin (fig.1):

1. Karaganda region with coal-bearing areas: Promyshlenniy, Maykuduk, Saran, Dubovska, Alabass and Taldykuduk.
2. Sherubaynurinskiy district with coal-bearing areas: Northern, Central, Karazhar-Shakhan, Lower Sokur (Molodetskiy), Dolinska, Southern, Kishkenekol, Kamepaisk, Bozdongul and Sasykkol.

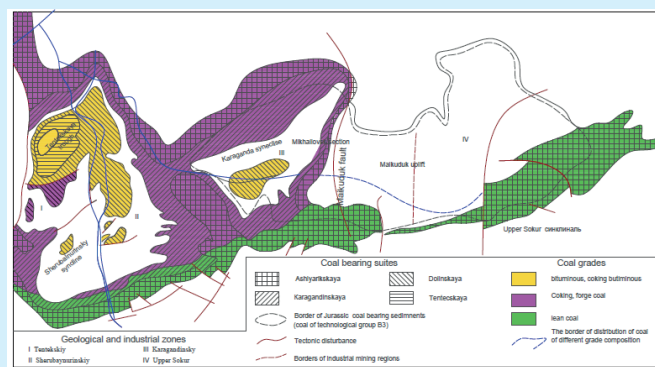


Figure 1. Geological and Industrial Zoning of the Karaganda Coal Basin.

Сурет 1. Қарағанды көмір бассейнінің геологиялық-өнеркәсіптік аудандастыруы.

Рис. 1. Геолого-промышленное районирование Карагандинского угольного бассейна.

3. Tentek district with coal-bearing areas: Northern, Southern, Deldelsk, North-Sasykkol, Konyrtyubinsk.

4. Upper Sokur district with coal-bearing sites: Kuznetsk, Kamyskuduk, Western, Akzhar.

Methods

For the purpose of studying geochemical features and determining geochemical speciation of coals of the Karaganda Coal Basin, coal and clay interlayers were sampled with the group composition of 300 pcs. from the Kuzembayev mine, as well as from the Aktas and Saransk mines (fig. 2).



Figure 2. Coal and Clay Interlayers Sampling Sites in the Karaganda Coal Basin.

Сурет 2. Қарағанды көмір бассейніндегі көмір және саз қабаттары сынамаларын алу орындары.

Рис. 2. Места отбора проб угля и глинистых прослоев в Карагандинском угольном бассейне.

Sampling from the coal strata and clay interlayers was performed using the differentiated sampling in the Karaganda Coal Basin in the cut-faces of mines: Saranskaya, Kuzembayev, Aktas, the sampling interval length was chosen depending on the thickness and complexity of the strata structure, in average it varied from 10 m to 200 m. Samples weighing 1.5-2 kg were selected from seasoned clay interlayers and coal strata hosting them along the lateral and vertical at contacts and in the strata themselves. To determine the chemical composition of coal and clay interlayers, mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS) and atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-OES) were studied in the analytical centre of the Far Eastern Geological Institute at the Far East Geological Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences (N.V. Zarubin) in Vladivostok, Russia.

Discussion

Formation of the Karaganda Coal Basin began in the early Carboniferous period, when almost at the entire territory of Central Kazakhstan, intense coal formation was taking place. This period is related to the first maximum of coal accumulation and the main reserves of high quality coking and power-generating coal [2].

Fossil coals can accumulate a significant amount of impurity elements, concentrations of which are often reach with commercial concentrations. One of the main tasks of the coal geochemistry is to identify coal basins, deposits, and individual strata with commercial, and environmentally hazardous contents of impurities elements [3].

To assess the ore bearance of individual geological structures, blocks and rocks, modern inferential metallogenic and exploratory geochemical researches use the concept of geochemical speciation [4]. Determination of geochemical speciation provides a potential opportunity to identify those or other ore elements in the research areas. Speciations of the first and second order are distinguished [4-6].

Speciation of the first order is estimated by the concentration coefficient of the element in the rock researched versus the clarke in the earth crust. The main goal in assessing geochemical speciation is to identify geological formations with elevated levels of valuable elements accumulation [5].

To assess speciation of the second order, parameters characterizing the geochemical heterogeneity are used, such as the accumulation factor contrast, high ore elements variation coefficients, discontinuity of characteristic correlations, and etc., i.e. those characteristics that indicate the ability of metals to be involved in subsequent re-distribution when epigenetic processes are superimposed [5, 6].

The new data obtained by the authors on the basis of modern analytical methods regarding the impurity elements content in the coals allow not only to supplement and clarify the understanding of the geochemical speciation of the Karaganda Coal Basin, but also to change the general idea of metallogenic speciation of the coals in the region, primarily due to a wider range of elements, including many rare metals.

The geochemical speciation of the first order for the coals can be estimated by comparing the average elements content in the coals to their clarke in the earth crust or to their clarke in sedimentary rocks. According to [6], this estimate outlines the range of elements accumulated in the region in amounts that determine the geochemical background of the element.

Speciation of the second order indicates the presence of pre-requisites for the formation of commercial concentrations of elements. It can be determined by the method of A.A. Smyslov [7]. It is defined by comparing the maximum abnormal elements concentrations in the coals to their clarkes in the earth crust. The results are displayed by a pie chart, where speciation of the second order is superimposed on the speciation of the first order, and by formulas of geochemical speciation, where the coefficient before the element characterizes the contrast of anomalies [7].

The geochemical speciation was estimated successfully by a similar method by the researchers for the coal basins and deposits of Central Siberia and other deposits of Russia [5, 6], the results obtained differ from the earlier researches. Their main difference consisted not only in an extensive range of elements, but also in higher content of these elements, which is conditioned by the use of perfect methods of elements direct determination without the ashing technique [6].

Based on the results of studying the coal samples taken from the Saran, Aktas, Kuzembayev mines, it was established that the coals of the Karaganda Basin as a whole are charac-

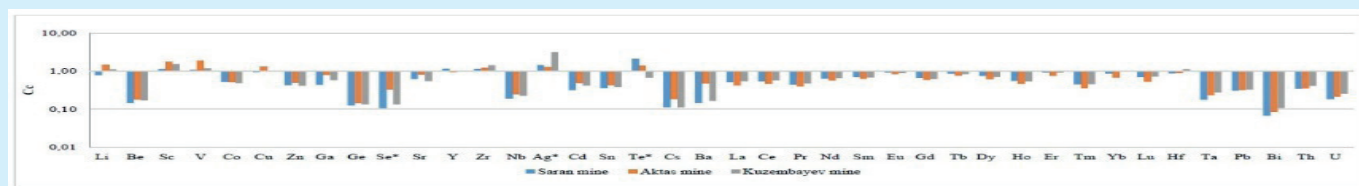


Figure 3. The Impurity Elements Content in the Coals of the Karaganda Coal Basin.
Сурет 3. Қарағанды көмір бассейнінің көміріндегі қоспа элементтерінің құрамы.
Рис. 3. Содержание элементов-примесей в углях Карагинского угольного бассейна.

terized by a low average content of most impurity elements (fig. 3) consistent with clarke values for the stone coal.

The basin coals are mainly characterized by lithophylous and weal chalcophilous (Te, Cu, Ga, Ge) speciation. Siderofylous association is represented by Co, Ag.

Despite the spatial proximity, stratigraphic position and general similarity of the geochemical composition among the coals of Saran, Aktas, and Kuzembayev mines, they have some differences in their geochemical spectrum of elements (table 1).

Table 1
Distribution of Impurity Elements in the Coals of the Karaganda Coal Basin

Кесте 1
Қарағанды көмір бассейнінің көмірінде қоспа элементтерін бөлу

Таблица 1
Распределение элементов-примесей в углях Карагинского угольного бассейна

Mine	$K_K < 0.5$	$0.5 < K_K < 1$	$1 < K_K < 5$
Saran	Be, Zn, Ga, Ge, Se, Nb, Cd, Sn, Cs, Ba, Pr, Tm, Ta, Pb, Bi, Th, U	Li, Co, Cu, Sr, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb, Hf	Sc, V, Y, Zr, Ag, Te
Aktas	Be, Zn, Ga, Ge, Se, Nb, Cd, Sn, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Ho, Tm, Ta, Pb, Bi, Th, U	Sr, Y, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Yb, Lu, Hf	Li, Cu, Sc, V, Zr, Ag, Te
Kuzembayev	Be, Co, Zn, Ge, Se, Nb, Cd, Sn, Cs, Ba, Pr, Yb, Tm, Ta, Pb, Bi, Th, U	Ga, Sr, Te, La, Y, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Lu, Hf	Li, Cu, Sc, V, Zr, Ag, Hf

Against the background of mainly lithophylous speciation, the coals of the Saran mine are relatively enriched Y, coals of Kuzembayev mine are enriched with Hf. These geochemical materials are well consistent with the peculiarities of the geological structure of the provenance area of coal accumulation. The lithophylous (granitoid) composition of the provenance area is clearly traced; relatively high content of Y, Hf, Zr indicate participation of alkaline basic volcanites in margins.

Thus, in the coals of the Karaganda Coal Basin, local increased concentrations of Ba, Sr, U, Sm, As, Sb, Fe, Br, La, Ce, Cr, Hf, Cs, Co, Sc if compared to the coal clarke are identified in the coals of the Karaganda Coal Basin, which is conditioned by the provenance area of the coal accumulation basin that is distinguished by a wide range of volcanic (dacitic, diabasic, diorite porphyry, quartz porphyry, quartz albitophyres, trachyte porphyry) and intrusive rocks (granodiorites, granosyenite, sinerite porphyre, granite-porphyry) of the Devonian age forming volcanic-plutonic complex (VPC) in Central Kazakhstan.

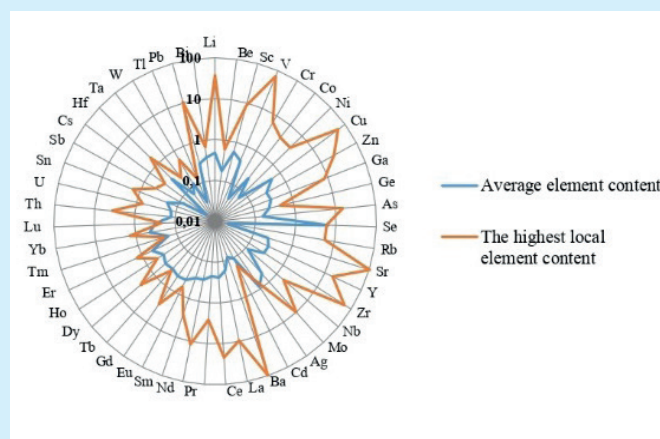


Figure 4. Geochemical Speciation of Coals in the Karaganda Coal Basin.

Сурет 4. Қарағанды көмір бассейнінің геохимиялық мамандануы.

Рис. 4. Геохимическая специализация углей Карагинского угольного бассейна.

Features of the impurity elements distribution in the basin coals are determined by a number of factors that have a multi-scale level of manifestation and form both the general features of the geochemical spectrum of the basin coals and local patterns of appearance of coals enriched with elements within individual strata, suites and deposits.

One of the main factors controlling the impurity elements accumulation in the coals is the petrofund factor. The effect of the rocks composition in the provenance area on the formation of the geochemical background of the Karaganda Coal Basin is expressed in the peculiarities of the geochemical speciation of the basin coals. Thus, the most ancient rocks forming the basin margins were formed during the Cambrian period. The basin provenance area is extensive and is distinguished by a wide spectrum of volcanic (dacitic, diabasic,

diorite porphyry, quartz porphyry, quartz albitophyres, trachyte porphyry) and intrusive rocks (granodiorites, granosyenite, sinenite porphyre, granite-porphyry) of the Devonian age forming volcanic-plutonic complex (VPC) in Central Kazakhstan [8]. Volcanic material is of subaerial origin, but sometimes it is associated with shallow deposits. Along with the evolution of volcanism, the intermontane troughs within and outside the belt were filled with continental molasse: conglomerates, sandstones and siltstones interlayered by trachybasalt, trachyandesibasalt, trachydacite and trachiriodacite strands (fig. 8) (Serykh, 2009).

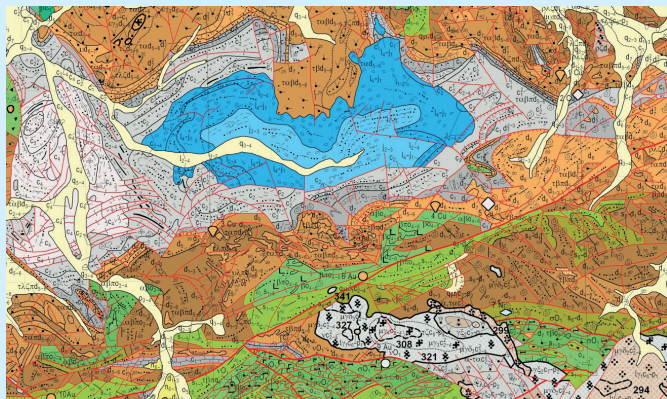


Figure 5. The Karaganda Coal Basin Region. Map Tile from Sheet M-43-V (Serykh, Glukhan 2007).

Сурет 5. Қарағанды көмір бассейнінің ауданы. М-43-В парағының картасы (Серых, Глухан 2007).

Рис. 5. Район Карагандинского угольного бассейна. Фрагмент карты листа М-43-В (Серых, Глухан 2007).

At the basin Margins, there are also small epithermal deposits (Cu, Sb, Hg, Pb, As) (Hadzhikongan, Zhetymshoky, Gornov Pyramid) associated with volcanites and a number of small mesothermal deposits (Au, Cu, Pb) (Uzynmurt,

Baygul, Kashtal, Sulu) related to granitoid, which could also serve as sources of these elements entrance into the coal stratum.

The second source, but not least important, is the factor of volcanism. The factor of subsynchronous volcanism with sedimentation has a significant impact on the formation of the geochemical background of rare impurity elements in the coals (Finkelman, 1993). Volcanogenic material is found in the coal strata mainly in the form of thin clay interlayers – tonsteins [9–11]. According to (Rengarten, 1957; Lushikhin, 1961) the high saturation with tonsteins was established in the coal seams of the Karaganda coal basin. It is known that tonsteins can be a source of high concentrations of a large group of rare impurity elements in the coals (Zelenski, 1985; Crowley, 1989; Hower, 1999; Dai, 2003b, 2010, 2012, 2016; Arbuzov et al., 2003; Arbuzov, Yershov, 2007; Arbuzov et al., 2016).

Conclusions:

1. The coals of the Karaganda Coal Basin are enriched with a wide spectrum of impurity elements. Local increased concentrations of Ba, Sr, U, Sm, Sb, Fe, Br, La, Ce, Th, Cr, Hf, Cs, Co, Sc if compares to the coal clarke are found in the coals of the Karaganda Coal Basin.

2. It is established that the basin coals are mainly characterized by lithophilous and weak chalcophilous (Te, Cu, Ga, Ge) speciation. Siderophilous association is represented by Co, Ag.

3. It is established that the main factors controlling the impurity elements accumulation in the coals are the petrofund factor and subsynchronous volcanism with coal accumulation.

4. Small epithermal deposits (Cu, Sb, Hg, Pb, As) associated with volcanites and a number of small mesothermal deposits related to granitoid, which could also serve as sources of these elements entrance into the coal stratum.

This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP13067779).

REFERENCES

1. *Jelementy-primesi v mestorozhdenijah Kazahstana spravoch. [Elements-impurities in the deposits of Kazakhstan: a reference] / pod red. A.A. Abdullina i dr. – Almaty IAC GPR RK. – 1999. – Vol. 2. – P. 144 (in Russian)*
2. *Amangeldikyzy A., Amralinova B.B., Portnov V.S. Puti nakopleniya Ge v ugljah Karagandinskogo ugol'nogo bassejna [Ways of accumulation of Ge in the coals of the Karaganda coal basin] Vestnik Vostochno-Kazahstanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. D. Serikbaeva. – 2020. – №1. – P. 3-10 (in Russian)*
3. *Dai S., Ren D., Chou C.-L., Finkelman R.B., Seredin V.V., Zhou Y. Geochemistry of trace elements in Chinese coals: a review of abundances, genetic types, impacts on human health, and industrial utilization // International Journal of Coal Geology. – 2012. – Vol. 94. – P. 3-21 (in English)*
4. *Sklyarov E.V., Gladkochub D.P., Donskaja T.V. Interpretacija geohimicheskikh dannyh [Interpretation of geochemical data] – M.: Intermet Engineering. – 2016. – P. 288 (in Russian)*
5. *Arbuzov S.I., Ershov V.V. Geokhimiya redkikh elementov v uglyakh Sibiri [Geochemistry of rare elements in Siberian coals]. – Tomsk: Izdatel'skij dom «D-Print». – 2007. – P. 468 (in Russian)*
6. *Arbuzov S.I., Volostnov A.V., Ershov V.V. Geokhimiya i metallonosnost uglei Krasnoyarskogo kraja [Geochemistry and metal-bearing of coals in Krasnoyarsk region]. – STT. – 2008. – P. 270-289 (in Russian)*
7. *Smyslov A.A., Malyshev Ju.N., Golubev B.B. i dr. Karta uglennosti, slancenosti i geokhimeskoj specializacii uglej i gorjuchih slancev Rossii. M-b 1:10 000 000: objasnit. Zapiska [Map of coal-bearing, shale-bearing and geochemical specialization of coals and oil shale in Russia.*

Mb 1:10,000,000: explanatory note] // V kn.: Geologicheskij atlas Rossii. – M.; SPb. – 1996. – Razd. 3. – P. 27-47 (in Russian)

8. Portnov V.S., Kopobayeva A.N., Amangeldikyzy A. & Askarova N.S. (2019). The distribution of beryllium in magmatic rocks of central Kazakhstan. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences.* – 2019. – 2(434). – P.150-158. – doi:10.32014/2019.2518-170X.49 (in English)
9. Spears D.A. The origin of tonsteins, an overview, and links with seatearths, fireclays and fragmental clay rocks // *International Journal of Coal Geology.* – 2012. – Vol. 94. – P. 22-31 (in English)
10. Spears D.A., Arbuzov S.I. A geochemical and mineralogical update on two major tonsteins in the UK carboniferous coal measures // *International Journal of Coal Geology.* – 2019. – Vol. 210. – P. 35-52 (in English)
11. Altered volcanic ashes in coal and coal-bearing sequences: a review of their nature and significance. // S. Dai, C.R. Ward, I.T. Graham, D. French, J.C. Hower, L. Zhao, X. Wang // *Earth Science Reviews.* – 2017. – Vol. 175. – P. 44-74 (in English)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қазақстан кен орындарындағы элементтер-қоспалар: анықтама. / ред. А.А. Абдуллина және т.б. – Алматы. – МАБ ҚР ГПР. – 1999. – Т.2. – Б. 144 (орыс тілінде)
2. Амангелдіқызы А., Амралинова Б.Б., Портнов В.С. Қарағанды көмірін пайдалану көмірінде Ge жинақталу жолдары. // Шығыс Қазақстан техникалық университетінің хабаршысы Д. Серікбаев. – 2020. – №1. – Б. 3-10 (орыс тілінде)
3. Дай С., Рен Д., Чоу С.-Л., Финкельман Р.Б., Середин В.В., Чжоу Ю. Қытай көміріндегі микроэлементтердің геохимиясы: молшылыққа, генетикалық түрлерге, адам денсаулығына және өнеркәсіптік әсерлерге шолу. // Көмір геологиясының халықаралық журналы. – 2012. Т. 94. – Б. 3-21 (ағылшын тілінде)
4. Скляр Е.В., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В. Геохимиялық мәліметтерді интерпретациялау. – М.: Интермет инженерия. – 2016. – Б. 288 (орыс тілінде)
5. Арбузов С.И., Ершов В.В. Сібір көмірлеріндегі сирек элементтердің геохимиясы. – Томск: D-Print баспасы. – 2007. – Б. 468 (орыс тілінде)
6. Арбузов С.И., Волостнов А.В., Ершов В.В. Краснояр өлкесінің көмірлерінің геохимиясы және металдық құрамы. – СТТ. – 2008. – Б. 270-289 (орыс тілінде)
7. Смыслов А.А., Малышев Ю.Н., Голубев Б.Б. Ресейдегі көмірлі, сланецті және көмір және жанғыш тақтатастардың геохимиялық мамандану картасы. Мб 1:10 000 000: түсіндіріңіз ескертпе. // Кітапта: Ресейдің геологиялық атласы. – М.; Санкт-Петербург. – 1996. – сек. 3. – Б. 27-47 (орыс тілінде)
8. Портнов В.С., Копобаяева А.Н., Амангелдіқызы А., Асқарова Н.С. Орталық Қазақстанның магмалық тау жыныстарында бериллийдің таралуы. Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының еңбектері, Геология-техникалық ғылымдар сериясы. – 2019. –2(434). – Б. 150-158. – doi: 10.32014/2019.2518-170X.49 (ағылшын тілінде)
9. Спирс Д.А. Тонштейндердің шығу тегі, шолу және шамоттармен, шамоттармен және детритті саз жыныстарымен байланысы. // Көмір геологиясының халықаралық журналы. – 2012. – Шығ. 94. – Б. 22-31 (ағылшын тілінде)
10. Спирс Д.А., Арбузов С.И. Британдық көмір кен орындарындағы екі негізгі тонштейн туралы геохимиялық және минералогиялық деректер. // Көмір геологиясының халықаралық журналы. – 2019. – Шығ. 210. – Б. 35-52 (ағылшын тілінде)
11. Көмірлер мен көмірлі қабаттардағы өзгерген жанартау күлі: олардың табиғаты мен маңызына шолу. // Дай С., Уорд К.Р., Уорд И.Т. Грэм, Д.Френч, Дж.К.Хауэр, Л.Чжао, К.Ванг // Жер туралы ғылымдарды зерттеу. – 2017. – Т. 175. – Б. 44-74 (ағылшын тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Элементы-примеси в месторождениях Казахстана: справоч. / под ред. А.А. Абдуллина и др. – Алматы. – ИАЦ ГПР РК. – 1999. – Т. 2. – С. 144 (на русском языке)
2. Амангелдиқызы А., Амралинова Б.Б., Портнов В.С. Пути накопления Ge в древесном угле Карагандинского угольного использования. // Вестник Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. Серикбаева. – 2020. – №1. – С. 3-10 (на русском языке)
3. Дай С., Рен Д., Чоу С.-Л., Финкельман Р.Б., Середин В.В., Чжоу Ю. Геохимия микроэлементов в углях Китая: обзор содержания, генетических типов, воздействия на здоровье человека и промышленного использования. // Международный журнал угольной геологии. – 2012. – Т. 94. С. 3-21 (на английском языке)

4. Скларов Е.В., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В. Интерпретация геохимических данных. – М.: Интермет Инжиниринг. – 2016. – С. 288 (на русском языке)
5. Арбузов С.И., Ершов В.В. Геохимия редких элементов в углях Сибири. – Томск: Издательский дом «Д-Принт». – 2007. – С. 468 (на русском языке)
6. Арбузов С.И., Волостнов А.В., Ершов В.В. Геохимия и металлоносность углей Красноярского края. – СТТ. – 2008. – С. 270-289 (на русском языке)
7. Смыслов А.А., Малышев Ю.Н., Голубев Б.Б. и др. Карта угленосности, сланценосности и геохимической специализации углей и горючих сланцев России. М-б 1:10 000 000: объяснит. записка // В кн.: Геологический атлас России. – М.; СПб. – 1996. – Разд. 3. – С. 27-47 (на русском языке)
8. Портнов В.С., Копобаева А.Н., Амангельдыкызы А., Аскарова Н.С. Распределение бериллия в магматических породах Центрального Казахстана. Известия Национальной академии наук Республики Казахстан, Серия геолого-технических наук. – 2019. – 2(434). – С. 150-158. – doi: 10.32014/2019.2518-170X.49 (на английском языке)
9. Спирс Д.А. Происхождение тонштейнов, обзор и связи с шамотами и обломочными глинистыми породами // Международный журнал угольной геологии. – 2012. – Вып. 94. – С. 22-31 (на английском языке)
10. Спирс Д.А., Арбузов С.И. Геохимические и минералогические данные по двум основным тонштейнам в угленосных отложениях Великобритании. // Международный журнал угольной геологии. – 2019. – Вып. 210. – С. 35-52 (на английском языке)
11. Измененные вулканические пеплы в углях и угленосных толщах: обзор их природы и значения. // Дэй С., Уорд Ч.Р., Уорд И.Т. Грэм, Д. Френч, Дж. К. Хауэр, Л. Чжао, К. Ван // Обзоры наук о Земле. – 2017. – Т. 175. – С. 44-74 (на английском языке)

Information about the authors:

Amangeldykyzy A., PhD, Senior Lecturer of the Geology and MD Exploration Department of Abylkas Saginov Karaganda Technical University (Karaganda, Kazakhstan), amangeldykyzy@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6665-8804>

Kopobayeva A.N., PhD, Acting assistant professor of the Geology and MD Exploration Department of Abylkas Saginov Karaganda Technical University (Karaganda, Kazakhstan), aiman_25.87@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0601-9365>

Blyalova G.G., doctoral student of Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Master of Technical Sciences in Geology and Mineral Deposit Exploration (Karaganda, Kazakhstan), gulim_blyalova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8801-8683>

Askarova N.S., PhD, Lecturer of the Geology and MD Exploration Department of Abylkas Saginov Karaganda Technical University (Karaganda, Kazakhstan), srajadin-nazym@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2103-6198>

Авторлар туралы мәліметтер:

Амангельдықызы А., доктор PhD, «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» кафедрасының аға оқытушысы, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Копобаева А.Н., доктор PhD, «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» кафедрасының доценті м.а., Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Блялова Г.Г., докторант, «Геология және пайдалы қазба кен орындарын барлау» мамандығы бойынша техника ғылымдарының магистрі, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Аскарова Н.С., доктор PhD, «Геология және пайдалы қазба кен орындарын барлау» кафедрасының оқытушысы, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Информация об авторах:

Амангельдықызы А., доктор PhD, старший преподаватель кафедры «Геология и разведка МПИ» Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

Копобаева А.Н., доктор PhD, и.о. доцента кафедры «Геология и разведка МПИ» Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

Блялова Г.Г., докторант Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова, магистр технических наук по специальности «Геология и разведка МПИ» (г. Караганда, Казахстан)

Аскарова Н.С., доктор PhD, преподаватель кафедры «Геология и разведка МПИ» Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

The logo for MITEX 2023 is displayed in white on an orange background. The word "mitex" is in a lowercase, sans-serif font, followed by a trademark symbol (TM). Below it, the year "2023" is shown in a large, bold, sans-serif font. The zero in "2023" is replaced by a circular icon consisting of concentric circles and a gear-like outer ring.

**Международная
выставка инструмента**
Moscow International
Tool Expo

**МОСКВА,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»**

EXPOCENTRE
FAIRGROUNDS,
MOSCOW

7-10
НОЯБРЯ
NOVEMBER
2023



ОРГАНИЗАТОР / ORGANIZER

МОСКВА РОССИЯ VIENNA AUSTRIA
ЕВРОЭКСПО EUROEXPO
Exhibitions and Congress Development GmbH

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР ВЫСТАВКИ / GENERAL SPONSOR

САИМАН
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ / SUPPORTED BY



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР / STRATEGIC PARTNER

 Ассоциация Торговых компаний
и производителей электроинструмента
и средств малой механизации **РАТНЭ**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ / INFORMATION SPONSORS

ПОТРЕБИТЕЛЬ
www.master-forum.ru

МИР ХОРОШЕГО
ИНСТРУМЕНТА

INTERNET-PARTNER / INTERNET-PARTNER



**КОМПОЗИТ
XXI ВЕК**

MASTER-FORUM.RU

12+ РЕКЛАМА ООО «ЕВРОЭКСПО»

WWW.MITEXPO.RU



Код МРНТИ 38.61.31

В.А. Смоляр, *А.Т. Токтар, А.А. Нургазиева, В.С. Рахимова

Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина (г. Алматы, Казахстан)

ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ И СОСТОЯНИЯ РЕСУРСОВ ПРЕСНЫХ И СЛАБОСОЛОНОВАТЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. В статье рассмотрены гидрогеологические возможности территории Западного Казахстана для водоснабжения населения и производственных объектов за счет использования пресных и слабосолоноватых подземных вод при крайнем дефиците пресных поверхностных вод. Дана оценка степени обеспеченности территорий административных областей подземными водами, пригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Приведена сравнительная оценка ресурсного потенциала, обеспеченности, состояния и перспектив использования ресурсов пресных и слабосолоноватых подземных вод для питьевого водообеспечения административных областей Западного Казахстана. В целом при удовлетворительной обеспеченности территории Западного Казахстана водными ресурсами имеются отдельные площади, где перспективы решения вопросов их обеспечения подземными водами ограничены или отсутствуют.

Ключевые слова: подземные воды, пресные и слабосолоноватые воды, хозяйственно-питьевые воды, Западный Казахстан, ресурсы подземных вод, обеспеченность.

Батыс Қазақстанның тұщы және сәл тұщы жерасты сулары ресурстарының қамтамасыз етілуі мен жағдайын бағалау

Андатпа. Мақалада Батыс Қазақстан аймағының тұщы және сәл тұщы жерасты суларын пайдалану есебінен халықты және өндірістік объектілерді сумен жабдықтау үшін гидрогеологиялық мүмкіндіктері қарастырылған. Әкімшілік облыстар аймақтарын шаруашылық-ауыз сумен жабдықтау үшін жарамды жерасты суларымен қамтамасыз ету дәрежесіне баға берілді. Тұщы және сәл тұщы жер асты суларының ресурстық әлеуетін салыстырмалы бағалау келтірілген. Батыс Қазақстанның әкімшілік облыстарын ауыз сумен қамтамасыз ету үшін тұщы және сәл тұздалған жер асты сулары ресурстарының ресурстық әлеуетін, қамтамасыз етілуін, жағдайын және пайдалануы тиімді және салыстырмалы бағалау келтірілген. Батыс Қазақстан аймағын су ресурстарымен қанағаттанарлықтай қамтамасыз етуде, оларды жер асты суларымен қамтамасыз ету мәселелерін шешуші үшін немесе шектеулі жекелеген аумақтар бар.

Түйінді сөздер: жер асты сулары, тұщы және сәл тұщы сулар, сумен қамтамасыз ету, Батыс Қазақстан.

Assessment of fresh and slightly saline groundwater resources availability in Western Kazakhstan

Abstract. The article reflects hydrogeological conditions and assessment of groundwater availability of Western Kazakhstan for water supply of population and industrial facilities through the use of fresh and slightly saline groundwater under the conditions of fresh surface water scarcity. The degree of groundwater availability divided by administrative areas with groundwater resources suitable for domestic and drinking water supply is assessed. A comparative assessment of the resource potential of fresh and slightly saline groundwater is given. A comparative assessment of the resource potential, availability, condition and prospects for the use of fresh and slightly brackish groundwater resources for drinking water supply of the administrative regions of Western Kazakhstan is given. In general, with a satisfactory provision of the territory of Western Kazakhstan with water resources, there are separate areas where the prospects for solving the issues of their provision with groundwater are limited or absent.

Key words: groundwater, freshwater, saline water, groundwater supply, Western Kazakhstan.

Введение

Обширная территория, занимающая значительную часть Западного Казахстана, уникальна по богатству природными ресурсами. В его недрах установлены крупные месторождения нефти и газа, на базе освоения которых создана и быстро развивается нефтегазовая промышленность республики. Здесь выявлены большие запасы борных, калийных и других минеральных солей, различных видов руд и строительных материалов. Регион уникален также рыбным богатством и является одним из ведущих районов Казахстана по животноводству.

В то же время регион отличается дефицитом водных ресурсов как поверхностных, так и подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевых нужд и крайней неравномерностью их распределения по территории Западного Казахстана. Располагаемые к использованию ресурсы поверхностных вод в средний по водности год составляют 2,25 км³/год (1,09 тыс. м³/год на одного человека, в маловодный год – 0,42 км³/год (0,2 тыс. м³/год на одного человека) [1]. В этих условиях значительно возрастает роль подземных вод как источника водоснабжения, особенно пресных и слабосолоноватых, а также приобретает особую важность оценка ресурсного потенциала подземных вод (прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов) и перспектив их использования для водоснабжения населенных пунктов, орошения и обводнения пастбищ [2].

Это позволит определить степень обеспеченности территории пресными и слабосолоноватыми подземными водами и разработать рекомендации для выявления источников хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения [3].

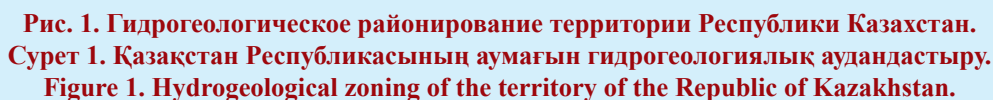
Обоснование и актуальность

Пресные и слабосолоноватые подземные воды являются наиболее дефицитной частью водных ресурсов Западного Казахстана, поэтому их в настоящее время целесообразнее использовать преимущественно для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Рассматриваемая территория относится к регионам, испытывающим дефицит в водах хозяйственно-питьевого назначения. В этих условиях для развития экономики региона и удовлетворения водопотребности населения несомненно важное значение имеют выявление, оценка ресурсного потенциала пресных и слабосолоноватых подземных вод, степени обеспеченности ими данной территории и перспектив использования для водоснабжения населенных пунктов, орошения и обводнения пастбищ [1].

Материалы и основные методы заключались в проведении региональных визуальных гидрогеологических исследований с отбором проб подземных вод, обработке результатов полевых исследований, а также в сборе, обобщении и сравнительном анализе значительного по объему

Рассматриваемая территория характеризуется сложными гидрогеологическими условиями. Широкое развитие

Мангистауская область. Территория области располагается в пределах Мангышлакского, Устьюртского и северной части Амударьинского артезианских бассейнов I порядка (Северо-Устьюртского, Бузачинского, Южно-Мангышлакского, Ассауданского и Центрально-Мангышлакского артезианских бассейнов II порядка). Структурно-геологические особенности в сочетании с климатическими условиями в целом не благоприятны для формирования и распространения ресурсов пресных подземных вод, пригодных для хозяйственного водоснабжения. На большей



части территории области распространены солоноватые и соленые подземные воды. Основными наиболее перспективными водоносными горизонтами и комплексами, содержащими пресные и маломинерализованные воды, являются водоносные горизонты и комплексы плиоцен-четвертичных и четвертичных отложений, средне-верхнемиоценовых отложений, альб-сеноманских отложений и подземные воды зон трещиноватости пермо-триасовых образований.

Из перечисленных водоносных горизонтов и комплексов только два – неоген-четвертичный, четвертичный и пермо-триасовый, имеющие локальное распространение, содержат ограниченные запасы пресных подземных вод. Прогнозные ресурсы пресных подземных вод с минерализацией до 1 г/л составляют 256 тыс. м³/сут. Область относится к недостаточно обеспеченной разведанными запасами подземных вод, пригодных для хозяйственного водоснабжения.

Актюбинская область. Территория Актюбинской области характеризуется весьма сложными геолого-структурными условиями. Центральную часть ее занимает Уралтау. Мугоджарская складчатая страна занимает восточную и северо-восточную части области – Тургайский и Северо-Аральский прогибы, а всю западную часть – Актюбинский периклинальный прогиб и восточный борт Прикаспийской впадины. Крайний юго-запад входит в Мангышлак-Устюртскую систему структур.

На территории области выделены 4 гидрогеологических района I порядка – Прикаспийский, Уралтау-Мугоджарский, Арало-Тургайский и Мангышлак-Устюртский. Гидрогеологические условия каждого из выделенных районов сложные, что обусловлено, прежде всего, неоднородностью их структурно-морфологического строения, пестротой химического состава подземных вод.

Вследствие особых природно-гидрогеологических условий отмечается крайне неравномерное распределение ресурсов подземных вод, особенно пресных, по территории области. Достаточно обеспеченными пресными подземными водами можно считать северные и центральные районы, где собственно и сосредоточено основное население. Большинство разведанных запасов пресных и слабосолоноватых подземных вод расположено в этих районах. Они полностью обеспечивают текущую потребность в хозяйственно-питьевой воде население городов, районных центров и других населенных пунктов рассматриваемой части области.

В северной части распространены преимущественно слабосолоноватые и солоноватые воды с минерализацией от 1,5 до 5 г/л, иногда более. Вместе с тем для большинства сельских населенных пунктов этой площади при проведении поисковых работ получены положительные результаты, т.е. выявлены участки с распространением пресных подземных вод или слабосолоноватых с минерализацией до 1,5 г/л в количествах до 1 тыс. м³/сут. Проблема водоснабжения населенных пунктов, не обеспеченных подземными водами или с потребностью более 1 тыс. м³/сут., может быть решена за счет строительства групповых водозаборов и использования поисковых опреснительных установок. На отдельных участках здесь возможно выявление пресных

или слабосолоноватых вод в количестве до 5-10 тыс. м³/сут.

Южнее р. Эмба, на малонаселенной территории распространены слабосолоноватые и солоноватые воды. Местное население обеспечивается питьевой привозной водой или за счет верховодки.

В Уралтау-Мугоджарском гидрогеологическом районе, занимающем центральную часть области, развиты преимущественно пресные и слабосолоноватые воды с минерализацией до 3 г/л. Эта часть области считается сравнительно обеспеченной подземными водами хозяйственного назначения. Наиболее значительные запасы подземных вод приурочены к верхнемеловым отложениям в мезозойских депрессиях и каменноугольным известнякам.

Территория, занимаемая Арало-Тургайским гидрогеологическим районом, обеспечена ресурсами пресных подземных вод только в пределах Челкарского артезианского бассейна. На большей его части развиты пресные и слабосолоноватые, реже солоноватые воды. Лишь на правом берегу р. Иргиз значительная площадь занята водами с минерализацией более 5 г/л. В Челкарском артезианском бассейне возможна организация любого водоснабжения из подземных источников. Восточная часть области наиболее бедна пресными подземными водами, которые встречаются здесь в аллювии долины р. Иргиз, а также в отложениях олигоцена и плиоцена в междуречье Иргиз – Улькаяк.

На юго-востоке (правобережье р. Иргиз) пресные подземные воды встречаются крайне редко. На границе с Кызылординской и Карагандинской областями на отдельных участках в отложениях верхнего мела распространены слабосолоноватые воды с минерализацией 1,5-3 и 3-5 г/л. На остальной территории минерализация подземных вод практически всех водоносных горизонтов превышает 5 г/л. Большинство населенных пунктов здесь подземными водами не обеспечено. Но в то же время имеется перспектива для поисков линз пресных вод в долине р. Иргиз.

На плато Устюрт минерализация подземных вод на большей части площади превышает 5 г/л. Слабосолоноватые и солоноватые воды распространены на ограниченных участках в сарматских известняках. Среди солоноватых в этих отложениях встречаются линзы пресных вод. Величина прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до 1 г/л составляет 5435 тыс. м³/сут. По степени обеспеченности разведанными запасами подземных вод, пригодных для хозяйственного водоснабжения, большая часть (северная) Актюбинской области относится к территориям надежно обеспеченным. Южная же часть области, примыкающая к Аральскому морю, является частично обеспеченной разведанными запасами подземных вод для хозяйственного водоснабжения.

Юго-запад Урало-Эмбенского поднятия включает в себя два крупных гидрогеологических района второго порядка – Северо-Каспийский и Эмбенский.

В пределах Северо-Каспийского артезианского бассейна, занимающего большую часть территории области, пресные и слабосолоноватые подземные воды приурочены к верхней части геологического разреза – участкам развития континентальных (эоловых, аллювиальных и аллювиально-дельтовых) и отчасти морских отложений средне-верхнечетвертичного и верхнечетвертичного

возрастов. В современных аллювиальных отложениях даже самой крупной р. Урал пригодные для водоснабжения воды встречаются лишь в мелких линзах с ограниченными возможностями.

В восточной части области, соответствующей Эмбенскому артезианскому бассейну, в основном распространены солончатые воды, приуроченные к альб-сеноманским отложениям, с которыми связаны основные перспективы технического и отчасти питьевого водоснабжения.

Подземные воды в общем водопотреблении Атырауской области занимают незначительный объем. Это обусловлено ограниченным распространением или полным отсутствием вод нужного качества. Величина прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до 1 г/л, составляющая 116 тыс. м³/сут, является самой низкой среди всех областей Казахстана. По степени обеспеченности разведанными запасами подземных вод, пригодных для хозяйственного водоснабжения, вся территория области относится к недостаточно обеспеченным районам.

Западно-Казахстанская область. С учетом природно-гидрогеологических факторов в Западно-Казахстанской области выделено два гидрогеологических района первого порядка, различных по условиям формирования и распространения подземных вод: Сыртовский и Прикаспийский.

Сыртовский гидрогеологический район охватывает водораздельные области Общего и Зауральского Сыртов и характеризуется большими площадями выхода мезозойских отложений на дневную поверхность, что в комплексе с довольно расчлененным рельефом создает довольно благоприятные условия для формирования пресных и слабосолончатых подземных вод в четвертичных и мезозойских отложениях.

Прикаспийский гидрогеологический район, занимающий большую часть территории, приурочен к Прикаспийской низменности, выполненной мощной толщей кайнозоя с преобладанием в разрезе четвертичных и неогеновых отложений морского генезиса. Пресные подземные воды встречаются локально в виде линз и связаны в основном с массивами золотых песков и понижениями рельефа, которые благоприятствуют аккумуляции атмосферных осадков, за счет которых происходит локальное опреснение подземных вод. Аналогичные ограниченные запасы пресных и слабосолончатых подземных вод формируются вдоль р. Урал в аллювиальных отложениях и в западной части области в образованиях неогенового комплекса.

Основные водоносные горизонты, содержащие воды, пригодные для хозяйственно-питьевых целей, приурочены к четвертичным, неогеновым, палеогеновым и меловым отложениям.

Пригодные для хозяйственного водоснабжения подземные воды наибольшее распространение получили в северной и северо-восточной частях области, относимых к Сыртовскому гидрогеологическому району. Здесь основные ресурсы пресных подземных вод сосредоточены в аллювиальных четвертичных, плиоценовых и верхнемеловых отложениях.

Южная и западная территории области, входящие в Прикаспийский артезианский бассейн, бедны ресурсами пресных подземных вод. Пригодные для питьевого

водоснабжения подземные воды распространены в виде разобщенных небольших по площади линз пресных и слабосолончатых вод среди высокоминерализованных, приуроченных к четвертичным и плиоценовым отложениям на юго-западе области, междуречье Урал-Кушум, в долине р. Урал и древних ложбинах стока р. Кушум. Прогнозные ресурсы подземных вод с минерализацией до 1 г/л составляют 616.8 тыс. м³/сут. По степени обеспеченности разведанными запасами подземных вод, пригодных для хозяйственного водоснабжения, практически вся территория области относится к частично обеспеченным районам.



Рис. 2. Прикаспийский бассейн I порядка.
Сурет 2. I ретті Каспий маңы бассейні.
Figure 2. The Caspian basin of the I order.

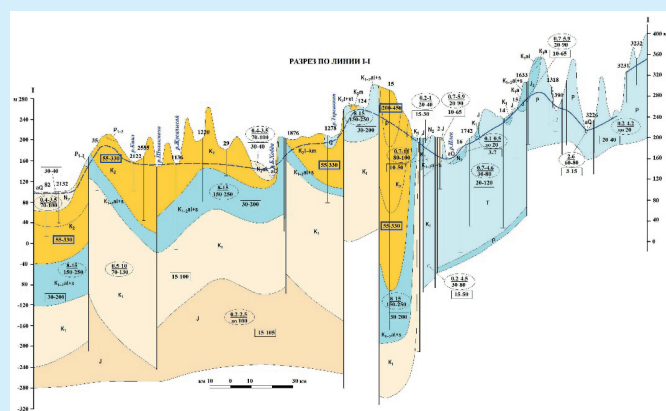


Рис. 3. Гидрогеологический разрез по линии I-I (Прикаспийский бассейн I порядка).
Сурет 3. I-I желісі бойынша гидрогеологиялық бөлім (I ретті Каспий маңы бассейні).
Figure 3. Hydrogeological section along the I-I line (the Caspian basin of the I order).

На процессы формирования подземных вод Западного Казахстана огромное влияние оказывают природные процессы, происходящие в атмосфере, почве, в водовмещаю-

щих породах и в целом экологическая обстановка в области формирования подземных вод, а также дополнительно воздействует хозяйственная деятельность человека, что приводит к изменению их качественных и количественных показателей.

Ниже приводится сравнительная оценка обеспеченности, состояния и перспектив использования ресурсов пресных и слабосоленых подземных вод для питьевого водообеспечения административных областей Западного Казахстана.

Абсолютные величины региональных эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных (до 5 г/л) подземных вод по территории Западного Казахстана распределяются весьма неравномерно. Наиболее высокой величиной региональных эксплуатационных ресурсов на рассматриваемой территории отличается северо-восточный регион, а среди административных единиц – Актюбинская область.

В названном регионе и административной области абсолютная величина этих ресурсов составляет соответственно 162 и 96 м³/с (5,11 и 3,02 млрд м³/год) (таблица 1).

Низкое значение региональных эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных подземных вод среди административных областей определено в Атырауской области (12 м³/с). Невысоки величины этих ресурсов также в Западно-Казахстанской (26 м³/с) и Мангистауской (28 м³/с) областях. Удельные значения их в названных областях изменяются в пределах 0,10-0,24 л/с · км² [2].

Разведанные и утвержденные по 202 месторождениям и участкам эксплуатационные запасы подземных вод различного целевого назначения составили 35,5 м³/с. Из них воды с минерализацией до 5 г/л достигают 29,69 м³/с, что составляет 18,3% от приведенных выше их региональных (прогнозных) ресурсов (таблица 2). Эти данные свидетельствуют о среднем уровне разведанно-

Таблица 1

Распределение региональных (прогнозных) эксплуатационных ресурсов слабоминерализованных (до 5 г/л) подземных вод по Западному Казахстану

Кесте 1

Батыс Қазақстан бойынша Әлсіз минералдандырылған (5 г/л дейін) жерасты суларының өңірлік (болжамды) пайдалану ресурстарын бөлу

Table 1

Distribution of regional (forecast) operational resources of weakly mineralized (up to 5 g/l) groundwater in Western Kazakhstan

Регионы и административные области	Региональные ресурсы подземных вод								Удельные величины, л/с км ²
	м ³ /с в г/л				млрд м ³ /год в г/л				
	До 1	1-3	3-5	Всего	До 1	1-3	3-5	Всего	
Актюбинская область	69	19	8	96	2,17	0,60	0,25	3,02	0,32
Атырауская область	3	7	2	12	0,09	0,22	0,07	0,38	0,10
Западно-Казахстанская область	15	9	2	26	0,47	0,28	0,07	0,82	0,17
Мангистауская область	12	10	6	28	0,38	0,31	0,19	0,88	0,17
Западный регион	99	45	18	162	3,12	1,42	0,57	5,11	0,22

Таблица 2

Эксплуатационные запасы подземных вод по административным областям Западного Казахстана и по их целевому назначению

Кесте 2

Батыс Қазақстанның әкімшілік облыстары бойынша және олардың нысаналы мақсаты бойынша жерасты суларының пайдалану қорлары

Table 2

Operational groundwater reserves by administrative regions of Western Kazakhstan and by their intended purpose

Регионы и области	Кол-во месторождений, участков	Эксплуатационные запасы по целевому назначению, м ³ /с					
		ХПВ	ПТВ	ОРЗ	БМВ	Всего	в т.ч. до 5 г/л
Актюбинская	133	13,37	2,70	6,77	0,01	21,85	21,60
Атырауская	16	0,46	2,18	0,10	0,02	2,76	2,10
Западно-Казахстанская	33	3,222	0,03	0,78	0,01	4,04	4,04
Мангистауская	20	2,21	0,57	0,04	0,03	2,85	1,95
Западный Казахстан	202	18,26	5,48	7,9	0,01	35,50	29,69

сти маломинерализованных подземных вод, хотя качество некоторой части их не соответствует современным требованиям.

Большинство разведанных месторождений имеют довольно невысокие (от менее 0,1 и до 1 м³/с) эксплуатационные запасы, которые отличаются неравномерностью распределения по территориям административных областей (рис. 4).

Разведанные месторождения в основном мелкие, с эксплуатационными запасами до 10 тыс. м³/сут. В группу месторождений с эксплуатационными запасами от 10 до 50 тыс. м³/сут попадают 40 месторождений, в группу 50-100 тыс. м³/сут – 8 месторождений и лишь три месторождения входят в группу 100-500 тыс. м³/сут. Для первой группы месторождений эксплуатационные запасы составляют 401,94 тыс. м³/сут, для второй группы –

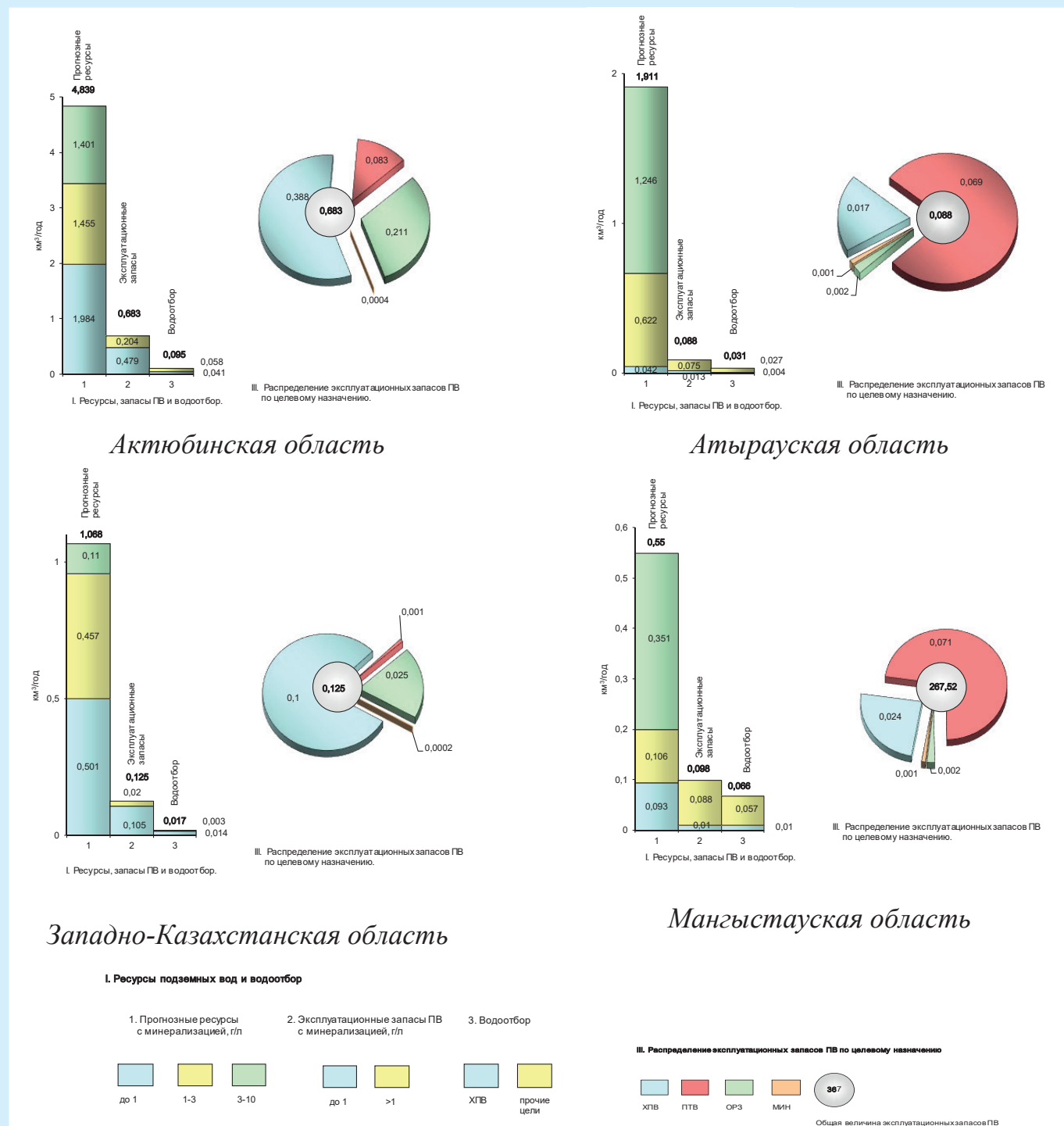


Рис. 4. Ресурсы, запасы и водоотбор подземных вод по административным областям Западного Казахстана.

Сурет 4. Батыс Қазақстанның әкімшілік облыстары бойынша жер асты суларының ресурстары, қорлары және су алу.

Figure 4. Resources, reserves and groundwater sampling by administrative regions of Western Kazakhstan.

1077,53 тыс. м³/сут. Эксплуатационные запасы подземных вод месторождений третьей группы составили 573,5 тыс. м³/сут, а четвертой – 688,2 тыс. м³/сут.

Преобладание мелких месторождений над более крупными зачастую объясняется не только эксплуатационными возможностями водоносных горизонтов на площади их распространения, но и заявленной потребностью в подземных водах. Однако в большинстве случаев запасы месторождения все же ограничиваются слабой водопроницаемостью водовмещающих пород и небольшими их емкостными запасами [3-5].

Основными потребителями подземных вод являются города, поселки, сельские населенные пункты и промышленные предприятия. Подземные воды наиболее интенсивно используются для хозяйственно-питьевого, производственно-технического водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ [9, 10].

Водоснабжение большинства населенных пунктов, в которых преобладает сельское население, в северных и восточных районах области осуществляется преимущественно за счет подземных вод. Вместе с тем на фоне в целом удовлетворительной обеспеченности их водными ресурсами имеются отдельные площади, где перспективы решения вопросов их обеспечения подземными водами ограничены или отсутствуют.

Заключение

Природно-гидрогеологические условия определяют крайне неравномерное распределение ресурсов подзем-

ных вод по площади. Достаточно обеспеченными можно считать северные и центральные районы. В этих районах расположено большинство разведанных и утвержденных запасов подземных вод. Они полностью обеспечивают текущую потребность в хозяйственно-питьевой воде населения городов, районных центров и других населенных пунктов.

Однако распространены они крайне неравномерно, и некоторые населенные пункты в настоящее время не имеют утвержденных запасов подземных вод. Тем не менее, основным источником водоснабжения в этих районах служат подземные воды.

Анализ состояния водообеспеченности показывает, что большая часть населения сосредоточена в районах с широким распространением пресных подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения. В связи с этим, несмотря на общий дефицит водных ресурсов в регионе, все города и крупные населенные пункты обеспечены разведанными запасами подземных вод в соответствии с заявленной потребностью.

Работа выполнена в рамках программы «Оценка ресурсов пресных подземных вод как основного источника и долгосрочного резерва устойчивого питьевого водообеспечения населения Республики Казахстан» (№ BR10965134).

Авторы выражают благодарность Комитету геологии Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Sydykov Zh.S. Подземные воды Каспийского нефтегазоносного региона. – Алматы. – 2001. – С. 226-266 (на русском языке)
2. Absametov M.K., Murtazin E.Zh. Подземные воды – потенциал устойчивого питьевого водоснабжения в Казахстане. // Вестник КазНАЭН. – Астана. – 2016. – №1. – С. 45-49 (на русском языке)
3. Weert F., Gun J., Reckman J. Глобальный обзор залегания и генезиса соленых подземных вод. Утрехт. Отчет №ГП 2009-1. – С. 5-9, 71 (на английском языке)
4. Jakeman A.J. et al. Интегрированное управление подземными водами. // Springer, Швейцария. – 2016. – С. 377-384 (на английском языке)
5. Mukhamedzhanov M., Rakhimov T., Rakhmetov I. Питьевые подземные воды Западного Казахстана и проблемы их загрязнения. // 20-я Международная многопрофильная научная геоконференция, SGEM. – София (Болгария). – 2020. – Т. 20. – С. 473-480 (на английском языке)
6. Sagin J., Adenova D., Tolepbayeva A., Poryadin V. Ресурсы подземных вод в Казахстане. // Международный журнал экологических исследований. – 2017. – С. 386-398 (на английском языке)
7. Информационные бюллетени по водным системам: Восточная и Центральная Азия. В: Талауэ-Макманус, Л. (ред.). Трансграничные воды: глобальный сборник, том 6, приложение J. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП). – Найроби. – 2016 – С. 114-124 (на английском языке)
8. Gee G.W., Hillel D. Пополнение запасов подземных вод в засушливых регионах: обзор и критика методов оценки. Гидрол. процесс. 2. – 1988. – С. 255-266 (на английском языке)
9. Osipov S.V., Livinsky Y.N., Ermenbay A.M. Ресурсы подземных вод Казахстана как основа устойчивого водоснабжения населения. // Международная научно-практическая конференция «Управление водными ресурсами в условиях глобализации». – Алматы. – 2021. – С. 157-163 (на русском языке)
10. Fetter C.W., Kremer D. Прикладная гидрогеология. Пятое издание. Уэйленд Пресс, Иллинойс. – 2021. – ISBN: 978-1-4786-4652-5. – С. 475-479 (на английском языке)
11. Ванцзя Ци, Янан Хуан, Пэйцзюнь Ши, Чжи Ли. Механизм пополнения глубинных почвенных вод и реакция на изменение землепользования в лессовых отложениях. Журнал гидрологии. – 2021. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125817>. – С. 1-9 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Sydykov Zh.S. Каспий мұнай-газ аймағының жер асты сулары. // Алматы. – 2001. – Б. 226-266 (орыс тілінде)
2. Absametov M.K., Murtazin E.Zh. Жер асты сулары – Қазақстандағы тұрақты ауыз сумен жабдықтау потенциалы. – Астана. – 2016. – №1. – С. 45-49 (орыс тілінде)
3. Weert F., Gun J., Reckman J. Тұзды жер асты суларының пайда болуы мен генезисіне жаһандық шолу. Утрехт. Есеп беру №ГП 2009-1. – Б. 5-9, 71 (ағылшын тілінде)
4. Jakeman A.J. et al. Жер асты суларын интеграцияланған басқару. // Springer, Швейцария. – 2016. – Б. 377-384 (ағылшын тілінде)
5. Mukhamedzhanov M., Rakhimov T., Rakhmetov I. Батыс Қазақстанның жерасты ауыз сулары және олардың ластану мәселелері. // SGEM 20-шы халықаралық пәнаралық ғылыми геоконференция. – София (Болгария). – 2020. – Т. 20. – Б. 473-480 (ағылшын тілінде)
6. Sagin J., Adenova D., Tolepbayeva A., Poryadin V. Қазақстандағы жер асты суларының ресурстары. // Халықаралық экологиялық зерттеулер журналы. – 2017. – Б. 386-398 (ағылшын тілінде)
7. Су жүйелері туралы ақпараттық бюллетеньдер: Шығыс және Орталық Азия. С: Талауи-Макманус, Л. (ред.). Трансшекаралық сулар: жаһандық жинақ, 6 том, 1 қосымшасы. Біріккен Ұлттар Ұйымының Қоршаған ортаны қорғау бағдарламасы (ЮНЕП). Найроби. – 2016. – Б. 114-124 (ағылшын тілінде)
8. Gee G.W., Hillel D. Құрғақ аймақтардағы жер асты суларының толтырылуы: Бағалау әдістеріне шолу және сын. Гидрологиялық процесс. 2. – 1988 – Б. 255-266 (ағылшын тілінде)
9. Osipov S.V., Livinsky Y.N., Ermenbay A.M. Қазақстанның жер асты суларының ресурстары халықты тұрақты сумен жабдықтаудың негізі ретінде. // «Жаһандану жағдайындағы су ресурстарын басқару» Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы. – Алматы. – 2021. – Б. 157-163 (орыс тілінде)
10. Fetter C.W., Kreamer D. Қолданбалы гидрогеология. Бесінші басылым. Waveland Press. – 2021. – Иллинойс. – ISBN: 978-1-4786-4652-5. – Б. 475-479 (ағылшын тілінде)
11. Ванцзя Джи, Янанг Хуан, Пэйцзюнь Ши, Чжи Ли. Топырақ суларын терең толтыру механизмі және жерді пайдаланудың лесс шөгінділеріндегі өзгеруінің реакциясы. Гидрология журналы. – 2021. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125817>. – Б. 1-9 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Sydykov Zh.S. Podzemnyye vody Kaspiyskogo neftegazonosnogo regiona [Groundwater of the Caspian oil and gas-bearing region]. // Almaty. – 2001. – P. 226-266 (in Russian)
2. Absametov M.K., Murtazin E.Zh. Podzemnyye vody – potentsial ustoychivogo pityevogo vodosnabzheniya v Kazakhstane [Groundwater – the potential of sustainable drinking water supply in Kazakhstan]. // Vestnik KazNAEN = Bulletin of KazNAEN. – Astana. – 2016. – №1. – P. 45-49 (in Russian)
3. Weert F., Gun J., Reckman J. Global overview of saline groundwater occurrence and genesis, Utrecht. // Report No. ГП 2009-1. – P. 5-9, 71 (in English)
4. Jakeman A.J. et al. Integrated Groundwater Management. Springer. // Switzerland. – 2016. – P. 377-384 (in English)
5. Mukhamedzhanov M., Rakhimov T., Rakhmetov I. Drinking groundwater of Western Kazakhstan and the problems of their pollution. // 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM. – Sofia (Bulgaria). – 2020. – Issue. 1.1. – P. 473-480 (in English)
6. Sagin J., Adenova D., Tolepbayeva A., Poryadin V. Underground water resources in Kazakhstan. // International Journal of Environmental Studies. – 2017. – P. 386-398 (in English)
7. Water System Information Sheets: Eastern & Central Asia. In: Talaue-McManus, L. (ed). Transboundary Waters: A Global Compendium, Volume 6-Annex J. United Nations Environment Programme (UNEP). – Nairobi. – 2016. – P. 114-124 (in English)
8. Gee G.W., Hillel D. Groundwater recharge in arid regions: Review and critique of estimation methods. // Hydrol. Process. 2. – 1988. – P. 255-266 (in English)
9. Osipov S.V., Livinsky Y.N., Ermenbay A.M. Resursy podzemnykh vod Kazakhstana kak osnova ustoychivogo vodosnabzheniya naseleniya [Groundwater resources of Kazakhstan as a basis for sustainable water supply to the population] // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Upravleniye vodnymi resursami v usloviyakh globalizatsii» = International Scientific-Practical Conference «Management of Water Resources under Globalization». – Almaty. – 2021. – P. 157-163 (in Russian)

10. Fetter C.W., Kremer D. *Applied Hydrogeology. Fifth Edition. Waveland Press. – Illinois. – 2021. – ISBN: 978-1-4786-4652-5. – P. 475-479 (in English)*
11. Wangjia Ji, Yanan Huang, Peijun Shi, Zhi Li. *Recharge mechanism of deep soil water and the response to land-use change in the loess deposits, Journal of Hydrology. – 2021. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125817>. – P. 1-9 (in English)*

Сведения об авторах:

Смоляр В.А., доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник лаборатории региональной гидрогеологии и геоэкологии Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина (г. Алматы, Казахстан), v_smolyar@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4790-339X>

Токтар А.Т., научный сотрудник лаборатории региональной гидрогеологии и геоэкологии Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина (г. Алматы, Казахстан), aliya.toktar@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-8231-5422>

Нургазиева А.А., младший научный сотрудник лаборатории региональной гидрогеологии и геоэкологии Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина (г. Алматы, Казахстан), asel-nurgazieva@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-8925-2391>

Рахимова В.С., Ph.D, старший научный сотрудник лаборатории моделирования гидрохимических и геоэкологических процессов Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина (г. Алматы, Казахстан), salybekova_v@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-5783-1081>

Авторлар туралы мәліметтер:

Смоляр В.А., геология-минералогия ғылымдарының докторы, У.М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институтының аймақтық гидрогеология және геоэкология зертханасының бас ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Токтар Ә.Т., У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институтының аймақтық гидрогеология және геоэкология зертханасының ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Нургазиева А.А., У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институтының аймақтық гидрогеология және геоэкология зертханасының кіші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Рахимова В.С., Ph.D, У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институтының гидрохимиялық және геоэкологиялық процестерді модельдеу зертханасының аға ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Smolyar V.A., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Regional Hydrogeology and Geoecology of the Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin (Almaty, Kazakhstan)

Toktar A.T., Researcher, Laboratory of Regional Hydrogeology and Geoecology of the Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin (Almaty, Kazakhstan)

Nurgazieva A.A., Junior Researcher at the Laboratory of Regional Hydrogeology and Geoecology of the Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin (Almaty, Kazakhstan)

Rakhimova V.S., Ph.D., Senior Researcher at the Laboratory of Modeling of Hydrochemical and Geoecological Processes of the Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U.M. Akhmedsafin (Almaty, Kazakhstan)

ПРОИЗВОДСТВО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ РТИ ДЛЯ ГОРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФУТЕРОВКИ ПАТРУБКИ С РЕЗИНОВОЙ ФУТЕРОВКОЙ РЕЗИНОАРМИРОВАННЫЕ ЭЛЕВАТОРЫ

Приглашаем на наш стенд 202, павильон 11.
20-23 сентября 2023 г., Казахстан, г. Алматы
Выставка «Mining and Metals Central Asia 2023»



С ДНЕМ МЕТАЛЛУРГА!



АО «Торговый Дом «Кварц»

www.tdquartz.com

АО «Торговый Дом «Кварц»

Курская область, г. Железногорск, Киевский проспект, 1
+7 999-333-46-66, e-mail: com@tdquartz.com

СЛЕДИТЕ ЗА НАШИМИ НОВОСТЯМИ:



MinTech-2023

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ,
УГОЛЬНОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

18-20 октября г.Актобе

КАЗАХСТАН



www.kazexpo.kz



БИЗНЕС ТУРЫ НА ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАЗАХСТАНА



АЗФ
АО ТНК "Казхром"



ТОО "Восход-Oriel"



Донской ГОК
АО ТНК "Казхром"



ТОО "Актюбинская
медная компания"

По вопросам участия
обращайтесь к организаторам:



тел: +7 (727) 250-75-19, 313-76-28,
моб: +7 707 456-53-07
e-mail: kazexpo@kazexpo.kz

Код МРНТИ 52.13.04

*Б. Хусан, Д.Т. Ивадилинова, А.А. Мусин, Ж.М. Асанова

Әбілқас Сағинов атындағы Қарағанды Техникалық Университеті КЕАҚ (Қарағанды қ., Қазақстан)

ҚҰСМҰРЫН КЕНОРНЫНДА БҰРҒЫЛАУ-ЖАРУ ЖҰМЫСТАРЫН ЖҮРГІЗУ КЕЗІНДЕ БОРТТАРДЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Аннотация. Мақала карьер жағдайларының тұрақтылығы, бастапқы тау-кен геологиялық жағдайларымен және бұрғылау-жару жұмыстарының параметрлері арқылы, жарылыстың сейсмикалық әсерін зерттеуге арналған. Аналитикалық әдістер негізінде кен орнының тау жыныстарының сейсмикалық тұрақтылығын есептеу және талдау жүргізілді. Сондай-ақ карьердегі жарылыстың әсерін аспаптық өлшеу арқылы жарылыс жұмыстарының жағдайы жанындағы массивке сейсмикалық әсері туралы мәліметтер алынды. Өлшеу және есептеу нәтижелеріне сүйене отырып, карьердің шекті контурындағы бұрғылау-жару жұмыстарының ұтымды параметрлері ұсынылды. Орындалған зерттеулер нәтижесінде кен жыныстары массивінің сейсмикалық коэффициенттері анықталды. Құсмұрын кен орнының кен жыныстары үшін ең төмен ығысу жылдамдығы анықталды.

Түйінді сөздер: бұрғылау-жару жұмыстары, кен жыныстары массиві, жарылыстың сейсмикалық әсері, карьер, тау-кен геологиялық жағдайлар, сейсмикалық тұрақтылық, қауіпсіздік, карьердің шекті контуры, кемер, карьер жағдайларының тұрақтылығы.

Formation of the stability of the sides during drilling and blasting operations at the Kushmurunskoye field

Abstract. The article is devoted to the study of the seismic effect of the explosion, the stability of the conditions of the quarry with the initial mining geological conditions and the parameters of drilling and blasting operations. On the basis of analytical methods, the calculation and analysis of the seismic stability of the rocks of the deposit was carried out. Also, data on the seismic effect of the explosion on the mass near the site of the explosion were obtained using instrumental measurements of the impact of the explosion in the quarry. Based on the results of measurements and calculations, rational parameters of drilling and blasting operations on the marginal contour of the quarry were proposed. As a result of the conducted research, the seismic coefficients of the ore Massif were determined. The lowest shear rate was determined for the ores of the Kusmurun deposit.

Key words: drilling and blasting operations, rock massif, seismic impact of explosion, quarry, mining geological conditions, seismic stability, safety, limit contour of the quarry, side, stability of the conditions of the quarry.

Формирование устойчивости бортов при проведении буровзрывных работ на Кушмурунском месторождении

Аннотация. Статья посвящена изучению сейсмического воздействия взрывных работ на устойчивость карьерных уступов с учетом исходных горно-геологических условий и параметров буровзрывных работ. На основе аналитических методов был проведен расчет и анализ сейсмостойкости горных пород месторождения. Также были получены данные о сейсмическом воздействии взрывных работ на массив вблизи источника с помощью инструментальных измерений воздействия взрывов в карьере. На основании результатов измерений и расчетов были предложены рациональные параметры буровзрывных работ в предельном контуре карьера. В результате выполненных исследований определены сейсмические коэффициенты массива горных пород. Установлена минимальная скорость сдвига для горных пород Кушмурунского месторождения.

Ключевые слова: буровзрывные работы, массив горных пород, сейсмическое воздействие взрыва, карьер, горно-геологические условия, сейсмостойкость, безопасность, предельный контур карьера, уступ, устойчивость карьерных условий.

Кіріспе

Карьерлерде тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде жағдайлардың тұрақтылығын қамтамасыз ету көптеген факторларға, соның ішінде кен орнының тау-кен геологиялық жағдайлары мен тектоникасына, сондай-ақ бұрғылау-жару жұмыстарының жағдайы маңы алқабына әсеріне байланысты екені белгілі.

Карьер жағдайларының тұрақтылығына техногендік факторлардың әсерінен өзгеретін кернеулі-деформацияланған күйі үлкен рөл атқарады (кендерді және бос жыныстарды қазу), ал табиғи фактордың әсерінен тектоникалық бұзылу кезіндегі қазіргі таңдағы геодинамикалық белсенділігі. Бұл, әсіресе, технологиялық жарылыстарға қойылатын талаптар өзгеретін карьердің жобалық шекті контурына тау-кен жұмыстары жақындаған кезде өзекті болады.

Карьердің шекті контурында ұсақтау технологиясына қойылатын негізгі талаптардың бірі болып қалыптасқан жыныс кемерлерінің – еңістің де, берманың да барынша сақталуын қамтамасыз ету болып табылады. Бұл карьердің ұзақ уақыт бойы кемердің қауіпсіз жағдайын сақтау қажеттілігіне байланысты. Көрсетілген талапты орындаудың негізгі жолы айқын: қоршаған жыныс массивіне техногендік әсер ету қарқындылығын бір жағынан заңдылықтың жеткілікті дәрежеде сақталуын, екінші жағынан бұрғылау-жару жұмыстарын жүргізудің жеткілікті тех-

нологиялылығын қамтамасыз ететін ең төменгі қолайлы деңгейге дейін төмендету қажет.

Әдістер/зерттеулер. Жұмыста бірлескен зерттеу әдісі қолданылды, оған тау жыныстарының массивіне соққы толқынының сейсмикалық әсерінің аналитикалық есебі енгізілді, оның нәтижелері бойынша әртүрлі жарылғыш заттарға арналған, Протодеяконов шкаласы бойынша Құсмұрын кен орнының тау жыныстарының беріктік коэффициентіне, сейсмикалық коэффициентінің тәуелділік графигі және тау жыныстарының массивіне жарылыстың сейсмикалық әсерін анықтауға қызмет ететін аспаптық өлшеу әдісі алынды. карьердің тұрақты жағдайының ұзақ мерзімді тұрақты жағдайын қамтамасыз ететін контурлық жару кезінде бұрғылау-жару жұмыстарын жүргізу технологиясын негіздеуге мүмкіндік берді, сондай-ақ жарылыстың әсерін бағалау үшін сыртқы динамикалық әсерлерге серпімді реакция дәрежесін сипаттайтын және жарылыс орнынан алыстаған сайын серпімді сейсмикалық толқынның қарқындылығын анықтайтын параметр болып табылатын жыныс массивінің сейсмикалық коэффициенті пайдаланылды.

Жаңалығы

Жүргізілген зерттеу карьердің тұрақты жағдайының ұзақ мерзімді тұрақты жағдайын қамтамасыз ететін контурлық жару кезінде бұрғылау-жару жұмыстарын жүргізу

технологиясын негіздеуге мүмкіндік берді, сондай-ақ жарылыстың әсерін бағалау үшін сыртқы динамикалық әсерлерге серпімді реакция дәрежесін сипаттайтын және жарылыс орнынан алыстаған сайын серпімді сейсмикалық толқынның қарқындылығын анықтайтын параметр болып табылатын жыныс массивінің сейсмикалық коэффициенті пайдаланылды.

Негізгі бөлігі

Бүгінгі таңда тау-кен өнеркәсібі елімізде қарқынды даму барысында, ашық және жерасты тау-кен жұмыстар тереңдеген сайын мәселелері күрделене бастайды. Тау-кен өндірісінде карьерлер мен шақтыларда жыныстардың физика-механикалық қасиеті әртүрлі болып келеді. Ашық тау-кен жұмыстарында карьер тереңдеген сайын жағдайлардың тұрақтылығы күрделі мәселелердің бірісі болып саналады, сол себепті бүгінгі менім диисерциялық жұмысымның тақрыбы, Құсмұрын карьерінің жағдауының тұрақтылығына, бұрғылау жару жұмыстарының әсерін зерттеу бойынша сұрақтар қарастырылып талқыланады.

Бұрғылап-аттыру жұмыстарын жүргізу кезіндегі қасиеттері туралы Сердалиев Е.Т., өз еңбегінде былай деген: таужыныстарының қопарылу тиімділігі оның әртүрлі қасиеттерімен анықталады. Бұл, мысалы, бұрғылау кезінде кескіш құрал астындағы қопарылу аймағы аз өлшемдерге ие және таужыныстарының кіші қасиеттеріне: қаттылығына, мықтылығына, жемірлігіне, кесектілігіне, тұтқырлығына, тағы басқа қасиеттеріне байланысты [1].

Сонымен қатар, тау жыныстарының бұрғылануы, олардың бұрғылауға қарсылық дәрежесінің бар екенін білдіреді. Қазіргі уақытта тау жыныстарын бұрғылау бойынша жіктеудің екі бағыты бар.

Бағыттардың бірісі, жіктеуді құру кезіндегі технологиялық өндірістік көрсеткіштерге негізделеді (бұл жағдайда бұрғылаудың өлшем бірлігі ретінде белгілі бір жағдайларда, белгілі бір тау жыныстарын бұрғылау кезінде алынған бұрғылау мөлшері немесе бұрғылау жылдамдығы алынады), ал екіншісі – тау жыныстарының механикалық қасиеттеріне негізделген.

Бұрғылау-жару жұмыстары карьердің тұрақтылығына тікелей әсерін тигізеді, мысалы Д.К. Ушаков өзінің еңбегінде [2] тастақ жынысты кемерлердің тұрақтылығына көбінесе өндіріс орнында жүргізілетін бұрғылау жару жұмыстарының қатысы бар екенін айтады, және ол сонымен қатар карьердегі жүргізілетін жаппай (массовый) жарылыс жұмыстары кезінде, массив жарықшақтығынан, жыныстардың жарылыс орнынан 60-70 м ге дейін лақтырыста болатынын айтады. Жаппай жарылыс кезінде массивтегі тау жыныстары 3 аймаққа бөлінеді, яғни атап өтер болсақ:

1. *Ұсақталу аймағы, яғни динамикалық соққы және ұсақталу бөліктеріне бөлінуі.*

2. *Серпімді деформация аймағы, бұл жерде деформация әсерінен шеткі жақтарда және сол массивтің бөлігінде жарықшақтық пайда болады.*

3. *Массив бөлігіндегі қалған кернеулер аймағы, мұнда массив ішінде сыртқа көрінбейтін жарықшақтық және серпімді деформация қалдықтары болады.*

Кешендік механизация мен тау жыныстарын қопсыту әдісі бойынша Ф.Я. Умаров [3] өз еңбегінде, технология-

лық үрдістерден тастақ және жартылай тастақ таужыныстардың, еңістерінің тұрақтылығына және жағдайлардың еңіс бұрышының шамасына бұрғылау жару жұмыстары ең көп әсер етеді. Жарылыс жұмыстары бастапқы күйдегі пайда болған жарықшақтардың одан ары ашылуына, яғни өзгеріске ұшырауына және жаңа жарықшақтардың пайда болуына, қабаттардан, бұзылулардан және жиі жағдайлардың тұрақтылығын жоғалтуға, сонымен қатар контурлы массивтің белгілі бір бұзылуына әкеледі. Тәжірибе көрсеткендей, карьердің жағдауына деструктивті әсер ету нәтижесінде бұрғылау жару жұмыстарының әдеттегі әдістерін қолдану, карьер жағдауының тұрақтылық талаптарына сәйкес келмейді.

Жұмыс барысында Құсмұрын кенорнында жүргізілген зерттеу жұмыстарында, массивтегі табиғи жарықшақтық пен тастақ жыныстардың физика-механикалық қасиеттерінің бастапқы деформациясы, жарылыс жұмыстары әсерінен өзгеретіндігі туралы қарастырылған, мұндай өзгерістердің алдын ала деформацияға ұшырамау салдарын қарастыру үшін, карьердің контурлы аймағын және жарылыс кезіндегі сейсмикалық толқындардың таралу кезіндегі оның әсер етуін қадағалау керек екендігі туралы қарастырылған.

Жалпы жұмысты орныдау барысында, бұрғылау жару жұмыстары кезіндегі карьердің тұрақтылығын анықтау, өзара бірнеше үрдістермен тығыз байланысты. Бірінші кезекте кенорнын қазудың тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық шамалары, кенорынның тау-кен массивінің тұрақтылығын бағалау, кенорынның тау жыныстарының сейсмотұрақтылығын анықтау, инструменталдық өлшеу арқылы жарылыс кезінде жағдау жанындағы массивтің жарылысқа әсерін анықтау, контур маңындағы блоктарды қазу кезіндегі бұрғылау жару жұмыстарының рационалдық параметрлерін анықтау [4] маңызды болып табылады.

Еңіс құламалы орналасқан кен денелерін, ашық әдіспен қазу кезінде бұрғылау-жару жұмыстары ерекше орын алады. Олар кен өнірудің бастапқы үрдісі ретінде, келесі үрдістердің тиімділігін анықтайды: қазып-тиеу, тасымалдау, ұсату, және минералдық шикізаттарды қайта өңдеу. Бұрғылау жару жұмыстарының негізгі тапсырмаларын атап өтетін болсақ, олар: техника- экономикалық тиімділігін жоғарлату [5]; аттырылатын тау-кен массасының талап етілген саны мен сапасын қамтамасыз ету; жаппай жарылыстардың қауіпсіздігін төмендету және оның қоршаған ортаға зиянды әсерін қадағалау [6].

2019 жылы солтүстік жағдау бойынша 820 және 830 деңгейлерде тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде деформациялық үрдіс байқалды, нәтижесінде төмендегі деңгейлерде жарықшақтық пайда болды:

– 830 м деңгейде деформация созылымы 67 м; ені 25 см, көрінетін тереңдігі 2,46 м құрады;

– 820 м (солтүстік-шығыс бөлігі) деформация созылымы 28 м; ені 12 см; көрінетін тереңдігі 90 см;

– 820 м (солтүстік бөлігі) деформация созылымы 53 м; ені 92 см; көрінетін тереңдігі 3,77 м;

– 820 м (берма орталығы бойынша) ені 80 см; жарықшақ бойынша шөгуге 226 см.

Қазіргі таңда Құсмұрын карьерінің солтүстік-шығыс және оңтүстік-шығыс жағдайларында 775 горизонт және

768 горизонттары бойынша жұмыстар жүргізіліп жатыр (1 сурет).



Сурет 1. Тау-кен жұмысы жүргізіліп жатқан оңтүстік жағдаудың күйі.

Figure 1. The state of the southern situation in which mining is carried out.

Рис. 1. Состояние Южного фланга, где ведутся горные работы.

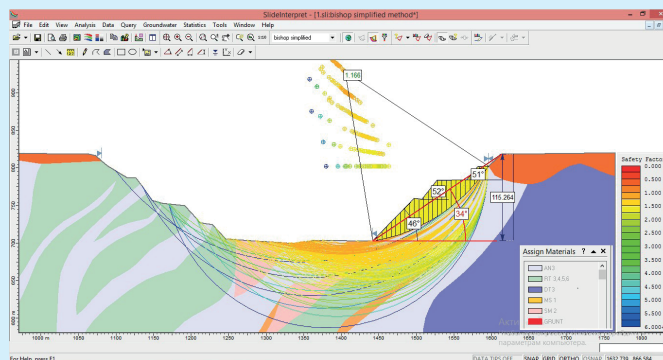
Slide бағдарламасында карьер жағдауларын талдау үшін, тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін анықтау мақсатында массивтен үлгіні алып қарастыру керек. Тау жыныстарының қасиеттерін өңдеуді жеңілдету үшін, қолайлы баламалы альтернативтің болмауына байланысты RocLab бағдарламасын қолданамыз.

RocLab бағдарламасы Кулон-Мор және Хук-Браунның бұзылу критериясы бойынша, тау жыныстарының беріктік паспортын құрастыратын және есептейтін қазіргі заманғы бағдарламаларының бірі болып табылады (1- кесте).

Тау-кен жұмыстарының әр түрлі бағытта дамуына байланысты, массивтегі жыныстардың геомеханикалық бағлау мүмкіндігі мен геологиялық және тау-кен техни-

калық факторларын ескере отырып, отандық және шетелдік тәжірибеде жағдаудың тұрақтылығын болжау үшін сандық модельдеу әдістері сәтті қолданылады. Модельдеу кезіндегі шекаралық шарттар кен орнында жүргізілген геологиялық барлау ұңғымаларының нәтижесі бойынша алынады [7].

RocLab бағдарламасының көмегімен 2-суретте келтірілген, кенорынның массивтегі тау жыныстары бойынша беріктік паспортын есептеу нәтижелері, Slide бағдарламасы үшін 2-кестеге сәйкес берілген мәліметтер болып саналады. Талдау жасау үшін бұзылудың бір ғана критериясын таңдау керек, яғни Кулон-Мор немесе Хук-Браун. Біздің жағдайда есептемелер Кулон-Мор критериясы бойынша жүзеге асырылды.



Сурет 2. Жобалық параметрлері.

Figure 2. Design parameters.

Рис. 2. Параметры проекта.

Кен денелерінің және жыныстардың бүкіл қалыңдығының созылуымен үндесетін, субмеридиональды созылымның көптеген тектоникалық ақаулары:

– су сіңгеннен кейінгі жыныстың орташа қаттылығы ($f \sim 5$), өзінің қаттылық күйін жоғалтады, яғни қатты-

Кесте 1

RocLab бағдарламасымен өңдеу үшін керекті мәліметтер

Table 1

Data required for processing with RocLab

Таблица 1

Необходимые данные для обработки программой RocLab

Паспорт бойынша сынама номері	Тау жынысының атауы	Үлгідегі қысым мықтылығы σ қыс, МПа	Геологиялық беріктік индексі GSI	Үлгінің серпімділік модулі E, ГПа	Көлемдік салмағы σ , т/м ³	Жарылыс жұмыстарының әсері D
AN3	Андезитті порфириттер	86	31	8,87	2,85	1
RT3,RT4,RT5, RT6	Риолитті құрамды туфтар	51	31	7,84	2,74	1
DT3	Дацитті құрамды туфтар	57	31	6,03	2,78	1
MS1	Массивті колчеданды кендер	43	31	11,31	4,25	1
SM2	Штокверті минералдану	73	31	9,50	3,74	1

Кесме 2

RocLab бағдарламасы бойынша есептеу нәтижелері және Slide бағдарламасымен талдау жасау үшін керекті мәліметтер

Table 2

Calculation results for the RocLab program and data required for analysis with the Slide program

Таблица 2

Результаты расчетов по программе RocLab и необходимые данные для анализа программой Slide

Паспорт бойынша сынама номері	Тау жыныстарының атауы	Slide үшін керекті мәліметтер		
		RocLab бағдарламасы бойынша есептеу нәтижелері		
		ішкі үйкеліс күшіф, град	ілінісу C, МПа	көлемдік салмақ σ , т/м ³
AN3	Андезитті порфириттер	31,35	0,127	2,85
RT3,RT4,RT5,RT6	Риолитті құрамды туфтар	26,11	0,092	2,74
ДТ3	Дацитті құрамды туфтар	26,67	0,098	2,78
MS1	Массивті колчеданды кендер	18,76	0,093	4,25
SM2	Штокверті минералдану	29,72	0,148	3,74

лық ($f \sim 3$) жетеді, осының салдарынан су жүрген кезде деформациялардың ұлғаю орын алады;

– сүзгілеу коэффициенті өте төмен болған кезде, жерасты суларының қысымының пайда болуы.

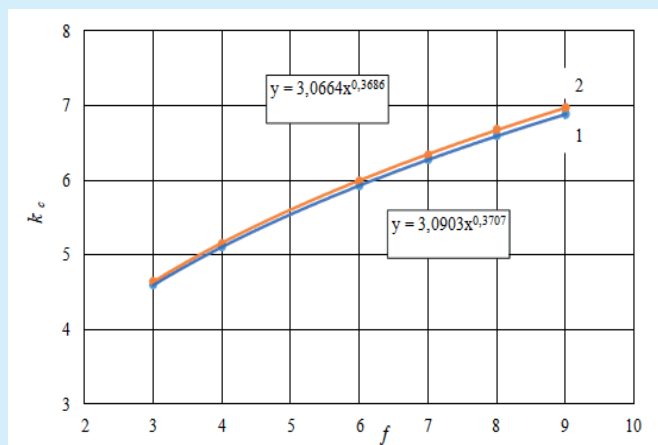
Тәжірибеде көрсеткендей массивтің тұрақтылығының төмендеуіне көп жағдайларда су әсер береді, яғни бұл табиғи фактордың түрі. Карьерге келетін судың негізгі бөлігі, жарықшақ пайда болған су өткізгіштігі төмен аймақтарда пайда болады. Судың қауіпсіздік әсерін азайту үшін, суға қарсы қорғану шараларын қолдану керек

Қатты жарылған жыныстардағы жағдаулардың тұрақтылығына гидрогеологиялық факторларды өз әсерін береді. Тұтастай алғанда, жағдаудың тұрақтылығына су қысымы айтарлықтай әсер етеді, егер карьердің жанында су қоймалары орналасқан болса, онда су түбіндегі тау жыныстарының, су өткізу қабілеттілігі азаяды, нәтижесінде депрессиялық шұңқыр пайда болады [8].

Сейсмикалық коэффициентін есептеу кезінде, массивтің белгілі бір қашықтықта ығысу жылдамдығының шамасын анықтау үшін, бастапқы деректер ретінде Құсмұрын кенорны бойынша тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері [9] қабылданған сонымен қатар карьерде жарылыс жұмыстарында қолданылатын жарылғыш заттардың техникалық мәліметтері қолданылды.

Есептемелер нәтижесі бойынша сейсмикалық коэффициенттің, Протодьяконов шкаласы бойынша Құсмұрын кенорнынның тау жыныстарының [10] қаттылық коэффициентіне тәуелді графиктері алынды. Ол үшін жарылғыш заттардың тығыздығы бойынша және ЖЗ маркалары бойынша ЖЗ бірнеше түрі салыстырмалы түрде қарастырылды:

Петроген Д70 жарылғыш заты үшін («Құсмұрын» карьерінде қолданылады) жарылғыш заттың тығыздығы $\sigma_{жз} = 1050$ кг/м³ (сызық 1) және $\sigma_{жз} = 1250$ кг/м³ (сурет 3).



Сурет 3. Сейсмикалық коэффициенттің тау жынысының қаттылық коэффициентіне тәуелді графигі.

Figure 3. A graph of the seismic coefficient depending on the rock hardness coefficient.

Рис. 3. График зависимости сейсмического коэффициента от коэффициента твердости породы.

Тау-жыныстардың жарылғыштығы, оның жарылыс кезіндегі қопарылу кедергісі тау-кен жынысының беріктігімен, тұтқырлығымен, тығыздығымен және массивтің жарықшақтығымен тығыз байланысты. Тау жыныстарының беріктігі өскен сайын олардың сыртқы жағдайларға әсер кедергісі де өседі.

Жыныстардың жарылғыштығы – оның жарылыс кезінде қопарылуға кедергісі жыныстың беріктігімен, тұтқырлығымен, тығыздығымен және массивтің жарықшақтығымен тығыз байланысты. Жыныстардың беріктігі өскен сайын олардың сыртқы жағдайға кедергісі де өседі. Бұл байланыстылық проф. М.М. Протодьяконовтың

белгілі тау жыныстарының классификациясында келтірілген.

Серпімді аймақтағы ығысудың бастапқы $\sigma_{кр}$ жылдамдығын анықтаймыз. Бұл мәнді $\sigma_{кр}$ төмендегі теңдіктен алуға болады:

$$\sigma_{кр} = 2 \sigma_{сығ} \sigma_g / (\sigma_n \sigma_c).$$

Қиябет жағдайының өзгеретінін есептей отырып, әр жарылыс болған сайын бақылап және оған талдау жасау керек. Жарылыстың нәтижесінде туындаған сейсмикалық тербелістердің әсерінен пайда болған, алыс және жақын аймақтардағы бұзылуларды ескере отырып нәтижелерді қадағалау керек.

Осыған байланысты, карьер қиябеттерінідегі массивтегі жарықшақтардың тұрақты жағдайын бақылау-ашық тау-кен жұмыстарын жүргізу кезіндегі басты мақсаттардың бірі, ол әрбір жағдайда нақты шешімді талап етеді [11].

Нәтижелерді талқылау

Жарылыс жұмыстарынан кейін, қауіпсіз болған кезде, жарылыс алаңына қайта кіру қажет. Жарылстан кейін санау жұмыстары жүргізіліп және оны бағалайды, одан кейін жарылыс туралы есептемеге, уақытты есептеу

диаграммасын енгізу керек. Бұл уақытты есептеу схемасы, сынап бағалауға мүмкіндік береді. Массивтің тұрақты динамикалық жүктемесі, егер ығысу жылдамдығының тіркелген максимальді мәні, осы қарастырылып отырған жағдай учаскесі үшін рұқсат етілген шектен асып кетсе, карьер жағдаудың жергілікті учаскелерінің опырылуына себеп болуы мүмкін.

Қорытынды

Мақалада көрсетілген зерттеудің нәтижесі. Құсмұрын кенорны бойынша тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін қоя отырып, серпімді аймақтағы ығысудың бастапқы жылдамдығы, андезиттер мен туфтардың ең жоғарғы критикалық ығысудың жылдамдығы кезіндегі беріктік шегі $\sigma_{сығ}$ 90 Мпа дейін шаманы құрайды, ал ең төменгі критикалық ығысудың жылдамдығы кезіндегі беріктік шегі $\sigma_{сығ}$ 27 Мпа дейін шаманы құрайды.

Сонымен қатар кен орнындағы сейсмикалық коэффициентінің кен жыныстарының нақты мәндер қатынасына $\sigma_{ск}/\sigma_p$ қарай өзгеру сипатын анықтау кезінде корреляция коэффициенті ($K_{корр} = (R^2)^{0.5} \sigma_{0,60}$) орташадан жоғары мән көрсетті. Бұл сейсмикалық коэффициенті k_c және жарылатын жыныстардың негізгі берікті қасиеттерін анықтайтын қатынас $\sigma_{ск}/\sigma_p$ арасында өзара байланыс жеткілікті екендігін көрсетеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сердалиев Е.Т. Таужыныстарын бұрғылап-аттырып қопару: оқулық. – Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір». – 2011. – Б. 297 (қазақ тілінде)
2. Ушаков Д.К. Карьер бортындағы тау жыныстарының тұрақтылығына әсер ететін факторларды талдау // Забайкалье мемлекеттік университетінің хабаршысы. – 2019. – Т. 25. – №1. – Б. 29-36 (орыс тілінде)
3. Умаров Ф.Я. Карьерлердің тұрақтылығына әсер ететін факторлардың әсері // Тау-кен журналы. – 2014. – №1. – Б. 85-92 (орыс тілінде)
4. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilina D.T. Көмір өндірудің жерасты әдісімен шағын геодезиялық желі нүктелеріндегі жер бетінің жылжуын бақылау әдістері // НТУ Ғылыми хабаршысы. – 2019. – №2. – Б. 13-21 (ағылшын тілінде)
5. Fotina V., Mukhin K.Yu. 4.0 индустриясының негізгі тұжырымдамалары, артықшылықтары мен мәселелері. – Экономикалық вектор. – №3. – 2018. – Б. 33-38 (ағылшын тілінде)
6. Козырев А.А., Семенова И.Э., Журавлева О.Г. Табиғи және техногендік факторлардың Хибинск массивінің кеніштеріндегі сейсмикалық көріністерге әсері // Геожүйелердегі триггер әсерлері: тез. ДОК. 4-ші барлық. конф. бірге халықаралық. оқу. – М.: ГЕОС. – 2017. – Б. 46-47 (орыс тілінде)
7. Терең карьерлердің шекті контурында шеткі күйге қойғанда бұрғылау-жару жұмыстарын жобалау және өндіру. – Апатиттер: Басылым. РГА Коль ғылыми орталығы. – 2004. – Б. 231 (орыс тілінде)
8. Фокин В.А. Контурлық жарылыс кезінде алшақтықты қалыптастырудың басым механизмі туралы // Тау-кен журналы. – 2005. – №6. – Б. 78-86 (орыс тілінде)
9. Таханов Д.К., Хусан Б.Х., Станбеков М.С. Ақбастау карьеріндегі тау жыныстарының жарылысқа төзімділігін бағалау // ғылым мен өндірістегі заманауи тенденциялар мен инновациялар: матер. 9-шы халықаралық. ғылыми. – Тәжірибе. конф. – Междуреченск. – 2020. – Б. 141-146 (орыс тілінде)
10. Bhatt Bhavik, Parth Khandla and Tausif Kauswala. «Бетондағы резеңке чиптерін эксперименттік зерттеу» GRD Journals-инженерлік зерттеулер мен әзірлемелердің жаһандық журналы 2. – No.6. – 2017. – Б. 151-155 (ағылшын тілінде)
11. Калюжный А.С. «Бұғы ағыны» карьерінің жағдайлары үшін бұзылған аймақтың параметрлерін және ықтимал үйінділердің көлемін анықтау // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2016. – №7. – Б. 403-412 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Serdaliev E.T. Burenie gornyh porod: uchebnik. [Drilling and shooting the horns: a textbook]. – Almaty: LLP RPBK «Daur». – 2011. – P. 297 (in Kazakh)
2. Ushakov D.K. Analiz faktorov, vliyayushchih na ustojchivost' skal'nyh porod v bortah kar'era [Analysis of factors influencing the stability of rocks in the sides of a quarry] // Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Transbaikalian State University. – 2019. – T. 25. – No.1. – P. 29-36 (in Russian)
3. Umarov F.Ya. Vozdejstvie faktorov, vliyayushchih na ustojchivost' bortov kar'erov [Influence of factors influencing the stability of open pit sides] // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – 2014. – No.1. – P. 85-92 (in Russian)
4. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilina D.T. Methods for monitoring earthsurface displacement at points of small geodetic network under the underground method of coal development // Naukovyi Visnik NHU. – 2019. – №2. – P. 13-21 (in English)
5. Fomina A.V., Mukhin K.Yu. Industry 4.0 basic concepts, advantages and problems. – Economical vector. – №3. – 2018. – P. 33-38 (in English)
6. Kozyrev A.A., Semenova I.E., Zhuravleva O.G. Vliyanie prirodnyh i tekhnogennyh faktorov na proyavlenie sejsmichnosti na rudnikah Hibinskogo massiva [Influence of natural and technogenic factors on the manifestation of seismicity in the mines of the Khibiny massif] // Triggernye efekty v geosistemah: tez. dokl. 4-j vsenos. konf. s mezhdunar. uch. = Trigger effects in geosystems: abstracts. report 4th All-Russian conf. with international uch. – M.: GEOS. – 2017. – P. 46-47 (in Russian)
7. Proektirovanie i proizvodstvo burovzryvnyh rabot pri postanovke ustupov v konechnoe polozenie na predel'nom konture glubokih kar'erov [Design and production of drilling and blasting operations when placing ledges in the final position on the limiting contour of deep pits]. – Apatity: Ed. Kola Science Center RAS. – 2004. – P. 231 (in Russian)
8. Fokin V.A. O prioritetnom mekhanizme formirovaniya shcheli pri konturnom vzryvanii [On the priority mechanism of crack formation during contour blasting] // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – 2005. – No.6. – P. 78-86 (in Russian)
9. Takhanov D.K., Husan B.Kh., Stanbekov M.S. Ocenka soprotivlyaemosti gornyh porod vzryvnomu razrusheniyu na kar'ere Akbastau [Assessment of resistance of rocks to explosive destruction at the Akbastau quarry] // Sovremennye tendencii i innovacii v nauke i proizvodstve: mater. 9-j mezhdunar. nauch.-prakt. konf. = Modern trends and innovations in science and production: mater. 9th Intern. scientific-pract. conf. – Mezhdurechensk. – 2020. – P. 141-146 (in Russian)
10. Bhatt Bhavik, Parth Khandla and Tausif Kauswala. «Experimental Study of Crumb Rubber in Concrete». GRD Journals-Global Research and Development Journal for Engineering 2. – No.6. – 2017. – P. 151-155 (in English)
11. Kalyuzhny A.S. Opredelenie parametrov narushennoj zony i ob'emov potencial'nyh vyvalov dlya uslovij kar'era «Olenij ruchej» [Determination of the parameters of the disturbed zone and the volume of potential fallouts for the conditions of the Oleniy Ruchey quarry] // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' = Mining Information and Analytical Bulletin. – 2016. – No.7. – P. 403-412 (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сердалиев Е.Т. Бурение горных пород: учебник. – Алматы: ТОО РПБК «Эра». – 2011. С. – 297 (на казахском языке)
2. Ушаков Д.К. Анализ факторов, влияющих на устойчивость скальных пород в бортах карьера // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2019. – Т.25. – №1. – С. 29-36 (на русском языке)
3. Умаров Ф.Я. Воздействие факторов, влияющих на устойчивость бортов карьеров // Горный журнал. – 2014. – №1. – С. 85-92 (на русском языке)
4. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilina D.T. Методы мониторинга смещений земной поверхности в точках малой геодезической сети при подземном способе разработки угля // Научный вестник НГУ. – 2019. – №2. – С. 13-21 (на английском языке)
5. Fomina A.V., Mukhin K.Yu. Основные концепции, преимущества и проблемы индустрии 4.0. – Экономический вектор. – №3. – 2018. – С. 33-38 (на английском языке)
6. Козырев А.А., Семенова И.Э., Журавлева О.Г. Влияние природных и техногенных факторов на проявление сейсмичности на рудниках Хибинского массива // Триггерные эффекты в геосистемах: тез. докл. 4-й всерос. конф. с междунар. уч. – М.: ГЕОС. – 2017. – С. 46-47 (на русском языке)

7. Проектирование и производство буровзрывных работ при постановке уступов в конечное положение на предельном контуре глубоких карьеров. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН. – 2004. – С. 231 (на русском языке)
8. Фокин В.А. О приоритетном механизме формирования щели при контурном взрывании // Горный журнал. – 2005. – №6. – С. 78-86 (на русском языке)
9. Таханов Д.К., Хусан Б.Х., Станбеков М.С. Оценка сопротивляемости горных пород взрывному разрушению на карьере Акбастау // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: матер. 9-й междунар. науч.-практ. конф. – Междуреченск. – 2020. – С. 141-146 (на русском языке)
10. Bhatt Bhavik, Parth Khandla and Tausif Kauswala. «Экспериментальное исследование резиновой крошки в бетоне». GRD Journals – Глобальный журнал инженерных исследований и разработок 2. – No.6. – 2017. – С.151-155 (на английском языке)
11. Калюжный А.С. Определение параметров нарушенной зоны и объемов потенциальных вывалов для условий карьера «Олений ручей» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – №7. – С. 403-412 (на русском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Хусан Б., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан), hbolat@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0996-348X>

Ивадилина Д.Т., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының доцент м.а., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан), dinulb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9731-0587>

Мусин А.А., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан), musin_aibek@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6318-9056>

Асанова Ж.М., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан), zhanar-a@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1169-8729>

Information about the authors:

Khusan B., PhD, Senior Lecturer of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Ivadinova D.T., PhD, acting docent of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Mussin A.A., PhD, Senior Lecturer of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Asanova Zh.M., PhD, Senior Lecturer of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Хусан Б., ст. преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

Ивадилина Д.Т., и.о. доцента кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

Мусин А.А., ст. преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

Асанова Ж.М., ст. преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)



**TECH MINING
RUSSIA**

www.techmining.ru

TECH MINING RUSSIA | 2023

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**



5-я международная конференция и выставка
7-8 сентября 2023, Москва

16+

Код МРНТИ 52.47.21

*К.С. Заурбеков, С.А. Заурбеков, Д.Е. Балгаев
Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ДРЕНИРОВАНИЯ С ЗАКАЧКОЙ ПАРА (Steam Assisted Gravity Drainage) И ЗАКАЧКИ ПАРА С РАСТВОРИТЕЛЕМ (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage)

Аннотация. В работе рассматриваются и сравниваются метод гравитационного дренирования с закачкой пара (Steam Assisted Gravity Drainage) и метод с закачкой пара с растворителем (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage), а также предлагается техническое решение по расширению области их применения, а именно, возможности увеличения глубины скважин разрабатываемых методами Steam Assisted Gravity Drainage и Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage. Цель предлагаемого решения заключается в подогреве пара по всей длине скважины с целью сохранения заданной на выходе парогенераторной установки, температуры перегретого пара и подведение его в продуктивный пласт, что позволяет обеспечить значительное увеличение температуры пара в горизонтальном открытом участке нагнетательной скважины в сравнении с температурой пара в скважине, не имеющей системы скважинного термоэлектрического модуля.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, битум, пар, растворитель, гравитационное дренирование с закачкой пара (Steam Assisted Gravity Drainage), гравитационное дренирование с закачкой пара и растворителя (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage), подогрев пара, парогенераторные установки, теплопотери, нагревательные кабели.

Бу инъекциясы (Steam Assisted Gravity Drainage) және еріткішті бап (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage) бар гравитациялық дренаж мүмкіндігін кеңейту

Аннотация. Жұмыста гравитациялық дренаж әдісімен бу айдау (Steam Assisted Gravity Drainage) және еріткіш бу айдау әдісі (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage) талқыланады және салыстырылады, сонымен қатар олардың қолданылу аясын кеңейтудің техникалық шешімі, атап айтқанда игерілген ұңғымалардың тереңдігін арттыру мүмкіндігі ұсынылады. Steam Assisted Gravity Drainage және Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage бойынша. Ұсынылып отырған шешімнің мәні бу генераторы қондырғысының шығысында қатты қызған будың алдын ала белгіленген температурасын ұстап тұру және оны резервуарға жеткізу үшін ұңғыманың бүкіл ұзындығы бойымен буды қыздыру болып табылады, бұл қамтамасыз етуге мүмкіндік береді ұңғыманың термоэлектрлік модуль жүйесі жоқ ұңғымадағы бу температурасымен салыстырғанда айдау ұңғысының көлденең ашық бөлігіндегі бу температурасының айтарлықтай жоғарылауы.

Түйінді сөздер: тұтқырлығы жоғары мұнай, битум, бу, еріткіш, бу айдаумен гравитациялық дренаж (Steam Assisted Gravity Drainage), бумен және еріткішпен айдаумен гравитациялық дренаж (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage), бу жылыту, бу генераторлары, жылу шығыны, жылыту кабельдері.

Expanding the capability of gravity drainage with steam injection (Steam Assisted Gravity Drainage) and steam injection with solvent (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage)

Abstract. The paper discusses and compares the method of gravity drainage with steam injection (Steam Assisted Gravity Drainage) and the method with solvent steam injection (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage), and also proposes a technical solution to expand their scope, namely the possibility of increasing the depth of wells developed by team Assisted Gravity Drainage and Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage. The target of the proposed solution is to heat the steam along the entire length of the well in order to maintain the preset temperature of the superheated steam at the outlet of the steam generator unit and bring it into the reservoir, which makes it possible to provide a significant increase in the steam temperature in the horizontal open section of the injection well compared to the steam temperature in a well that does not have a downhole thermoelectric module system.

Key words: high-viscosity oil, bitumen, steam, solvent, gravity drainage with steam injection (Steam Assisted Gravity Drainage), gravity drainage with steam and solvent injection (Expanding Solvent – Steam-Assisted Gravity Drainage), steam heating, steam generators, heat losses, heating cables.

Введение

В современной модификации метод парогравитационного дренирования был разработан Р.М. Батлером в 1978 году [1].

В 1985 году в Форт Мак-Муррей провинции Альберта (Канада) силами Технологической и Исследовательской Организации по Нефтеносным Пескам провинции Альберта (AOSTRA) и отраслевых партнеров была построена Подземная Испытательная Установка (UTF-Фаза А) с целью апробации технологии гравитационного дренирования при закачке пара. При этом из подземного туннеля были пробурены три пары скважин на расстоянии 25 м друг от друга с длиной горизонтального участка 60 м. Процесс испытаний длился с декабря 1987 до середины 90-х годов. Проект UTF-Этап А стал первой успешной демонстрацией процесса SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage) в ходе эксплуатации. Коэффициент нефтеизвлечения по элементу пласта составил более 0,6 д. ед., а накопленное паронефтяное отноше-

ние – меньше 2,0, что подтвердило экономическую эффективность проекта.

Метод гравитационного дренирования с закачкой пара (SAGD) был успешно опробован в полупроизводственных полевых условиях в Канаде, Китае, России и с его применением разрабатывается ряд месторождений. Сущность метода SAGD (метод парогравитационного воздействия) заключается в следующем: производится бурение двух горизонтальных скважин, расположенных параллельно вблизи подошвы пласта на расстоянии 5-10 м друг от друга. Верхняя скважина служит для нагнетания в пласт пара, нижняя скважина является добывающей, как показано на рисунке 1.

Главной особенностью SAGD является процесс закачки пара в резервуар посредством двух горизонтальных скважин, что обеспечивает подогрев нефти в добывающей скважине. Данная технология предусматривает, что при закачке пара температура в зоне насыщения паром является такой же, как температура закачиваемого пара.

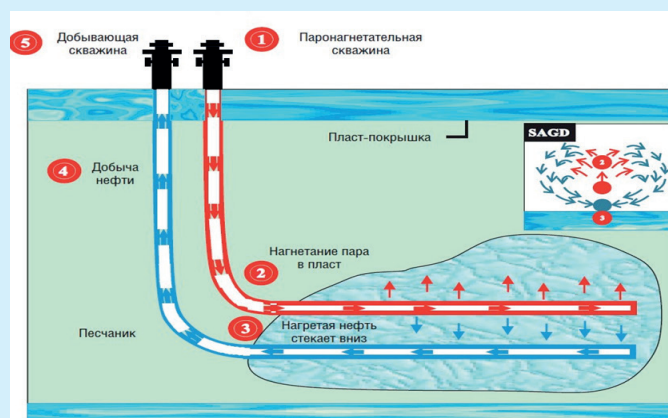


Рис. 1. Принципиальная схема метода SAGD.
Сурет 1. SAGD әдісінің схемалық диаграммасы.
Figure 1. Schematic diagram of the SAGD method.

Пар движется в направлении периметра паровой камеры и конденсируется. Тепло от пара передается за счет теплопроводности в окружающий резервуар. Паровой конденсат и нагретый поток нефти течет в добывающую скважину, расположенную ниже по тяжести. После того, как поток нефти утекает, паровая камера начинает расширяться как вверх, так и вбок. То есть в данном процессе существует два вида потока: поток на верхней части и вдоль склонов паровой камеры, как показано на рисунке 2 [2].

Наиболее благоприятными объектами бурения скважин с горизонтальным стволом являются:

- трещиноватые коллекторы, в которых вертикальные трещины немногочисленны и распределены произвольным образом;
- продуктивные пласты, в которых нефте- или газоносная толща не превышает 15 м;
- малопроницаемые пласты, которые могут подвергаться многократному гидроразрыву в пределах горизонтальной части ствола скважины.

Горизонтальные скважины обеспечивают оптимальное решение в ситуациях, требующих повышения:

- коэффициента отдачи пласта и улучшения схемы дренирования;

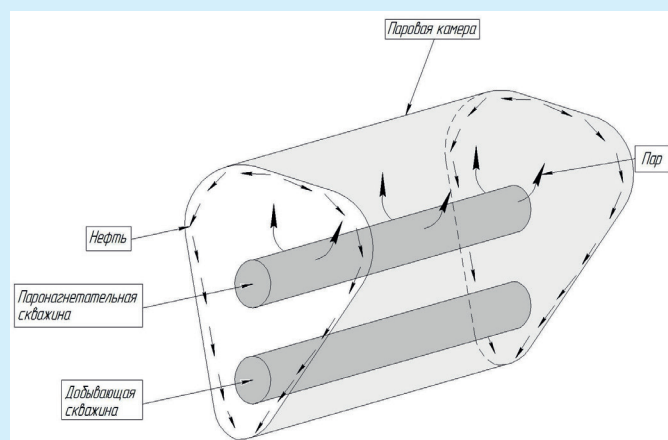


Рис. 2. Форма паровой камеры при SAGD.
Сурет 2. SAGD-дағы бу камерасының пішіні.
Figure 2. The shape of the steam chamber at SAGD.

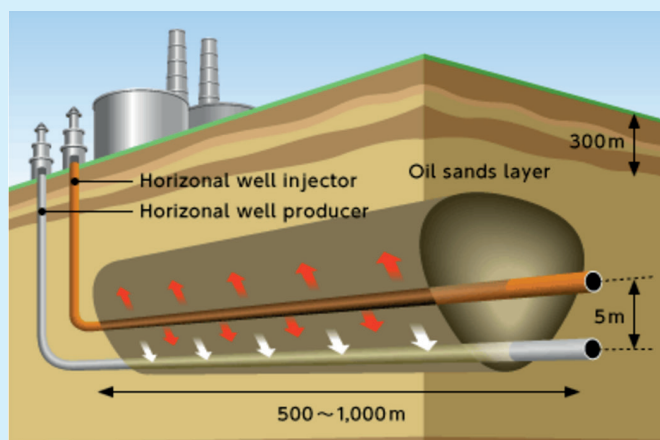
- продуктивности в объединенных резервуарах;
- площади дренирования скважин и уменьшения числа скважин в проекте разработки месторождения;
- контроля образования газовых и водяных куполов (при обводнении призабойной зоны, например, при разработке).

При эксплуатации SAGD эксплуатационная скважина обычно расположена примерно на 2 м над основанием коллектора, причем нагнетательная скважина бурится параллельно и примерно на 5 м над добычей [3]. Пар вводится в резервуар через нагнетательную скважину, и в резервуаре образуется паровая камера при температуре насыщенного пара. Пар течет и конденсируется, когда он вступает в контакт с холодной высоковязкой нефтью (битумом) на краю паровой камеры (см. рис. 2). Скрытое тепло пара передается окружающим образованиям и тем самым нагревает битум. Под действием силы тяжести нагретая нефть и конденсат текут в скважину продукта [4, 5]. По мере производства масла вакуумный поровый интервал занят впрыскиваемым паром, что приводит к росту паровой камеры [6].

Метод SAGD обеспечивает повышение дебита нефти, а также повышается коэффициент извлечения нефти (КИН).

Методы исследования

В настоящее время проводятся исследования по увеличению КИН при технологии SAGD за счет впрыскивания растворителей вместе с паром в продуктивный пласт с высоковязкой нефтью [5]. По сравнению с чистым SAGD, эти методы приводят к снижению энергозатрат, потребностей в воде для получения пара и получили аббревиатуру ES-SAGD. Впервые метод ES-SAGD был разработан и предложен рабочей группой Исследовательского совета Альберты (ARC), который объединяет преимущества пара и растворителей при извлечении тяжелой нефти и битума и он запатентован. Данный метод был протестирован на месторождении Форт Мак-Муррей в Альберта и получены положительные результаты, а именно – лучшие дебиты нефти, более высокая степень соотношения нефти к пару (OSR), а также снижение потребности в энергии и воде. При этом, в настоящее время информации по закачке растворителей в полевых условиях по технологии ES-SAGD



недостаточно для точной оценки эффективности метода, имеются данные по экспериментальному моделированию в достаточном объеме. Так они создали двух- (2D) и трехмерную (3D) гетерогенную модель одной пары скважин с помощью симулятора теплового пласта. На основе настроек оптимизации провели множество экспериментов по моделированию. Согласно полученным результатам, ES-SAGD является более энергоэффективным, чем SAGD, и позволяет извлекать такое же или даже большее количество нефти [6]. В их исследовании не рассматривалось осаждение асфальтенов и его влияние, что существенно может влиять на полученные результаты. Так, при применении ES-SAGD может быть переоценка роста кумулятивной добычи нефти. Кроме того, эмульгирование является ключевым пластовым процессом для SAGD, поскольку оно увеличивает подвижность высоковязкой нефти (или битума), снижая отношение пара к нефти (CSOR).

Учеными APC изучался поток эмульсии в процессах SAGD и ES-SAGD. Установлены три пути влияния эмульгирования на эффективность SAGD и ES-SAGD:

- 1) *изменение вязкости нефти (битума);*
- 2) *энтальпия эмульгирования и изменение эффективных тепловых характеристик;*
- 3) *потенциал относительной текучести высоковязкой нефти (битума) при любом водонасыщении.*

В коллекторах с тяжелой нефтью, технологии повышения нефтеотдачи в основном основываются на тепловых методах, обеспечивающих снижение вязкости тяжелой нефти и повышению ее текучести, к которым и относятся рассматриваемые методы SAGD и ES-SAGD. Вязкость тяжелой нефти и битума значительно снижается за счет нагрева, который достигается за счет заводнения горячей водой, закачки пара, газа, газа с сжиганием его на месте, хотя это приводит к выбросам парниковых газов (ПГ), а также применения технических средств нагрева размещаемых в призабойной зоне скважины. Также, тяжелая нефть становится легче, когда закачиваемые растворители диффундируют через неё, делая её более подвижной и доступной для добычи через скважину. Диффузия растворителя – медленный процесс, а в нефтяном секторе время – деньги, поэтому любая задержка во времени обходится дороже.

Суть метода ES-SAGD заключается в снижении вязкости нефти (битума), сочетая преимущества пара и растворителя. Растворитель вводится в пар и после закачки в продуктивный пласт с высоковязкой нефтью происходит процесс конденсации растворителя на поверхности паровой камеры в пласте, что приводит к разжижению высоковязкой нефти в сочетании с тепловым воздействием пара. Температура пара устанавливается исходя из условий пласта, а затем подбирается растворитель или разбавитель, который имеет фазовое поведение, сравнимое с поведением воды в определенных условиях. В результате контакта с близлежащим объемом высоковязкой нефти (или битума) пар и растворитель конденсируются на границах камеры. Вязкость нефти (битума) в этот момент снижается за счет двух механизмов: во-первых, пар передает свое скрытое тепло холодному битуму, а во-вторых, сконденсировавшийся растворитель диффундирует в нефть (битум), разбавляя её. Как следствие, при тех же

условиях падение вязкости нефти (битума) больше, чем при воздействии только паром, что приводит к более высокому и быстрому извлечению нефти.

Результаты и обсуждения

Как в SAGD, так и в ES-SAGD соответствие паровой камеры определяется скоростью роста паровой камеры. Чем больше темпы роста, тем быстрее темпы добычи нефти [7, 8, 9].

На практике существует три основных фактора, влияющих на соответствие паровой камеры в SAGD и ES-SAGD:

- 1) *пластовая неоднородность геологии и геохимии с различными свойствами пород коллекторов и флюидов;*
- 2) *гидравлика ствола скважины, создающая неравномерное давление пара вдоль двух скважин;*
- 3) *образование границы раздела пара-нефть (края паровой камеры) указывает, что камера будет возникать даже в идеально однородных резервуарах с возмущениями в пористой или многопористой среде.*

При этом, оба метода имеют существенное ограничение по применению с точки зрения глубины залегания продуктивного пласта, в настоящее время эффективная глубина применения SAGD и ES-SAGD составляет 500-600 метров. В Казахстане нефтяных месторождений с высоковязкой нефтью, залегающих на таких малых глубинах, единицы, в связи с чем, в первую очередь, необходимо решить вопрос расширения области применения метода SAGD, что позволит существенно повысить интерес нефтяных компаний к данному методу повышения нефтеотдачи на месторождениях с более глубоко залегающей высоковязкой нефтью. Способ, позволяющий расширить применение SAGD, основывается на обеспечении подвода к нагнетательному горизонтальному участку пара с минимальными потерями заданной температуры на устье скважины.

Существует ряд способов по снижению потерь тепла при транспортировке пара по колонне насосно-компрессорных труб (НКТ), основанных на теплоизоляции труб НКТ [10], что является сложным трудоемким процессом, в связи с этим предлагается метод, основанный на преобразовании электроэнергии в тепло за счет размещения в колонне НКТ системы скважинного термоэлектрического модуля.

Система скважинного термоэлектрического модуля представлена на рисунке 3 [11]. Техническая задача состоит в снижении потерь тепла в процессе закачки пара по колонне НКТ и снятия ограничений по глубине применения метода SAGD и ES-SAGD. Система включает в себя нагревательный плоский кабель, проходящий через всю длину вертикального, наклонно-направленного и горизонтального участков колонны НКТ, а также держатели для обеспечения размещения кабеля в центре поперечного внутреннего сечения НКТ, по которому закачивается пар.

Система скважинного термоэлектрического модуля, размещаемого в колонне НКТ, состоит из обсадной колонны 1, размещенной в ней колонны НКТ 2, по центру внутренней полости которой устанавливается саморегулирующийся нагревательный кабель 3, закрепляемый при помощи держателей 4 (см. рис. 4). Нагревательный кабель подключается к генератору, установленному вблизи устья скважины и подающему напряжению 220 В.

дуктивными пластами (до 1500 метров), что значительно расширяет область применения этих методов, особенно на нефтяных месторождениях Казахстана.

3. Суть системы скважинного термоэлектрического модуля заключается в том, что до горизонтального продуктивного участка скважины, пар подводится с температурой заданной на дневной поверхности при выходе из парогенератора, т.е. потери температуры пара

при движении от устья скважины до по колонне НКТ сводятся к минимуму, что существенно ускоряет процесс передачи энергии от пара к высоковязкой нефти и повышает КИН.

Статья подготовлена в рамках проекта НИР по ГФ АР09261282 «Увеличение ресурса работы насосов штанговых скважинных насосных установок для добычи нефти».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Батлер Р.М., Стефенс Д.Д. Гравитационный дренаж нагретой паром тяжелой нефти в параллельные горизонтальные скважины. // Журнал «Бензин Технол.» – №20 (2). – 1981. – С. 90-96 (на английском языке)
2. Шанцян Л., Бейкер А. Оптимизация стратегии парового моделирования горизонтальной скважины для разработки месторождений тяжелой нефти». // «SPE 104520, SPE East. Reg. Meet». – США, Кантон. – Октябрь 2006 г. (на английском языке)
3. Батлер Р.М. Гравитационный дренаж с помощью пара: концепция, разработка, производительность и будущее. // Журнал «Бензин Технол.» – 1994, №33 (2). – С. 44-50 (на английском языке)
4. Гейтс И.Д., Лескив С. Влияние управления паровым трапом на производительность парового гравитационного дренажа. // Журнал «Petrol Sci&Eng». – 2010. – №75. – С. 215-222 (на английском языке)
5. Наср Т.Н., Болье Г., Гольбек Х., Хек Г. Новый процесс экспандирования растворителем SAGD-ES-SAG. // Журнал «Бензин Технол.» – 2003. – №42 (1). – С. 13-16 (на английском языке).
6. Готовала Д.Р., Гейтс И.Д. О влиянии гетерогенности проницаемости на рост паровой камеры SAGD. Исследования природных ресурсов. – 2010. – 19 (2). – С. 151-164 (на английском языке)
7. Чжао Д.В., Ван Д. и Гейтс И.Д. Оптимизированная стратегия парового затопления с помощью растворителей для извлечения тонких резервуаров тяжелой нефти. // Топливо. – 2013. – №112. – С. 50-59 (на английском языке)
8. Ezeuko C.C., Wang J. и Gates I.D. «Исследование потока эмульсии в SAGD и ES-SAGD. // SPE 157830-MS, конференции SPE. – Калгари, Альберта, Канада. – 12-14 июня 2012. – С. 4-20 (на английском языке)
9. Чан С., Чен З. и Донг М. Экспериментальное и численное исследование первично-водной подвижности в битумных коллекторах и ее влияния на SAGD. // Журнал «Petrol Sci&Eng». – 2012. – С. 30-39 (на английском языке)
10. Баданина Ю.В. Разработка и исследование теплоизолирующих конструкций трубопроводов на основе коротких базальтовых волокон // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2014. – Вып. 2. – С. 13-17 (на русском языке)
11. Заурбеков К.С., Заурбеков С.А., Баймухаметов М.А. Система скважинного термоэлектрического модуля, размещаемого в колонне НКТ. // Патент №36103 от 17.02.2023 г. – бюлл. N7 (на русском языке)
12. Макиенко Г.П. Кабели и провода, применяемые в нефтегазовой индустрии. // Пермь: – Стиль – МГ. – 2004. – С. 560 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Батлер Р.М. және Стефенс Д.Д. Бұмен қыздырылған ауыр мұнайды параллель көлденең ұңғымаларға гравитациялық дренаждау. // Petrol Technol журналы. – 1981. – 20 (2). – Б. 90-96 (ағылшын тілінде)
2. Shangqiang L. and Baker A. Ауыр мұнай кен орындарын игеру үшін көлденең ұңғыманың бұмен модельдеу стратегиясын оңтайландыру. // SPE 104520, SPE East. Reg. Meet. – АҚШ Кантон. – 2006 (ағылшын тілінде)
3. Батлер Р.М. Бұ көмегімен гравитациялық дренаж: тұжырымдама, даму, өнімділік және болашақ. // Petrol Technol журналы. – 1994 ж. – 33 (2). – Б. 44-50 (ағылшын тілінде)
4. Gates I.D., Leskiv C. Бұ баспалдағын басқарудың бұ гравитациясының дренажының өнімділігіне әсері. // J Petrol Sci & Eng. – 2010. – №75 (1-2). – Б. 215-222 (ағылшын тілінде)
5. Nasr T. N., Beaulieu G., Holbeck H. and Heck G. A new SAGD еріткіш кеңейту процесі, ES-SAGD. // J Kang Gasoline Technol. – 2003. – 42 (1). – Б. 13-16 (ағылшын тілінде)
6. Готовала Д.Р. және Гейтс И.Д. SAGD бұ камерасының өсуіне өткізгіштік гетерогенділігінің әсері туралы. // Табиғи ресурстарды зерттеу. – 2010. – 19 (2). – Б. 151-164 (ағылшын тілінде)
7. Чжао Д.В., Ванг Д. және Гейтс И.Д. Жұқа ауыр мұнай қабаттарын қалпына келтіру үшін оңтайландырылған еріткіш бұмен су тасу стратегиясы. // Жанармай. – 2013 ж. – 112. – Б. 50-59 (ағылшын тілінде)

8. Ezeuko C.C., Wang J. and Gates I.D. «Emulsion Flow Study in SAGD and ES-SAGD». // SPE 157830-MS құжаты. – Калгари, Альберта, Канада. – 2012. – 12-14 маусым. – Б. 4-20 (ағылшын тілінде)
9. Чан С., Чен Ц. және Донг М. Битумды резервуарлардағы бастапқы судың қозғалыштығын және оның SAGD-ға әсерін тәжірибелік және сандық зерттеу. // J Petrol Sci&Eng. – 2012. – Б. – 30-39 (ағылшын тілінде)
10. Баданина Ю.В. Қысқа базальт талшықтары негізінде құбырлардың жылу оқшаулағыш құрылымдарын әзірлеу және зерттеу // Инженерлік журнал: Ғылым және инновациялар. – 2014. – Шығ. 2. – Б. 13-17 (орыс тілінде)
11. Заурбеков Қ.С., Заурбеков С.А., Баймұхаметов М.А. Түтік тізбегіне орналастырылған ұңғыманың термоэлектрлік модуль жүйесі. // 2023 жылғы 17 ақпандағы №36103 патент. бұл. №7 (орыс тілінде)
12. Макиенко Г.П. Мұнай-газ өнеркәсібінде қолданылатын кабельдер мен сымдар. // – Пермь: Стиль – МГ. – 2004. – Б. 560 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Butler R.M. and Stephens D.J. The Gravity Drainage of Steam-heated Heavy Oil to Parallel Horizontal Wells. // J Can Petrol Technol. – 1981. – 20 (2). – P. 90-96 (in English)
2. Shanqiang L. and Baker A. Optimizing Horizontal-Well Steam-Simulation Strategy for Heavy-Oil Development. // SPE 104520, SPE East. Reg. Meet., Oct. 2006. – USA, Canton (in English)
3. Butler R.M. Steam assisted gravity drainage: concept, development, performance and future. // J Kang Gasoline Technol. – 1994. – 33 (2). – P. 44-50 (in English)
4. Gates I.D., Leskiv C. Effect of steam ladder control on steam gravity drainage performance. // J Petrol Sci & Eng. – 2010. – №75 (1-2). – P. 215-222 (in English)
5. Nasr T. N., Beaulieu G., Holbeck H. and Heck G. A new SAGD solvent expansion process, 'ES-SAGD. // J Kang Gasoline Technol. – 2003. – 42 (1). – P. 13-16 (in English)
6. Gotovalo D.R. and Gates I.D. On the influence of permeability heterogeneity on the growth of the SAGD vapor chamber. // Natural Resource Research. – 2010. – 19 (2). P. 151-164 (in English)
7. Zhao D.V., Wang D., and Gates I.D. Optimized Solvent Steam Flooding Strategy for Recovery of Thin Heavy Oil Reservoirs. // – Fuel. – 2013. – 112. – P. 50-59 (in English)
8. Ezeuko C.C., Wang J. and Gates I.D. «Emulsion Flow Study in SAGD and ES-SAGD» // SPE paper 157830. – 2012. – Canada, Alberta, Calgary. – June 12-14. – P. 4-20 (in English)
9. Chan S., Chen Z. and Dong M. Experimental and numerical study of primary water mobility in bitumen reservoirs and its impact on SAGD. // J Petrol Sci&Eng. – 2012. – P. 30-39 (in English)
10. Badanina Yu.V. Razrabotka i issledovanie teploizolirujushhih konstrukcij truboprovodov na osnove korotkih bazal'tovyh volokon [Development and research of heat-insulating structures of pipelines based on short basalt fibers]. // Inzhenernyj zhurnal: nauka i innovacii = Engineering Journal: Science and Innovations. – 2014. – Issue. 2. – P. 13-7 (in Russian)
11. Zaurbekov K.S., Zaurbekov S.A., Baimukhametov M.A. Sistema skvazhinного termojelektricheskogo modulja, razmeshhaemogo v kolonne NKT [Downhole thermoelectric module system placed in the tubing string]. // – Patent №36103 = Patent No.36103, dated February 17, 2023. – bul. No.7 (in Russian)
12. Makienko G.P. Kabeli i provoda, primenjaemye v neftegazovoj industrii [Cables and wires used in the oil and gas industry]. // – Perm: Style – MG. – 2004. – P. 560 (in Russian)

Сведения об авторах:

Заурбеков К.С., магистр технических наук, докторант кафедры «Нефтяная инженерия» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), kaadmen.95@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7425-7448>

Заурбеков С.А., кандидат технических наук, профессор кафедры «Технологические машины и транспорт» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), s.zaurbekov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8025-0824>

Балгаев Д.Е., магистр техники и технологии, докторант кафедры «Технологические машины и транспорт» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), dos_mjk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9278-7653>

Авторлар туралы мәліметтер:

Заурбеков Қ.С., техника ғылымдарының магистрі, «Мұнай инженериясы» кафедрасының докторанты Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Заурбеков С.А., т.ғ.к., Satbayev University профессоры «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасы (Алматы қ., Қазақстан)

Балгаев Д.Е., техника және технология магистрі, «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының докторанты Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Information about authors:

Zaurbekov K.S., Master of Technical Sciences, doctoral student of Satbayev University, Department of Petroleum Engineering (Almaty, Kazakhstan)

Zaurbekov S.A., Candidate of Technical Sciences, Professor of Satbayev University, Department of Technological Machines and Transport (Almaty, Kazakhstan)

Balgayev D.Y., Master of Engineering and Technology, Doctoral student of the Department of Technological Machines and Transport Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)



miningmetals

CENTRAL ASIA

28-я Центрально-Азиатская
Международная Выставка
ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ДОБЫЧА И
ОБОГАЩЕНИЕ РУД И МИНЕРАЛОВ

20 - 22 сентября 2023
Алматы, Казахстан



Организаторы

Iteca - тел.: +7 727 258 34 34



mining-metals.kz



mining_shows_kaz



miningmetals.kz



Код МРНТИ 52.01.93

С.О. Кожажулов^{1,2}, А.А. Толтаева¹, В.Г. Сальников², *А.А. Рысмагамбетова²¹Акционерное общество «ШалкияЦинк ЛТД», (г. Кызылорда, Казахстан),²Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби»
(г. Алматы, Казахстан)

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО РУДНИКА

Аннотация. Статья посвящена изучению источников загрязнений атмосферного воздуха и климатических условий района свинцово-цинкового рудника на примере месторождения Шалкия, на долю которого приходится более 30% от всех запасов Республики Казахстан. Анализ показал, что состояние атмосферного воздуха в районе проведения рудника определяется характеристиками источников вредных выбросов, составом, объемами выбросов загрязняющих веществ и климатическими особенностями территории, определяющими условия рассеивания загрязняющих компонентов. В атмосферу на существующее положение выбрасываются загрязняющие вещества, выбросы которых на производстве не превышают установленных нормативов, на перспективу в период планируемого строительства обогатительной фабрики предполагается значительное увеличение источников загрязняющих веществ, приоритетными из которых являются взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода и оксиды азота.

Ключевые слова: загрязнение, качество атмосферного воздуха, климатические факторы, свинцово-цинковый рудник, наилучшие доступные технологии.

Қорғасын-мырыш кеніші ауданының атмосфералық ауаның ластану көздерін және климаттық жағдайларын талдау

Аңдатпа. Мақала Қазақстан Республикасының барлық қорларының 30%-дан астамын құрайтын Шалкия кен орнының мысалында қорғасын-мырыш кеніші ауданының атмосфералық ауаның ластану көздерін және климаттық жағдайларын зерттеуге арналған. Талдау көрсеткендей, кеніштің аумағындағы атмосфералық ауаның жағдайы зиянды шығарындылар көздерінің сипаттамасымен, ластанушы заттар шығарындыларының құрамымен, көлемімен және ластанушы компоненттердің таралу жағдайларын анықтайтын аумақтың климаттық ерекшеліктерімен анықталады. Атмосфераға өндірістегі шығарындылары белгіленген нормативтерден аспайтын ластанушы заттар шығарылады, перспективаға байыту фабрикасының жоспарланған құрылысы кезеңінде ластанушы заттардың көздерін едәуір ұлғайту көзделді, олардың басым бөлігі суспензияланған заттар, күкірт диоксиді, көміртегі оксиді және азот оксидтері болып табылады.

Түйінді сөздер: ластану, атмосфералық ауаның сапасы, климаттық факторлар, қорғасын-мырыш кеніші, қол жетімді ең жақсы технологиялар.

Analysis of air pollution sources and climatic conditions of the lead-zinc mine area

Abstract. The article is devoted to the study of sources of air pollution and climatic conditions of the lead-zinc mine area on the example of the Shalkiya deposit, which accounts for more than 30% of all reserves of the Republic of Kazakhstan. The analysis showed that the state of atmospheric air in the area of the mine is determined by the characteristics of sources of harmful emissions, composition, volumes of emissions of pollutants and climatic features of the territory, which determine the conditions for the dispersion of pollutants. Pollutants are emitted into the atmosphere at the current situation, the emissions of which at production do not exceed the established standards, in the future, during the planned construction of the enrichment plant, a significant increase in sources of pollutants is expected, the priority of which are suspended solids, sulfur dioxide, carbon monoxide and nitrogen oxides.

Key words: pollution, air quality, climatic factors, lead-zinc mine, best available technologies.

Введение

Свинец и цинк широко используются в строительной и автомобильной промышленности мира. Вместе с тем, проведенная глобальная оценка минеральных ресурсов Pb-Zn наглядно отражает экологические проблемы, стоящие перед сектором добычи свинцово-цинковых (Pb-Zn) руд. Не менее 226,1 млн т Pb и 610,3 млн т Zn присутствуют в 851 отдельном месторождении полезных ископаемых и проектах по переработке отходов в 67 странах при среднем содержании 0,44% Pb и 1,20% Zn [1]. Основная доля производимого в мире свинца и цинка приходится на Китай. При этом большое количество отходов (хвостов) Pb/Zn рудников размещено на хвостохранилищах без надлежащего управления, что представляет значительный риск для местной экосистемы [2, 3]. Рост техногенного воздействия на природную среду повлек ряд экологических проблем, самая острая из которых связана с загрязнением атмосферного воздуха. Загрязнение воздушной среды в целом является ныне беспрецедентно актуальным как из-за естественных причин, так и из-за усиливающегося воздействия антропогенных факторов, в частности, продолжающегося роста концентрации углекислого и других парниковых газов в атмосфере Земли. Изучение этих проблем и поиск путей их разрешения в рамках обязательств

в Парижском климатическом соглашении и реализации концепции достижения углеродной нейтральности – актуальная задача обеспечения устойчивого развития для каждой страны, включая Казахстан.

Целью исследования является анализ источников загрязнений и климатических условий района свинцово-цинкового рудника (на примере рудника Шалкия).

Методы исследования

Измерения степени загрязнения атмосферы выполняются 1 раз в квартал на основе требований нормативных документов. Оценка климатических условий выполнена по данным наблюдений двух метеостанций, находящихся в г. Кызылорде (на расстоянии 180 км) и с. Аккумуляторного района (в 35 км).

АО «ШалкияЦинк ЛТД» – предприятие по добыче и переработке свинцово-цинковой руды на месторождении Шалкия, который находится на юго-востоке от Кызылорды, на северо-востоке в 17 км от города Жанакорган, на 67°25'00"Е восточной долготы и 44°01'20"N северной широты [4]. Месторождение расположено в пределах юго-западного подножия хребта Каратау. Рельеф района месторождения в северо-восточной части территории гористый с абсолютными отметками до 400 м и относительными

превышениями до 100 м. Юго-западная часть представляет собой слабо всхолмленную равнину с абсолютными отметками 250-300 м и относительными превышениями 5-15 м. Рельеф – слабо-холмистый с уклоном на юго-запад с перепадом высотных отметок от 260 до 230 м.

Результаты

По данным исследовательской компании BrookHunt (2006) общие запасы цинка месторождения Шалкия составляют более 30% от всех запасов РК и является пятым в мире по величине месторождением с доказанными и вероятными запасами 6,5 млн тонн цинка. Содержание свинца колеблется от 0,9 до 1,67%, цинка – от 3,8 до 4,36%, в среднем составляет 1,30 и 4,28% соответственно. Вмещающие породы месторождения относятся к мало- и среднеабразивным. Среднее содержание кремнезема в рудах и породах месторождения составляет 41-50%. АО «ШалкияЦинк ЛТД» планирует осуществить строительство обогатительной фабрики [5], на которой вместо многоступенчатой схемы дробления предусмотрена единая линия производительностью 4 млн тонн в год (табл. 1)¹.

Географическое положение рудника определяет величину и характер зональных климатических процессов. Согласно зонированию, выполненному Казгидромет², месторождение Шалкия расположено в IV зоне с высоким потенциалом загрязнения атмосферы, то есть климатические условия для рассеивания вредных веществ могут быть неблагоприятными.

Месторождение Шалкия расположено в резко континентальной климатической зоне, характеризующейся высокими колебаниями дневных и годовых температур, умеренно холодными зимами с сильными ветрами и длительными жаркими летними сезонами. Континентальность климата проявляется в больших колебаниях метеорологических элементов, в их суточном и годовом ходе, засушливости. Кроме того, в пользу потепления климата свидетельствует

тот факт, что, в Кызылординской области рост среднегодовых температур составил 0,27...0,32 °C/10 лет. Увеличивается количество дней с температурой воздуха выше 35 °C – от 1 до 5 дней каждые 10 лет. Повышаются значения суточных максимумов и минимумов температуры приземного воздуха [6].

Качество атмосферного воздуха региона определяется суммарным воздействием неорганизованных и организованных источников выбросов загрязняющих веществ, к числу которых (в радиусе 30 км) относится рудник Шалкия и предприятие по производству щебня. Рудник Шалкия разрабатывается подземным способом, проводимый на предприятии мониторинг источников загрязняющих веществ в атмосферу показал, что из 15 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу 9 организованных, 6 – неорганизованных. Выбросы вредных веществ выделяются при проведении горных работ, движении транспорта и из продуктов сгорания топлива. Согласно разработанной программе производственного экологического контроля оценки качества атмосферного воздуха рудника предполагается периодический мониторинг, по которому предписаны измерения загрязняющих веществ, являющихся обязательными, в том числе для таких компонентов, как:

– в фоновой зоне на территории жилого района (п. Шалкия): оксид азота, оксид серы, оксид углерода, взвешенные вещества;

– на границе санитарно-защитной зоны: оксид азота, оксид серы, оксид углерода, взвешенные вещества, свинец, цинк;

– на территории шахты (ствол шахты «Главная»): монооксид углерода, взвешенные твердые вещества;

– рабочее место: монооксид углерода, цинк, свинец и их соединения.

Результаты мониторинга выбросов в атмосферу за 2021 год и 1-й и 2-й кварталы 2022 года показали сле-

Таблица 1

Характеристика проектируемой фабрики

Кесте 1

Жобаланган зауыттың сипаттамасы

Table 1

Characteristics of the factory being designed

Наименование	Выход		Содержание, %				Извлечение, %				Металл, тыс. тонн/год			
	%	тыс.т.	Pb	Zn	Fe	SiO ₂	Pb	Zn	Fe	SiO ₂	Pb	Zn	Fe	SiO ₂
Продукты														
Руда	100	4000	1,3	4,2	2,7	50	100	100	100	100	48	154	110,4	2000
Свинцовый концентрат	1,5	57	41,	5	3,8	20	51	1,94	2,1	0,60	24,4	3	2,3	11,9
Цинковый концентрат	5,2	210	3,14	55	2,1	4	13	75	4,0	0,43	6,6	115,6	4,4	8,5
Хвосты	93	3730	0,45	0,95	2,7	53	35	23	94	98	17	935,3	103,6	1979

¹ Строительство обогатительной фабрики производительной мощностью 4 млн тонн руды в год на месторождении Шалкия. Корректировка. Проект. Том 6. Отчет о возможных воздействиях. – Караганда: Промстройпроект [электронный ресурс]. – 2022. – 400 с.

² РГП «КазГидромет». Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана [электронный ресурс]. – 2022: <https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/ezhegodnyy-byulleten-monitoringa-sostoyaniya-i-izmeneniya-klimata-kazahstana>

дующее: выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на основной промышленной площадке шахты не превышают установленных пределов, концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны и в населенных пунктах соответствует применимым нормативам. Содержание Pb, Zn, Cd, As в пробах воздуха также не превышало допустимых норм. Так, по приоритетным загрязняющим веществам установлены следующие максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ в мг/м³: С (взвешенных веществ) = 0,048; C(SO₂) = 0,02; C(CO) = 0,4; C(NO₂) = 0,01; C(NO) = 0,02, что соответствует гигиеническим нормативам РК и ВОЗ.

Перенос и рассеивание примесей, поступающих в атмосферу, осуществляется по законам турбулентной диффузии, а время сохранения примесей в атмосфере зависит от множества факторов, доминирующее значение среди которых принадлежит метеорологическим факторам, под влиянием которых при постоянных вы-

бросах вредных веществ уровень загрязнения приземного слоя воздуха может колебаться в очень широких пределах. Изучение загрязняющих веществ, их распределения и диффузии является основой для нормирования количества вредных выбросов и разработки защитных мероприятий при проектировании промышленных предприятий. В связи с этим при оценке загрязнения атмосферы целесообразно использовать вместо отдельных метеорологических элементов комплексные параметры, характеризующие конкретную метеорологическую ситуацию и метеорологические условия [7]. В формировании климата района большую роль играет циркуляция атмосферы [8, 9].

В связи с удаленностью метеостанций от территории месторождения оценить такие микроклиматические характеристики как интенсивность и направления ветров непосредственно на руднике в разные климатические сезоны не представилось возможным. В таблице 2 представлены макроклиматические условия по данным вышеназванных метеостанций Кызылорда³ и Аккум⁴.

Таблица 2

Метеорологические характеристики и коэффициент, определяющий условия рассеивания ЗВ в атмосфере (по данным метеостанций Кызылорда и Аккум)

Кесте 2

Метеорологиялық сипаттамалар және атмосферадағы шашырау жағдайларын анықтайтын коэффициент (Қызылорда және Аккум метеостанцияларының деректері бойынша)

Table 2

Meteorological characteristics and coefficient determining the conditions of dispersion of HA in the atmosphere (according to the weather stations Kyzylorda and Akkum)

№	Данные по метеостанции Кызылорда		Данные по метеостанции Аккум	
1	Метеорологические данные	Данные	Метеорологические данные	Данные
2	Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, °С	33,0	Максимальная температура воздуха (средняя), Т°С	июнь +36,0
3	Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года, °С	-9,3	Минимальная Температура воздуха (средняя), Т°С	февраль -15,7
4	Многолетняя роза ветров, %		Многолетняя роза ветров, %	
5	С	13	С	21
6	СВ	34	СВ	14
7	В	12	В	17
8	ЮВ	4	ЮВ	7
9	Ю	6	Ю	22
10	ЮЗ	9	ЮЗ	6
11	З	12	З	5
12	СЗ	10	СЗ	8
13	Скорость ветра по средним многолетним данным, повторяемость которой составляет 5%, м/с	3,7	штиль	37

³ Погода и климат. Архив погоды в Кызылорде (Кызылординская область, Казахстан) [электронный ресурс]. – 2022: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=38062>

⁴ Погода и климат. Архив погоды в Аккуме (Южно-Казахстанская область, Казахстан) [электронный ресурс]. – 2022: <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=38191>

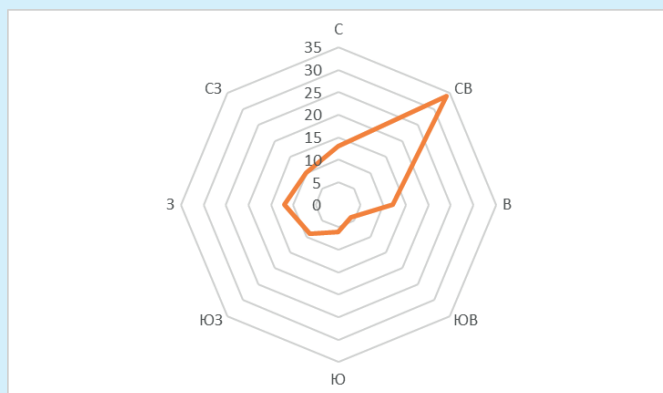


Рис. 1. Роза ветров по данным метеостанции Кызылорда.

Сурет 1. Қызылорда метеостанциясының мәліметтері бойынша желдің раушаны.

Figure 1. The wind rose according to the Kyzyl Orda weather station.

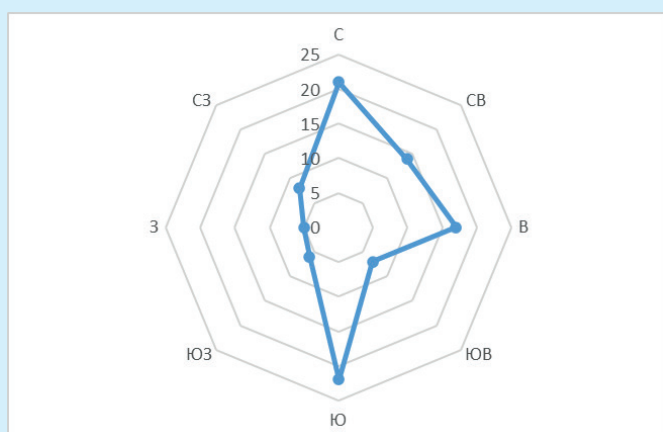


Рис. 2. Роза ветров по данным метеостанции Аккум.
Сурет 2. Жел раушаны Аккум метеостанциясының мәліметі бойынша.

Figure 2. The wind rose according to the Akkum weather station.

В целом, для всей территории области характерны частые и сильные ветры, преимущественно северо-восточного направления. Средняя годовая скорость их колеблется от 3,1 до 6,0 м/с. При этом усиление ветра способствует рассеянию примесей в атмосфере, поскольку усиление ветра, как у земли, так и на более высоких уровнях определяет вынос загрязненного воздуха за пределы территории и очищение атмосферы. Вместе с тем ослабление ветра может привести к увеличению подъема перегретых выбросов, который особенно значителен при штиле и уменьшению концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха.

Обсуждение результатов

На данный момент в п. Шалкия замеры фоновых концентраций загрязняющих веществ не производятся,

а принимаются по РД 52.04.186-89⁵, согласно которому при численности населения менее 10 тыс. жителей фоновые концентрации не превышают нормативов по всем загрязняющим веществам. На перспективу в период строительства обогатительной фабрики предусмотрено, что будет выбрасываться 64 загрязняющих вещества. В таких условиях для получения корректных фоновых концентраций следует проводить измерения в течение теплого и холодного сезонов, с учетом неблагоприятных условий рассеивания загрязняющих веществ, воздействия на население и работников рудника. Взвешенные частицы, содержащие Pb, Zn, Cd, и др. тяжелые металлы, могут представить особую опасность в период эксплуатации обогатительной фабрики как в рабочей зоне, так и в открытом хвостохранилище, поскольку они потенциально опасны из-за подверженности воздействию окислителей и погодных условий [10, 11]. Перечисленные выше металлы отнесены межведомственной группой по мониторингу ООН к числу 16 наиболее опасных загрязнителей⁶.

Для уменьшения выбросов вредных веществ проектом предусмотрено использование наилучших доступных технологий. В рабочей зоне удаление этих загрязнителей обеспечивается усиленной вентиляцией и фильтрацией воздуха а также средствами индивидуальной защиты. В целях минимизации просачивания грунтов фундамента проектом предусмотрено, что дно и основная дамба хвостохранилища будут покрыты геомембраной. Указанный тип непроницаемого экрана для гидротехнических сооружений промышленного хранения является самым надежным в мировой практике.

Для сокращения источников выделения и объема пыли вместо многоступенчатой схемы дробления предусмотрена единая линия, предлагаемая конфигурация обогатительной фабрики включает МПСИ (мельницы полу-самоизмельчения) и шаровую мельницу замкнутого цикла (схема МПСИ+ШМ), отделение флотации свинцово-цинковых руд, участок обезвоживания-сгущения и фильтрации, а также хранения/упаковки свинцового и цинкового концентратов.

Заключение

Анализ показал, что состояние атмосферного воздуха в районе проведения горных работ, влияющего на компоненты окружающей среды, определяется характеристиками источников вредных выбросов, составом, объемами выбросов загрязняющих веществ и климатическими особенностями территории, формирующими условия рассеивания загрязняющих компонентов.

Континентальность климата проявляется в больших колебаниях метеорологических элементов, в их суточном и годовом ходе и обусловлена особенностями циркуляции атмосферы, характером подстилающей поверхности и целым рядом метеорологических и природных факторов. Для уменьшения выбросов вредных веществ в проекте обогатительной фабрики предусмотрено использование наилучших доступных технологий.

⁵ Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [электронный ресурс]: <https://docs.cntd.ru/document/1200036406>

⁶ World Health Organization. Air quality guidelines for Europe [электронный ресурс]. – 2021: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107364>, accessed 25 June 2021).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Gavin Mudd M., Simon Jowitt M., Timothy Werner T. Мировые свинцово-цинковые минеральные ресурсы: нехватка, данные, проблемы и возможности // *Обзоры рудной геологии*. – 2017. – Т. 80. – С. 1160-1190 (на английском языке)
2. Mohr S., Giurco D., Retamal M., Mason L., Mudd G. Глобальный прогноз поставок свинца-цинка из известных ресурсов // *Ресурсы*. – 2018. – Т. 7(1), 17. – С. 1-15 (на английском языке)
3. Pan Y., Chen M., Wang X., Chen Y., Dong K. Оценка экологического риска и источниковедческий анализ тяжелых металлов в почвах водораздела свинцово-цинкового рудника // *Вода*. – 2023. – Т. 15(1). – С. 113-131 (на английском языке)
4. Хотулева М.В. Проект расширения рудника Шалкия (Кызылординская область, Казахстан) // *Центр по экологической оценке «Эколайн» (Москва, Россия)*. – 2016. – С. 82 (на русском языке)
5. Семушкина Л.П., Турысбеков Д.П., Тусунбаев Н.К. Совершенствование технологии обогащения тонковкрапленной свинцово-цинковой руды месторождения Шалкия // *Обогащение руд*. – 2015. – №2. – С. 8-14 (на русском языке)
6. Motovilov I.Yu., Telkov Sh.A., Barmenshinova M.B., Nurmanova A.N. Исследование влияния предварительного гравитационного обогащения на комплексную руду месторождения Шалкия // *Цветные металлы*. – 2019. – №2. – С. 3-8 (на английском языке)
7. Морозов А.Е., Стародубцева Н.И. Метеорологические условия и загрязнение атмосферы. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – С. 128 (на русском языке)
8. Rupa A. Роль температуры, ветра и осадков в загрязнении тяжелыми металлами медных рудников: обзор // *Наука об окружающей среде и исследование загрязнения*. – 2021. – Т. 28. – С. 4056-4072 (на английском языке)
9. Истомин И.С., Дронин Н.М. Оценка потенциала сокращения выбросов парниковых газов в Казахстане к 2030 г. в связи с его обязательствами в Парижском климатическом соглашении // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. – 2019. – Т. 27. – №1. – С. 7-16 (на русском языке)
10. Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Барменишинова М.Б. Флотация легкой фракции предконцентрации в тяжелых суспензиях руды месторождения Шалкия // *Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: материалы XXV Международной научно-технической конференции, 7-10 апреля 2020 г., проводимой в рамках XVIII Уральской горнопромышленной декады 2-11 апреля 2020 г.* – Екатеринбург. – 2020. – С. 128-132 (на русском языке)
11. Chen T., Wen X.C., Zhang L.X., Tu T.S., Zhang J.H., Sun R.N., Yan B. Геохимический и минералогический контроль характеристик выделения потенциально токсичных элементов из свинцово-цинковых (Pb/Zn) хвостов добычи // *Загрязнение окружающей среды*. – 2022. – Т. 315. – С. 328 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Gavin Mudd M., Simon Jowitt M., Timothy Werner T. Қорғасын-мырыш минералдарының әлемдік қоры: тапшылық, деректер, проблемалар мен мүмкіндіктер // *Кен геологиясының шолулары*. – 2017. – Т. 80. – Б. 1160-1190 (ағылшын тілінде)
2. Mohr S., Giurco D., Retamal M., Mason L., Mudd G. Белгілі көздерден қорғасын мен мырышты жеткізудің жаһандық болжамы // *Ресурстар*. – 2018. – Т. 7(1), 17. – Б. 1-15 (ағылшын тілінде)
3. Pan Y., Chen M., Wang X., Chen Y., Dong K. Қорғасын-мырыш шахтасының суайрығында өндірудегі экологиялық қауіпті бағалау және ауыр металл көздерін талдау // *Су*. – 2023. – Т. 15(1). – Б. 113-131 (ағылшын тілінде)
4. Хотулева М.В. Шалқия кенішін кеңейту жобасы (Қызылорда облысы, Қазақстан) // *«Эколайн» экологиялық бағалау орталығы (Мәскеу, Ресей)*. – 2016. – Б. 82 (орыс тілінде)
5. Семушкина Л.П., Турысбеков Д.П., Тусунбаев Н.К. Шалқия кен орнының жұқа көмілген қорғасын-мырыш кенін байыту технологиясын жетілдіру // *Кендерді байыту*. – 2015. – №2. – Б. 8-14 (орыс тілінде)
6. Motovilov I.Yu., Telkov Sh.A., Barmenshinova M.B., Nurmanova A.N. Шалқия кен орнының кешенді кеніне алдын ала гравитациялық байытудың әсерін зерттеу // *Түсті металдар*. – 2019. – №2. – Б. 3-8 (ағылшын тілінде)
7. Морозов А.Е., Стародубцева Н.И. Метеорологиялық жағдайлар және атмосфераның ластануы. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – Б. 128 (орыс тілінде)
8. Rupa A. Мыс кеніштерінің ауыр металдармен ластануындағы температура, жел және жауын-шашынның рөлі: шолу // *Қоршаған орта туралы ғылым және ластануды зерттеу*. – 2021. – Т. 28. – Б. 4056-4072 (ағылшын тілінде)

9. Истомин И.С., Дронин Н.М. Париж климаттық келісіміндегі міндеттемелеріне байланысты 2030 жылға қарай Қазақстанда парниктік газдар шығарындыларын қысқарту әлеуетін бағалау // Ресей халықтар достығы университетінің хабаршысы. Серия: Экология және тіршілік қауіпсіздігі. – 2019. – Т. 27. – №1. – Б. 7-16 (орыс тілінде)
10. Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Барменишинова М.Б. Шалқия кен орнының ауыр суспензияларындағы жеңіл фракция концентрациясының флотациясы // Кенді және техногендік шикізатты қайта өңдеудің ғылыми негіздері мен практикасы: 2020 жылғы 2-11 сәуірдегі XVIII Орал тау-кен өнеркәсібі онкүндігі шеңберінде өткізілетін 2020 жылғы 7-10 сәуірдегі XXV Халықаралық ғылыми-техникалық конференция материалдары. – Екатеринбург. – 2020. – Б. 128-132 (орыс тілінде)
11. Chen T., Wen X.C., Zhang L.X., Tu T.S., Zhang J.H., Sun R.N., Yan B. Қорғасын-мырыш (Pb/Zn) қалдық қоймаларынан ықтимал уытты элементтер шығарындыларының сипаттамаларын геохимиялық және минералогиялық бақылау // Қоршаған ортаның ластануы. – 2022. – Т. 315. – Б. 328 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Gavin Mudd M., Simon Jowitt M., Timothy Werner T. The world's lead-zinc mineral resources: Scarcity, data, issues and opportunities // *Ore Geology Reviews*. – 2017. – Vol. 80. – P. 1160-1190 (in English)
2. Mohr S., Giurco D., Retamal M., Mason L., Mudd G. Global projection of lead-zinc supply from known resources // *Resources*. – 2018. – Vol. 7(1), 17. – P. 1-15 (in English)
3. Pan Y., Chen M., Wang X., Chen Y., Dong K. Ecological Risk Assessment and Source Analysis of Heavy Metals in the Soils of a Lead-Zinc Mining Watershed Area // *Water*. – 2023. – Vol. 15(1). – P. 113-131 (in English)
4. Khotuleva M.V. Shalkiya Mine Expansion Project (Kyzylorda Oblast, Kazakhstan) [Proekt rasshirenija rudnika «Shalkija» (Kyzylordinskaja oblast', Kazakhstan)]. // *Centr po jekologicheskoj ocenke «Jekolajn» (Moskva, Rossija) = Ecoline Center for Environmental Assessment (Moscow, Russia)*. – 2016. – P. 82 (in Russian)
5. Semushkina L.P., Turysbekov D.P., Tusupbaev N.K. Improving the technology of beneficiation of finely disseminated lead-zinc ore of the Shalkiya deposit [Sovershenstvovanie tehnologii obogashhenija tonkovkraplennoj svincovo-cinkovoj rudy mestorozhdenija Shalkija]. // *Obogashhenie rud = Enrichment of ores*. – 2015. – №2. – P. 8-14 (in Russian)
6. Motovilov I.Yu., Telkov Sh.A., Barmenshinova M.B., Nurmanova A.N. Examination of the preliminary gravity dressing influence on the Shalkiya deposit complex ore // *Non-ferrous metals*. – 2019. – №2. – P. 3-8 (in English)
7. Morozov A.E., Starodubtseva N.I. Meteorological conditions and atmospheric pollution [Meteorologicheskie uslovia i zagriznenie atmosfery]. – Ekaterinburg: UGLTU = Yekaterinburg: UGLU, 2020. – P. 128 (in Russian)
8. Punia A. The Role of Temperature, Wind and Precipitation in Heavy Metal Pollution in Copper Mines: An Overview // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2021. – Vol. 28. – P. 4056-4072 (in English)
9. Istomin I.S., Dronin N.M. Assessment of the potential for reducing greenhouse gas emissions in Kazakhstan by 2030 in connection with its obligations in the Paris Climate Agreement [Ocenka potentsiala sokrashhenija vybrosov parnikovyh gazov v Kazahstane k 2030 g. v svyazi s ego objazatel'stvami v Parizhskom klimaticheskom soglashenii]. // *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti = Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and life safety*. – 2019. – Vol. 27. – No.1. – P. 7-16 (in Russian)
10. Telkov Sh.A., Motovilov I.Yu., Barmenshinova M.B. Flotation of a light fraction of preconcentration in heavy suspensions of ore from the Shalkiya deposit [Flotacija legkoj frakcii predkoncentracii v tjazhelyh suspenzijah rudy mestorozhdenija Shalkija]. // *Nauchnye osnovy i praktika pererabotki rud i tehnogennogo syr'ja: materialy XXV Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, 7-10 aprelja 2020 g., provodimoj v ramkah XVIII Ural'skoj gornopromyshlennoj dekady 2-11 aprelja 2020 g. = Scientific foundations and practice of processing ores and technogenic raw materials: materials of the XXV International Scientific and Technical Conference, April 07-10, 2020, held as part of the XVIII Ural Mining Decade on April 02-11, 2020*. – Ekaterinburg = Yekaterinburg. – 2020. – P.128-132 (in Russian)
11. Chen T., Wen X.C., Zhang L.X., Tu T.S., Zhang J.H., Sun R.N., Yan B. The geochemical and mineralogical controls on the release characteristics of potentially toxic elements from lead/zinc (Pb/Zn) mine tailings // *Environmental Pollution*. – 2022. – Vol. 315. – P. 328 (in English)

Сведения об авторах:

Кожгаулов С.О., ведущий инженер-проектировщик, Акционерное общество «ШалкияЦинк ЛТД» (г. Кызылорда, Казахстан); докторант кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования, Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби» (г. Алматы, Казахстан), s.kozhagulov@zinc.kz; <https://orcid.org/0009-0005-4428-5129>

Толтаева А.А., старший эколог Службы охраны окружающей среды и экологии, Акционерное общество «ШалкияЦинк ЛТД» (г. Кызылорда, Казахстан), Maral_8282@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0006-4481-5633>

Сальников В.Г., доктор географических наук, профессор, факультет географии и природопользования, Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби» (г. Алматы, Казахстан), Vitali.Salnikov@kaznu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0003-3392-4587>

Рысмагамбетова А.А., доктор PhD, и.о.доцента, заместитель декана факультета географии и природопользования, Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный университет имени Аль-Фараби» (г. Алматы, Казахстан), Rysmagambetova1@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0791-3075>

Авторлар туралы мәліметтер:

Кожгаулов С.О., жетекші инженер жобалаушы, «ШалкияЦинк ЛТД» Акционерлік қоғам (Кызылорда қ., Қазақстан); география және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының докторанты, «Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Алматы қ., Қазақстан)

Толтаева А.А., Қоршаған ортаны қорғау және экология қызметінің аға экологы, «ШалкияЦинк ЛТД» Акционерлік қоғам (Кызылорда қ., Қазақстан)

Сальников В.Г., география ғылымдарының докторы, профессор, география және табиғатты пайдалану факультеті, «Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Алматы қ., Қазақстан)

Рысмагамбетова А.А., PhD докторы, доцент м. а., география және табиғатты пайдалану факультеті деканының орынбасары, «Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Алматы қ., Қазақстан)

Information about authors:

Kozhagulov S.O., lead planner engineer, ShalkiyaZinc LTD Joint Stock Company (Kyzylorda, Kazakhstan), PhD student of the Department of Meteorology and Hydrology, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University Non-Commercial Joint Stock Company (Almaty, Kazakhstan)

Toltaeva A.A., senior ecologist of the Service for Environmental Protection and Ecology, ShalkiyaZinc LTD Joint Stock Company (Kyzylorda, Kazakhstan)

Salnikov V.G., Doctor of Geography, Professor, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University Non-Commercial Joint Stock Company (Almaty, Kazakhstan)

Rysmagambetova A.A., PhD, Acting Associate Professor, Deputy Dean of the Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University Non-Commercial Joint Stock Company (Almaty, Kazakhstan)

micromine

ТЕХНОЛОГИИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ГОРНОЙ ДОБЫЧИ

**Компания Micromine Central Asia
поздравляет с Днём металлурга!**



ТОО «МАЙКРОМАЙН Центральная Азия», 050062, Казахстан, Алматы
ул. Кабыдолова 16, корпус 1, офис 501
Т: +7 727 349 39 94
Представительство MICROMINE PTY LTD, 100000, Узбекистан, Ташкент
ул. Мустакиллик 88а, БЦ «Дархан», офис 101
Т: +998 (71) 140 41 64



Код МРНТИ 52.01.79

*Л.И. Едильбаева, Г.М. Рахимова

РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда
Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» (г. Астана, Казахстан)

ОПЫТ США ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ И БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Аннотация. В статье рассмотрены основные требования и направления развития карьеры в области охраны здоровья и безопасности труда в США. Рассмотрены статистические данные о востребованности профессии и прогнозы по ее актуальности в ближайшие 10 лет. Исследованы особенности и основные требования к кандидатам по вхождению в профессию, включая наличие или отсутствие академических степеней, опыта работы и навыков. Выделены ключевые приоритеты обучения кандидатов в зависимости от отрасли экономической деятельности. Результаты исследований могут быть использованы при разработке профессионального стандарта по безопасности и охране труда Национальной Рамки Квалификаций Республики Казахстан. Актуальность данного исследования подтверждается тем, что накопленный международный опыт в области образования и подготовки по профессии специалиста по безопасности и охране труда поможет провести изменения в этой сфере системно, с применением риск-ориентированного подхода.

Ключевые слова: охрана труда, профессиональная безопасность и здоровье, академическая степень, сертификат, карьера, отрасль.

АҚШ-тың денсаулық сақтау және еңбек қауіпсіздігі саласында кәсіби құзыреттерді қалыптастыру бойынша тәжірибесі

Андатпа. Мақалада АҚШ-та денсаулық сақтау және еңбек қауіпсіздігі саласындағы мансапты негізгі талаптары мен даму бағыттары қарастырылған. Мамандықтың сұранысқа ие болуы мен оның алдағы 10 жылға өзектілігіне қатысты болжамдар туралы статистикалық деректер қарастырылды. Кандидаттардың ерекшеліктері мен мамандыққа кіріспеге қойылатын негізгі талаптар, соның ішінде академиялық дәрежелердің, жұмыс тәжірибесі мен дағдыларының болуы немесе болмауы зерттелді. Экономикалық қызмет саласына байланысты кандидаттарды оқытудың негізгі басымдықтары атап өтілді. Зерттеу нәтижелерін Қазақстан Республикасының Ұлттық біліктілік шеңберінің еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау жөніндегі кәсіби стандартын әзірлеу кезінде пайдалануға болады. Бұл зерттеудің өзектілігі еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау жөніндегі маман мамандығы бойынша білім беру және даярлау саласындағы жинақталған халықаралық тәжірибе осы салада тәуекелге бағдарланған тәсілді қолдана отырып, жүйелі түрде өзгерістер жүргізуге көмектесетіндігімен расталады.

Түйінді сөздер: еңбекті қорғау, кәсіби қауіпсіздік және денсаулық, академиялық дәреже, сертификат, мансап, сала.

The U.S. experience in building professional competencies in health and safety

Abstract. The article considers the main requirements and directions of career development in the field of occupational health and safety in the United States. Statistical data on the demand for professions and forecasts of their relevance in the next 10 years are considered. Features and basic requirements for candidates to enter the profession, including the presence or absence of academic degrees, work experience, and skills, are reviewed. The key priorities of candidates' training depending on the industry are highlighted. The findings of this study are useful for the development of professional standards for occupational health and safety in the National Qualifications Framework of the Republic of Kazakhstan. The relevance of this study is confirmed by the fact that the accumulated international experience in the field of education and training for the occupational health and safety specialist profession will help to make changes in this area systematically, with a risk-oriented approach.

Key words: labor health protection, occupational safety and health, academic degree, certificate, career, industry.

Введение. Обеспечение безопасности труда и сохранение здоровья на рабочем месте работников является ответственностью работодателя. Работодатели по всему миру сосредоточены на поиске специалистов по охране труда, обладающих нужным сочетанием знаний и навыков для построения эффективной системы управления безопасностью и охраны труда.

По данным сайта Центра дистанционного образования в Казахстане¹ актуальность профессии специалиста по безопасности и охране труда определяется наличием более 10 000 активных вакансий на рынке труда Казахстана. На сайтах по поиску работы размещено больше 500 000 резюме, содержащие строгие требования потенциальных работодателей к уровню и направлению образования и навыкам кандидатов, а также наличию 7-10 лет опыта. Соответствие этим требованиям определяет почти неограниченные перспективы для роста по вертикали или горизонтали внутри профессии и заработную плату выше 1 500 000 тенге для среднестатистического специалиста. Однако, в Концепции безопасного труда в Республике Казахстан до 2030 года² отмечена проблема низкого уровня квалификации специалистов по охране труда в стра-

не – «на многих предприятиях нет специалистов и уполномоченных лиц по охране труда, службы охраны труда на многих предприятиях укомплектованы недостаточно квалифицированными кадрами. Обучающих программ для профессиональной подготовки экспертов по аттестации производственных объектов по условиям труда нет». Таким образом можно сделать вывод, что Национальная система профессиональной подготовки кадров по охране труда нуждается в реформировании в соответствии с Национальной Рамкой Квалификации Республики Казахстан. Для этой цели проведено исследование передового международного опыта, в частности США.

Материалы и методы исследования. При изучении опыта США использовались данные федеральных служб, таких как Бюро статистики труда (U.S. Bureau of Labor Statistics), министерства труда (OSHA) США, опросы журнала «Safety+Health», издаваемый Национальным советом по безопасности США (National Safety Council) и материалы с официальных сайтов Совета сертифицированных специалистов по безопасности (BCSP), Института управления опасными материалами (IHMM), Национальной ассоциации специалистов по гигиене труда (ASSE) и другие.

¹ <https://postupi.kz/profession/ekologiya/spetsialist-po-okhrane-truda-i-okruzhayushchey-sredy>

² <https://www.gov.kz/memleket/entities/enbek/documents/details/285862?lang=ru>

Результаты и обсуждение. Бюро статистики труда США³ дает прогноз, что в 2024 году будет около 110 000 специалистов по профессиональной безопасности и здоровью, и к 2024 году количество рабочих мест на всех должностях, связанных с безопасностью труда, увеличится. Такой рост обеспечивается, во-первых, за счет того, что организации все больше внимания уделяют управлению репутацией и обеспечению безопасности своих сотрудников как компоненту восприятия ими себя как добросовестного корпоративного гражданина, и, во-вторых, за счет того, что более половины специалистов по профессиональной безопасности и здоровью стремительно приближаются к пенсионному возрасту. По мере того, как безопасность на рабочем месте превращается из принципа соответствия требованиям в стратегическую отдачу от инвестиций и конкурентное преимущество, а менеджеры по охране труда с большим опытом работы уходят на пенсию, создаются условия для того, чтобы молодые специалисты по профессиональной безопасности и здоровью и новички в этой области могли не только профессионально развиваться, но и брать на себя все более сложные управленческие задачи.

Журнал «Safety+Health»⁴ в 2020 году провел опрос о перспективах работы для специалистов и техников по профессиональной безопасности и здоровью, в котором наиболее распространенными для респондентов опроса были следующие отрасли: производство 25%; строительство 19%; государственное управление 13%. Журнал отмечает, что хотя эти три отрасли были наиболее распространенными, специалисты по профессиональной безопасности и здоровью также работают в сфере образования, здравоохранения, розничной торговли и многих других секторах. И по мере роста каждой из этих отдельных отраслей будет расти и потребность в этих специалистах.

Опрос также выявил важность образования [1], как фактора, влияющего на размер заработной платы. Так, например, наиболее распространенный диапазон зарплат для респондентов с четырехлетним или высшим образованием составлял 100 000 и 125 999 долларов США, в то время как наиболее распространенный диапазон зарплат для респондентов с аттестатом колледжа с двухлетним образованием составлял от 80 000 до 89 999 долларов США.

В США квалификационные требования к специалистам по профессиональной безопасности и здоровью устанавливает Министерство труда – OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*)⁵, которое разрабатывает стандарты, содержащие обязательные к исполнению требования по электробезопасности, пожарной, промышленной безопасности, реагированию на чрезвычайные ситуации, промышленной гигиене, защите органов дыхания, принципам эргономики, по воздействию производственного шума и многие другие. OSHA также определяет, какие стандарты применимы для отраслей экономики: промышленности, строительства, морской отрасли, федеральных служб. Во всех других областях работодатели руковод-

ствуются требованиями Закона о безопасности и гигиене труда (*The Occupational Safety and Health Act*), в котором отражена ответственность работодателя предоставить «место работы, свободное от признанных опасностей, которые вызывают или могут причинить смерть или тяжкие телесные повреждения своим работникам».

OSHA разработало подробную инструкцию для работодателей по обучению всех уровней работников требованиям стандартов. Образовательные центры Учебного института OSHA (OTI) являются единственными организациями, уполномоченными предлагать курсы OSHA, которые OSHA предоставляет в партнерстве с колледжами и университетами по всей стране. Подробная информация о каждом учебном учреждении и программах обучения для получения степени или сертификата опубликована на сайте министерства.

Согласно Бюро статистики труда США, работодатели обычно требуют, чтобы сотрудники службы профессиональной безопасности и здоровья начального уровня имели как минимум аттестат о среднем специальном образовании или степень бакалавра или сертификат младшего специалиста. Для получения среднего профессионального образования требуется как минимум два года обучения в колледже с обязательным изучением профильного курса по профессиональной безопасности и здоровью, подготовкой курсовой работы и со сдачей квалификационного экзамена для получения степени младшего специалиста или степень ассоциата (*Associate's degree*). Курс составляет 12 семестровых часов или 18 квартальных часов. Такое образование позволяет работать на начальных позициях, включающие такие термины, как «практик», «техник», «технолог», а при наличии опыта работы более одного года, где должностные обязанности по охране труда составляют не менее 50% – «старший технический специалист».

Степень бакалавра (*Bachelor's degree*)⁶ является самым востребованным уровнем образования для вакантных мест специалистов по профессиональной безопасности и здоровью. Программа бакалавриата рассчитана на четыре года обучения в аккредитованном OSHA университете. Курс обучения составляет 24 семестровых часа таких дисциплин, как управление профессиональной безопасностью и здоровьем, промышленная гигиена, медицина труда, токсикология, инженерия и точные науки – математика, физика, химия.

Если для специалистов начального уровня в области профессиональной безопасности и здоровья работодатели обычно требуют степень бакалавра, то для должностей старшего уровня также может потребоваться степень магистра (*Master's degree*). Магистратуру и докторантуру принято называть послевузовским или постдипломным (*graduate / postgraduate*) образованием. Эти степени, как правило, должны быть связаны с профессиональной безопасностью и здоровьем, но также могут быть приемлемы смежные области, такие как инженерия, физика, биология

³ <https://www.bls.gov/ooh/healthcare/occupational-health-and-safety-specialists-and-technicians.html>

⁴ <https://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/19678-job-outlook-2020?page=4>

⁵ <https://www.osha.gov/>

⁶ <https://erau.edu/degrees/bachelor/safety-management>

или химия. Для должностей на руководящем уровне наличие степени MBA и DBA тоже может быть ценным. Программы бизнес-администрирования отлично справляются с обучением техническим навыкам, таким как разработка стратегии, политики и программ в области безопасности и здоровья, а также критериев измерения успеха в этой области.

Работодатели ценят эти компетенции, но организации также ищут сотрудников с сильными «мягкими» навыками, такими как лидерство. Специалисты по профессиональной безопасности и здоровью должны хорошо развивать социальные навыки, а также эмоциональный интеллект – еще одно качество, которое работодатели с каждым годом ценят все больше.

Еще одной возможностью стать специалистом по профессиональной безопасности и здоровью является программа сертификации⁷. Сертификация – это добровольная образовательная программа обучения по определенной дисциплине, созданная для тех, кто заинтересован в расширении навыков и знаний для личного и/или профессионального развития. Сертификат – это документ, который показывает потенциальным работодателям, что соискатель прошел целенаправленное отраслевое обучение в академической среде. Программы сертификации обычно требуют наличия определенного профессионального опыта и/или ученых степеней аккредитованных высших учебных заведений. Сертификат может быть хорошим началом для тех, кто еще не получил степени ассоциата или бакалавра в области безопасности и гигиены труда. Многие сертификаты могут быть получены менее чем за год, поэтому для кандидатов на вакантные места это хорошая возможность получить работу раньше, чем если бы они решили получить степень. С другой стороны, прохождение программы сертификации первой не означает, что специалист не сможет получить степень позже, так как получение степени может быть лучшей долгосрочной инвестицией в карьерный рост.

Кроме того, специалисты со степенью могут также пройти программы сертификации, что увеличивает их конкурентоспособность, шанс продвижения по карьерной лестнице и увеличения заработной платы.

Некоторые учебные заведения предлагают «встроенные» программы сертификатов в рамках программы обучения на получение степени бакалавриата и магистратуры. Например, в Южном Колумбийском университете программа обучения для получения сертификата по управлению чрезвычайными ситуациями может быть пройдена студентами как отдельный предмет во время обучения на получение степени бакалавра наук⁸.

OSHA имеет курс обучения с присвоением национального сертификата⁹ для лиц со степенью в области профессиональной безопасности и здоровья, а также для специалистов с опытом работы в смежных областях (инженерия, физика, химия, биология), которые хотят получить новую

специализацию. Каждый курс OSHA имеет определенный набор курсов обучения в зависимости от отрасли деятельности и минимальное количество часов обучения для получения сертификата об окончании. Например, для получения сертификатов по строительству, общепромышленному делу, нужно пройти три обязательных курса общей продолжительностью не менее 39 часов. Плюс минимум четыре факультативных курса общей продолжительностью не менее 29 часов, которые можно выбрать из списка курсов Образовательного центра ОТИ для этих отраслей.

Все обязательные и факультативные курсы OSHA проводятся в классе или в формате веб-семинаров. В настоящее время OSHA не разрешает никакому образовательному центру ОТИ предлагать онлайн-курсы. Надлежащим доказательством успешного завершения курса является свидетельство об окончании курса или официальная выписка из соответствующего Образовательного центра ОТИ.

Плата за регистрацию на курсы Образовательного центра ОТИ варьируется в зависимости от продолжительности занятий. После завершения курса обучения за подачу заявки на получение сертификата OSHA Public Sector Safety & Health Fundamentals взимается административный сбор в размере 95 долларов США.

В США доступны также Программы сертификации, имеющие международное признание, например, NEBOSH, IOSH, BCSP, CRSP. Национальные институты в области промышленной безопасности, гигиены труда, ассоциации профильных специалистов и другие некоммерческие организации также предлагают различные учебные программы добровольной сертификации специалистов, которые дают право работать в специализированных областях, таких как аудиторы системы профессиональной безопасности и здоровья, консультанты в области требований безопасности труда в строительстве, консультанты в области качества и другие. Требования для получения такого сертификата определяются поставщиком услуг обучения и могут сильно различаться¹⁰. Требования могут варьироваться от посещаемости занятий до соответствия американскому национальному стандарту ANSI/ASTM E2659-09, который требует разработки качественного курса образования/обучения с оценкой в конце курса для контроля качества обучения.

Национальный институт охраны труда (NIOSH) является структурным подразделением Министерства здравоохранения и социальных служб США.

Институт проводит научные исследования по контролю и профилактике профессиональных заболеваний. NIOSH ведет Реестр образовательных и исследовательских центров, которые обеспечивают подготовку специалистов со степенью магистров и докторов наук в области медицины труда. NIOSH также выдает гранты бизнес-организациям, профессиональным колледжам на программы по профилактике профессиональных заболеваний и подготовке квалифицированных специалистов по гигиене труда.

⁷ <https://www.indeed.com/career-advice/finding-a-job/how-to-become-safety-engineer>

⁸ <https://www.columbiasouthern.edu/online-degree/certificates.aspx>

⁹ <https://www.oshaeducationcenter.com/articles/osha-certification>

¹⁰ Сертифицированный специалист по профессиональной безопасности и здоровью. Полное руководство для сертифицированных специалистов по профессиональной безопасности и здоровью. – Второе издание. – Февраль 2016

Выводы. Опыт США в профессиональной подготовке кадров по профессиональной безопасности и здоровью является положительным и демонстрирует, что академическое образование часто является первым шагом для начинающих специалистов по профессиональной безопасности и здоровью в построении успешной карьеры. Знание нормативно-законодательных требований, умение распознавать опасности и оценивать риски на рабочих

местах является важным аспектом в работе специалиста по профессиональной безопасности и здоровью. Но быстроменяющиеся задачи и амбициозные цели бизнеса в настоящее время требуют от специалистов по охране труда непрерывно развивать свой профессиональный интеллект и для этого есть много добровольных национальных и международных программ обучения и сертификации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анохин А. Мировой опыт в организации охраны труда // Центр оценки квалификации и обучения. – 2020. – №1: <https://cokol.ru/articles/protection/mirovoj-opyt-v-organizacii-ohrany-truda/> (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Анохин А. Еңбекті қорғауды ұйымдастырудағы әлемдік тәжірибе // Біліктілікті бағалау және оқыту орталығы. – 2020. – №1: <https://cokol.ru/articles/protection/mirovoj-opyt-v-organizacii-ohrany-truda/> (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Anokhin A. *Mirovoy opyt v organizatsii okhrany truda [World experience in the organization of labor protection]*. // *Tsentr otsenki kvalifikatsii i obucheniya*. – 2020. – №1 = *Journal of the Center for Qualification and Learning Assessment*. – 2020. – №1: <https://cokol.ru/articles/protection/mirovoj-opyt-v-organizacii-ohrany-truda/> (in Russian)

Сведения об авторах:

Едильбаева Л.И., канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник филиала «Южный» РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» (г. Алматы, Казахстан) laura.ibragimovna@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0009-4442-057X>

Рахимова Г.М., руководитель Центра профессиональных компетенций РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» (г. Астана, Казахстан) rniiot@rniiot.kz; <https://orcid.org/0009-0007-1274-9480>

Авторлар туралы мәліметтер:

Едильбаева Л.И., медицина ғылымдарының кандидаты, «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ-дағы РМК «Оңтүстік» филиалының жетекші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Рахимова Г.М., «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ-дағы РМК Кәсіби құзыреттер орталығының басшысы (Астана қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Yedilbayeva L.I., Candidate of Medicine, Leading Researcher, Branch «South» of RSE on the REM «Republican Research Institute for Occupational Safety and Health of the Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Kazakhstan» (Almaty, Kazakhstan)

Rakhimova G.M., Head of the Center of Professional Competences of RSE on the REM «Republican Research Institute for Occupational Safety and Health of the Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Kazakhstan» (Astana, Kazakhstan)

МАЙНЕКС 2023
РОССИЯ

4-5 октября 2023 - Москва, Россия
Рэдиссон Славянская

19-Й ГОРНО-
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ФОРУМ И ВЫСТАВКА
МАЙНЕКС РОССИЯ
2023

2023.minexrussia.com



ЛЕТ ГОРНОМУ ЖУРНАЛУ КАЗАХСТАНА!



+7 747 343 15 02



minmag.kz



@minmag.kz

050026, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Карасай батыра, 146, оф. 401

Металлообработка. Сварка – Урал

12–15 марта 2024
Екатеринбург

международная выставка технологий,
оборудования, материалов для машиностроения,
металлообрабатывающей промышленности
и сварочного производства

крупнейший
специализированный
региональный проект в России



(342) 264-64-27
egorova@expoperm.ru
metal-ekb.expoperm.ru



XXVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЫСТАВКА

СУРГУТ.
НЕФТЬ И ГАЗ
2023

27-29
СЕНТЯБРЯ

+7 (3462) 94-34-54
sales@yugcont.ru
sngexpo.ru

XXVIII INTERNATIONAL
SPECIALIZED
TECHNOLOGICAL EXHIBITION

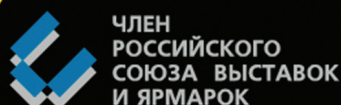
SURGUT.
OIL & GAS
2023

г. Сургут,
СОК «Энергетик»
ул. Энергетиков, 47



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И МАЙНИНГА НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ

17 | 18 | 19 октября 2023 г.
г. НОВОСИБИРСК



Металлообработка. Металлургия

16-я выставка современных технологий,
оборудования, материалов для машиностроения,
металлообрабатывающей промышленности,
подготовительного и литейного производства

крупнейший
специализированный
региональный проект
в России

(342) 264-64-27
egorova@expoperm.ru
metal.expoperm.ru



**26–29
сентября**

2023, Пермь

0+



INTERNATIONAL METALLURGICAL SUMMIT **KAZAKHSTAN**

METALS AND ALLOYS

15 НОЯБРЯ | АЛМАТЫ | КАЗАХСТАН

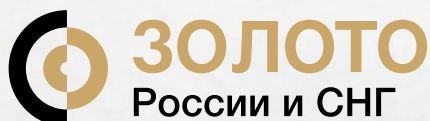
www.metalsummit.kz



+77 273 109 421

info@ensoenergy.kz

2-й международный конгресс и выставка



VOSTOCK CAPITAL
— 21 год динамичного успеха —

+7 (495) 109 9 509 (Москва)
events@vostockcapital.com

26-27 сентября 2023, Москва

При поддержке 2022:



Золотой спонсор 2022:



Бронзовый спонсор 2022:



Бронзовый спонсор 2022:



Бронзовый спонсор 2022:



Логистический партнер 2022:



150+

руководителей
золотодобывающей
отрасли России и
СНГ, инициаторы
инвестиционных
проектов, компании-
разработчики и
производители
оборудования и
технологий для
предприятий,
российские и
международные
инвесторы

25+

инвестиционных
проектов по
добыче золота и
строительству объектов
сопутствующей
инфраструктуры

40+

докладчиков и
участников дискуссий:
представители проектов,
регуляторные органы,
ведущие эксперты
отрасли

30+

часов делового и
неформального
общения: встречи один-
на-один по заранее
согласованному
графику,
приветственный
коктейль, деловые
обеда, кофе-брейки,
интерактивные
дискуссии и многое
другое

GOLDMININGRUS.COM

+7 (495) 109 9 509 (Москва)

events@vostockcapital.com



АСУ БУРОВЫЕ РАБОТЫ

Автоматизированная система сбора данных «КОБУС» обеспечивает полный контроль за работой парка буровой техники и позволяет передавать паспорт на бурение из САПР БВР «BLAST MAKER» в прибор «КОБУС», установленный на буровом станке.

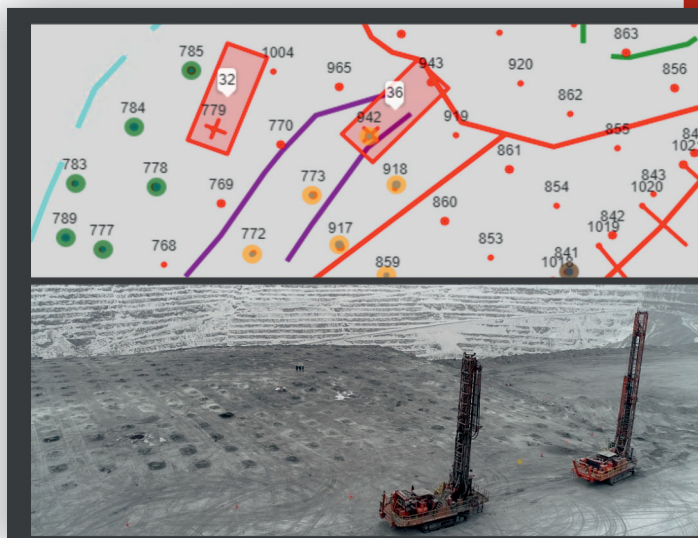
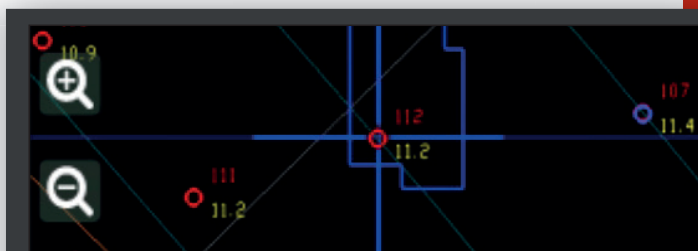
Система включает в себя серверное и клиентское ПО, контроллер «КОБУС», датчики, выносной пульт навигации, планшет оперативной работы в карьере (маркшейдера, мастера).

В реальном времени система регистрирует время работы, передвижений, бурения новых скважин и простоев. Ручной ввод данных о поломках и плановом ТО оперативно информирует о проблемах.

Системой «КОБУС» обеспечивается высокоточная навигация бурового станка на место бурения скважины согласно проекту на бурение по сигналам глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) GPS/ГЛОНАСС/BeiDou без необходимости выноски физических маркшейдерских меток на местности с точностью $\pm 0,25$ м.

На основании полученной информации о процессе бурения с помощью набора клиентских программ можно контролировать:

- количество и номера станков, находящихся в работе;
- метраж пробуренных скважин за разные интервалы времени;
- фактический и нормативный расход долот;
- нарушения технологической дисциплины.



ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ в редакцию периодического печатного издания «Горный журнал Казахстана»

1. «Горный журнал Казахстана» принимает к публикации оригинальные статьи научного и научно-технического содержания, отражающие результаты исследовательской и научной деятельности, имеющие рекомендации к практическому применению решаемых вопросов, а также статьи обзорного характера, отвечающие критериям первичной научной публикации (полный перечень рубрик указан на сайте minmag.kz).

2. Основные требования к статьям, представленным для публикации в журнале:

- набор статьи производится в текстовом редакторе Word шрифтом Times New Roman 12 кеглем с полуторным интервалом;
- общий объем статьи, включая рисунки, таблицы, метадаанные не должен превышать 8 печатных страниц;
- статьи (за исключением обзоров), должны содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике (см. п. 1), научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями, отраженными в п. 3;
- статья может быть представлена на казахском, русском или английском языке;
- в редакцию представляется окончательный, **тщательно выверенный вариант** статьи, исключающий необходимость постоянных доработок текста на этапах издательского процесса;
- перед отправкой статьи в редакцию журнала авторам необходимо проверить текст на предмет отсутствия плагиата.

3. Структура статьи должна содержать следующие разделы:

- код МРНТИ (ГРНТИ <http://grnti.ru/?pl=52>) – шестизначный;
- название статьи (сокращения не допускаются, не допускается использование аббревиатур и формул; максимальное количество слов 10-12) должно быть информативным, соответствовать научному стилю текста, содержать основные ключевые слова, характеризующие тему (предмет) исследования и содержание работы, предоставляется на казахском, русском и английском языках;
- инициалы и фамилии авторов; статья должна иметь не более 4 авторов; знаком «*» указывается автор-корреспондент;
- сведения о каждом авторе (ученая степень, ученое звание, должность, место основной работы, город, страна, контактные данные (адрес электронной почты), ORCID ID) предоставляются на казахском, русском и английском языках;
- полное название организации (-й), где работают авторы (с указанием ведомственной принадлежности);
- аннотация в соответствии с требованиями международных баз данных должна достаточно полно раскрывать содержание статьи, включая характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению материалами. Аннотация предоставляется на казахском, русском и английском языках объемом не менее 700 и не более 900 символов (примерно 150...200 слов);
- ключевые слова в количестве 6...10 устойчивых словосочетаний, по которым в дальнейшем будет выполняться поиск статьи (сокращения и аббревиатуры не допускаются); ключевые слова отражают специфику темы, объект и результаты исследования и предоставляются на казахском, русском и английском языках;
- текст статьи, содержащий следующие разделы (введение, методы/исследования, результаты, обсуждение результатов, заключение/ выводы);
- список использованных источников (10...12), в том числе не менее 3 зарубежных не ранее 2015 года, предоставляется на казахском, русском и английском языках.

РИСУНКИ должны иметь расширение графических редакторов CorelDraw, Photoshop, Illustrator и т. п.). Фотографии должны быть предельно четкими в графическом формате (TIFF, JPEG, CDR) с разрешением не менее 300 dpi. Все буквенные и цифровые обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисовочном текстах. Надписи и другие обозначения на графиках и рисунках должны быть четкими и легко читаемыми. **ПОДПИСИ К РИСУНКАМ и ЗАГОЛОВКИ ТАБЛИЦ ОБЯЗАТЕЛЬНЫ.** Оформляются отдельным блоком на казахском, русском и английском языках.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские – курсивом. **Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста** (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ составляется в порядке цитирования и оформляется в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на литературу в тексте отмечаются по мере их появления порядковыми номерами в квадратных скобках. Список приводится на казахском, русском и английском языках.

4. Условия приобретения журналов авторами.

С автором(ами) заключается договор о приобретении 8 (восьми) экземпляров журнала с 50% скидкой, которые он(они) имеют право распространять среди горной общественности. Для авторов, проживающих в других городах (кроме г. Алматы) и не имеющих представителей в г. Алматы, в счет включаются почтовые услуги. После оплаты статья публикуется в очередном номере журнала, а автору(авторам) предоставляются экземпляры журнала, согласно счету.