

**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 26.06.2022 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 30.01.2024 г.

Отпечатано:

«Print House Geronа»
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»

**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

- 3 Колонка главного редактора
- Геотехнология
- 4 *Е.Т. Сердалиев, *Е.Е. Искаков, Б.А. Бахрамов, Д.Б. Аманжолов*
Экспериментальное исследование воздействия взрывных работ на устойчивость горных выработок
Геотехнология
- 11 *У.А. Бектибаев, Н. Жалгасулы, А.Т. Салкынов, *А.А. Исмаилова*
Гранулометрический состав руды – основной фактор выхода металла
Крепление горных выработок
- 18 *Р.А. Мусин, Н.Б. Бахтыбаев, *С.С. Ефремова, Р.Х. Альжанов*
Разработка крепления устья вентиляционного шурфа
Крепление горных выработок
- 25 *А.Қ. Матаев, *А.Ж. Имашев, Б. Хусан, Н.К. Шайке*
Выбор оптимального вида крепления горных выработок на основе моделирования напряженного состояния подземных конструкций
Минерально-сырьевые ресурсы
- 34 **O.O. Medvedieva, L.V. Yakubenko, P.I. Kopach, R.S. Lubinsky*
Integrated use of natural resources in the process of exploitation of steeply dipping mineral deposits
Геомеханика
- 43 **А.Б. Рымқұлова, Ш.Б. Зейтинова, Д.К. Жумадилова, А.Е. Касымжанова*
Массивтің сулануының ашық кеніш жағдауының тұрақтылық көрсеткіштеріне әсерін модельдеу
Геохимия
- 50 **А.Б. Демеуова, Б.В. Успенский, Р.К. Мадишева, Г.Б. Амангельдиева*
Перспективы нефтегазоносности Арыскупского прогиба Южно-Торгайского осадочного бассейна
- 56 Халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Қ.И. Сәтбаев және жер туралы ғылымдар»
Международная научно-практическая конференция «К.И. Сатпаев и науки о земле» ①
- 64 Требования к оформлению и условия предоставления статей

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат
Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

*Дорогие читатели!
Уважаемые коллеги!*

Вот мы и отпраздновали наступление Нового года. Уже прошло 23 года XXI столетия, т.е. столько же, как появился на свет по общепринятой в христианском мире легенде сын Божий Иисус Христос.

Мусульманам предстоит еще праздновать наступление Нового дня – по-персидски Новруза (Наурыз). Он же по дате совпадает с нашим тюркским (языческим) днем Коктем, т.е. 21-ым марта, когда наступит в 2024 г. Год Улитки. Улитка медленно, но верно доползет сама и притащит нас в цветущий сад благоденствия и счастья, как говорили наши предки.

Праздники всех народов мира, независимо от религии, связаны с миром, дружбой, взаимным доверием и взаимопониманием, потому что только такая обстановка создает условия счастливой и здоровой жизни, о чем мечтает каждый человек.

Желание должно подкрепляться действиями, которые способствуют их исполнению.

Хорошо, что народ Казахстана сможет обратиться со словами и поздравлениями ко всему окружающему нас миру трижды: и по григорианскому, и по юлианскому, и по тюркскому календарю. Инициатива нашего Президента Токаева К.-Ж. К. об особом отношении к празднику должна только приветствоваться и получить свое развитие в общественном сознании.

Но, придерживаясь мировой системы отсчета времени и сохраняя те даты и традиции, связанные с ними, которые были для нас уже с детства ожидаемыми, радостными и календарными, должны не забывать и восстановить в торжественном облачении свой праздник Весны и всеобщего обновления природы и тесно связанного с ней нашего населения.

В этой связи, конечно, вспомнив о добрых традициях ушедшего времени, надо их органически объединить с новыми, диктуемыми временем, обычаями и праздничными событиями, которые исходят из истории казахов и в то же время создают обстановку праздника для всех граждан.

Праздник Коктем не является религиозным, он не задевает негативно ничьих чувств, и надо надеяться, что он вольется в ряд праздников нашей Родины.

С Новым годом, друзья! Коллектив нашего журнала желает всем здоровья и благополучия, успехов в ваших начинаниях!

Код МРНТИ 52.13.21:52.13.15

Е.Т. Сердалиев¹, *Е.Е. Искаков¹, Б.А. Бахрамов², Д.Б. Аманжолов³¹Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),²Акционерное общество «AltynEx company» (г. Алматы, Казахстан),³Toraighyrov University (г. Павлодар, Казахстан)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Аннотация. В статье приведены результаты исследования воздействия взрывных работ на массив горных пород при горнопроходческих работах в условиях Восточно-Жезказганского рудника. Описана методика проведения опытно-промышленного исследования воздействия взрыва на устойчивость горных выработок, закрепленных комбинированной крепью, базирующаяся на измерении амплитудных характеристик и скорости распространения сейсмических волн взрыва в массиве и обработке данных методом численного моделирования. Установлены закономерности распространения акустических колебаний в массиве вокруг горной выработки и на основе этого определены запасы прочности применяемой крепи. Достоверность научных выводов обеспечивается проведением необходимого объема экспериментальных исследований в промышленных условиях, созданием численной модели напряженно-деформированного состояния массива вокруг выработки при воздействии взрывом.

Ключевые слова: горная выработка, проходка, взрыв, массив, крепь, сейсмический эффект, обрушение, моделирование.

Тау-кен қазбаларының орнықтылығына жарылыс жұмыстарының әсер етуін эксперименталды зерттеу

Аннотация. Мақалада Шығыс-Жезказған кенішінің шарттарында тау-кен жұмыстары кезінде таужыныстары массивіне жарылыс жұмыстарының әсерін эксперименталды зерттеудің нәтижелері берілген. Жарылыс кезінде массивтегі сейсмикалық толқындардың амплитудалық сипаттамалары мен таралу жылдамдығын өлшеуге және сандық модельдеу әдісін пайдалана отырып өңдеуге негізделген, құрама бекітпемен бекітілген қазбаларының тұрақтылығына жарылыстың әсерін өндіріс шарттарында зерттеу әдісі көрсетілген. Қазба айналасындағы массивтегі акустикалық тербелістердің таралу заңдылықтары негізделіп, соның негізінде қолданылатын бекітпенің қауіпсіздік шегі анықталды. Ғылыми тұжырымдардың сенімділігі өндірістік шарттарда қажетті көлемдегі тәжірибелік зерттеулерді орындау, жарылыс әсерінен қазба айналасындағы массивтің кернеулі-деформациялық күйінің сандық моделін құру арқылы қамтамасыз етіледі.

Түйінді сөздер: тау-кен қазбасы, қазба өту, жарылыс, массив, бекітпе, сейсмикалық әсер, опырылу, модельдеу.

Experimental study of the impact of blasting on the stability of mining works

Abstract. The article presents the results of a study of the impact of blasting on a rock mass during mining operations in the conditions of the East-Zhezkazgan mine. A methodology for conducting a pilot study of the impact of an explosion on the stability of mine workings secured with combined support is described, based on measuring the amplitude characteristics and propagation speed of seismic waves of an explosion in a rock mass and processing data using the numerical modeling method. The patterns of propagation of acoustic vibrations in the massif around the mine opening have been established and, on the basis of this, the safety margins of the lining used have been determined. The reliability of scientific conclusions is ensured by carrying out the required amount of experimental research in industrial conditions, creating a numerical model of the stress-strain state of the massif around a working when exposed to an explosion.

Key words: mining, excavation, explosion, massif, support, seismic effect, collapse, modeling.

Введение

Проходка любой подземной выработки сопровождается изменением естественного напряженно-деформированного состояния породных массивов. Механические процессы, порождаемые этим воздействием, влекут за собой формирование нового напряженно-деформированного состояния массива в прилегающих к выработкам участках. Известно, что породный массив представляет собой дискретную, неоднородную и анизотропную среду, где механические процессы деформирования обладают нелинейным временным характером. Помимо геологических факторов, значительное воздействие оказывают технико-технологические условия проходки, включая форму и размеры выработок, их расположение в массиве, способы проходки и поддержания, конструкция и технология установки крепежных элементов и т.д.

Технико-технологические условия проходки выработок приводят к созданию искусственной неоднородности в массиве. Эта неоднородность формируется как результат процессов разрушения, упрочнения и физического выветривания горных пород, происходящих вокруг выработки в период ее проходки или эксплуатации. Так, например, многими исследователями установлено, что при буровзрывном способе проходки выработки в приконтурной зоне возникают трещины взрывного происхождения, интенсивность которых уменьшается по мере углубления в массив, что приводит к формированию технологической неоднородности в нем. Во многих случаях именно эти факторы приводят к возникновению механических

процессов в форме локальных обрушений в процессе горнопроходческих работ [1, 2, 3, 4].

В области взрывных работ, к сожалению, не существует широко принятого метода оценки негативных воздействий взрыва в условиях подземных горных работ. Практически все известные методы оценки сейсмического эффекта и ударно-воздушной волны разработаны прежде всего для наземных массовых взрывов, подземные массовые взрывы в ходе процессов очистных работ рассматриваются очень ограниченно. В частности, методы оценки сейсмического воздействия подземных взрывов при горнопроходческих работах на массив и устойчивость горных выработок, отсутствуют.

Поэтому решение данной задачи целесообразно и эффективно на основании экспериментальных исследований и обработки результатов численными методами, позволяющее обосновать закономерности формирования напряженно-деформированного состояния массива и крепи выработки, определить допустимые параметры взрывного воздействия для применяемых видов крепей и предложить новые рациональные решения.

Методы исследования и проведение эксперимента

Исследования сейсмического воздействия и ударно-воздушной волны взрыва на породный массив, ослабленного искусственно созданной полостью – горной выработкой, проводились при проходке буро-доставочного штрека, панели 2 (подмост), горизонта 180 м, залежи «Кресты 3-2, 3-1», Шахты 57, Восточно-Жезказганского рудника.

На момент проведения экспериментальных работ выработка была закреплена комбинированной крепью, состоящей из сталеполимерного анкера и набрызгбетона. Отстояние анкерной крепи от забоя составляет 2 м, набрызгбетонного покрытия – 180 мм [5, 6].

Согласно паспорту БВР поперечное сечение выработки составляет $S = 23,4 \text{ м}^2$, количество шпуров на один цикл – 37 шт (плюс 2 компенсационных скважины диаметром 89 мм), диаметр шпуров 51 мм, глубина шпуров 3,7 м, расход ВВ на один цикл составляет – 185,6 кг, основной тип ВВ – гранулированный Rioxam (178,2 кг), инициирующее ВВ – патронированный Аммонал (7,4 кг), при этом время замедления между двумя группами зарядов составляет до 10000 м/с [5, 6].

Первоначально, исследование было направлено на изучение действия ударно-воздушной волны взрыва на массив методом акустической эмиссии. Для этого на рассматриваемом участке массива, на расстоянии 1,5-2 м от забоя производился контроль по периметру выработки на имеющиеся трещины, разломы, расслоения и изменения их размеров после взрыва, а также выявления новых дефектов. Результаты проведенного визуально-измерительного контроля показаны ниже на рис. 1.



Рис. 1. Результаты визуально-измерительного контроля массива вокруг рассматриваемой выработки до и после производства взрыва.

Сурет 1. Қарастырылып отырған қазба айналасындағы массивті жарылысқа дейін және жарылыстан кейін көзбен өлшеп бақылау нәтижелері.
Figure 1. Results of visual and measuring control of the massif around the considered mine before and after the explosion.

В результате визуально-измерительного контроля состояния выработки до и после производства взрыва ($Q = 185,6 \text{ кг}$) установлено, что в массиве вокруг рассматриваемой выработки в целом не наблюдаются внешние признаки опасных деформаций: новые раскрытые трещины в кровле и боках отсутствуют, величина раскрытия имеющихся трещин не превышает 2%; вывалов пород из кровли не наблюдается; на расстоянии до 1,5 м от забоя присутствуют видимые отслаивания приконтурных слоев со стороны кровли выработки, но без образования куполов в пределах ширины выработки.

Для более полного изучения сейсмического воздействия подземных взрывов на массив и устойчивость горных выработок, следующим этапом служило исследование процессов распространения сейсмических колебаний в породном массиве. Это исследование основано на анализе сейсмоколебаний, возникающих в результате взрыва, и их сравнении с допустимой скоростью смещения [7, 8].

Исследование параметров сейсмического колебания породного массива производилось при помощи станции сейсмомониторинга Sigma 4+ (рис. 2), устанавливаемой непосредственно в горной выработке.



Рис. 2. Установка станции для сейсмомониторинга Sigma 4+.

Сурет 2. Sigma 4+ сейсмикалы-бақылау станциясын орнату.
Figure 2. Installation of Sigma 4+ station for seismic monitoring.

Сеймостанция оснащена 6 геофонами, установка геофонов производилась на почве выработки на расстоянии 2 м друг от друга, с зачисткой от балласта до контакта с прочными однородными породами (рис. 3 и 4).

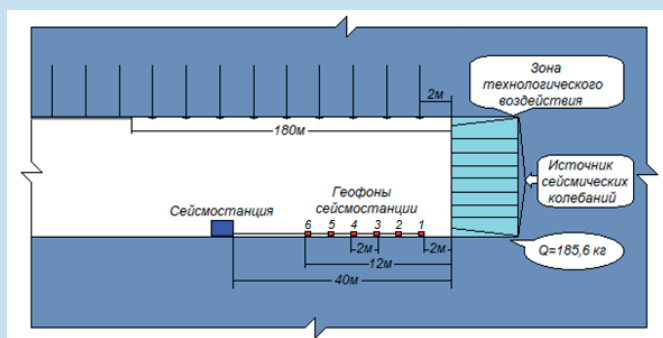


Рис. 3. Схема исследуемого участка массива с установленной сеймостанцией.

Сурет 3. Сейсмикалы станция орнатылған зерттелетін массив аймағының схемасы.

Figure 3. Scheme of the studied section of the massif with an installed seismic station.



Рис. 4. Установка геофонов на почве выработки и подключение их к сеймостанции.

Сурет 4. Геофондарды қазба табанына орнату және оларды сеймостанцияға жалғау.

Figure 4. Installation of geophones on the excavation soil and connecting them to the seismic station.

В процессе исследования измерялись амплитудные характеристики скорости и ускорения сейсмической волны. Измерения параметров сейсмической волны проводились с помощью датчиков 2 Гц ЗС, прикрепленных к геофонам. Работы по записи результатов измерений велись в автоматическом режиме.

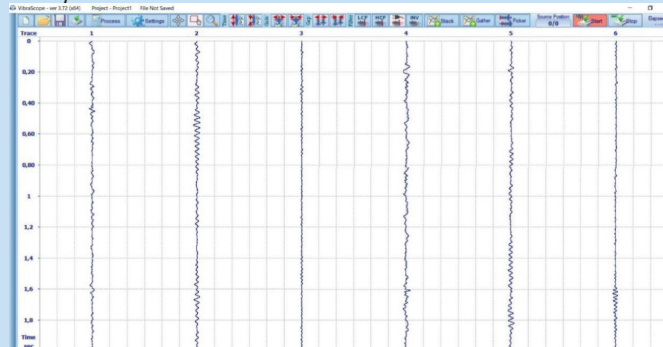
При выходе детонационной волны на поверхность зарядной камеры возникает формирование сейсмической и ударной волны в окружающей среде. Это явление – результат взаимодействия масс продуктов взрыва с окружающей средой, характеризующееся высокими скоростями движения, давлением и существенными изменениями плотности. В дальнейшем данный процесс анализируется с учетом волнового движения среды, характеризующегося пространственно-временными координатами, напряжениями и деформациями, а также скоростями перемещения частиц и распространения деформаций различного типа.

Результаты

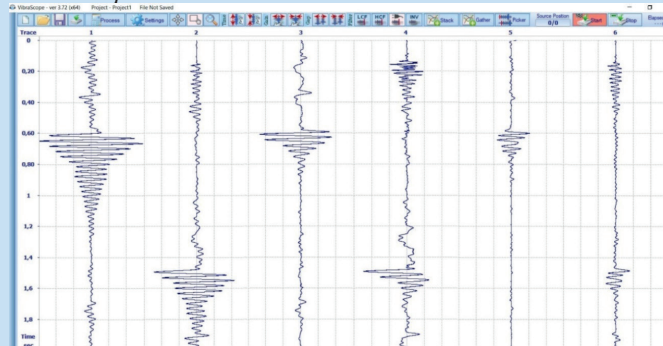
Результаты измерений величины амплитуды скоростей смещения сред от воздействия сейсмических волн,

полученные из геофонов в процессе производства взрыва ($Q = 185,6$ кг), показаны на рис. 5 и в табл. 1.

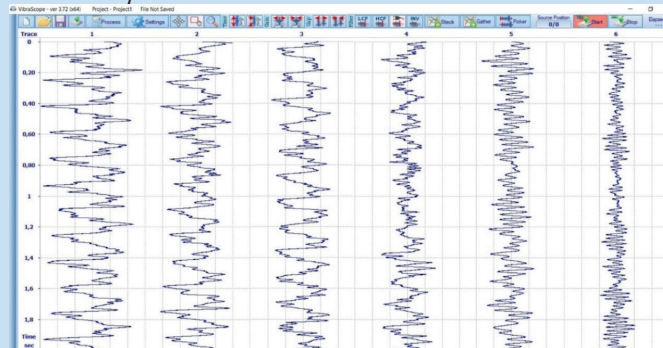
до взрыва



начало взрыва



момент взрыва



после взрыва

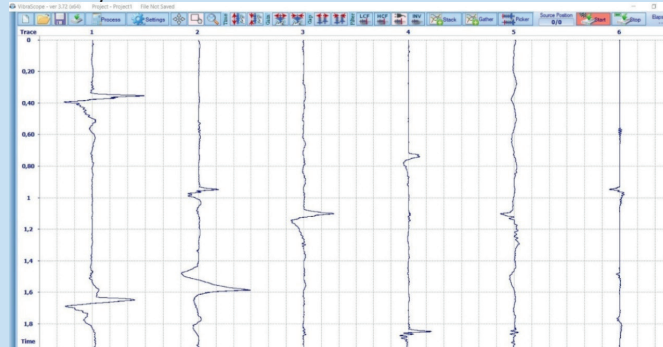


Рис. 5. Гистограммы энергии сейсмического сигнала в 6-ти точках контроля по времени взрыва.

Сурет 5. Жарылыс уақыты бойынша 6 бақылау нүктесіндегі сейсмикалық қуат белгілерінің гистограммалары.

Figure 5. Histograms of seismic signal energy at 6 control points based on explosion time.

Таблица 1

Значения амплитуды скоростей смещения сред от воздействия сейсмических волн, полученные из 6-ти геофонов в процессе производства взрыва

Кесте 1

Жарылыс кезіндегі 6 геофоннан алынған, сейсмикалық толқын әсерінен болған ортаның жылжу жылдамдығы амплитудаларының мәндері

Table 1

Values of the amplitude of the displacement velocities of media from the influence of seismic waves, obtained from 6 geophones during the explosion process

Точка измерения	Направление амплитуды	Частота измерения f , Гц	Скорость амплитуды V , м/с
Геофон №1	горизонтальное	25-20	1,3
	вертикальное		0,85
Геофон №2	горизонтальное	25-20	1,1
	вертикальное		0,77
Геофон №3	горизонтальное	15-20	0,83
	вертикальное		0,58
Геофон №4	горизонтальное	15-20	0,65
	вертикальное		0,46
Геофон №5	горизонтальное	15-10	0,5
	вертикальное		0,35
Геофон №6	горизонтальное	15-10	0,2
	вертикальное		0,14

В результате измерений сейсмических и воздушных волн установлено:

- измеренные интенсивности сейсмических и воздушных волн в диапазоне расстояний $R = 2 \div 12$ м и мощностей взрывов $Q = 65,2 \div 120,4$ кг ВВ лежат в пределах $5,5 \div 12,0$ кПа;

- коэффициент перехода энергии ВВ в энергию воздушной волны изменяется в пределах $0,0009 \div 0,0017$.

Обработка экспериментальных данных и обсуждение результатов

Для более детального изучения сейсмического воздействия взрывных работ при проходке горных выработок на комбинированную крепь далее на основе полученных данных экспериментальным путем была построена численная модель [9, 10] с использованием программного комплекса Rocscience RS2 (рис. 6).

Результаты исследования указывают на то, что источником акустических колебаний при разрушении забоя в рассматриваемой области спектра не является только сила взрыва. Энергия этого воздействия зависит от различных факторов, включая физико-механические свойства породного массива, расположение и массу заряда, тип взрывчатого вещества и прочее. Акустические колебания, возникающие в процессе разрушения, распространяются от зоны разрушения забоя вглубь массива до плоскости максимального опорного давления, откуда они подвергаются наибольшему отражению.

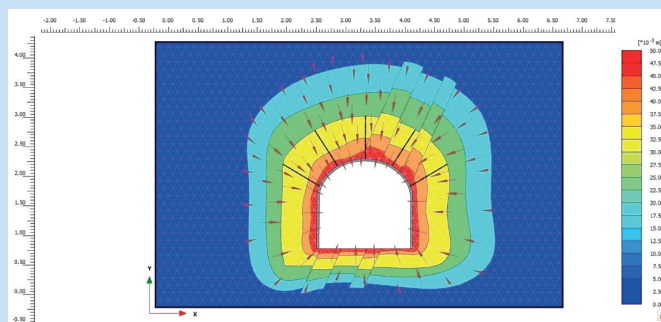


Рис. 6. Векторы распространения перемещений в последствии проведения взрыва.

Сурет 6. Жарылыстан пайда болған жылжулардың таралу векторлары.

Figure 6. Vectors of propagation of displacements after an explosion.

Согласно разработанной численной модели воздействия взрывных работ на породный массив было установлено, что область распространения сейсмической и воздушной волн ограничена объемом, радиус которого в направлении горных пород составляет 5-10 радиусов заряда, в то время как в направлении открытого пространства этот радиус достигает 1000 радиусов заряда. В пределах этого объема порода быстро подвергается сжатию и перемещается в направлении фронта волны деформации. Напряжение на фронте волны превышает модуль объемного сжатия среды, а нормальные напряжения волны переходят в текучее состояние, формируя зону пластических деформаций с системой многочисленных пересекающихся трещин, приводящих к изменению структуры породы (рис. 7).

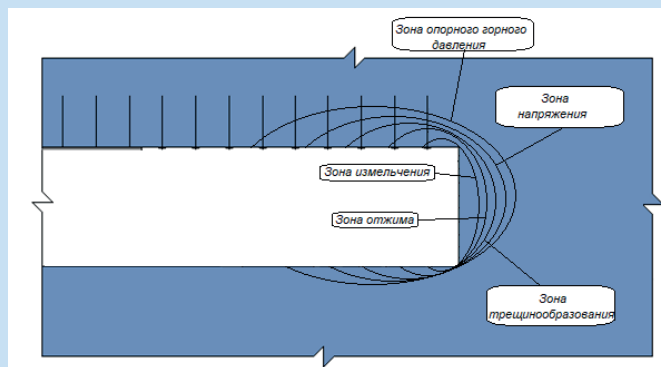


Рис. 7. Процесс распространения сейсмических колебаний в массиве вокруг горной выработки.

Сурет 7. Қазба айналасындағы массивтегі сейсмикалық толқындардың таралу процесі.

Figure 7. The process of propagation of seismic vibrations in the mass around the mine opening.

Согласно расчетам численного метода, акустические колебания, возбужденные в области призабойной зоны, при распространении вглубь массива проходят через среду с переменными параметрами. Изменения напряжений в этой среде соответствуют параметрам вертикальных напряжений, а ее протяженность соответствует расширению зоны повышенного горного давления.

Заключение

В результате исследования сейсмических и воздушных волн при проходке выработок горным способом установлено:

- в результате взрыва в приконтурной области горных выработок возникают сжимающие и растягивающие напряжения, которые превышают значения напряжения на фронте ударной волны и вызывают разрушения приконтурной части выработок;

- при взрыве промышленного ВВ в количестве 185,6 кг двумя группами, с интервалом замедления между группами до 10000 м/с величина максимальной действующей силы на массив будет составлять 4,8-5,0 МН/м²;

- при воздействии на массив горных пород, состоящих из диоритов и гранодиоритов, взрывом силой до 5,0 МН/м² разрушительная сейсмическая волна будет действовать в радиусе 2-3 м, а затухание сейсмических волн будет происходить в радиусе 180-250 м от центра заряда.

Таким образом при проходческих работах, взрыве шпуровых зарядов с общей массой 185,6 кг на расстоянии до

3 м от забоя в массиве будет действовать максимально сжимающая сила, возникающая от сейсмических и воздушных волн, которая может нарушить контакт торкрет-бетона с контуром выработки и привести к деформации и разрушению крепи.

В связи с этим, при применении комбинированной крепи (анкер-торкретбетон) для крепления горных выработок в условиях Восточно-Жезказганского рудника было рекомендовано устанавливать торкрет-бетонное покрытие за зонами отжима и трещинообразования, т.е. на расстоянии от забоя не менее 3-4 м.

Благодарности

Статья опубликована по результатам научно-исследовательских работ, выполняемых в рамках проекта ИРН АР14871266 «Разработка инновационных методов эффективной и безопасной подземной разработки маломощных наклонных рудных залежей», при грантовом финансировании Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Serdaliyev Y. Исследование влияния элементов залегания маломощного рудного тела и параметров камер на величину потерь и разубоживания. / Y. Serdaliyev, Y. Iskakov, B. Bakhratov, D. Amanzholov. // Разработка месторождений полезных ископаемых. 2022. №16 (4). С. 56-64 (на английском языке)
2. Беляева И.Ю. О предельном значении параметра упругой нелинейности структурно неоднородных сред. / И.Ю. Беляева, В.Ю. Зайцев. // Акустический журнал. 1998. №6. С. 731-737 (на русском языке)
3. Сотников Р.О. Прогноз воздействия динамических проявлений горного давления на устойчивость породных обнажений. / Р.О. Сотников, М.А. Вильнер. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020. №6, специальный выпуск 21. С. 3-13 (на русском языке)
4. Karasev M.A. Разработка модели прогнозирования динамического воздействия на устойчивость горных выработок. / M.A. Karasev, R.O. Sotnikov, V.Y. Sinegubov, N.A. Egorova, K.V. Makarov, A.I. Thorikov. // Издательство IOP Journal of Physics: Серия конференций. 2019. С. 188-189 (на английском языке)
5. Проект промышленной разработки Жезказганского месторождения подземным способом (корректировка). П17-01/04-ПЗ. Т. 1. ТОО «Корпорация Казахмыс». Головной проектный институт. 2017. С. 245 (на русском языке)
6. Инструкция по применению анкерной и комбинированной крепи на рудниках ПО «Жезказганцветмет». ТОО «Корпорация Казахмыс». ПО «Жезказганцветмет». 2015. С. 45 (на русском языке)
7. Колесников В.Г. Управление разрушением напряженных пород с позиций динамической микромеханики. // Геотехническая механика: Д.: ИГТМ НАН Украины. 1997. №3. С. 92-95 (на русском языке)
8. Tsibaev S., Renev A., Zainulin R., Kucherenko A. Анализ деформаций горного массива и элементов анкерной крепи при длительном ремонте горных выработок. // Сеть конференций E3S 174, 01001. 2020. С. 1-8 (на английском языке)
9. Сердалиев Е.Т. Исследование сейсмического воздействия взрыва на массив при отработке маломощных рудных залежей. / Е.Т. Сердалиев, Е.Е. Исаков, Б.А. Бахрамов, Д.Б. Аманжолов. // Горный журнал Казахстана. 2023. №9. С. 8-11 (на русском языке)
10. Zhao M., Huang D., Cao M., Chi E., Liu J., Kang Q. Индекс энергетической оценки безопасности взрывной вибрации. // Удар и вибрация. 2015. Т. 2015. С. 9 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Serdaliyev Y. Кеннің жоғалымы мен құнарсыздану шамасына жұқа кен шоғырларының орналасу элементтері мен камера параметрлерінің әсерін зерттеу. / Y. Serdaliyev, Y. Iskakov, B. Bakhratov, D. Amanzholov. // Пайдалы қазбалы кенорындарын игеру. 2022. №16 (4). Б. 56-64 (ағылшын тілінде)

2. Беляева И.Ю. Құрылымдық біртекті емес орталардың серпімді сызықтылық параметрінің шекті мәні туралы. / И.Ю. Беляева, В.Ю. Зайцев. // Акустикалы журнал. 1998. №6. Б. 731-737 (орыс тілінде)
3. Сотников Р.О., Вильнер М.А. Тау қысымының динамикалық көріністерінің тау жыныстары шөгінділерінің тұрақтылығына әсерінің болжамы. / Р.О. Сотников, М.А. Вильнер. // Тау-кен ақпараттық-аналитикалық бюллетені. 2020. №6, арнайы шығарылым 21. Б. 3-13 (орыс тілінде)
4. Karasev M.A. Тау-кен қазбаларының орнықтылығына динамикалық әсер етуді болжау моделін әзірлеу. / M.A. Karasev, R.O. Sotnikov, V.Y. Sinegubov, N.A. Egorova, K.V. Makarov, A.I. Thorikov. // IOP Journal of Physics баспасы: Конференциялар сериясы. 2019. Б. 188-189 (ағылшын тілінде)
5. Жезқазған кен орнын жерасты әдісімен өнеркәсіптік игеру жобасы (түзету). П17-01/04-ПЗ. Шығ. 1. «Қазахмыс Корпорациясы» ЖШС. Бас жобалау институты. 2017. Б. 245 (орыс тілінде)
6. «Жезқазғанцветмет» өндірістік бірлестігінің шахталарында зәкірлік және құрама тіректерді қолдану жөніндегі нұсқаулық. «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС. «Жезқазғанцветмет» ҚБ. 2015. Б. 45 (орыс тілінде)
7. Колесников В.Г. Динамикалық микромеханика тұрғысынан кернеулі таужыныстарының бұзылуын бақылау. // Геотехникалық механика: Д.: Украина ҰҒА ГТМИ. 1997. №3. Б. 92-95 (орыс тілінде)
8. Tsibaev S., Renev A., Zainulin R., Kucherenko A. Тау-кен қазбаларын ұзақ мерзімді жөндеу кезінде таужынысы массиві мен анкер элементтерінің деформациясын талдау. // E3S Конференциялар желісі 174, 01001. 2020. Б. 1-8 (ағылшын тілінде)
9. Сердалиев Е.Т. Жұқа кен шоғырларын игеру кезіндегі массивке жарылыстың сейсмикалық әсерін зерттеу. / Е.Т. Сердалиев, Е.Е. Исаков, Б.А. Бахрамов, Д.Б. Аманжолов. // Қазақстанның кен журналы. 2023. №9. Б. 8-11 (орыс тілінде)
10. Zhao M., Huang D., Cao M., Chi E., Liu J., Kang Q. Жарылыс дірілінің қауіпсіздігінің энергетикалық бағасының индексі. // Соққы және діріл. 2015. Т. 2015. Б.9 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Serdaliyev Y. Research into the influence of the thin ore body occurrence elements and stope parameters on loss and dilution values. / Y. Serdaliyev, Y. Isakov, B. Bakhramov, D. Amanzholov. // Mining of Mineral Deposits. 2022. №16 (4). P. 56-64 (in English)
2. Belyayeva I.Y. O predel'nom znachenii parametra uprugoy nelineynosti strukturno neodnorodnykh sred. / I.Y. Belyayeva, V.Y. Zaytsev. // Akusticheskiy zhurnal. 1998. №6. S. 731-737 [On the limiting value of the elastic nonlinearity parameter of structurally inhomogeneous media. // Acoustic magazine. 1998. №6. P. 731-737] (in Russian)
3. Sotnikov R.O. Prognoz vozdeystviya dinamicheskikh proyavleniy gornogo davleniya na ustoychivost' porodnykh obnazheniy. / R.O. Sotnikov, M.A. Vil'ner. // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2020. №6, spetsial'nyy vypusk 21. S. 3-13 [Prediction of the impact of dynamic manifestations of rock pressure on the stability of rock outcrops. // Mining information and analytical bulletin. 2020. №6, special issue 21. P. 3-13] (in Russian)
4. Karasev M.A. Development of a model for predicting the dynamic effect on the stability of rock excavation. / M.A. Karasev, R.O. Sotnikov, V.Y. Sinegubov, N.A. Egorova, K.V. Makarov, A.I. Thorikov. // IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series. 2019. P. 188-189 (in English)
5. Projekt promyshlennoy razrabotki Zhezkazganskogo mestorozhdeniya podzemnym sposobom (korrektirovka). P17-01/04-PZ. Tom 1. TOO «Korporatsiya Kazakhmys». Golovnoy projektnyy institut. 2017. S. 245 [Project for industrial development of the Zhezkazgan deposit by underground method (adjustment). P17-01/04-PZ. Vol. 1. Kazakhmys Corporation LLP. Leading design institute. 2017. P. 245] (in Russian)
6. Instruktsiya po primeneniyu ankernoy i kombinirovannoy krepі na rudnikakh PO «Zhezkazgantsvetmet». TOO «Korporatsiya Kazakhmys». PO «Zhezkazgantsvetmet». 2015. S. 45 [Instructions for the use of anchor and combined support at the mines of the Zhezkazgantsvetmet Production Association. Kazakhmys Corporation LLP. PA «Zhezkazgantsvetmet». 2015. P. 45] (in Russian)
7. Kolesnikov V.G. Upravlenie razrusheniem napryazhennykh porod s pozitsii dinamicheskoi mikromekhaniki. // Geotekhnicheskaya mekhanika: D.: IGTM NAN Ukrainy. 1997. №3. S. 92-95 [Control of fracture of stressed rocks from the perspective of dynamic micromechanics. // Geotechnical mechanics: D.: IGTM NAS of Ukraine. 1997. №3. P. 92-95] (in Russian)
8. Tsibaev S., Renev A., Zainulin R., Kucherenko A. Analysis of rock mass and anchor support elements deformations during the long-term maintenance of mine workings. // E3S Web of Conferences 174, 01001. 2020. P. 1-8 (in English)
9. Serdaliyev Y.T. Issledovaniye seysmicheskogo vozdeystviya vzryva na massiv pri otrabotke malomoshchnykh rudnykh zalezhey. / Y.T. Serdaliyev, Y.Y. Isakov, B.A. Bakhramov, D.B. Amanzholov. //

- Gornyy zhurnal Kazakhstan. 2023. №9. S. 8-11 [Study of the seismic impact of an explosion on a massif during the mining of thin ore deposits. // Mining Journal of Kazakhstan. 2023. №9. P. 8-11] (in Russian)*
10. Zhao M., Huang D., Cao M., Chi E., Liu J., Kang Q. An Energy-Based Safety Evaluation Index of Blast Vibration. // Shock and Vibration. 2015. Vol. 2015. P. 9 (in English)

Сведения об авторах:

Сердалиев Е.Т., канд. техн. наук, доцент, профессор-исследователь кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), serdaliyev.yerdulla@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5779-8218>

Искаков Е.Е., PhD, профессор-исследователь кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), iskakov.yerkin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5269-9018>

Бахрамов Б.А., магистр технических наук, Технический директор Акционерного общества «AltynEx company» (г. Алматы, Казахстан), bagdat.baxramov@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8822-6941>

Аманжолов Д.Б., PhD, старший преподаватель кафедры «Промышленное гражданское и транспортное строительство» Факультета инженерии Toraighyrov University (г. Павлодар, Казахстан), amanzholovdikhon@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5666-9649>

Авторлар туралы мәліметтер:

Сердалиев Е.Т., техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты, «Тау-кен ісі» кафедрасының зерттеуші-профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Искаков Е.Е., PhD, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты, «Тау-кен ісі» кафедрасының зерттеуші-профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Бахрамов Б.А., техника және технология магистрі, «AltynEx company» Акционерлік қоғамының техникалық директоры (Алматы қ., Қазақстан)

Аманжолов Д.Б., PhD, Toraighyrov University, Инженерия факультетінің «Өнеркәсіптік, азаматтық және көлік құрылысы» кафедрасының аға оқытушысы (Павлодар қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Serdaliyev Y.T., Candidate of Technical Sciences, Research Professor at the «Mining» Department of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Iskakov Y.Y., PhD, Research Professor at the «Mining» Department of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Bakhramov B.A., master of technical science, Technical Director of JSC «AltynEx company» (Almaty, Kazakhstan)

Amanzholov D.B., PhD, Senior lecturer of the department «Industrial, Civil and Transport Construction» of the Faculty of Engineering of the Toraighyrov University (Pavlodar, Kazakhstan)

**12–15 марта
2024
Екатеринбург**



**металлургмаш. литмаш.
металлоконструкции**

**выставка технологий и оборудования
для металлургии, литейной промышленности
и готовой металлопродукции**

**(342) 264-64-24
bav@expoperm.ru**

metalmash.proexpo.ru



Код МРНТИ 52.13.05

У.А. Бектибаев¹, Н. Жалгасулы¹, А.Т. Салкынов², *А.А. Исмаилова¹

¹Институт горного дела им. Д.А. Кунаева (г. Алматы, Казахстан),

²Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганды, Казахстан)

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУДЫ – ОСНОВНОЙ ФАКТОР ВЫХОДА МЕТАЛЛА

Аннотация. В статье рассматривается современное состояние добычи и переработки некондиционных медных руд, временно оставленных из-за совершенства ранних технологий подземной и открытой разработки месторождений полезных ископаемых и характеризующихся влиянием зависимости извлечения металла от характера дробления. Дело в том, что чем оптимальнее кусок руды для выщелачивания, контакт поверхности становится больше, что обеспечивает максимум выхода металлов. Однако для получения ожидаемого гранулометрического состава взорванной горной массы при известной эффективной глубине проникновения реагента внутрь рудного куска важно знать также параметры скважины, обуславливаемой технической вооруженностью процесса отбойки.

Ключевые слова: некондиционные медные руды, кучное выщелачивание, дробление, контакты, гидрометаллургия, растворители.

Кеннің гранулометриялық құрамы – металл шығымының негізгі факторы

Андатпа. Мақалада пайдалы қазбалар кен орындарын жерасты және ашық әдіспен игерудің технологияларының дамымауына байланысты металды өндірудің кеннің ірілі-ұсағының сипатына тәуелділігінің әсерімен мыс кендерін шығару мен өңдеудің қазіргі жағдайы қарастырылады. Кенді алудың сілтілеу әдісін ұсынғанымызда руданың кесектігі тиімді болса оның ерітіндімен жанасу беті соғұрлым көбірек болады, бұл металдардың максималды шығын қамтамасыз етеді. Кенді копарғанда оның ірілі-ұсақтылығын кен кесегіне ерітінділердің сіңірілуінің тиімді өлшем аумағына байланысты болуы керек. Бұл үдеріс бұрғылаудың техникалық жабдықталуымен байланысты болады да, ұңғыманың диаметрі, сондай-ақ олардың ара қашықтығы ұсынылатын технологияға байланысты болып, кеннен алынатын металдардың мөлшері максималды деңгейде болуын шартты түрде қадағалау керек.

Түйінді сөздер: сапашартсыз мыс кені, руда үйіндісі, ұсақтау, контактілер, сілтілеу, гидрометаллургия, ерітінділер.

Ore granulometric composition is the main factor of metal yield

Abstract. The article examines the current state of mining and processing of substandard copper ores, temporarily abandoned due to the insufficiency of early technologies for underground and open-pit mining of mineral deposits and characterized by the influence of the dependence of metal extraction on the nature of crushing. The fact is that the smaller the piece of ore for leaching, the contact surface becomes larger, which ensures a maximum yield of metals. However, to obtain the expected granulometric composition of the blasted rock mass with a known effective depth of penetration of the reagent into the ore monolith, it is also important to know the diameter of the well, determined by the technical equipment of the mining process, as well as the distance between the wells and other factors.

Key words: substandard copper ores, heap leaching, crushing, contacts, hydrometallurgy, solvents.

Введение

Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых, в том числе подземное и кучное выщелачивание, используются в мировой практике для переработки забалансовых, отвалных и потерянных руд. Наиболее широко такие методы применяются для разработки медных и урановых руд. В то же время имеются большие запасы некондиционных медных, свинцово-цинковых руд, для разработки которых могут быть применены геотехнологические методы.

Дробление руды – один из наиболее важных вопросов подготовки ее к выщелачиванию. Качество дробления руды существенно влияет на эффективность метода выщелачивания. Параметры буровзрывных работ, установленные при традиционной технологии, не обеспечивают требуемого гранулометрического состава руды и равномерного разрыхления, особенно при разрушении крепких руд типа Жезказганских.

В основе процесса выщелачивания металла из руд лежит явление диффузии, характеризующееся весьма низкими скоростями, снижение времени выщелачивания и увеличение доли извлечения металла при прочих постоянных параметрах обратно пропорционально линейному размеру куска. Вследствие, масштаб процесса будет тем больше, чем больше площадь контакта рудного минерала с рабочим раствором.

При подземном и кучном выщелачивании существенным является получение оптимального коэффициента разрыхления руды по отбиваемым слоям для равномерной фильтрации раствора, а также получение фракционного состава руды, заданного химической технологией. Опыт подготовки горной массы заданной степени дробления свидетельствует о том, что средний размер куска пропор-

ционален диаметру буровых скважин и обратно пропорционален удельному расходу ВВ.

За последние десятилетия произошло значительное истощение запасов богатых руд, особенно в промышленно развитых районах. Вследствие этого возникла необходимость поиска и внедрения новых способов производства металлов из нетрадиционных источников сырья. К таким источникам следует отнести окисленные, сульфидные и более или менее богатые труднообогатимые руды цветных металлов. Отвалы забалансовых и некондиционных руд, а также «отработанные» месторождения являются долговременным источником загрязнения окружающей среды за счет самопроизвольного выщелачивания из них меди, цинка, свинца, мышьяка и других металлов. Наиболее рациональным способом избавления от пагубного влияния таких объектов на окружающую среду является организация управляемого кучного и подземного выщелачивания. Таким образом, выщелачивание призвано решить одновременно две задачи: расширить сырьевую базу производства металлов и улучшить экологию данных районов.

В условиях Жезказганского горно-металлургического комбината руды в оставляемых целиках колеблются от 12 до 25%, достигая иногда 40%, за период разработки в разного рода потерях оставлено десятки млн т богатой руды. Ежегодный прирост потерь в целиках с учетом увеличивающейся добычи равен примерно годовой производительности нового медного рудника.

Поэтому изыскание наиболее эффективных методов добычи потерянных, забалансовых и бросовых руд имеет первостепенное значение. Одним из таких методов является подземное и кучное выщелачивание. Успешное решение проблемы добычи меди из разных типов руд способствует их вторичной разработке и максимально полного использованию богатств недр.

Целью настоящей статьи является обследование Жезказганского месторождения и разработка рекомендаций по вовлечению в подземное и кучное выщелачивание наиболее пригодных участков рудного поля.

Материалы и основные методы

По характеру явления растворов все многообразие известных способов и технических решений подземного выщелачивания металлов на месте залегания можно классифицировать на три принципиально гидротехнологические схемы: гидродинамическая, применяемая при выщелачивании изотропных и анизотропных руд направленным напорным потоком раствора реагента; инфильтрационная, применяемая при капиллярном выщелачивании изотропных руд; гидростатическая. Эти схемы в равной мере включают как выщелачивание металлов из руд естественного залегания, так и выщелачивание металлов из руд отбитых и замагазинированных в камерах. Такое расчленение позволяет проанализировать все возможные варианты и выбрать оптимальную схему для любого конкретного месторождения.

При мелком дроблении руды образуется корка, способствующая нарушению циркуляции раствора, при крупном – площадь контакта уменьшается и создаются условия для формирования замкнутой циркуляции раствора [1, 2].

Это определяет необходимость разработки оптимального варианта разрушения горных пород взрывом применительно к требованиям эффективного осуществления подземного выщелачивания скальных руд. Средний линейный размер куска ($d_{cp.}$) определяется:

$$d_{cp.} = \frac{K_1 d_1 + K_2 d_2 + \dots + K_n d_n}{K_1 + K_2 + \dots + K_n}, \quad (1)$$

где $d_{cp.}$ – средний геометрический взвешенный размер куска;

$K_1 \dots K_n$ – процентное содержание кусков различных классов крупности;

$d_1 \dots d_n$ – средний линейный размер куска внутри классов крупности.

Связь между диаметром скважин ($d_{скв.}$) и средним линейным размером куска ($d_{cp.}$) для труднодробимых пород выражается зависимостями (по В.Н. Мосинцу):

$$\text{Для труднодробимых руд } d_{cp.} = d_{скв.} \cdot I,13-1,15. \quad (2)$$

$$\text{Для легкодробимых руд } d_{cp.} = d_{скв.} \cdot I,00-1,05. \quad (3)$$

Для определения параметров расположения скважинных зарядов уравнение по определению величины зарядов в зависимости от вместимости скважин, разрушаемого объема и удельного расхода ВВ:

$$\frac{a}{d_{скв.}} = \frac{\sqrt{\pi \cdot L_3 \cdot \delta_{ВВ}}}{4 \cdot L \cdot q}, \quad (4)$$

где a – расстояние между скважинами;

$d_{скв.}$ – диаметр скважин;

L_3 – длина заряда;

$\delta_{ВВ}$ – плотность ВВ;

L – длина скважины;

q – удельный расход ВВ.

Для проведения опытных испытаний сооружен бассейн для кучного выщелачивания медных руд регулируемой высотой навала сырья. Причем основания бассейна залиты кислотостойким бетоном размерами: в длину 25 м, в ширину 12 м. Эти размеры установлены в соответствие с размерами крупногабаритной погрузочной и разгрузочной техники.

Результаты и обсуждение

Систематизация систем подземного выщелачивания и их классификация, подобно классификации систем разработки рудных месторождений, имеет важное значение для дальнейшего развития этих методов. В работе Роберта В. Бартлета [3] приведена классификация систем подземного выщелачивания. При этом под системой подземного выщелачивания понимается совокупность конструктивных элементов участка отработки, обеспечивающих определение порядка и технологии ведения управляемого процесса перевода металла в раствор. Приведенная в работе классификация является первым опытом систематизации методов подземного выщелачивания. Она, конечно, имеет определенные недостатки и требует доработки. В частности, деление систем подземного выщелачивания на классы недостаточно четко. При этом используются одновременно несколько различных признаков – способ вскрытия залежи, состояние обрабатываемого массива, сочетание различных способов отработки.

Более четко разделены системы подземного выщелачивания на группы. Принятый в данном случае отличительный признак – технологические схемы движения выщелачивающих растворов реагента по руде следует считать основным признаком группирования систем в данной классификации.

Гидродинамическая схема основана на использовании постоянного или периодически действующего горизонтального фильтрационного потока раствора реагента, заполняющего все трещины и поры рудоносных пород. Движение потока происходит за счет разности напоров у растворов подающих и дренажных устройств по законам гидравлики, используемых при подземной разработке руд.

Гидродинамическая схема может применяться при выщелачивании металлов из руд, приуроченных как к изотропным в фильтрационном отношении породам, так и к анизотропным, слоистым. Причем, если рудоносные породы обладают низкими фильтрационными свойствами ($K < 0,5$ м/сутки), то необходимо искусственно создать проницаемость массива. Это достигается предварительной подготовкой рудоносных пород к выщелачиванию путем дробления массива руд обычными и ядерными ВВ, химической обработкой, подземным обжигом пород, отбойной и магазинированием руд в камерах и другими методами.

Системы подземного выщелачивания металлов в слабонаклонных и горизонтальных камерах применяются при отработке горизонтально залегающих и пологопадающих месторождений (с углами падения $0-15^\circ$, приуроченных к слабопроницаемым породам ($K < 0,5$ м/сутки).

Эти системы подземного выщелачивания в зависимости от мощности рудных тел и конкретных горно-геологи-

ческих условий разделяются на две основные подгруппы: системы подземного выщелачивания с раздельным магазинированием; отбитой руды (обособленные камеры); системы подземного выщелачивания со сплошным магазинированием; отбитой руды (смежные камеры).

Системы с раздельным магазинированием отбитой руды в обособленных камерах найдут применение при отработке пластовых залежей с углами падения 0-5°, представленных слоистыми анизотропными осадочными породами со средним коэффициентом фильтрации примерно 0,2-1,2 м/сутки. Мощность рудоносных пластов составляет от 4 до 12 м [3].

Залежи разделяются на блоки, включающие камеры с магазинированной в зажатой среде рудой и междукamerные целики. В середине целиков проходят дренажные горные выработки, из которых на всю мощность рудоносных пород разделяют дренажные щели.

Выщелачивание металла из замагазинированных в камерах руд осуществляют горизонтальным гидродинамическим потоком реагента, который подают в камеру по трубопроводам за растворонепроницаемую перемишку под некоторым избыточным давлением по отношению к кровле камеры. Прием продуктивных растворов осуществляется в дренажные щели, которые являются общими для смежных блоков. Далее растворы транспортируются по горным выработкам к общему растворосборнику и насосами перекачиваются на технологическую сорбционную установку для извлечения из них металла.

Подготовительные работы заключаются в проведении откаточных полевых штреков, восстающих до подошвы рудного пласта и оконтуривающих блок рудных дренажных штреков, проходимых на уровне почв пласта.

Рассмотренный вариант систем подземного выщелачивания применим при выщелачивании металла из слабодопроницаемых руд, когда раствор реагента имеет возможность проникнуть в дренажную щель из камеры с замагазинированной рудой через фильтрующий целик.

В условиях водонепроницаемых рудоносных пород целики по контуру блока должны быть обураны дренажными скважинами, оборудованными перфорированными трубами с задвижками. В этом случае дренажные выработки должны быть открытыми. Такая конструкция блока позволяет создать в камере с замагазинированной рудой направленный гидродинамический поток раствора реагента с регулируемой производительностью и временем контакта с отбитой рудой. Еще одним важным фактором рассмотренных конструкций блоков является то, что отбитая в зажатой среде руда сама поддерживает неустойчивую кровлю после выщелачивания.

Для переработки низкокачественных медных руд внимание исследователей и производителей привлекли методы кучного и подземного выщелачивания меди, к которым применен метод бактериального выщелачивания [4-5]. Предложено [6] проводить процессы подземного и кучного выщелачивания медных руд в три стадии, что обеспечивает увеличение извлечения меди из руды и сокращение расхода серной кислоты. Для этого на первой стадии вскрываются легкорастворимые формы меди, на

второй стадии вводится пауза между орошениями для активизации окислительных процессов, третья стадия – финальная, на которой медь выщелачивается из труднорастворимых форм сульфидной ее части. На испытаниях достигнуто 80%-е извлечение меди и расход серной кислоты – не более 5 т/т меди. На опытном участке Фиагдонского рудника Садонского СЦК проведены пилотные испытания по извлечению 30 ценных компонентов, в том числе меди, из продуктивных растворов [7]. Технология включала сорбцию свинца и цинка на анионите АМП с отделением от железа и меди с последующим элюированием водой. Медь извлекается цементацией железом из раствора после сорбционного удаления свинца и цинка. В работе [8] разработана технология очистки медных концентратов (на примере Солнечного и Приморского ГОКов) от мышьяка с применением бактериального окисления. Руда подвергается измельчению до 200 меш. и при $T : Ж = 1:5$, температуре 30°C и pH 2, при барботаже воздухом подвергается обработке с использованием адаптированных микроорганизмов. Продолжительность бактериального выщелачивания составила 60-100 часов. Медные концентраты после БВ подаются непосредственно в медную плавку [9].

Избыточное увлажнение предварительно разрушенных горных пород позволяет повысить скорость продольных волн по ним до 1800 м/с и плотность до 2100 кг/м³. Это позволяет резко повысить качество дробления таких пород при увеличении к.п.д. взрыва и снизить удельный расход ВВ. Если при заполнении трещин, пустот воздухом напряжения на фронте волны снижаются по отношению к монолитным средам в 25-100 раз, в зависимости от ширины неоднородностей, то при заполнении их водой напряжения в фронте волны снижаются по отношению монолитным средам лишь на 25-30%.

Важной особенностью дробления нарушенных пород является то, что это разрушение достигается лишь в результате соударения разрушенных масс. Это обстоятельство при повторном разрушении горных пород требует их зажима, что ведет к снижению скорости смещения последующих отдельностей, и в связи с этим к увеличению энергии соударения. Для повышения собственно энергии соударения как первой, так и последующих отдельностей целесообразно на границе раздела сред получение наиболее однородного первичного поля напряжений при максимально возможной из условий безопасной кинетической энергии разлета энергии волн.

Особенностью дробления нарушенных горных пород является резкое затухание волн напряжений и формирование в связи с этим лишь первичного поля напряжений при полном отсутствии вторичного поля напряжений. Это обстоятельство резко сокращает возможные в таких породах методы управления энергией взрыва.

Сырьем для переработки является труднообогащаемая окисленная медная руда Жезказганского месторождения, в частности Малого-Спасского карьера Северо-Жезказганского рудника. Комплекс пород, составляющий район месторождения, представлен чередующимися слоями красных и серых песчаников алевролитов с прослоями аргиллитов, конгломератов и кремненных

известняков. Медное оруденение приурочено к серым песчаникам. Крепость пород аргиллитов и алевролитов – 7-10, серого песчаника – 10-16. Плотность руд и пород в массиве 2,5-2,6 г/м³.

Характеристика окисленных руд – вкрапленность минералов, способность к декриптации и шламообразованию при обработке кислотами, высокая кислотопоглощающая способность определила основное положение при разработке технологии – выщелачивание в малых кучах, высотой не более 1 м, с предварительной обработкой руды концентрированной кислотой кучи перед ее промывкой [10].

Такая технология в отличие от общеизвестного кучного выщелачивания позволяет за короткий срок достигнуть высокого уровня извлечения полезных компонентов при сравнительно низком расходе растворителей. При этом используется обратное водоснабжение, исключающее образование жидких отходов. Кучное выщелачивание меди и комплексное использование окисленной руды включает следующие операции:

- 1) дробление и грохочение;
- 2) обработку кислотой;
- 3) выдержку;
- 4) выщелачивание;
- 5) отстаивание обогащенного раствора;
- 6) цементацию меди;
- 7) отстаивание оборотного раствора;
- 8) регенерацию выщелачивающего раствора;
- 9) направление твердых отходов на складку.

Руды средней забойной крупности 300 мм дробятся до размеров частиц -40 + 00 мм, смачиваются концентрированной серной кислотой из расчета 0,08-0,09 т/т руды в течение 1-2 мин, выдерживаются в куче (610 т) до 24 часов, затем переносятся в камеру и укладываются слоем в 1 м (0,5 суток), выщелачиваются в камере (4 камеры) серной кислотой концентрацией 0,5 г/л (3 суток). Общий расход кислоты в процессе 0,1 т/т руды. Выгрузка отходов руды после выщелачивания – 0,5 суток. Общая продолжительность цикла в камере 4 суток (3 суток выщелачивания, 1 сутки – промывка выщелоченной руды водой, загрузка и выгрузка), обогащенный металлом раствор отстаивается от шламов со скоростью 0,1 см/мин, затем из осветленного раствора извлекается медь цементацией на железном скрапе или другими способами. Продолжительность контакта со скрапом – 6-10 мин, расход скрапа 1,5 т/т меди. В качестве скрапа могут быть использованы чугуны, опилки, стальная стружка и другие отходы производства.

Выводы

1. Из данных зарубежного и отечественного опыта кучного и подземного выщелачивания медных руд следует, что переработка различных бедных и некондиционных руд методом геотехнологии является чрезвычайно перспективным в части полноты и эффективности использования минерального сырья.

В данной статье предметом исследований и промышленной реализации выбраны медные руды, которые могут быть переработаны кучным или подземным выщелачиванием и которые по технологическим или экономическим соображениям не могут быть переработаны по традиционным технологиям.

1. Горно-геологические особенности Жезказганского месторождения (неглубокое залегание, водонепроницаемый экран, отсутствие капитальных сооружений на поверхности, угол залегания и т.п.), выявленные в пределах ранее отработанных шахтных полей №№1, 2, 3, 7, 10, 11, 12, 26, 34, 39, «Петро-Ц», «Петро-2», «Петро-4» допускают постановку испытаний геотехнологического метода извлечения металла руд.

2. За 10 месяцев из неокисленно-сульфидной руды крупностью -20 мм можно выщелочить 50-80% меди. За тот же период из халькозиновой руды выщелочено 30-50% меди, а из борнит-халькопиритовов 5-12%, что свидетельствует о малой эффективности переработки последней методом выщелачивания. Лучшими растворителями являются серная кислота (5-10 г/л) и подкисленный сульфат окиси железа (5 г/л).

3. Расход серной кислоты по мере выщелачивания и развития окислительных процессов снижается до 1,6-3,2 т/т меди для окисленной руды и до 2,5-4,1 т/т для халькозиновой руды, что делает серно-кислотное выщелачивание вполне приемлемым для этих руд по технико-экономическим показателям.

4. Предложенные варианты систем подземного выщелачивания (система подземного выщелачивания металлов из руд, отбитых при помощи обычных буровзрывных работ с последующим магазинированием и система подземного выщелачивания с разрушением опорных целиков и налегающей толщи пород) могут найти применение в условиях отработанной части Жезказганского месторождения.

Статья подготовлена в рамках грантового финансирования по научным и (или) научно-техническим проектам «Технология получения препарата-адаптогена на основе гуматов из угля и экстрактов дикорастущих растений для создания устойчивого растительного покрова на техногенных объектах (API4871298)».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аксенов А.В. Кучное выщелачивание меди из окисленных руд. Особенности процесса применительно к российским климатическим условиям. / А.В. Аксенов, А.А. Васильев, А.Г. Никитенко. // ВЕСТНИК ИрГТУ. 2014. №1 (84). С. 72-75 (на русском языке)
2. Халезов Б.Д. Исследования и разработка технологии кучного выщелачивания медных и медно-цинковых руд: автореф. дис ... д-р. техн. наук. Екатеринбург: 2009. 548 с. (на русском языке)
3. Robert W. Bartlett. Извлечение металлов из руд методом кучного выщелачивания. // Металлургическое дело и материалы. 1997. Т. 28. С. 529-545 (на английском языке)

4. Bar D.E. Статистический подход к эксперименту по выщелачиванию сульфида меди из руд с использованием выщелачивающей серной кислоты. / D.E. Bar, D.A. Barkat. // Журнал горной науки. 2016. Т. 52. Вып. 3. С. 569-575 (на английском языке)
5. Jochen Petersen. Кучное выщелачивание как ключевая технология извлечения полезных ископаемых из бедных руд – краткий обзор. // Гидрометаллургия. 2016. Т. 165. Ч. 1. С. 206-212 (на английском языке)
6. Xi-liang Sun. Технологические условия и кинетика выщелачивания меди из комплексных медноокисдных руд. / Xi-liang Sun, Bai-zhen Chen, Xi-yun Yang & You-yuan Liu. // Журнал Центрально-Южного технологического университета. 2009. Т. 16. С. 936-941 (на английском языке)
7. Каирбеков Ж.К. Геотехнология в процессе выщелачивания Жезказганских медистых песчаников. / Ж.К. Каирбеков, Е.А. Аубакиров, Н. Жалгасулы. // Промышленность Казахстана. 2017. №1. С.64-68 (на русском языке)
8. Жалгасулы Н. Исследование выщелачиваемости медных руд Жезказганского месторождения. / Н. Жалгасулы, А.В. Когут, А.А. Исмаилова. // Горные науки и технологии. 2018. №2. С. 14-22 (на русском языке)
9. Захарьян С.В. Исследование и разработка гидрометаллургической технологии переработки бедного медно-сульфидного сырья Жезказганского региона с извлечением меди и сопутствующих ценных компонентов сорбционным методом: дисс. ... ученой степени д-ра техн. наук. Екатеринбург, Караганда: 2019. 362 с. (на русском языке)
10. Рогов А.Е., Жатканбаев Е. Кинетика подземного скважинного выщелачивания урана: Алматы, 2009, С. 204 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Аксенов А.В. Тотыққан кендерден мысты үйіндімен шаймалау. Процесінің ресейлік климаттық жағдайларға қатысты ерекшеліктері. / А.В. Аксенов, А.А. Васильев, А.Г. Никитенко. // ХАТУ ХАБАРШЫСЫ. 2014. №1 (84). С. 72-75 (орыс тілінде)
2. Халезов Б.Д. Мыс және мыс-мырыш кендерін үйінді сілтісіздендіру технологиясын зерттеу және әзірлеу: автореф. техн. ғылымдарының докторына диссертация. Екатеринбург: 2009. 548 б. (орыс тілінде)
3. Роберт В. Бартлетт. Үйінді сілтісіздендіру әдісімен кендерден металл алу. // Металлургиялық және материалдар операциялары. 1997. Т. 28. Б. 529-545 (ағылшын тілінде)
4. Бар Д.Э. Күкірт қышқылын пайдалана отырып, кендерден мыс сульфидін сілтілеу экспериментіне статистикалық көзқарас. / Д.Э. Бар, Д.А. Баркат. // Тау-кен ғылымының журналы. 2016. Т. 52. Шығ. 3. Б. 569-575 (ағылшын тілінде)
5. Йохен Петерсен. Үйінді шаймалау төмен сұрыпты кендерден құндылықтарды алудың негізгі технологиясы ретінде – қысқаша шолу. // Гидрометаллургия. 2016. Т. 165. Бөл. 1. Б. 206-212 (ағылшын тілінде)
6. Си-лян Сун. Күрделі мыс оксидті рудасынан мысты сілтілеудің технологиялық шарттары мен кинетикасы. / Си-лян Сун, Бай-жэн Чен, Си-юнь Ян, Ю-юань Лю. // Орталық Оңтүстік технология университетінің журналы. 2009. Т. 16. Б. 936-941 (ағылшын тілінде)
7. Қайырбеков Ж.Қ. Жезқазған мыс құмтастарын шаймалау процесіндегі геотехнология. / Ж.Қ. Қайырбеков, Е.А. Әубәкіров, Н. Жалғасұлы // Қазақстан өнеркәсібі. 2017. №1. Б. 64-68 (орыс тілінде)
8. Жалғасұлы Н. Жезқазған кен орнының мыс рудаларының сілтілену қабілетін зерттеу. / Н. Жалғасұлы, А.В. Когут, А.А. Исмаилова. // Тау-кен ғылымдары және технологиялары. 2018. №2. Б. 14-22 (орыс тілінде)
9. Захарян С.В. Жезқазған аймағының нашар мыс-сульфидті шикізатын сорбциялық әдіспен мыс және соған байланысты бағалы компоненттерді алу арқылы өңдеудің гидрометаллургиялық технологиясын зерттеу және әзірлеу: техника ғылымдарының докторы ғылыми дәрежесін алу үшін диссертация. Екатеринбург, Қарағанды: 2019. 362 б. (орыс тілінде)
10. Рогов А.Е., Жатқанбаев Е. Уранды жер асты ұңғымаларын шаймалау кинетикасы: Алматы, 2009, 204 б. (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Aksenov A.V. Kuchnoe vyshchelachivanie medi iz okislennykh rud. Osobennosti protsessy primenitel'no k rossiiskim klimaticheskim uslovii. / A.V. Aksenov, A.A. Vasil'ev, A.G. Nikitenko. // VESTNIK IrGTU. №1 (84) 2014. S. 72-75 [Heap leaching of copper from oxidized ores. Features of the process in relation to Russian climatic conditions. // BULLETIN of ISTU. 2014. №1 (84). P. 72-75] (in Russian)

2. *Khalezov B. D. Issledovaniya i razrabotka tekhnologii kuchnogo vyshchelachivaniya mednykh i medno-tsinkovykh rud: avtoref. dis. ... d-r. tekhn. nauk., Ekaterinburg: 2009. 548 c. [Research and development of technology for heap leaching of copper and copper-zinc ores: abstract of thesis. dis. ... dr. tech. Sci. Ekaterinburg: 2009. 548 p.] (in Russian)*
3. *Robert W. Bartlett. Metal extraction from ores by heap leaching. // Metallurgical and Materials Transactions B. 1997. Vol.28, P. 529-545 (in English)*
4. *Bar D.E. Statistical approach to the experimental of the leaching of copper sulfide from the ores using lixiviant sulfuric acid. / D.E. Bar, D.A. Barkat. // Journal of mining science. 2016. Vol. 52. Issue 3. P. 569-575 (in English)*
5. *Jochen Petersen. Heap leaching as a key technology for recovery of values from low-grade ores – a brief overview. // Hydrometallurgy. 2016. Vol. 165. Part 1. P. 206-212 (in English)*
6. *Xi-liang Sun. Technological conditions and kinetics of leaching copper from complex copper oxide ore. / Xi-liang Sun, Bai-zhen Chen, Xi-yun Yang & You-yuan Liu. // Journal of Central South University of Technology. 2009. Vol. 16. P. 936-941 (in English)*
7. *Kairbekov Zh.K. Geotekhnologiya v protsesse vyshchelachivaniya Zhezkazganskikh medistyykh peschanikov. / Zh.K. Kairbekov, E.A. Aubakirov, N. Zhalgasuly. // Promyshlennost' Kazakhstana. 2017. №1. S.64-68 [Geotechnology in the process of leaching of Zhezkazgan cuprous sandstones. // Industry of Kazakhstan. 2017. №1. P. 64-68] (in Russian)*
8. *Zhalgasuly N. Issledovanie vyshchelachivaemosti mednykh rud Zhezkazganskogo mestorozhdeniya. / N. Zhalgasuly, A.V. Kogut, A.A. Ismailova. // Gornye nauki i tekhnologii. 2018. №2. S. 14-22 [Study of the leachability of copper ores of the Zhezkazgan deposit. // Mining Sciences and Technologies. 2018. №2. P. 14-22] (in Russian)*
9. *Zakharyan Semyon Vladimirovich. Issledovanie i razrabotka gidrometallurgicheskoi tekhnologii pererabotki bednogo medno-sul'fidnogo syr'ya Zhezkazganskogo regiona s izvlecheniem medi i soputstvuyushchikh tsennykh komponentov sorbtionnym metodom: diss. ... uchenoi stepeni d-ra tekhn. nauk. Ekaterinburg, Karaganda: 2019. 362 s. [Research and development of hydrometallurgical technology for processing poor copper-sulfide raw materials of the Zhezkazgan region with the extraction of copper and associated valuable components using the sorption method: dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. Ekaterinburg, Karaganda: 2019. 362 p.] (in Russian)*
10. *Rogov A.E., Zhatkanbaev E. Kinetika podzemnogo skvazhinno vyshchelachivaniya urana: Almaty, 2009, S. 204 [Kinetics of underground borehole leaching of uranium: Almaty, 2009. P. 204] (in Russian)*

Сведения об авторах:

Жалгасулы Н., д.т.н., заведующий отделом «Экология и безопасность горных работ», профессор, академик Международной академии «Экология», Институт горного дела им. Д.А. Кунаева (г. Алматы, Казахстан), aliya-ismailova@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7550-9782>

Бектибаев У.А., зав. лаб. «Физико-химические способы переработки минерального сырья», СНС Института горного дела им. Д.А. Кунаева (г. Алматы, Казахстан), uays.bektibaev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0273-9657>

Салкынов А.Т., к.т.н., руководитель компании ТОО «Алгоритм» (г. Караганда, Казахстан), arnat@algeoritm.kz; <https://orcid.org/0000-0001-8177-1293>

Исмаилова А.А., PhD, зав. лаб. «Экология и рациональное освоение недр», СНС Института горного дела им. Д.А. Кунаева (г. Алматы, Казахстан) aliya-ismailova@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5705-3363>

Авторлар туралы мәліметтер:

Жалгасулы Н.Ж., Д.А. Қонаев атындағы Кен істері институтының «Кен істер қауіпсіздігі мен экология» бөлімінің меңгерушісі, т.ғ. д., проф. (Алматы қ., Қазақстан)

Бектибаев У.А., Д.А. Қонаев атындағы Кен істері институтының «Минералды шикізатты өңдеудің физикалық-химиялық әдістер» зертханасының меңгерушісі, а.ғ.к. (Алматы қ., Қазақстан)

Салкынов А.Т., PhD докторы, «Алгоритм» ҒӨК ЖШС компаниясының басшысы, (Қарағанды қ., Қазақстан)

Исмаилова А.А., PhD, А. Қонаев атындағы Кен істері институтының «Экология және жер қойнауын тиімді пайдалану» зертханасының меңгерушісі (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Zhalgasuly N.Zh., Professor, Head of the Department «Ecology and Safety of Mining» of the D.A. Kunaev Institute of Mining, Doctor of Technical Sciences (Almaty, Kazakhstan)

Bektibaev U.A., Acting Head of the laboratory «Physico-chemical methods of processing mineral raw materials» of the D.A. Kunaev Institute of Mining, SNS (Almaty, Kazakhstan)

Salkynov A.T., PhD, Director of «Algeorhythm» LLP (Karaganda, Kazakhstan)

Ismailova A.A., PhD, head. Laboratory of «Ecology and Rational Development of Mineral Resources» of the D.A. Kunaev Institute of Mining (Almaty, Kazakhstan)

[XIX] МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДР

ufi
Approved
Event



Mining Week

KAZAKHSTAN'2024

25-27 [июня] 2024
КАРАГАНДА · КАЗАХСТАН

ТОО «TNT EXPO»

🌐 miningweek.kz

☎ +7 (727) 344 00 63

✉ mintek@tntexpo.com

📱 mining.week.kazakhstan



MININGWEEK.KZ

Код МРНТИ 52.13.23

Р.А. Мусин, Н.Б. Бахтыбаев, *С.С. Ефремова, Р.Х. Альжанов

Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет
им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

РАЗРАБОТКА КРЕПЛЕНИЯ УСТЬЯ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ШУРФА

Аннотация. В данной статье рассмотрен способ крепления вентиляционного шурфа на месторождении Жаман-Айбат, Карагандинской области, т.к. в настоящее время стенки шурфа остаются незакрепленными. В условиях рудника Жомарт шурфы были пройдены задолго до возведения крепи, поэтому секционный способ крепления не может быть реализован для горных выработок. Исходя из зависимости параметров крепи основной части ствола, от действующих в массиве напряжений, выполняется оценка напряженно-деформированного состояния. Для данного рудника определена длина анкеров и расстояние между ними. Определена технология крепления бортов и устья шурфов, рассчитаны длина анкеров и толщина торкретбетона. Крепь шурфа должна состоять из двух частей: возле устья закреплена монолитной железобетонной крепью и основную часть ствола рекомендуется крепить комбинированной крепью.

Ключевые слова: шурф, вертикальный ствол, крепление горных выработок, зона разрушения, анкер.

Желдеткіш шурфтың аузын бекітуді әзірлеу

Аннотация. Бұл мақалада Қарағанды облысы, Жаманай-Айбат кен орнында желдеткіш шурфты бекіту әдісі қарастырылған, себебі қазіргі уақытта шурфтың қабырғалары бекітілмеген күйінде қалып отыр. Жомарт кенішінің жағдайында шурфтар бекіткіш тұрғызылғанға дейін ұзақ уақыт өткен, сондықтан секциялық бекіту әдісін тау-кен қазбалары үшін іске асыру мүмкін емес. Магистральдың негізгі бөлігін бекіту параметрлерінің массивтегі кернеулерге тәуелділігіне сүйеніп, кернеулі деформацияланған күйді бағалау жүргізіледі. Бұл кеніш үшін якорьдің ұзындығы және олардың арасындағы қашықтық анықталады. Шурфтардың бүйірлері мен сағаларын бекіту технологиясы анықталды, якорьдің ұзындығы мен бетон торкретінің қалыңдығы есептелді. Шурфтың бекіткіші екі бөліктен тұруы керек: сағаның жанында монолитті темірбетон бекіткішпен бекітілген және магистральдың негізгі бөлігін біріктірілген бекіткішпен бекіту ұсынылады.

Түйінді сөздер: шурф, тік бөшке, тау-кен бекіткіші, қирау аймағы, анкер.

Development of fixing the mouth of the ventilation pit

Abstract. This article discusses the method of fixing the ventilation pit at the Zhaman-Aybat deposit, Karaganda region, because at present the walls of the pit remain not fixed. In the conditions of the Zhomart mine, the pits were passed long before the construction of the support, so the sectional method of fastening cannot be implemented for mining. Based on the dependence of the parameters of the support of the main part of the trunk on the stresses acting in the array, the stress-strain state is evaluated. The length of the anchors and the distance between them are determined for this mine. The technology of fixing the sides and mouths of the pits is determined, the length of the anchors and the thickness of the shotcrete concrete are calculated. The pit support should consist of two parts: it is fixed near the mouth with a monolithic reinforced concrete support and it is recommended to attach the main part of the trunk with a combined support.

Key words: pit, vertical shaft, fastening of mine workings, destruction zone, anchor.

Введение

Месторождение Жаман-Айбат находится в Жана-Аркинском районе Карагандинской области в 130 км к юго-востоку от города Жезказган.

В орографическом отношении район месторождения находится в пределах северо-восточной части обширной Сарысу-Чуйской аккумулятивной равнины с мелкохолмистым и равнинно-холмистым рельефом.

Абсолютные отметки поверхности равнины в северной части 280-320 м, в южной части 330-360 м. Центральную часть площади занимают вытянутые в субширотном направлении горы Жаман-Айбат, к которым пространственно приурочено месторождение. Абсолютная отметка поверхности в пределах месторождения: максимальная 380.9 м, минимальная 320.3 м.

Шурфы Блока 19, 37 «Вентиляционный шурф №3, Жомарт 2 были пройдены буровой установкой «RHINO 2007 DC». Для разработки технологического регламента были предоставлены материалы по воздухоподающему стволу №1 панели 37. Координаты устья оси шурфа составляют $x = 534.79$, $y = 172.24$, $z = 348$. Рассматриваемый шурф пройден в районе панели 37 в восточной части месторождения. Ствол предназначен для подачи воздуха в шахту. Глубина ствола 490,72 м. Нижняя отметка шурфа -142,72 м. Диаметр шурфа 4,5 м. Шурф был пройден в 2017 году. В настоящее время стенки шурфа не закреплены.

Методы исследований

Для крепления стволов, пройденных бурением, могут быть использованы стальные секционные крепи. Сущность стальной секционной крепи заключается

в следующем: стальная крепь нормального диаметра (4-5 м) состоит из отдельных колец высотой 1,5-3 м, которые изготавливают из листовой стали толщиной 16-20 мм и усиленных шпангоутами из швеллеров, выгнутых стенкой наружу и приваренных к обсадной трубе с внешней стороны. Овальность обсадной трубы не должна превышать 10 мм. Неперпендикулярность торца трубы к оси должна быть не более 1,6 мм. Размер профиля швеллера и шаг установки шпангоутов подбирают исходя из требуемой несущей способности (таблица 1) [1].

Проектируемая для спуска в ствол крепь должна быть проверена на устойчивость от внешнего гидростатического давления для гладких круглых труб по формуле [1]:

$$P_{кр} = \frac{E\delta^3}{4R_3(1-\mu^2)^2}, \quad (1)$$

где $P_{кр}$ – критическое давление на крепь, МПа;

E – модуль упругости, МПа;

δ – толщина стенки трубы, см;

R – заданный радиус трубы, см;

μ – коэффициент Пуассона стали [2].

Выбор диаметра секции крепи должен производиться исходя из диаметра выработки в бурении, требуемого диаметра в свету и по несущей способности крепи.

Длина секции должна определяться исходя из фактической кривизны ствола, по условию прохода секции через сечение ствола при ее спуске и проверяется по грузоподъемности прицепных средств.

Таблица 1

Выбор типоразмеров стальной секционной крепи

Кесте 1

Болат секциялық бекіткіштің стандартты өлшемдерін таңдау

Table 1

Selection of standard sizes of steel sectional support

Диаметр крепи, м	Диаметр крепи, м	Длина секции крепи, м	Число колец	Число шагов шпангоутов	Число шпангоутов	Несущая способность крепи, МПа	
						Критическое давление	Допустимое внешнее давление
2,3	2,34	6	4	7	8	0,904	0,632
				5	6	0,758	0,530
				3	4	0,584	0,408
2,6	2,64	6	4	7	8	0,626	0,438
				5	6	0,525	0,367
				3	4	0,405	0,283
2,85	2,89	6	4	7	8	0,475	0,332
				5	6	0,398	0,278
				3	4	0,307	0,214
3,2	3,24	3	2	3	4	0,335	0,234
				2	3	0,281	0,196
				1	2	0,216	0,151
3,5	3,54	3	2	3	4	0,257	0,179
				2	3	0,216	0,151
				1	2	0,107	0,074
4,3	4,34	3	2	3	4	0,138	0,096
				2	3	0,116	0,081
				1	2	0,089	0,062

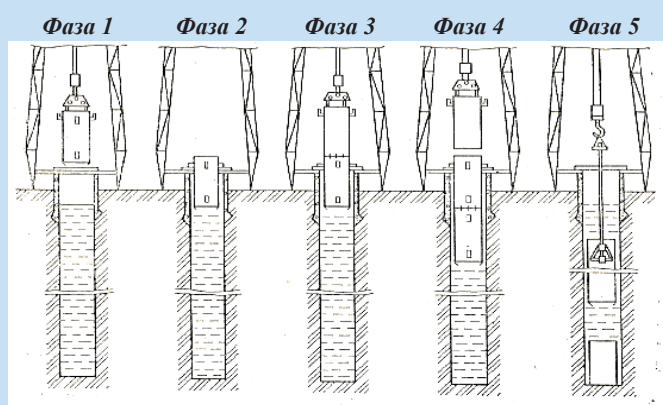


Рис. 1. Секционный способ крепления стволов.
Сурет 1. Бөшкелерді бекітудің секциялық әдісі.
Figure 1. Sectional method of fastening trunks.

Данный способ применим непосредственно после завершения бурения, когда ствол еще заполнен буровым раствором. Наличие бурового раствора позволяет выполнить равномерное тампонирующее закрепного пространства [3]. В условиях рудника Жомарт шурфы были пройдены задолго до возведения крепи и имеют сбойку с горизонтальными выработками. В связи с чем, данный способ крепления не может быть реализован для шурфов, пробуренных RHINO 2007 DC.

Параметры крепи основной части ствола зависят от действующих в массиве напряжений. Предварительно выполняется оценка напряженно-деформированного состояния с помощью численных методов моделирования. Определяются размеры потенциальной зоны неупругих деформаций. Длина анкеров выбирается в зависимости от размеров потенциальной зоны неупругих деформаций. Длину анкеров можно определить из выражения:

$$L_{\text{анк}} = h_{\text{узд}} + 0,4, \text{ м},$$

где $h_{\text{узд}}$ – размеры зоны разрушения вблизи ствола, м.

Для рассмотренного примера длину анкеров l_a следует принимать равной 2 м; расстояние между анкерами $0,7 l_a$, так как в красных аргиллитах или алевролитах по результатам моделирования потенциальные зоны неупругих деформаций распространяются на глубину 1,56 м при $GSI = 40$ и при глубине 500 м. В свою очередь, в бурых песчаниках глубина зоны распространения зоны неупругих деформаций не превышает 0,84 м, а в серых песчаниках эта зона распространяется на глубину 0,54 м. С учетом глубины заделки рекомендуется применять анкера длиной не менее 2 м (рисунок 1) [2].

Расчет крепи протяженной части стволов и шурфов следует производить на суммарное действие горизонтального (радиального) давления пород массива P_n и давления остаточного напора подземных вод P_2 с учетом технологической и монтажной нагрузок.

Общее давление надлежит определять на момент времени, когда оно является наибольшим.

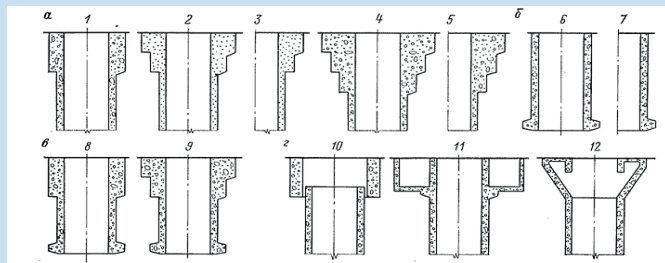


Рис. 2. Конструкции устьев стволов.

Сурет 2. Оқпандардың ауздарының конструкциялары.

Figure 2. Shaft mouth structures.

Расчетное горизонтальное (радиальное) давление пород P_n , кПа (тс/м²) на крепь протяженной части вертикальной выработки при отсутствии влияния горизонтальных деформаций от воздействия очистных работ следует определять по формуле [3]:

$$P_n = n m_y n_n P'' [1 + 0,1(r_0 - 3)], \quad (2)$$

где r_0 – радиус выработки в свету, м;

n – коэффициент перегрузки, равный 1,3;

m_y – коэффициент условий работы, принимаемый по таблице 2;

n_n – коэффициент приведения к расчетному (максимальному) давлению при неравномерной эпюре нагрузок, принимаемый по таблице 3.

Таблица 2

Коэффициент условий работы крепи

Кесте 2

Бекіту шарттарының жұмыс коэффициенті

Table 2

Coefficient of working conditions of the support

Тип крепи	Коэффициент условий работы m_y
Набрызгбетонная	0,50
Сборная	0,75
Монолитная	0,80

Таблица 3

Коэффициент приведения к расчетному давлению

Кесте 3

Есептелген қысымға келтіру коэффициенті

Table 3

Reduction coefficient to the design pressure

Угол залегания пород, α , град	Коэффициент n_n	
	при последовательной и параллельной схемах проходки	при совмещенной схеме проходки
До 10	2,00	1,75
От 10 до 35	2,50	2,00
Более 35	2,75	2,25

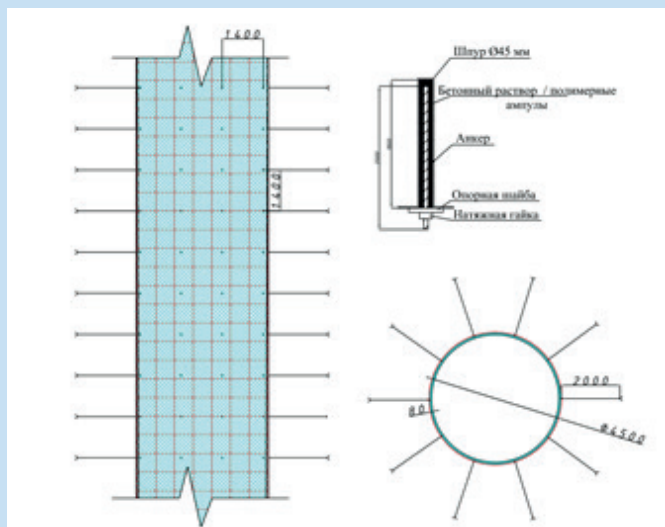


Рис. 3. Схема комбинированного крепления бортов шурфа.

Сурет 3. Шурфтың борттарын біріктірілген бекіту схемасы.

Figure 3. Scheme of combined mounting of the sides of the pit.

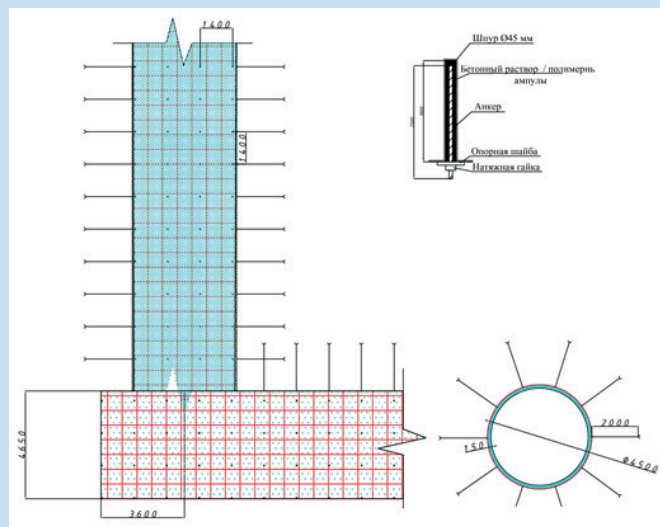


Рис. 4. Схема комбинированного крепления сопряжения с подходной.

Сурет 4. жақындан қосылумен аралас бекітпенің схемасы.

Figure 4. The scheme of the combined fastening of the interface with the approach.

При этом минимальная величина несущей способности крепи должна приниматься не менее величины расчетного давления на крепь без учета влияния очистных работ.

Примечание. Расчеты давления на крепь, конструктивные элементы защиты крепи вертикальных выработок при скользящих крепях с заполнением закрепного пространства следует производить по методикам специализированных организаций [4, 5, 6].

При проектировании горных выработок сумма остаточных водопритоков с водоносных горизонтов не должна превышать допустимого водопритока в ствол, установленного в главе СНиП по правилам производства и приемки работ подземных горных выработок.

В породах I категории устойчивости для участков сопряжений ствола, а также в породах II категории устойчивости на протяженных участках ствола толщина набрызг-бетонной крепи должна быть не менее 150 мм на глубинах

до 500 м и 200 мм на глубинах более 500 м (рисунок 4). При использовании торкретбетона крупность заполнителя не должна превышать 0,1-0,15 толщины торкретбетонной крепи.

Результаты исследований

По результатам выполненных исследовательских работ были сделаны следующие выводы:

1) На основе изученных данных была определена технология для крепления бортов и устьев шурфов. По результатам выполненных расчетов были рассчитаны и определены длины анкеров и толщина торкретбетона.

2) Крепь шурфа должна состоять из двух частей: часть ствола от непосредственного устья должна быть закреплена монолитной железобетонной крепью.

3) Основную часть ствола рекомендуется крепить комбинированной крепью (торкретбетон, сетка, анкерная крепь).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания. Геотехнология строительная. // Донецк: Донецкий Национальный Технический Университет. 2017. С. 100-103 (на русском языке)
2. Исабек Т.К. Некоторые вопросы по переходу на комбинированную геотехнологию при добыче месторождения. / Т.К. Исабек, Ш.Б. Зейтинова. // Новости науки Казахстана. 2018. Вып. №4 (138). С. 100-107 (на казахском языке)
3. Demin V. Изучение влияния краевых защитных анкеров на пучение грунта горной выработки. / V. Demin, T. Demina, R. Musin, A. Zhutabekova. // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологических и технических наук. 2020. Т. 5 (443). С. 71-80 (на английском языке)
4. Grant Allen. Разработка и испытание беспилотной авиационной системы для измерения потока метана со свалок и горячих точек выбросов парниковых газов. / Grant Allen, Peter Hollingsworth, Khristopher Kabbabe, Joseph R. Pitt, Mohammed I. Mead, Samuel Illingworth, Gareth Roberts, Mark Bourn, Dudey E. Shallcross, Carl J. Percival. // Управление отходами. 2019. Т. 87. С. 883-892 (на английском языке)
5. Tremain Priscilla, Maddocks Andrew, Moghtaderi Behdad. Пилотное исследование окисления метана вентиляционного воздуха (VAM) с использованием ильменита. // 11-я Азиатско-Тихоокеанская конференция по сжиганию, ASPACC. 2017 (на английском языке)
6. Euler De Souza. Повышение энергоэффективности шахтных вентиляторных агрегатов. // Прикладная теплотехника 90. 2015. С. 1092-1097 (на английском языке)
7. Rabatuly M. Повышение эффективности добычи метана из угольных пластов. / M. Rabatuly, R.A. Musin, V.F. Demin, Sh.E. Usupayev, A.A. Kenetaeva. // Комплексное использование минерального сырья. 2022. Т. 324 (1). С. 5-11 (на английском языке)
8. Tianwei Lan, Hongwei Zhang, Sheng Li, Irina Batugin, Andrian Batugin. Применение и развитие метода геодинамического районирования по данным прогноза геодинамической опасности на угольных шахтах Китая. // Серия конференций IOP: Науки о Земле и окружающей среде. 2019. Т. 221. С. 1-8 (на английском языке)
9. Andrian Batugin, Valeria Musina, Irina Golovko. Анализ геодинамических условий района расположения горящих угольных отвалов. // Серия конференций IOP: Науки о Земле и окружающей среде. 2017. Т. 95. Вып. 4. С. 1-8 (на английском языке)
10. Извлечения метана из угольных пластов для обеспечения безопасного проведения горных работ в угольных шахтах Карагандинского бассейна. / Е.С. Филимонов, В.С. Портнов, А.А. Кенетаева, М. Рабатулы. // Монография. Караганда: НАО КарТУ имени Абылкаса Сагинова, 2022, 145 с. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Әдістемелік нұсқаулар. Құрылыс геотехнологиясы. // Донецк: Донецк Ұлттық Техникалық Университеті. 2017. Б. 100-103 (орыс тілінде)
2. Исабек Т.К. Кен орнын өндіруде аралас геотехнологияға ауысу жөніндегі кейбір мәселелер. / Т.К. Исабек, Ш.Б. Зейтинова. // Қазақстан ғылымының жаңалықтары. 2018. Шығ. №4 (138). Б. 100-107 (қазақ тілінде)

3. Demin V. Тау кен қазбасының топырағын қопсыту үшін шеткі қорғаныс тіреулерінің әсерін оқу. / V. Demin, T. Demina, R. Musin, A. Zhumabekova. // Жаңалықтар Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым академиясы. Геологиялық және техникалық ғылымдар сериясы. 2020. Т. 5 (443). Б. 71-80 (ағылшын тілінде)
4. Grant Allen. Полигондар мен парниктік газдар шығарындыларының ыстық нүктелерінен метан ағынын өлшеуге арналған ұшқышсыз авиациялық жүйені әзірлеу және сынау. / Grant Allen, Peter Hollingsworth, Khristopher Kabbabe, Joseph R. Pitt, Mohammed I. Mead, Samuel Illingworth, Gareth Roberts, Mark Bourn, Dudey E. Shallcpos, Carl J. Percival. // Қалдықтарды басқару. 2019. Т. 87. Б. 883-892 (ағылшын тілінде)
5. Tremain Priscilla, Maddocks Andrew, Moghtaderi Behdad. Илъменитті қолдана отырып, желдету ауасының метан тотығуын (VAM) пилоттық зерттеу. // 11-ші Азия-Тынық мұхиты өртеу конференциясы, ASPACC. 2017 (ағылшын тілінде)
6. Euler De Souza. Шахталық желдеткіш агрегаттардың энергия тиімділігін арттыру. // Қолданбалы жылу техникасы 90. 2015. Б. 1092-1097 (ағылшын тілінде)
7. Rabatuly M. Көмір қабаттарынан метан өндірудің тиімділігін арттыру. / M. Rabatuly, R.A. Musin, V.F. Demin, Sh.E. Usupaev, A.A Kenetaeva. // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. 2022. Т. 324 (1). Б. 5-11 (ағылшын тілінде)
8. Tianwei Lan, Hongwei Zhang, Sheng Li, Irina Batugina, Andrian Batugin. Қытай көмір шахталарында геодинамикалық қауіптілік болжамының деректері бойынша геодинамикалық аудандастыру әдісін қолдану және дамыту. // IOP конференциялар сериясы: Жер және қоршаған орта туралы ғылымдар. 2019. Т. 221. Б. 1-8 (ағылшын тілінде)
9. Andrian Batugin, Valeria Musina, Irina Golovko. Жанып жатқан көмір үйінділерінің орналасу аймағының геодинамикалық жағдайларын талдау. // IOP конференциялар сериясы: жер және қоршаған орта туралы ғылымдар. 2017. Т.95. Шығ. 4. Б. 1-8 (ағылшын тілінде)
10. Қарағанды бассейнінің көмір шахталарында тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізуді қамтамасыз ету үшін көмір қабаттарынан метан алу. / Е.С. Филимонов, В.С. Портнов, А.А.Кенетаева, М. Рабатұлы. // Монография. Қарағанды: Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 2022, 145 б. (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Metodicheskie ukazaniya. Geotehnologija stroitel'naja. // Doneck: Doneckij Nacional'nyj Tehnicheskij Universitet. 2017. S. 100-103 [Methodical instructions. Geotechnology construction. // Donetsk: Donetsk National Technical University. 2017. P. 100-103] (in Russian)
2. Isabek T.K. Ken ornyn öndirude aralas geotehnologiyağa auysu jöningdegi keibir mäseleler. / T.K. Isabek, Ş.B. Zeitinova. // Qazaqstan ғылымның жаңалықтары. 2018. Şығ. №4 (138). Б. 100-107 [Study of the influence of edge protective anchors on the heaving of the mining soil. // Kazakhstan Science News. 2018. Issue 4 (138). P. 100-107] (in Kazakh)
3. Demin V. Study of edge protecting anchors influence on soil heaving of the mine working. / V. Demin, T. Demina R. Musin, A. Zhumabekova. // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2020. Vol. 5 (443). P. 71-80 (in English)
4. Grant Allen. The development and trial of an unmanned aerial system for the measurement of methane flux from landfill and greenhouse gas emission hotspots. / Grant Allen, Peter Hollingsworth, Khristopher Kabbabe, Joseph R. Pitt, Mohammed I. Mead, Samuel Illingworth, Gareth Roberts, Mark Bourn, Dudey E. Shallcpos, Carl J. Percival. // Waste Management. 2019. Vol. 87. P. 883-892 (in English)
5. Tremain Priscilla, Maddocks Andrew, Moghtaderi Behdad. A pilot-scale study on the oxidation of ventilation air methane (VAM) using ilmenite. // 11th Asia-Pacific Conference on Combustion, ASPACC. 2017 (in English)
6. Euler De Souza. Improving the energy efficiency of mine fan assemblages. // Applied Thermal Engineering 90. 2015. P. 1092-1097 (in English)
7. Rabatuly M. Improving the efficiency of methane extraction from coal seams. / M. Rabatuly, R.A. Musin, V.F. Demin, Sh.E. Usupaev, A.A Kenetaeva. // Complex Use Of Mineral Cheese. 2022. Vol. 324 (1). P. 5-11 (in English)
8. Tianwei Lan, Hongwei Zhang, Sheng Li, Irina Batugina, Andrian Batugin. Application and Development of the Method of Geodynamic Zoning According to Geodynamic Hazard Forecasting at Coal Mines in China. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 221. P. 1-8 (in English)
9. Andrian Batugin, Valeria Musina, Irina Golovko. Analysis of Geodynamical Conditions of Region of Burning Coal Dumps Location. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. Vol. 95. Issue. 4. P. 1-8 (in English)

10. *Izvlechenija metana iz ugol'nyh plastov dlja obespechenija bezopasnogo provedenija gornyh rabot v ugol'nyh shahtah Karagandinskogo bassejna. / E.S. Filimonov, V.S. Portnov, A.A. Kenetaeva, Rabatuly M. // Monografija. Karaganda: NAO KarTU imeni Abylkasa Saginova. 2022. S.145 [Extraction of methane from coal seams to ensure safe mining operations in the coal mines of the Karaganda basin. Monograph. Karaganda: Non-Profit Joint Stock Company KarTU named after Abylkas Saginov, 2022, 145 p.] (in Russian)*

Сведения об авторах:

Мусин Р.А., PhD, и.о. доцента кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), r.a.mussin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1206-6889>

Бахтыбаев Н.Б., кандидат технических наук, доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), nurbol_1104@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9816-9765>

Ефремова С.С., преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), svetik_1976@bk.ru; <https://orcid.org/0009-0001-2667-2599>

Альжанов Р.Х., докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), Arvion_12@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0003-3751-8540>

Авторлар туралы мәліметтер:

Мусин Р.А., PhD, «Әбылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу» кафедрасының доцент м.а. (Қарағанды қ., Қазақстан)

Бахтыбаев Н.Б., техника ғылымдарының кандидаты, «Әбылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу» кафедрасының доценті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Ефремова С.С., «Әбылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу» кафедрасының оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Альжанов Р.Х., «Әбылқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын өңдеу» кафедрасының докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Musin R.A., PhD, Senior Lecturer at the Department «Development of mineral deposits» of the Non-profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Bakhtybaev N.B., Candidate of Technical Sciences, Docent at the Department «Development of mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Efremova S.S., Lecturer at the Department «Development of mineral deposits» of the Non-profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Al'zhanov R.Kh., Doctoral Student at the Department «Development of mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)



2024

3-5 апреля
Казахстан, Атырау



ATYRAU
OIL & GAS KAZAKHSTAN

21-я Северо-Каспийская
региональная выставка

«Атырау Нефть и Газ»



Подробная информация:
www.oil-gas.kz



Код МРНТИ 52.13.23

А.Қ. Матаев, *А.Ж. Имашев, Б. Хусан, Н.К. Шайке
НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»
(г. Караганда, Казахстан)

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВИДА КРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. Статья посвящена исследованию прогноза формирования вторичного напряженно-деформированного состояния (НДС) в массиве горных пород в границах влияния очистных работ на Хромтауском месторождении. Численное моделирование напряженно-деформационного состояния массива горных пород и расчет несущей способности видов крепи, применяемых на шахте, выполнено в программе RS2, которая работает на основе метода конечных элементов в двумерной постановке, который дает возможность учесть значительное количество факторов, влияющих на состояние горного массива. Данные, полученные в программе RS2, более близки к натурным процессам, происходящим в условиях разработок месторождений полезных ископаемых. На основе проведенных построений и расчетов обосновано в качестве приоритетного способа управления устойчивостью выработок предварительное (опережающее) закрепление приконтурного массива горных пород в зоне неупругих (разрушающих) деформаций.

Ключевые слова: Хромтауское месторождение, шахта, крепление выработок, напряженное состояние, моделирование, зона неупругих деформаций, рамная крепь, порода, очистные работы.

Жер асты құрылымдарының кернеулі күйін модельдеу негізінде тау кен қазбаларын бекітудің оңтайлы түрін таңдау

Аңдатпа. Мақала Хромтау кен орнында тазарту жұмыстарының әсер ету шекарасындағы тау жыныстары массивінде қайталама кернеулі-деформацияланған күйдің (КҚС) пайда болу болжамын зерттеуге арналған. Тау жыныстары массивінің кернеулі-деформациялық күйін сандық модельдеу және шахтада қолданылатын бекіту түрлерінің жүк көтергіштігін есептеу RS2 бағдарламасында жүзеге асырылады, ол екі өлшемді өндірісте ақырлы элементтер әдісі негізінде жұмыс істейді, бұл тау массивінің жағдайына әсер ететін факторлардың едәуір санын ескеруге мүмкіндік береді. RS2 бағдарламасында алынған мәліметтер пайдалы қазбалар кен орындарын игеру жағдайында болатын табиғи процестерге жақын. Жүргізілген құрылыстар мен есептеулер негізінде қазбалардың тұрақтылығын басқарудың басым тәсілі ретінде серпімді емес (бұзатын) деформациялар аймағында тау жыныстарының контурға жақын массивін алдын ала (озыңқы) бекіту негізделді.

Түйінді сөздер: Хромтау кен орны, шахта, қазбаларды бекіту, кернеулі күй, модельдеу, серпімді емес деформация аймағы, рамалық бекіткіш, тау жынысы, тазарту жұмыстары.

Selection of the optimal type of fastening of mine workings based on modeling of the stressed state of underground structures

Abstract. The article is devoted to the study of the forecast of the formation of a secondary stress-strain state (VAT) in a rock mass within the boundaries of the influence of cleaning operations at the Khromtau field. Numerical modeling of the stress-strain state of the rock mass and calculation of the bearing capacity of the types of supports used in the mine were performed in the RS2 program, which works on the basis of the finite element method in a two-dimensional formulation, which makes it possible to take into account a significant number of factors affecting the state of the rock mass. The data obtained in the RS2 program are closer to the full-scale processes occurring in the conditions of mining of mineral deposits. On the basis of the carried out constructions and calculations, the preliminary (advanced) fixation of the contour rock mass in the zone of inelastic (destructive) deformations is justified as a priority method for controlling the stability of workings.

Key words: Khromtau deposit, mine, workings fastening, stress state, modeling, inelastic deformation zone, frame support, rock, cleaning works.

Введение

Проанализированы методики определения напряженно-деформационного состояния массива горных пород и выбран метод конечных элементов.

Выполнена прогнозная оценка запаса устойчивости горных выработок до и после очистных работ, по результатам которой следует предполагать, что запас устойчивости пройденных выработок в зоне очистного пространства ниже минимально допустимого, следовательно, возможны обрушения и увеличение нагрузки на крепь.

Геомеханические условия Хромтауского месторождения являются типичными для большинства хромитовых месторождений, приуроченных к сильнотрещиноватым массивам скальных горных пород ультраосновного состава: серпентинитам по дуниту, амфиболиту, перидотиту и т.п. [1, 2, 3]. Характерной особенностью таких массивов является низкая устойчивость, обусловленная многочисленными хаотичными трещинами и разно ориентированными тектоническими нарушениями мощностью до 20-50 м, разделяющими массив на структурные блоки различных масштабно-иерархических уровней со слабой междублочной связью, падающей практически до нуля при увлажнении, когда тальковидный милонитовый или серпентитовый заполнитель трещин становится на ощупь мыль-

ным [4, 5]. Кроме того, на обнажениях серпентинизированные породы склонны к ускоренному выветриванию до мелкоблочного состояния с дилатационным увеличением объема [6]. Все это обуславливает проблемы обеспечения устойчивости горных выработок и выбора технологических решений с учетом всего комплекса закономерностей формирования напряженно-деформированного состояния горного массива.

На стадии проектирования основной задачей является выбор местоположения и трассировки выработок с учетом изменений первоначального и вторичного полей напряжений и деформаций, а также в зависимости от принятого порядка разработки и взаимного влияния выработок в различных геомеханических условиях. На стадии проведения и крепления горных выработок на глубоких горизонтах Хромтауского месторождения управление их устойчивостью осуществляют в двух основных направлениях [7]. Первое – это ограничение подвижности структурных породных блоков в приконтурном массиве вокруг выработки путем его глубинного анкерования и цементации в уже сформировавшемся своде обрушения кровли или его удержания с помощью «проколов» (имеется в виду предварительное упрочнение массива по трассе выработки как по своду, так и, возможно, по всему периметру) с целью

обеспечения оптимальной высоты свода обрушения массива над кровлей и зоны неупругих деформаций вокруг сооружаемой выработки, от которых зависит размер зоны негативного влияния проводимой выработки на соседние. Также должен быть минимизирован риск воздействия на постоянную крепь выработки концентрированных пригрузок от подвижек структурных блоков приконтурного массива [8, 9]. Второе направление – снижение напряжений в постоянной крепи за счет уменьшения влияния на крепь смещений породных стенок выработки в призабойной зоне [10, 11] оптимальной крепи для глубоких горизонтов Хромтауского месторождения.

Задача

Осуществить прогноз закономерностей формирования напряженно-деформированного состояния в границах влияния различных вариантов очистных работ блока 20-28 гор. -480 м с учетом оптимизации выполнения основных технологических процессов.

Методика исследования

Проанализирован комплекс геолого-инженерных данных свойств вмещающих пород. Выполнено численное моделирование напряженно-деформационного состояния массива горных пород и расчет несущей способности видов крепи, применяемых на шахте в программе RS2, которая работает на основе метода конечных элементов (Finite Element Method) в двумерной постановке, что позволило учесть значительное количество факторов, влияющих на состояние массива. В качестве модели поведения массива использовалась модель Хоека-Брауна, отличительным преимуществом которой является ее нелинейность.

Принимая во внимание значения δ , C и ϕ как параметры прямолинейной огибающей кругов Кулона-Мора, величины сцепления C находят из выражения:

$$C = \delta/A, \text{ МПа,}$$

где $A = 2 \cos \phi / 1 - \sin \phi = 2.85$, при $\phi = 20^\circ$ – параметр линеаризации, огибающей кругов Кулона-Мора;

C и ϕ – соответственно, сцепление и угол междублокового трения рассматриваемого объема массива, численно равные значениям, получаемым при лабораторных испытаниях образцов.

Тогда значения сцепления C при показанных выше величинах ϕ составят: для категории устойчивости V – 0.07 МПа; IV – 0.18 МПа; промежуточной между IV и III – 0.35 МПа. Например, в соответствии с предложенной методикой для крепи, сооружаемой на глубине $H = 900$ м в породах IV категории устойчивости, построены математические модели – расчетные эпюры, установлены конфигурация и размеры неупругих деформаций вокруг выработки. Исходные данные, принятые для расчетов, приведены ниже.

Глубина разработки месторождения – 900 м; сечения горных выработок в черне $15,9 \text{ м}^2$; E_0 – модуль деформации массива горных пород, 5000 МПа, C – коэффициент сцепления – 0,18; угол внутреннего трения ϕ – 20 градусов; коэффициент Пуассона горных пород – 0,3.

Результаты и обсуждения

Определения зон неупругих деформаций и коэффициента запаса устойчивости выработок

Крепление горных выработок и технологических камер в зависимости от горнотехнических условий предусмотрено по типовым паспортам крепления, разработанным на Донском ГОКе на основании «Инструкции по расчету нагрузок на крепь горных выработок в условиях шахт Донского ГОКа».

Для обоснованного применения мероприятий, направленных на снижение повышенного давления на крепь, интервалы пород, подверженных ускоренному и интенсивному выветриванию, целесообразно выявлять в процессе проходки каждой горно-капитальной и горно-подготовительной выработки по керну опережающих скважин.

Диагональное развитие очистных работ в горизонте (блока, панели) обеспечивает не только сокращение продолжительности эксплуатации горных выработок в зоне опорного давления, но существенно влияет на перераспределение горного давления, способствуя повышению эксплуатационной надежности подготовительно-нарезных выработок. Если при ранее применяемых схемах максимальные горизонтальные напряжения действовали перпендикулярно продольной оси откаточного орта, то при диагональной схеме развития очистных работ и комбинированной ортово-штрековой подготовке максимальные горизонтальные напряжения действуют под углом 35-500 к оси откаточной подготовительной выработки, а продолжительность воздействия горного давления на крепь выработок на отдельных участках сокращается в 1,5-2 раза. При данной схеме увеличивается количество действующих блоков, что позволяет управлять горным давлением и ремонтными работами (перекрепка) на горизонте.

Сечения и тип крепи очистных выработок определяют конкретными горно-геологическими и горнотехническими условиями. Сопряжение заходок с разрезным штреком (ортом) необходимо крепить металлическими рамами с затяжкой кровли. Все сопряжения горизонтальных выработок прямоугольного ответвления и прямоугольного (крестообразного) пересечения крепятся металлической арочной крепью (рисунок 1).

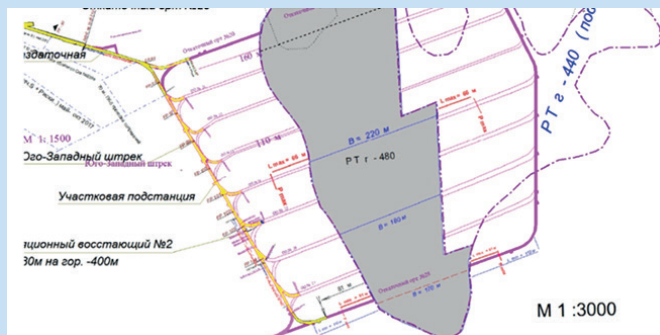


Рис. 1. Обоснование границ влияния очистных работ в первом очистном блоке гор. -480 м.

Сурет 1. -480 гор. тазарту жұмыстарының әсер ету шекараларын негіздеу.

Figure 1. Justification of the boundaries of the impact of cleaning works in the first cleaning block of the mountains -480 m.

Для определения размеров зон неупругих деформаций вокруг выработки построены математические модели в программе RS2, результаты которых приведены на рисунке 2.

Как следует из проведенных расчетов, вокруг выработки образуются зоны разрушений от 4,4 м в своде и до 4,8 м в подошве.

Результаты моделирования позволяют заключить следующее. При минимальной площади сечения выработок площадь поперечного сечения области пластического деформирования, а значит и объем потенциального вывала с увеличением глубины растут линейно для других сечений выработок, это зависимость нелинейна.

С точки зрения увеличения объемов вывала в выработке самым неблагоприятным поперечным сечением является сечение площадью $S = 16,71 \text{ м}^2$; на это указывает наибольший прирост объемов вывала с увеличением глубины заложения выработки.

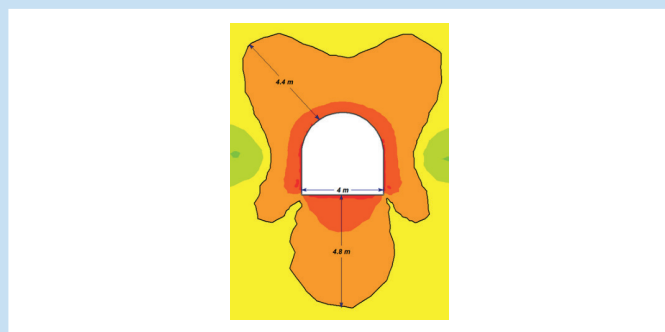


Рис. 2. Зона неупругих деформаций вокруг выработки.
Сурет 2. Қазба айналасындағы серпімді емес деформациялар аймағы.

Figure 2. Inelastic deformation zone around the mine.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

Самой благоприятной, при минимальных объемах разрушенных пород на контуре выработки, является выработка с площадью поперечного сечения $S = 13,71 \text{ м}^2$; на это указывают максимальные значения и максимальный прирост объема вывала с увеличением глубины заложения выработки. Самой неблагоприятной, при максимальных объемах разрушенных пород на контуре выработки является выработка с площадью поперечного сечения $S = 16,71 \text{ м}^2$; на это указывают максимальные значения и максимальный прирост объема вывала с увеличением глубины заложения выработки.

Результаты моделирования коэффициентов запаса устойчивости приведены ниже в графиках в сводной части выработки, в бортах выработки и почве выработки. Значения коэффициентов запаса устойчивости массива вокруг выработки приведены на рисунке 3.

Сведенные коэффициенты устойчивости вокруг выработок приведены в таблице 1.

Существующие аналитические решения геомеханических задач о напряженно-деформированном состоянии в большинстве своем выполнены для выработок круглой формы. Это связано, в частности, с тем, что описание круглого контура в таких задачах облегчает получение решения.

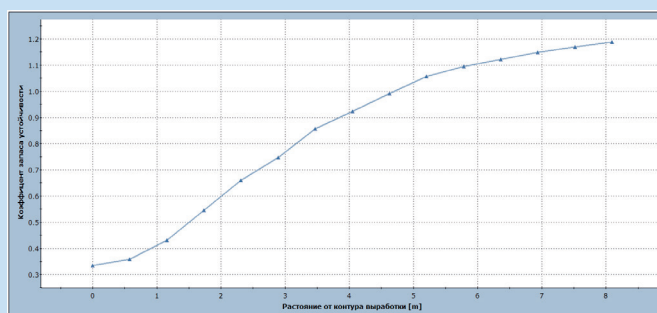
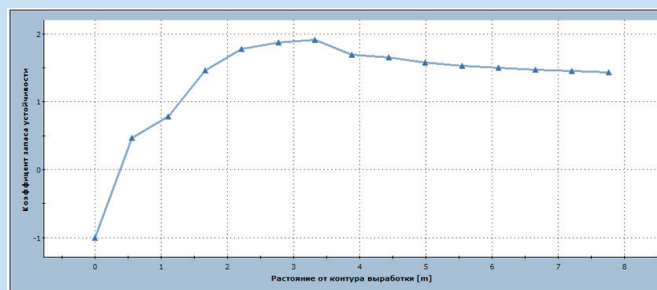
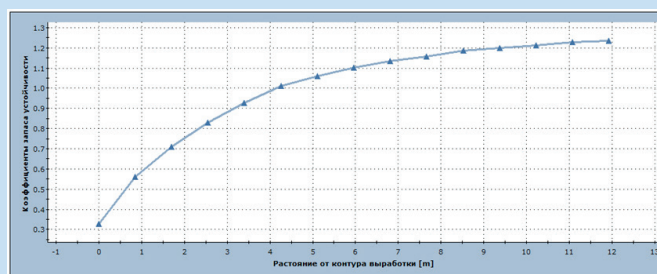


Рис. 3. Коэффициенты запаса устойчивости:

(а) – в сводной части выработки; (б) – в бортах выработки; (в) – в почве выработки.

Сурет 3. Тұрақтылық коэффициенттері:

(а) – қазбаның төбе бөлігінде; (б) – қазбаның борттарында; (в) – қазбаның табанында.

Figure 3. Coefficients of the stability margin:

(а) – in the consolidated part of the workings; (б) – in the sides of the workings; (с) – in the soil of the workings.

Вместе с тем, реальные горные выработки в шахтах имеют очертания контура, отличные от круглого. Таким образом, имеющиеся решения могут быть распространены на реальные объекты с известной долей вероятности.

Прогноз развития геомеханической ситуации в массиве горных пород в границах влияния очистных работ

Для прогноза размеров зон разрушений вокруг выработки при проведении проходческих работ в крест простирания, по простиранию и по диагонали рудного тела построены математические модели в программе RS2, результаты которых приведены на рисунке 4.

По результатам математического моделирования методом конечных элементов прогнозные зоны неупругих деформаций при проведении проходческих работ в крест простирания пород равен в сводной части 4,3 м, в подошве 4,8 м, при направлении проходки по диагонали, ЗНД равен в сводной части 5,0 м, в подошве 5,5 м и при направлении проходки по простиранию пород, ЗНД равен в сводной части 5,6 м, в подошве 5,8 м. Из чего следует утверждать,

Таблица 1

Коэффициенты устойчивости выработок

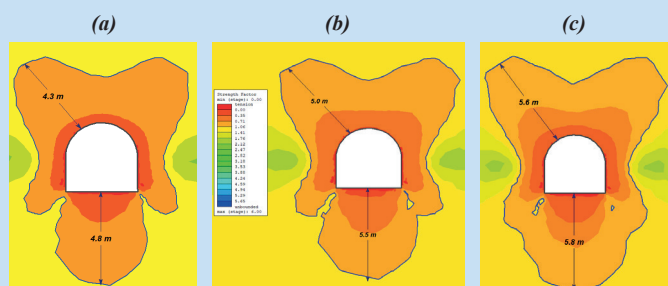
Кесте 1

Қазбалардың тұрақтылық коэффициенттері

Table 1

Coefficients of stability of workings

Расстояние от контура выработки, м	Коэффициент запаса устойчивости		
	в кровле	в бортах	в почве
1	0,6	0,7	0,3
2	0,7	1,5	0,6
3	0,81	1,8	0,75
4	1,0	1,6	0,91
5	1,05	1,5	1,05
6	1,1	1,4	1,1
7	1,11	1,35	1,11
8	1,18	1,3	1,19
9	1,2	1,3	1,19
10	1,22	1,3	1,19
11	1,24	1,3	1,19
12	1,26	1,3	1,19

**Рис. 4. Прогнозная зона неупругих деформаций:**

(a) – при проведении выработок в крест простирания;
 (b) – при проведении выработок по диагонали; (c) – при проведении выработок по простиранию пород.

Сурет 4. Серпімді емес деформациялардың болжамды

аймағы: (a) – қазбаларды созылу крестіне жүргізу кезінде; (b) – қазбаларды диагональ бойына жүргізу кезінде; (c) – жыныстарды созу бойынша қазбаларды жүргізу кезінде.

Figure 4. Forecast zone of inelastic deformations:

(a) – when carrying out workings in the strike cross;
 (b) – when carrying out workings along the diagonal;
 (c) – when carrying out workings along the strike of rocks.

что выработки будут наиболее устойчивы при направлении проходки в крест простирания рудного тела.

Ниже на рисунке 5 (a, b, c, d, e, f, g, h, i) приведены результаты численного анализа по определению зон возможных разрушений в промежутке между осями 20-28.

Как следует из проведенных расчетов, вокруг выработки образуются зоны неупругих деформаций (разрушений) от 4,4 м в своде и до 4,8 м в подошве.

Прогноз зон неупругих деформаций при проведении проходческих работ по простиранию, в крест простирания

и по диагонали рудного тела показал, что наиболее благоприятными является проходка выработок в крест простирания рудного тела (проходка ортами).

Определены зоны неупругих деформаций между осями 20-28, по результатам которых видно, что максимальные зоны разрушения наблюдаются в оси №24, а наименьшее в осях №20 и №28. Результаты численного моделирования приведены в таблице 2.

Прогноз опасных проявлений горного давления при недостаточной изученности геомеханических условий разработки, свойственной начальному этапу освоения месторождения, может производиться по результатам математического моделирования НДС в окрестности горных выработок, позволяющим дать предварительную оценку состояния приконтурной части и проследить характер его изменения на различных этапах отработки. Точность полученных оценок определяется соответствием принятых в расчетной модели параметров реальному состоянию со свойствами массива.

В задачах о математическом моделировании НДС массив горных пород может рассматриваться как сплошная упругая среда с заданными механическими свойствами. Такой подход не всегда отражает реальную ситуацию. Однако для задач горной практики, связанных с анализом изменения НДС массива под влиянием техногенных воздействий, предположение о сплошности упругой среды позволяет получить достаточно хорошо согласующиеся с практикой результаты.

Существующие теории прочности позволяют определить разрушение горных пород при любом виде напряженного состояния на основании опытных данных, полученных при каких-либо простейших видах нагружения.

Результаты численного моделирования

Сандық модельдеу нәтижелері

Numerical simulation results

Таблица 2

Кесте 2

Table 2

Ось	Зона неупругих деформаций (м)		Ось	Зона неупругих деформаций (м)	
	в кровле	в почве		в кровле	в почве
20	3,0	20	25	4,5	25
21	3,8	21	26	4,2	26
22	4,3	22	27	3,2	27
23	4,6	23	28	3,1	28
24	5,1	24			

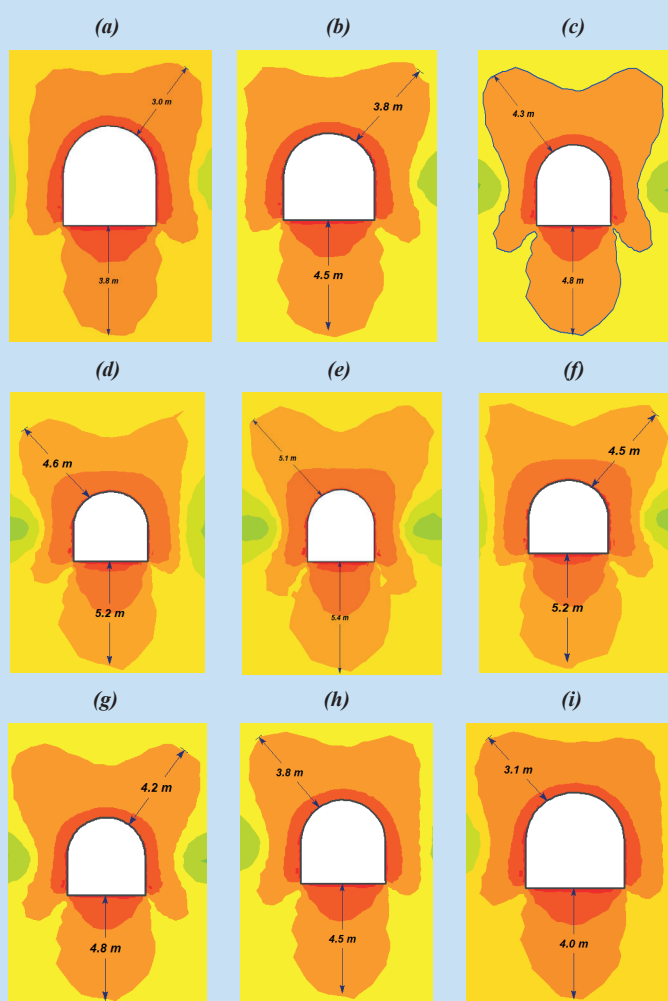


Рис. 5. Прогнозная зона неупругих деформаций по оси: (a) – №20; (b) – №21; (c) – №22; (d) – №23; (e) – №24; (f) – №25; (g) – №26; (h) – №27; (j) – №28.

Figure 5. Forecast zone of inelastic deformation along the axis: (a) – №20; (b) – №21; (c) – №22; (d) – №23; (e) – №24; (f) – №25; (g) – №26; (h) – №27; (j) – №28.

Сурет 5. Ось бойынша серпімді емес деформациялардың болжамды аймағы: (a) – №20; (b) – №21; (c) – №22; (d) – №23; (e) – №24; (f) – №25; (g) – №26; (h) – №27; (j) – №28.

Закключение

Выполненные расчеты показали, что вычисленный отпор крепи оказывается несоизмеримо малым по сравнению с величинами компонент поля начальных напряжений в массиве. В таких условиях проведение мероприятий по укреплению массива в окрестности выработки может быть более эффективным, чем установка большего числа рам или переход на более массивные профили крепи. Способ повышения надежности крепления за счет установки замков с повышенным сопротивлением податливости, обеспечивающих более высокий отпор рам крепи, как показывают исследования, не позволяет достигать ощутимых положительных результатов. Таким образом, разработанный метод моделирования напряженного состояния подземной конструкции и выполненные на его основе расчеты позволили обосновать наиболее эффективный способ управления устойчивостью горных выработок в процессе их проведения, строительства и эксплуатации на глубоких горизонтах шахт Хромтауских месторождений путем предварительного (опережающего) закрепления приконтурного массива горных пород.

В научной статье были выполнены следующие задачи: анализ горно-геологических и горнотехнических условий разработки шахты; анализ методик определения напряженно-деформационного состояния; численный анализ напряженно-деформационного состояния массива горных пород -480 м; прогнозная оценка НДС массива, основанная на применении эффективных численных методов и позволяющая повысить надежность прогноза «горно-геомеханической» обстановки на выемочном участке. Как следует из проведенных расчетов, вокруг выработки образуются зоны неупругих деформаций (разрушений) от 4,4 м в своде и до 4,8 м в подошве.

Прогноз зон неупругих деформаций при проведении проходческих работ по простиранию, в крест простирания и по диагонали рудного тела показал, что наиболее благоприятной является проходка выработки в крест простирания рудного тела (проходка ортами).

Определены зоны неупругих деформаций между осями 20-28, по результатам которых видно, что максимальные зоны разрушения наблюдаются в оси №24, а наименьшие в осях №20 и №28.

Благодарность

Данная статья опубликована в рамках грантового финансирования исследований молодых ученых по про-

екту Комитета науки Министерства и высшего образования Республики Казахстан «Жас ғалым» на 2022-2024 годы, ИРН – AP14972815.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матаев А.К. Исследование геомеханической обстановки массива горных пород в зоне влияния очистных работ на шахте имени 10-летия Независимости Казахстана. / А.К. Матаев, А.С. Кайназарова, И.Д. Арыстан, Е.А. Абеуов, А.С. Кайназаров, М.Б. Байзбаев, В.Ф. Демин, М.Г. Султанов. // Разработка месторождений полезных ископаемых. 2021. Вып. 15. Ч. 1. С. 1-10 (на английском языке)
2. Султанов М.Г. Выбор параметров крепи и технологии ее возведения на месторождении «Восход». / М.Г. Султанов, А.К. Матаев, Д.С. Кауметова, Р.М. Абдрашев, А.С. Куантай, Б.М. Орынбаев. // Уголь. 2020. №10. С. 17-22 (на русском языке)
3. Арыстан И.Д. Выбор и обоснование технологии крепления подготовительных выработок в условиях неустойчивых массивов на примере рудника «10-лет Независимости Казахстана». / И.Д. Арыстан, М.Б. Байзбаев, А.К. Матаев, Л.М. Абдиева, Ж.К. Богжанова, Р.М. Абдрашев. // Уголь. 2020. №6. С. 10-16 (на русском языке)
4. Арыстан И.Д., Абеуов Е.А., Абдрашев Р.М. и др. Крепление горизонтальных горных выработок в условиях шахт Донского ГОКа. // VIII Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции и инновации в науке и производстве», 3-4 апреля 2019. Кемерово: КузГТУ (на русском языке)
5. Griffiths D.V. Анализ устойчивости склона с помощью конечных элементов. / Griffiths D.V. and Lane P.A. // Геотехника. 1999. Вып. 49. №3. С. 387-403 (на английском языке)
6. Hoek E., Carranza-Torres C. and Corkum B. Критерий Хука-Брауна – издание 2002 года. В материалах 5-го Североамериканского симпозиума по механике горных пород и 17-й Ассоциации проходчиков Канады: NARMS-TAC 2002, Торонто, Канада, под ред. Р.Э. Хамма и др. Вып. 1. С. 267-273 (на английском языке)
7. Duncan J.M. Современное состояние: предельное равновесие и конечно-элементный анализ склонов. // Журнал геотехнической инженерии. 1996. Вып. 122. №7. С. 577-596 (на английском языке)
8. Haimson B.C. Предлагаемые ISRM методы оценки напряжений в горных породах. Гидравлический разрыв пласта (ГРП) и/или гидравлические испытания ранее существовавших трещин (HTPF). / Haimson B.C. and Cornet F. // Международный журнал механики горных пород и горных наук. 2003. Ч. 40. С. 1011-1020 (на английском языке)
9. Stephenson R.M., Sandy M.P. Оптимизация проектирования очистных забоев и наземной поддержки – тематическое исследование. // Наземная поддержка 2013: продолжение 7-го междунар. симпозиума по наземной поддержке в горнодобывающей промышленности и подземном строительстве. – Перт. 2013. С. 387-400 (на английском языке)
10. Nickson S.D. Руководство по прокладке кабелей для подземных горных работ в твердых породах. // Ванкувер: Университет Британской Колумбии. 1992. 223 с. (на английском языке)
11. Barton N.R. Инженерная классификация сочлененных горных массивов для проектирования крепи тоннеля. / Barton N.R., Line R., Lunde J. // Механика горных пород. 1974. Том 6. С. 189-236 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Матаев А.К. Қазақстан Тәуелсіздігінің 10 жылдығы атындағы шахтадағы тазарту жұмыстарының әсер ету аймағындағы тау алабындағы геомеханикалық жағдайды зерттеу. / А.К. Матаев, А.С. Қайназарова, И.Д. Арыстан, Е. Абеуов, А.С. Қайназаров, М.Б. Байзбаев, В.Ф. Демин, М.Г. Сұлтанов. // Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру. 2021. Т. 15. Шығ 1. Б. 1-10 (ағылшын тілінде)
2. Сұлтанов М.Г. «Восход» көмір кен орнында бекіту параметрлерін және оны салу технологиясын таңдау. / М.Г. Сұлтанов, А.К. Матаев, Д.С. Кауметова, Р.М. Абдрашев, А.С. Куантай, Б.М. Орынбаев. // Көмір. 2020. №10. Б. 17-22 (орыс тілінде)
3. Арыстан И.Д. «Қазақстан Тәуелсіздігіне 10 жыл» кенішінің мысалында тұрақсыз массивтер жағдайында дайындық қазбаларын бекіту технологиясын таңдау және негіздеу. / И.Д. Арыстан, М.Б. Байзбаев, А.К. Матаев, Л.М. Абдиева, Ж.К. Богжанова, Р.М. Абдрашев. // Көмір. 2020. №6. Б. 10-16 (орыс тілінде)
4. Арыстан И.Д., Абеуов Е.А., Абдрашев Р.М., Матаев А.К. Дон КБК шахталары жағдайында көлденең тау-кен қазбаларын бекіту. // «Ғылым мен өндірістегі заманауи үрдістер мен инновациялар» VIII Халықаралық ғылыми-практикалық конференция, 3-4 сәуір 2019. Кемерово: КузГТУ. 2019 (орыс тілінде)

5. Griffiths D.V. Соңғы элементтердің көмегімен көлбеу тұрақтылықты талдау. / Griffiths D.V. and Lane P.A. // Геотехника. 1999. Шығ. 49. №3. Б. 387-403 (ағылшын тілінде)
6. Hoek E., Carranza-Torres C. and Corkum B. Хук-Браун критерийі – 2002 жылғы басылым. 5-ші Солтүстік Америка тау жыныстары механикасы симпозиумының және Канаданың 17-ші өткізгіштер қауымдастығының материалдарында: Narms-tac 2002, Торонто, Канада, eds. P.Э. Хаммах және басқалар. Шығ. 2002. 1. Б. 267-273 (ағылшын тілінде)
7. Duncan J.M. Қазіргі жағдай: шекті тепе-теңдік және беткейлердің ақырлы элементтік талдауы. // Геотехникалық инженерия журналы. 1996. Шығ. 122. №7. Б. 577-596 (ағылшын тілінде)
8. Haimson B.C. ISRM тау жыныстарындағы кернеуді бағалау әдістерін ұсынды-3 бөлім. / Haimson B.C. and F. Cornet. // Гидравликалық сыну (HF) және/немесе бұрыннан бар жарықтарды гидравликалық сынау (HTPF). 2003. Бөл. 40. Б. 1011-1020 (ағылшын тілінде)
9. Stephenson R.M., Sandy M.P. Тазарту кенжарының дизайны мен жердегі қолдауды оңтайландыру – кейс-стади. // Жердегі қолдау 2013: 7-ші интернационалдан. симпозиумдар. тау-кен өнеркәсібіндегі және жерасты құрылысындағы жер үсті тірегі туралы. – Перт. 2013. Б. 387-400 (ағылшын тілінде)
10. Nikson S.D. Қатты тау жыныстары шахталарында жерасты жұмыстарына арналған кабельдерді бекіту бойынша нұсқаулық. // Ванкувер: Британдық Колумбия университеті. 1992. 223 б. (ағылшын тілінде)
11. Barton N.R. Туннель бекіткішін жобалауға арналған буын тау жыныстарының инженерлік классификациясы. / Barton N.R., Line R., Lunde J. // Тау жыныстарының механикасы. 1974. Т. 6. Б. 189-236 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Matayev A.K. Research into rock mass geomechanical situation in the zone of stope operations influence at the 10th Anniversary of Kazakhstan's Independence mine. / A.K. Matayev, A.S. Kainazarova, I.D. Arystan, Ye. Abeuov, A.S. Kainazarov, M.B. Baizbayev, V.F. Demin, M.G. Sultanov. // Mining of Mineral Deposits. 2021. Vol. 15. Issue 1. P. 1-10 (in English)
2. Sultanov M.G. Vybor parametrov krepі i tekhnologii ee vozvedeniya na mestorozhdenii «Voskhod». / M.G. Sultanov, A.K. Mataev, D.S. Kaumetova, R.M. Abdrashev, A.S. Kuantai, B.M. Orynbaev. // «Ugol'». 2020. №10. S. 17-22 [The choice of the parameters of the support and the technology of its construction at the Voskhod Coal deposit. // «Coal». 2020. №10. P. 17-22] (in Russian)
3. Arystan I.D. Vybor i obosnovanie tekhnologii krepіeniya podgotovitel'nykh vyrabotok v usloviyakh neustoiichivyykh massivov na primere rudnika «10-let Nezavisimosti Kazakhstana». / I.D. Arystan, M.B. Baizbayev, A.K. Mataev, L.M. Abdieva, Zh.K. Bogzhanova, R.M. Abdrashev. // «Ugol'». 2020. №6. S. 10-16 [Selection and justification of the technology of fastening preparatory workings in unstable massifs on the example of the mine «10 years of Independence of Kazakhstan». // «Coal». 2020. №6. P. 10-16] (in Russian)
4. Arystan I.D., Abeuov E.A., Abdrashev R.M. etc. Kreplenie gorizonta'l'nykh gornyykh vyrabotok v usloviyakh shakht Donskogo GOKa. // VIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennye tendentsii i innovatsii v nauke i proizvodstve», 03-04 aprelya 2019. Kemerovo: KuzGTU, 2019 [Fastening of horizontal mine workings in the conditions of the mines of the Donskoy GOK. // VIII International Scientific and Practical Conference «Modern trends and innovations in science and production», April 03-04, 2019. Kemerovo: KuzSTU, 2019] (in Russian)
5. Griffiths D.V. Slope stability analysis by finite elements. / Griffiths D.V. and Lane P.A. // Geotechnique. 1999. Vol. 49. №3. P. 387-403 (in English)
6. Hoek E., Carranza-Torres C. and Corkum B. Hoek-Brown criterion – 2002 edition. In Proceedings of the 5th North American Rock Mechanics Symposium and the 17th Tunnelling Association of Canada: NARMS-TAC. 2002, Toronto, Canada eds. R.E. Hammah et al. Vol. 1. P. 267-273 (in English)
7. Duncan J.M. State of the art: limit equilibrium and finite-element analysis of slopes. // Journal of Geotechnical Engineering. 1996. Vol. 122. №7. P. 577-596 (in English)
8. Haimson B.C. Cornet. Int. J. of Rock Mech., Min. Sci. / B.C. Haimson and F. Cornet. // ISRM Suggested Methods for Rock Stress Estimation – Part 3: Hydraulic Fracturing (HF) and/or Hydraulic Testing of Pre-existing Fractures (HTPF). 2003. P. 40. P. 1011-1020 (in English)
9. Stephenson R.M., Sandy M.P. Optimising stope design and ground support – a case study. // Ground Support 2013: proceed of the 7th Internat. sympos. on Ground Support in Mining and Underground Construction. Perth: 2013. P. 387-400 (in English)
10. Nickson S.D. Cable support guidelines for underground hard rock mine operations: thes. ... m.a.sc. Vancouver, University of British Columbia: 1992. 223 p. (in English)
11. Barton N.R. Engineering classification of jointed rock masses for the design of tunnel support. / N.R. Barton, R. Lien, J. Lunde. // Rock Mechanics. 1974. Vol. 6. P. 189-236 (in English)

Сведения об авторах:

Матаев А.К., PhD, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), mataev.azamat@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9033-8002>

Имашев А.Ж., Доктор PhD, заведующий кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), imashev_85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9799-8115>

Хусан Б., старший преподаватель кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), hbolat@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0996-348X>

Шайке Н.К., PhD докторант, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), nurlan_shaike@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2395-4566>

Авторлар туралы мәліметтер:

Матаев А.К., PhD, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан)

Имашев А.Ж., PhD Докторы, қауымдастырылған профессор, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының меңгерушісі, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан)

Хусан Б., PhD, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан)

Шайке Н.К., PhD докторант, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Matayev A.K., PhD, senior lecturer of the Department «Development of mineral deposits», NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Imashev A.Zh., PhD, Head of the Department «Development of mineral deposits», NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Khussan B., PhD, Senior lecturer of the Department «Development of mineral deposits», NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Shayke N.K., PhD doctoral student, senior lecturer of the Department of Mineral Deposit Development, NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

СПТОКРАНЫ

3-5 апреля
2024 г.ЦВК ЭКСПОЦЕНТР,
павильон № 8

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СПТОКРАНЫ

СПЕЦТЕХНИКА И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



12-я Казахстанская Международная Конференция и Выставка
ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ

29-31 мая 2024

Астана, Казахстан



ОРГАНИЗАТОРЫ

тел.: +7 727 258 34 34;

Выставка: anna.sivolapova@iteca.events

Конференция: olga.remorenko@iteca.events



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАРТНЕР



Министерство труда и социальной защиты населения
Республики Казахстан

Код МРНТИ 52.31.47

*O.O. Medvedieva, L.V. Yakubenko, P.I. Kopach, R.S. Lubinsky

M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine (Dnipro, Ukraine)

INTEGRATED USE OF NATURAL RESOURCES IN THE PROCESS OF EXPLOITATION OF STEEPLY DIPPING MINERAL DEPOSITS

Abstract. The development of natural resources based on the use of mining waste is a complex and multifaceted problem. The purpose of the article is to substantiate and develop a classification of methods for handling primary mining waste and the creation of an environmentally-oriented waste management technology in the development of steeply dipping mineral deposits. The prerequisites for the development of technological solutions that ensure the implementation of integrated use of natural resources are formulated, a classification of methods for handling primary waste from mining and an environmentally oriented technological scheme for the open development of steeply dipping mineral deposits are developed.

Key words: integrated use, natural resources, methods of waste management, steeply dipping deposits, enrichment waste, classification, primary waste, technological scheme.

Табиғи ресурстарды құлдырған кендерді қолдану процесінде құрылған пайдалану

Аннотация. Тау-кен өндірісінің қалдықтарын пайдалану негізінде табиғи ресурстарды игеру күрделі және көп қырлы мәселе болып табылады. Мақаланың мақсаты – тау-кен өнеркәсібінің бастапқы қалдықтарымен жұмыс істеу әдістерінің жіктелуін негіздеу және әзірлеу және тік құйылатын пайдалы қазбалар кен орындарын игеру кезінде қалдықтарды басқарудың экологиялық-бағдарланған технологиясын құру. Қоршаған ортаны кешенді басқаруды жүзеге асыруды қамтамасыз ететін технологиялық шешімдерді әзірлеудің алғышарттары тұжырымдалды, бастапқы тау-кен қалдықтарымен жұмыс істеу әдістерінің классификациясы және тік пайдалы қазбалар кен орындарын ашық әдіспен өндірудің экологиялық бағытталған технологиялық схемасы әзірленді.

Түйінді сөздер: кешенді пайдалану, табиғи ресурстар, қалдықтарды басқару әдістері, тік шөгінділер, байыту қалдықтары, классификация, бастапқы қалдықтар, технологиялық схема.

Комплексное использование природных ресурсов в процессе эксплуатации крутопадающих месторождений полезных ископаемых

Аннотация. Освоение природных ресурсов, основанное на использовании отходов горного производства, является комплексной и многоаспектной проблемой. Целью статьи является обоснование и разработка классификации способов обращения с первичными отходами горного производства и создание эколого-ориентированной технологии обращения с отходами при разработке крутопадающих месторождений полезных ископаемых. Сформулированы предпосылки разработки технологических решений, обеспечивающих реализацию комплексного природопользования, разработана классификация способов обращения с первичными отходами горных работ и экологически ориентированная технологическая схема открытой разработки крутопадающих месторождений полезных ископаемых.

Ключевые слова: комплексное использование, природные ресурсы, методы обращения с отходами, крутопадающие месторождения, отходы обогащения, классификация, первичные отходы, технологическая схема.

Introduction

In terms of proven reserves of coal, manganese, iron and titanium-zirconium ores, as well as graphite, potassium salts, kaolin, refractory clays, sulfur, and facing stone, Ukraine is one of the world's leading countries (in particular, coal reserves account for 7.5% of the world's reserves, manganese ores – 42.8%, and iron ores – 15%). Open-pit and underground mining and enrichment of minerals is accompanied by the removal of overburden, which is stored in dumps, and the generation of enrichment waste, which is stored in tailing ponds by hydraulic means. The generation and storage of mining and metallurgical waste is a complex problem that is common to all countries of the world. Along with the growth of the economy, population and consumption, there is a rapid increase in both the volume and types of waste: industrial and household waste, including electrical and electronic equipment, batteries, worn-out tires, vehicles, etc.

According to the United Nations European Commission, between 1996 and 2007, the total volume of waste in the EU increased by 2% per year, and since 2007, the annual growth rate has reached 7%.

Secondary resource use is based on the following basic principles of waste management [1, 2]:

1. *Development and implementation of scientifically based standards of waste generation per unit of production (raw materials and energy) in accordance with advanced technological achievements.*

2. *Ensuring the development of the market for secondary material resources and their involvement in economic circulation as secondary raw materials.*

3. *Prevention and minimization of waste generation.*

4. *Collection, sorting and transportation of waste.*

5. *Storage and processing of waste.*

6. *Disposal of waste that is not subject to secondary resource use:*

- *removal;*

- *mutual neutralization;*

- *neutralization.*

7. *Control over the above operations.*

8. *Supervision over the disposal sites of utilized waste.*

Further application of the principles of sustainable development is associated with the «blue» economy, the main purpose of which is to find simple innovative solutions that are safe for nature and society. The blue economy focuses on the economy of the natural environment, which in all cases is low-resource, as it is based on the recycling of all generated waste.

Solid waste (liquid and gaseous waste) is divided into production waste and consumption waste. Production waste is defined as raw materials unsuitable for the production of certain products, their residues that are not used, or substances arising from technological processes that cannot be utilized in this production [3, 4]. This group accounts for 90% of solid waste. The remaining 10% is made up of consumption waste, which is classified as municipal solid waste [5].

Ukraine has significant mineral reserves, for which global demand is met by no more than a third, and most of the operating enterprises are located in the Dnipro region. Dnipro city is one of Ukraine's major industrial centers, with enterprises in the metallurgical, chemical and machine-building industries. Given the country's course towards European integration and

its access to global markets, these enterprises have to withstand tough competition from foreign companies, as well as comply with European and global product quality standards and environmental safety requirements. During the extraction and processing of minerals using existing technologies, large volumes of enrichment waste were generated, the storage of which requires the allocation of land plots of significant size, which leads to changes in relief, violation of engineering-geological, hydrogeological and ecological-geological conditions of the area where waste storage facilities are located [3-7].

Over the past 140 years, more than 6 billion tons of ore have been mined and about 13 billion tons of overburden removed from Kryvyi Rih iron ore deposits alone. In this region, overburden dumps, together with tailing dumps, cover an area of more than 63 thousand hectares of potentially fertile land, which has led to the irreversible transformation of the region's environment from a natural to a man-made ecosystem.

Over many decades of operation, Kryvyi Rih MPP (mining and processing plant s) have accumulated significant volumes of tailings in tailings ponds covering an area of more than 7,000 hectares, estimated at 2.5 billion tons with a total iron content of 14-18%.

Manganese ore sludge reserves within the manganese ore basin amount to 240347800 tons by dry weight with a manganese content of 10-15%. Utilization of sludge from Mykolaiv Alumina Plant will make it possible to produce gold-rutile-zircon (gold – 36-42%, zircon – 40-60%, rutile – 14-20%) concentrates.

Materials and Methods

The current state of research on improving the environmental safety of mining operations through the implementation of the principle of secondary waste management is characterized by the complexity and fragmentation of the study of this problem. The main disadvantages in the implementation of the principle of waste management are the methodological and methodological separation of approaches to the development of secondary waste management technologies in the mining industry. Therefore, fundamental and applied research on this problem is relevant and will contribute to the improvement of the socio-ecological aspects of the scientific and practical basis for the development of the mining industry.

The development of natural resources based on the use of mining waste is a complex and multifaceted problem. Thus, the purpose of the article is to substantiate and develop a classification of methods of primary mining waste management and to create an environmentally oriented waste management technology for the development of steeply dipping mineral deposits.

In this case, the most reasonable approach to solving such a multifactorial problem is to use the classification method to set priorities. The point of classifying methods of natural resource management in the process of implementing the principle of waste management and technological schemes related to the implementation of this principle is to divide a set of multi-parameter objects into a limited number of homogeneous classes or groups identical in terms of technological, engineering, geological and other properties.

The classification of mining waste management methods is presented in Table 1, which, in addition to the listed classifica-

tion features, includes a column reflecting the availability of a theoretical and methodological basis for calculating the main parameters of technological schemes.

Based on the specifics of mining waste management methods, they are divided into four groups:

- *method of mutual neutralization of large-scale primary waste;*
- *cascade method of mining waste management;*
- *a method of storage of primary mining waste;*
- *formation of technogenic deposits;*
- *method of utilization of primary mining waste;*
- *method of forming energy complexes;*
- *a method of forming recreational complexes.*

The division of mining waste management methods is based on their «principle of action» – the functional capability of each of them:

- *the principle of mutual neutralization of primary waste – one type of large-scale mining waste is neutralized by another type of waste in full or to a greater extent and is carried out directly in the process of mining operations;*
- *the principle of cascade utilization of mining waste – one type of waste becomes a secondary raw material for further processing. The disadvantage of this method of waste management is that it creates a chain of further waste;*
- *the principle of storage of primary mining waste or formation of anthropogenic deposits from it – permanent or temporary storage of large-scale primary waste in dumps, sludge pits, etc. in pre-allocated land allotments. This method of dealing with primary mining waste is environmentally unacceptable;*
- *the principle of primary waste utilization is the destruction, burial, and discharge of toxic, radioactive, and highly mineralized mining waste into natural or artificial water bodies;*
- *principle of formation of post-technogenic landscapes with the use of technological complexes – development of renewable energy based on the use of wind and solar installations to ensure the emergence of self-regenerative processes in areas with a disturbed ecosystem (technogenic landscapes);*
- *the principle of forming recreational potential – forms a single system of natural, sports and tourist, health and wellness, and socio-cultural subsystems characterized by functional interconnectedness and territorial integrity.*

Each of the primary waste management methods is classified according to its types, the technology of implementation of the management method and the effectiveness of its application (Table 1).

The studies have shown that the most significant mining wastes are: the mined-out space of quarry fields; overburden, poor and oxidized ores stored in external dumps; waste from the beneficiation of ferrous and non-ferrous metals; conditional ores that were «lost» in the process of underground mining; mine and quarry water; technogenic landscapes.

The analysis of the developed classification showed that there is no technologically acceptable solution to the problem associated with the neutralization of large-scale mining waste (using the mined-out space of the open pit field as a container for storing all overburden removed in the process of mineral deposits development).

Table 1

Classification of primary mining waste management methods

Кесте 1

Тау-кен өндірісінің бастапқы қалдықтарымен жұмыс істеу әдістерінің классификациясы

Таблица 1

Классификация способов обращения с первичными отходами горного производства

Class	Subclass	Group	Subgroup	Availability of a methodological basis for calculating the main parameters of technological schemes
1	2	3	4	5
Waste management methods for mining production	Waste used to implement this method	Technologies for implementing this waste management method	Technology efficiency (secondary waste generation)	
A. Mutual neutralization of primary wastes of mining production	A-1. The excavated area of the pit field and overburden removed from it	A-1-1. Technologies with partial internal landfilling	A-1-1-a. Significant residual capacity of the produced space	Yes
			A-1-1-6. External dumps of overburden rocks	
		A-1-2. Technologies with complete internal landfilling	A-1-2-a. Complete stacking of overburden in the inner dump	No
B. Utilization of of primary wastes of mining production as a secondary raw materials	B-1. Overburden rocks	B-1-1. Technologies for the production of building materials	B-1-1-a. Depending on the physical and mechanical properties of the rocks, up to 30% of their total volume is used	Yes
	B-II. Wastes from the beneficiation of man-made deposits (MR)	B-II-1. Technologies for the development of TR for re-enrichment and production of building materials	B-II-1-a. It is necessary to form new waste heaps with a capacity of 70-80% of the previous ones	Yes
	B-III. Conditional ores «lost» in the process of underground mining	B-III-1. Technologies for the re-development of mineral deposits	B-III-1-a. Generation of secondary waste (overburden)	Yes
	B-IV. Mine and quarry water (MW)	B-IV-1. Technologies of demineralization of c.c.w.	B-IV-1-a. Secondary waste generation (highly mineralized waste)	No
C. Storage of primary mining waste, formation of man-made deposits from it	C-1. Overburden rocks	C-1-1. Technologies for the formation of external dumps	C-1-1-a. Land alienation for external dumps is required	Yes
		C-1-2. Technologies of joint formation of external and internal dumps	C-1-2-a. Partial alienation of land for external dumps is required	Yes
	C-II. Wastes of enrichment	C-II-1. Technologies for the formation of man-made deposits	C-II-1-a. Land alienation is required for the formation of SRF	Yes
	C-III. Poor and oxidized ores	C-III-1. Technologies for the formation of temporary warehouses on the earth's surface	C-III-1-a. Generation of secondary waste (overburden)	Yes

1	2	3	4	5
D. Utilization of of primary waste of mining production	D-1. Mine and quarry water (w.c.w.)	D-1-1. Technologies for discharge of sludge into evaporator ponds	D-1-1-a. Partial solution to the problem of waste coal utilization.	Yes
		D-1-2. Discharge of slurry into natural water bodies	D-1-2-a. Technogenic load on the ecosystem of natural water bodies	
E. Formation of post-technogenic landscapes industrially developed regions	E-1. Technogenic landscapes + technological complexes for the transformation of renewable natural energy sources	E-1-1. Technologies for obtaining electricity and water from the air using renewable natural energy sources (wind and solar)	E-1-1-a. Use of natural resources for the emergence of a secondary ecosystem (rehabilitation of anthropogenic landscapes)	Under development
			E-1-1-b. Provision of electric energy for demineralization of coal ash and slag.	Under development
F. Formation of recreational potential	F-1. Post-technogenic landscapes + complexes of health and recreation, sports, tourism and other activities	F-1-1. Technologies for the formation of recreational potential	F-1-1-a. Provision of health improvement activities and meeting the spiritual needs of the population	Under development

In addition, the wide range of mineralization of mine and quarry waters requires the use of different desalination methods. However, all currently used technologies for desalination of these waters solve this problem only partially and have a significant drawback – the formation of residual brines with extremely high mineralization. In this case, there is no technological solution to this problem.

Results

Based on the results of the conducted research, it was found that one of the promising areas of primary mining waste management is their mutual neutralization. To implement this direction, an environmentally oriented technological scheme for the development of a quarry field has been developed, which provides for temporary external and permanent internal dumping with a special formation of the working area of the quarry [8] (Fig. 1).

The environmentally oriented technological scheme of the open pit mining envisages the opening of a steeply sloping deposit and its preparation for exploitation by constructing a pioneer pit to the full depth of the open pit, which ensures the creation of a capacity for future internal dumping. The overburden removed during the construction period is placed in a temporary dump on the day surface, which is located within the contours of the open pit at its opposite end.

It should be noted that for the successful implementation of the proposed environmentally oriented method of development of steeply sloping deposits, it is necessary to use a special method of their opening, developed at the Institute for Nature

Management Problems and Ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine [9], which can provide a sufficiently high rate of opening of the deposit and construction of the pioneer pit.

During the construction of the pioneer pit, a working area of the main pit is formed at one of its ends with predefined parameters. After the pioneer pit is completed, mining operations are developed towards the opposite end of the pit field. From this point on, not only the removed host rocks from the working area of the open pit, but also the rocks of the temporary dump formed during the construction of the pioneer open pit that are being mined as the mining front advances, are placed in the permanent internal dump.

During the main service life of the open pit, based on the need to stabilize the production of stripping operations (the main condition for internal dumping), the working area of the open pit is formed as follows. Initially, the height of the working face of the pit is divided into a number of horizontal layers with a diagonally oriented mining front relative to the longitudinal axis of the pit field. The angle of orientation of the mining front is selected depending on the required speed of its movement, which determines the production capacity of the open pit. Each of the horizontal layers consists of several ledges separated by transport and safety berms, which alternate in height. For the simultaneous mining of the above-mentioned layers, horizontal platforms are provided between them, the width of which is equal to the annual advancement of the mining front. The sequence of mining a horizontal layer with diagonal blocks is shown in Figure 2.

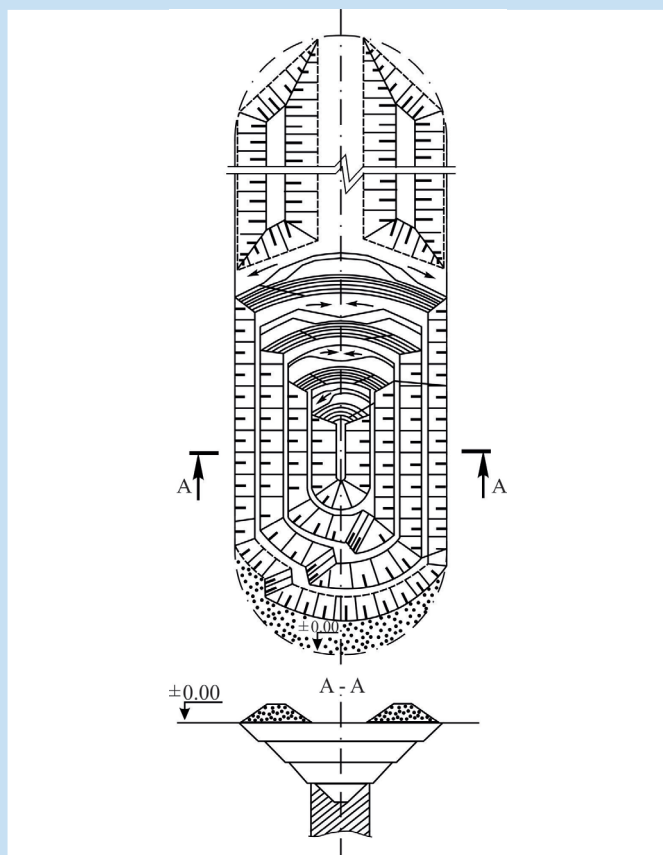


Figure 1. Environmentally oriented technological scheme of open pit mining of steeply sloping mineral deposits.
Сурет 1. Экологиялық бағдарланған ашық схема тік шөгетін пайдалы қазбалар кен орындарын игеру.
Рис. 1. Эколого-ориентированная технологическая схема открытой разработки крутопадающих месторождений полезных ископаемых.

When moving the diagonal blocks of each horizon from the sides of the pit to its center (forward stroke), half the width of the horizontal face is worked, ensuring that the base of the opened horizon forms the area necessary for opening and mining the horizon below. When the required length is reached, a triangular block is drilled, blown up and worked out, followed by the formation of a diagonal block, which, when moved, cuts the transport berm above the horizon. Subsequently, the cycle of work on the development of the horizons of the layer lying below is repeated in the above sequence.

At the point where the diagonal blocks of the upper horizon meet and mutually work out, two triangular blocks are drilled and blasted to organize the reverse course of the diagonal blocks from the center of the pit to its sides (the second stage of horizontal mining).

The second half of the horizontal pad width is mined during the reverse movement of the diagonal blocks. Cargo transportation between excavation faces and rock delivery points is carried out via previously cut transport berms, which are extinguished as the diagonal blocks move from the center to the sides of the pit. Subsequently, the cycle of horizontal mining is repeated.

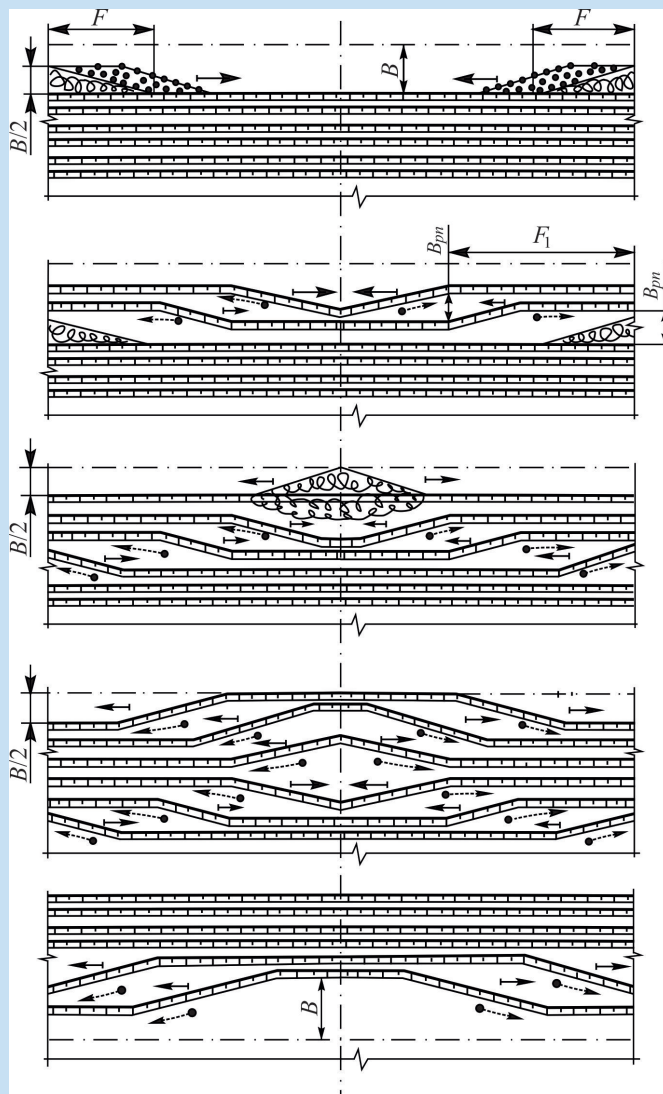


Figure 2. Sequence of mining a horizontal layer with diagonal blocks.

Сурет 2. Көлденең қабатты диагональды блоктармен өңдеу реті.

Рис. 2. Последовательность отработки горизонтального слоя диагональными блоками.

If there is a need to reduce the time for the construction of inclined trenches to ensure cargo transportation between excavator faces and points of delivery of rock mass during the development of horizontal layers, as well as intensification of mining operations in the vertical direction, the opening and preparation of each working horizon for its development should be carried out using the developed method of deconservation of temporarily non-working pit sides [10].

At the point where the diagonal blocks of the upper horizon meet and mutually work out, two triangular blocks are drilled and blasted to organize the reverse course of the diagonal blocks from the center of the pit to its sides (the second stage of horizontal mining).

The second half of the horizontal pad width is mined during the reverse movement of the diagonal blocks. Cargo transportation between excavation faces and rock delivery points

is carried out via previously cut transport berms, which are extinguished as the diagonal blocks move from the center to the sides of the pit.

An important condition for mining operations during the main service life of a quarry that involves internal dumping is the safety of operations in the conditions of closely located mining and dumping working areas. Therefore, to prevent overburden from entering the working area of the pit during internal dumping, the dumping front is turned counter to the strike of the ore body and directed towards the non-working side of the pit.

It should be noted that a uniform mining regime for the main life of the open pit ensures that the mining and dumping fronts move at the same speed, as well as the formation of an internal dump to the ground surface.

Conclusion

After the quarry field is completed, the proposed method of development of steeply dipping deposits leaves a mined space with a capacity equal to the volume of extracted minerals.

This mined-out space can be subsequently filled with overburden removed from the subsoil by other operating quarries, rocks from existing external dumps, and dry beneficiation waste after secondary processing of man-made deposits.

The developed ecologically oriented technological scheme of open-pit mining of steeply sloping mineral deposits (when mining one quarry field) allows:

1) to reduce the use of agricultural land in the process of mining by eliminating the need for their alienation for the formation of external dumps and obtain an economic effect of UAH 76.95 million;

2) to reduce the distance of overburden transportation, which will increase the efficiency of mining enterprises, which will amount to UAH 72.16 million per year;

3) to significantly improve the environmental situation in the region by significantly reducing the volume of the quarry field and stacking overburden in the internal dump to the level of its ground surface.

REFERENCES

1. Shapar A.G. et al. *Novaya paradigma izvlecheniya prirodnnykh resursov iz okruzhayushey sredy: Dnepr, 2018, S. 128 [The newest paradigm of natural resources extraction from the environment Dnipro, 2018. P. 128] (in Ukrainian)*
2. Deady E.A. *A review of the potential for rare-earth element resources from European red muds: examples from Seydişehir, Turkey and Parnassus-Giona, Greece. / E.A. Deady, E. Mouchos, K. Goodenough, B.J. Williamson, F. Wall. // Mineralogical Magazine. 2016. Vol. 80. Issue 1. P. 43-61 (in English)*
3. Golyak S.A. *Razrabotka metoda rascheta i tekhnologii formirovaniya namyvnykh tekhnogennykh massivov zhelezorudnykh GOKov: avtoref. dis. d-ra tekhn. nauk. 05.15.03. Magnitogorsk: 1999. 31 s. [Development of a method of calculation and technologies for the formation of alluvial technogenic massifs of iron ore mines: PhD thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences. 05.15.03. Magnitogorsk: 1999. 31 p.] (in Russian)*
4. Bulat A.F., Vitushko A.V., Semenenko E.V. *Modeli elementov gidrotexnicheskikh sistem gornyykh predpriyatiy: Dnipropetrovsk, Gerda, 2010, S. 216 [Models of elements of hydraulic systems of mining enterprises: Dnipropetrovsk, Gerda, 2010, P. 216] (in Russian)*
5. Bevanđić S., Muchez P., Blannin R., Bachmann K., Frenzel M., Gomez Escobar A., Pinto Á., Relvas J. *Mineralogical characterization and deportment studies of different mine waste material from a historic tailings pond in Plombières, East Belgium. // The 23rd EGU General Assembly, held online 19-30 April, id. EGU 21-9454. 2021 (in English)*
6. Kudela A.D. *Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nykh resursov zhelezorudnykh obogatitel'nykh kombinatov USSR: Kyiv, Naukova dumka, 1984, S. 496 [Complex use of mineral resources of iron ore processing plants of the Ukrainian SSR: Kyiv, Naukova dumka, 1984, P. 496] (in Russian)*
7. Medvedieva O.A. *Vosstanovlenie akumuliruyushey emkosti xranilishch otkodov obogascheniya metodami gidrotransporta. // Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii «Matematicheskie problemy tekhnicheskoy mexaniki-2012». Dnepropetrovsk: 2012. T. 2. S. 66-68 [Restoration of the accumulation capacity of the storage facilities for beneficiation wastes by hydraulic transportation methods. // A collection of materials of the interdisciplinary scientific conference «Mathematical problems of technical mechanics-2012». Dnipropetrovsk: 2012. Vol. 2. P. 66-68] (in Russian)*
8. Pat. 85246, Ukraine, E21C41/26. *Sposob otkrytoy razrabotki krutopadayushchikh mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. 2009. Byulleten' №1 [Method of open-pit mining of steeply dipping mineral deposits. 2009. Bulletin №1] (in Ukrainian)*
9. Pat. 85191, Ukraine, C2E21C41/26. *Sposob vskrytiya i podgotovki rabochikh gorizontov kar'era v usloviyakh otkrytoy razrabotki krutopadayushchikh mestorozhdeniy. 2009. Byulleten' №1 [Method of opening and preparation of working horizons of a quarry in conditions of open mining of steeply falling deposits. 2009. Bulletin №1] (in Ukrainian)*
10. Pat. 102302, Ukraine, C2E21C41/26. *Sposob raskonservatsii vremennо nerabochikh bortov kar'erov. 2013. Byulleten' №12 [Method for deconservation of temporarily idle quarry sides. 2013. Bulletin №12] (in Ukrainian)*

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шапар А.Г. және т.б. Табиғи ресурстарды қоршаған ортадан алудың жаңа парадигмасы: Днепр, 2018, Б. 128 (украин тілінде)
2. Deady E.A. Еуропаның қызыл балшықтарынан сирек жер элементтерінің ресурстарының әлеуетіне шолу: Сейдишехир, Түркия және Парнас-Гуона, Грекия мысалдары. / E.A. Deady, E. Mouchos, K. Goodenough, B.J. Williamson, F. Wall. // Минералогиялық журнал. 2018. Көл. 80. №1. Б. 43-61 (ағылшын тілінде)
3. Голяк С.А. Темір рудасын өндіру және байыту комбинаттарының аллювиалды техногендік массивтерін қалыптастырудың есептеу әдісі мен технологиясын жасау: автор. дисс. технология докторы ғылымдар. 05.15.03. Магнитогорск: 1999. 31 б. (орыс тілінде)
4. Булат А.Ф., Витушко О.В., Семененко Е.В. Тау-кен кәсіпорындарының гидротехникалық жүйелерінің элементтерінің үлгілері: Днепрпетровск, Герда, 2010, Б. 216 (орыс тілінде)
5. Bevandić S., Muchez P., Blannin R., Bachmann K., Frenzel M., Gomez Escobar A., Pinto Á., Relvas, J. Шығыс Бельгиядағы Пломбьердегі тарихи қалдық қоймасынан алынған әртүрлі кен қалдықтарының минералогиялық сипаттамасы және депортациясын зерттеу. // 23-ші EGU Бас ассамблея, жылғы 19-30 сәуірде онлайн режимінде өтті id. EGU21-9454. 2021 (ағылшын тілінде)
6. Куделя А.Д. Украина КСР-нің темір рудасын байыту комбинаттарының минералдық ресурстарын кешенді пайдалану: Киев, Ғылыми ой, 1984, Б. 496 (орыс тілінде)
7. Медведева О.А. Гидротранспорттық әдістерді қолдана отырып, қалдықтарды байыту үшін қойма қоймаларының сыйымдылығын қалпына келтіру. // «Техникалық механиканың математикалық мәселелері-2012» халықаралық ғылыми конференция материалдарының жинағы. Днепрпетровск: 2012. Т. 2. Б. 66-68 (орыс тілінде)
8. Пат. №85246, Украина, E21C41/26. Пайдалы қазбалардың тік шөгінді кен орындарын ашық игеру әдісі. 2009. Бюлл. №1 (украин тілінде)
9. Пат. 85191, Украина, C2E21C41/26. Тік тереңдіктегі кен орындарын ашық әдіспен өндіру жағдайында карьердің жұмыс горизонттарын ашу және дайындау әдісі. 2009. Бюлл. №1 (украин тілінде)
10. Пат. 102302, Украина, C2E21C41/26. Карьерлердің уақытша жұмыс істемейтін жақтарын қайта консервациялау әдісі. 2013. Бюлл. №12 (украин тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шапар А.Г. и др. Новая парадигма извлечения природных ресурсов из окружающей среды: Днепр, 2018, С. 128 (на украинском языке)
2. Deady E.A. Обзор потенциальных ресурсов редкоземельных элементов из европейских красных шламов: примеры из Сейдишехира, Турция и Парнас-Гуона, Греция. / E.A. Deady, E. Mouchos, K. Goodenough, B.J. Williamson, F. Wall. // Минералогический журнал. 2016. Т. 80. Вып. 1. С. 43-61 (на английском языке)
3. Голяк С.А. Разработка метода расчета и технологии формирования намывных техногенных массивов железорудных ГОКов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. 05.15.03. Магнитогорск: 1999. 31 с. (на русском языке)
4. Булат А.Ф., Витушко О.В., Семененко Е.В. Модели элементов гидротехнических систем горных предприятий: Днепрпетровск, Герда, 2010, С. 216 (на русском языке)
5. Bevandić S., Muchez P., Blannin R., Bachmann K., Frenzel M., Gomez Escobar A., Pinto Á., Relvas, J. Минералогическая характеристика и исследования поведения различных отходов шахт из исторического хвостохранилища в Пломбьере, Восточная Бельгия. // 23-я Генеральная ассамблея EGU, онлайн 19-30 апреля, id. EGU21-9454. 2021 (на английском языке)
6. Куделя А.Д. Комплексное использование минеральных ресурсов железорудных обогатительных комбинатов УССР: Киев, Наукова думка, 1984, С. 496 (на русском языке)
7. Медведева О.А. Восстановление аккумулялирующей емкости хранилищ отходов обогащения методами гидротранспорта. // Сборник материалов международной научной конференции «Математические проблемы технической механики-2012». Днепрпетровск: 2012. Т. 2. С. 66-68 (на русском языке)
8. Пат. №85246, Украина, E21C41/26. Способ открытой разработки крутопадающих месторождений полезных ископаемых. 2009. Бюлл. №1 (на украинском языке)
9. Пат. №85191, Украина, C2E21C41/26. Способ вскрытия и подготовки рабочих горизонтов карьера в условиях открытой разработки крутопадающих месторождений. 2009. Бюлл. №1 (на украинском языке)
10. Пат. 102302, Украина, C2E21C41/26. Способ расконсервации временно нерабочих бортов карьеров. 2013. Бюлл. №12 (на украинском языке)

Information about the authors:

Medvedieva O.O., Doctor of Technical Sciences (D.Sc), Senior Researcher of Department of ecology of development of natural resources, M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine (Dnipro, Ukraine), medvedevaolga1702@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5575-713X>

Yakubenko L.V., Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Department of Ecology, Development of Natural Resources, M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine (Dnipro, Ukraine), yakubenko.leonid@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-1838-6605>

Kopach P.I., Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Department of Ecology, Development of Natural Resources, M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine (Dnipro, Ukraine), kopach.pavlo@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2077-4460>

Lubinsky R.S., Engineer of the 1st category of the Department of Ecology of Natural Resources Development, M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine (Dnipro, Ukraine), jim_r@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-7612-4312>

Авторлар туралы мәліметтер:

Медведева О.А., техника ғылымдарының докторы, Геотехникалық механика институты Табиғи ресурстарды игеру экология бөлімінің аға ғылыми қызметкері, Н.С. Поляков атындағы Украина Ұлттық ғылым академиясы (Днепр қ., Украина)

Якубенко Л.В., т.ғ.к., Геотехникалық механика институтының табиғи ресурстарды игеру экология бөлімінің аға ғылыми қызметкері, Н.С. Поляков атындағы Украина Ұлттық ғылым академиясы (Днепр қ., Украина)

Копач П.И., техника ғылымдарының кандидаты, Геотехникалық механика институтының табиғи ресурстарды игеру экологиясы бөлімінің аға ғылыми қызметкері, Н.С. Поляков атындағы Украина ҰҒА (Днепр қ., Украина)

Лубинский Р.С., Геотехникалық механика институты Табиғи ресурстарды игеру экология бөлімінің 1 санатты инженері, Н.С. Поляков атындағы Украина Ұлттық ғылым академиясы (Днепр қ., Украина)

Сведения об авторах:

Медведева О.А., доктор технических наук, старший научный сотрудник отдела Экологии освоения природных ресурсов, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины (г. Днепр, Украина)

Якубенко Л.В., кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела Экологии освоения природных ресурсов, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины (г. Днепр, Украина)

Копач П.И., кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела Экологии освоения природных ресурсов, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины (г. Днепр, Украина)

Лубинский Р.С., инженер 1 категории отдела Экологии освоения природных ресурсов, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины (г. Днепр, Украина)



МашЭкспо Сибирь

МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

26 – 29 МАРТА 2024

70

Более 100 производителей и поставщиков оборудования и материалов для металлообработки и сварки



Здесь ведущие производители станков, сварочного оборудования встречаются с представителями крупных и средних промышленных предприятий.



Деловая программа посвящена актуальным проблемам машиностроения и передовым технологиям в сфере металлообработки.

РЕКЛАМА 18+

ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ СИБИРИ!

ОРГАНИЗАТОР: ООО «СВК»

СИБИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

НОВОСИБИРСК
ЭКСПО ЦЕНТР



MASHEXPO-SIBERIA.RU



miningmetals

CENTRAL ASIA

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

17 - 19 сентября 2024
Алматы, Казахстан



Организаторы

Iteca - тел.: +7 727 258 34 34



 [mining-metals.kz](https://t.me/mining-metals.kz)

 [mining_shows_kaz](https://www.instagram.com/mining_shows_kaz)

 [miningmetals.kz](https://www.facebook.com/miningmetals.kz)

Код МРНТИ 52.13.05

*А.Б. Рымқұлова, Ш.Б. Зейтинова, Д.К. Жумадилова, А.Е. Касымжанова

КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан)

МАССИВТІҢ СУЛАНУЫНЫҢ АШЫҚ КЕНІШ ЖАҒДАУЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІН МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа. Жәйрем кен орны массивінің физика-механикалық қасиеттерін есептеу нәтижелері келтірілген, олар қабаттасатын қалыңдық, әлсіз жыныстар және қатты тау жыныстары топтарына бөлінеді. Slide бағдарламасында сол және оң жақтағы ашық кеніш жағдауының тұрақтылық есептеулері келтірілген. Модельдеу процесінде бұзылмаған массивтің қасиеттері кезең-кезеңімен табиғи және техногендік шығу тегінің сыртқы әсерлеріне ұшырайды. Нәтижесінде тау жыныстарының беріктік қасиеттері төмендейді. Бишоп пен Янбу әдістері бойынша құрғақ және суланған массивтегі ашық кеніш жағдауының тұрақтылық коэффициенттері анықталды.

Түйінді сөздер: геомеханика, геотехникалық талдау, деформация, жылжу аймақтары, ашық кен орындары, беткейлердің тұрақтылығын бағалау, тау сілемінің жылжуы, құлау, шекті тепе-теңдік әдісі, гидрогеология.

Modeling the effect of the waterlogging of the array on the stability indicators of the sides of the quarry

Abstract. The results of calculating the physical and mechanical properties of the Zhairam deposit massif, which are divided into groups of overlapping strata, weathered rocks and Rock formations, are given. Calculations of the stability of the left and right sides in the Slide program are presented. During the modeling process, the properties of an undisturbed massif are gradually exposed to external influences of natural and man-made origin. As a result, the strength properties of rocks decrease. The coefficients of stability of the sides of the quarry in dry and watered massif were determined using the Bishop and Yanbu methods.

Key words: geomechanics, geotechnical analysis, deformation, displacement zones, open deposits, slope stability assessment, mountain range displacement, collapse, limit equilibrium method, hydrogeology.

Моделирование влияния обводненности массива на показатели устойчивости бортов карьера

Аннотация. Даны результаты расчета физико-механических свойств массива Жайремского месторождения, которые распределены на группы перекрывающая толща, выветрелые породы и скальные породы. Представлены расчеты устойчивости левого и правого борта в программе Slide. В процессе моделирования свойства ненарушенного массива поэтапно подвергаются внешним воздействиям природного и техногенного происхождения. В результате снижаются прочностные свойства горных пород. Определены коэффициенты устойчивости бортов карьера в сухом и обводненном массиве по методам Бишоп и Янбу.

Ключевые слова: геомеханика, геотехнический анализ, деформация, зоны сдвижения, открытые месторождения, оценка устойчивости откосов, сдвижение горного массива, обрушение, метод предельного равновесия, гидрогеология.

Кіріспе

Ашық кеніш жағдауының тұрақтылығы инженерлік-геологиялық, гидрогеологиялық және технологиялық факторлардың кешенімен анықталады, олардың ішінде жағдаудың тұрақтылығына келесі заттар үлкен әсер етеді: тау жыныстарының беріктігі, қатпарлануы және жарықшақтығы, опырлуына бейімділігі, ісінуі және сырғуы, сондай-ақ тектоника және гидрологиялық жағдайлары [1].

Зерттеудің басты мақсаты гидрогеологиялық жағдайлардың Жәйрем кен орнының ашық кенішінің деформациялануына әсерін анықтау болды.

Жер асты суларының ашық кеніш жағдауының тұрақтылық жағдайына әсері әр түрлі жолдармен көрінеді. Су массив жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін өзгерте отырып, тау жыныстарының ашық кенішінің құрамдас бөліктеріне салмақтық әсер етеді. Атап айтқанда, судың қысымы арқылы ығысу жазықтығындағы қалыпты кернеулер және жердегі ішкі үйкелісті толығымен алып тастауы мүмкін [2].

Шетелдік авторлардың еңбектерін талдау барысында Хунань провинциясында орналасқан Учанпин қалайы кенішінің мысалында шекті тепе-теңдік әдісі туралы ғалым Ping Zou-дың еңбектерін келтіруге болады. Автор өз зерттеулерінде ауырлық күшінің әсерінен кемер қиябетінің шекті тепе-теңдік дәстүрлі әдісімен құлап кетуін мүмкін екенін көрсетеді. Автор қол жетімді ығысу кедергісінің қажетті тепе-теңдікке қатынасы ретінде анықталған қауіпсіздік коэффициентін қамтамасыз ететін бірқатар зерттеулер жүргізді. Шекті тепе-теңдік әдісі ретінде Феллениус әдісі, жеңілдетілген Бишоп әдісі, жеңілдетілген Янбу әдісі және Спенсер әдісі қолданылды [3].

Зерттеу әдістері

Западный және Дальнезападный учаскелерінде геомеханикалық зерттеулер жүргізілді. Оның ішіне 24 ұңғыманы бұрғылау кірді, оның 5-і бағдарланған өзекпен жұмыс істеуде қиындықтардың туындауына байланысты қайта бұрғыланды [4]. Екі жалпыланған санатқа бөлінген массивтің қасиеттерін анықтау бойынша сынақтар кешені жүргізілді:

1. Бұрғылаудың жалпы көлемінің 32%-ын құрайтын қабаттасатын қалыңдық/топырақ және желдетілген жыныстар (Дальнезападный учаскесінде ұңғымаларды бұрғылау ашық кеніштің тарихи контурлары шегінде жүргізілгеніне қарамастан);

2. Негізінен тау жыныстарының екі түрі (әктас алевриттер мен әктастар) ұсынылған және бұрғылаудың жалпы көлемінің 53%-ін құрайды.

Сынамалардың шектеулі санына байланысты қабаттасатын қалыңдық пен желдетілген жыныстар бірлесіп талданды. Зертханалық зерттеулердің нәтижелері бұл тау жыныстарының қасиеттері өте ұқсас екенін көрсетті (1-кестені қараңыз), сондықтан орташа мәндер мен орташа квадраттық ауытқулардың шамалы алшақтығын ескере отырып, бұл тау жыныстарын олардың қасиеттеріне қарай аймақтарға бөлу қажеттілігі жоқ. Минералогиялық қатынастарды массивтің қасиеттерімен салыстырған кезде беріктік көрсеткіштерінде, жарықшақтық жиілігінде немесе жарықшақтардың арасындағы қашықтық пен жарықшақтық қасиеттерінде аз ғана ауытқулар байқалды. Бұл Запад-ный және Дальнезападный учаскелерінде геомеханикалық талдау шеңберінде біртекті массив ретінде модельдеуге болатынын және тау жыныстарын бөлуді қажеті етпейтінін көрсетті [4].

Кесме 1

Учаскелерді аймақтарға бөлу кезінде пайдаланылған зертханалық сынақтардың нәтижелері

Table 1

Results of laboratory tests used in the zoning of sites

Таблица 1

Результаты лабораторных испытаний, использованные при зонировании участков

Тау жынысы		Тығыздық, г/см ³	Үзілуге кедергісі, МПа	Қысуға кедергісі, МПа	Ілінісу, МПа	Үйкеліс бұрышы, град.
Әлсіз тау жыныстар	Қабаттасатын қалыңдық	2,01				
	Желдетілген жыныстар					
Қатты жыныстар	Әктас алевролит					
	Әктас	2,74	10,2	72,6	32,8	21,0
	Орташа	2,71	7,8	94,0	33,9	17,9
	Әктас алевролит	2,70	10,9	76,0	33,3	19,7

Нәтижелер және талқылау

Дальнезападный учаскенің суланған және құрғақ массивін есептеу және графикті сызу үшін Slide бағдарламасында есептелінген және Мор-кулонның беріктік (бұзылу) критерийі негізінде массивтің беріктік қасиеттерінің есептік мәндері 1-кестеде келтірілген. Талдау Бишоп пен Ямбу әдісі бойынша шекті тепе-теңдік мәнін шығара отырып, дөңгелек цилиндрлік сырғанау беттерін оңтайландырылған іздеу арқылы жүргізілді. Бишоп әдісі – әр түрлі жүктеме жағдайларында көлбеудің қауіпсіздік коэффициентін (FoS) анықтау үшін қолданылатын көлбеу тұрақтылықты талдау әдісі. Бишоптың әдісі бойынша кесінділер арасындағы күш көлденең бағытты сақтайды, көлденең ауырлық күші ескеріле отырып қабылданады. Вертикальды ауырлық күші есепке алынбайды. Дөңгелек сырғанау бетінің тұрақтылық коэффициентін келесі теңдеу арқылы алуға болады [5]:

$$FS = \frac{\sum [cb + W \tan \phi \left(\cos \alpha + \frac{\sin \alpha \tan \phi}{FS} \right)]}{\sum W \sin \alpha}, \quad (1)$$

FS – тұрақтылық коэффициенті;

c – меншікті ілінісу;

ϕ – ішкі үйкеліс бұрышы;

W – бөлімнің салмағы;

b – бөлімнің сырғу жазықтығының ұзындығы;

α – бөлім негізінің көлбеу бұрышы.

Ямбу әдісі Бишоптың әдісіне өте ұқсас. Геотехникалық тәжірибеде көшкін беткейлерін есептеу жүргізіледі. Айырмашылық мынада, бұл әдіс ығысу күштерінің тепе-теңдігін қанағаттандырады, ал моменттердің тепе-теңдігін қанағаттандыру сақталмайды [6]. Жеңілдетілген Ямбу әдісімен есептеу кезінде салынған бөлімдегі күштердің таралу диаграммасы және күштердің көпбұрышы көлбеу

тұрақтылықтың қор коэффициентін есептеу формуласын алуға болады¹:

$$K_y = \frac{\sum_i [(c + \beta + N \cdot \tan \phi) \cdot \sec \alpha]}{\sum_i W \cdot \tan \alpha + \sum \Delta E}, \quad (2)$$

K_y – қиябеттің тұрақтылық коэффициенті;

c – меншікті ілінісу;

ϕ – ішкі үйкеліс бұрышы;

W – бөлімнің салмағы;

N – бөлім тірегінің реакция күші;

β – бөлім негізінің ұзындығы;

α – бөлім негізінің көлбеу бұрышы;

ΔE – көлденең ұстау және ығысу күштерінің айырмашылығы.

Құлау ықтималдығы параметрлері (PoF) туралы түсінік алу үшін ықтималдық талдауы жүргізілді. Әр түрлі гидрогеологиялық жағдайларға (құрғақ және суланған массив) сезімталдықтың графикалық талдауы жасалды. Мұндай талдау сезімталдық тау жыныстарының қасиеттерін ескере отырып, беткейлердің тұрақтылық шектерін түсіну үшін қажет болды. Гидрогеологиялық жағдайлар бастапқыда екі жағдайда қарастырылды [7]:

* Құрғақ массив (жер асты сулары жоқ);

* Суға қаныққан массив.

Осылайша, әлсіз тау жыныстардағы жағдаудың геометриясы гидрогеологиялық жағдайларға және 1-8 суреттерде келтірілген қауіп дәрежесіне байланысты болады. Бұл суреттерде құрғақ және суланған массивтегі шекті тепе-теңдік мәнін шығарумен Бишоп пен Ямбу әдісі бойынша дөңгелек цилиндрлік сырғанау беттерін қолдана отырып, карьердің оң және сол жақтарының нәтижелері келтірілген. 2-кестеде гидрогеологиялық жағдайларды ескере отырып, 59-ші қиманың талдау нәтижелері көрсетілген [8].

¹ «Құрылыс жобасы» ғылыми-жобалық конструкторлық бюросы. Беткейлердің тұрақтылығын есептеу. URL: https://kb-sp.ru/services/geotekhnika/raschet_ustoychivosti_otkosov (дата обращения 12.12.2023).

Кесме 2

Гидрогеологиялық жағдайларды ескере отырып, қималарды талдау нәтижелері

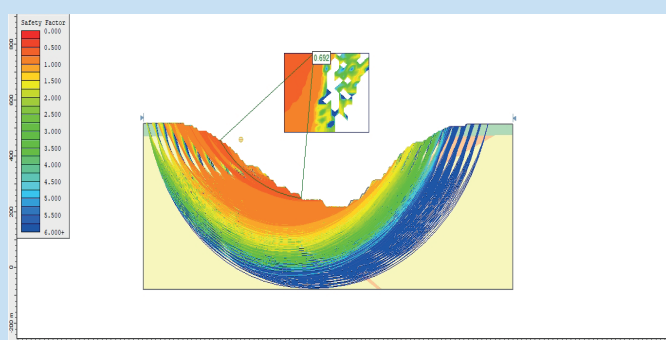
Table 2

Results of the analysis of sections taking into account hydrogeological conditions

Таблица 2

Результаты анализа разрезов с учетом гидрогеологических условий

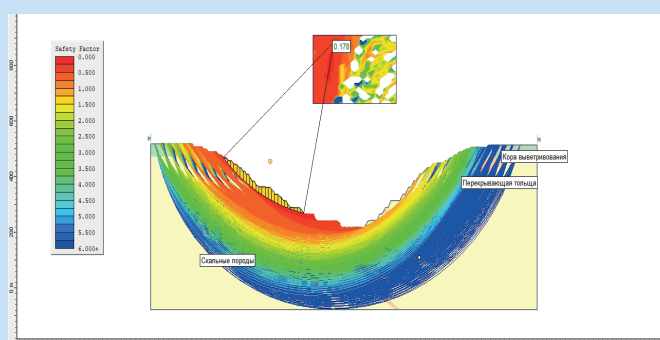
Тілік	Жағдай жағы	Шама-шарттары	Бишоп әдісі	Янбу әдісі
59	Оң жағы	Массивтың сулану шартымен	0,433	0,424
59	Оң жағы	Құрғақ	0,603	0,603
59	Сол жағы	Массивтың сулану шартымен	0,213	0,178
59	Сол жағы	Құрғақ	0,698	0,692



Сурет 1. Янбу әдісі бойынша сулануды есепке алмағанда, 59-қиманың сол жақ бортының тұрақтылығын есептеу.

Figure 1. Calculation of the stability of the left side of the section 59 without taking into account flooding by the Yanbu method.

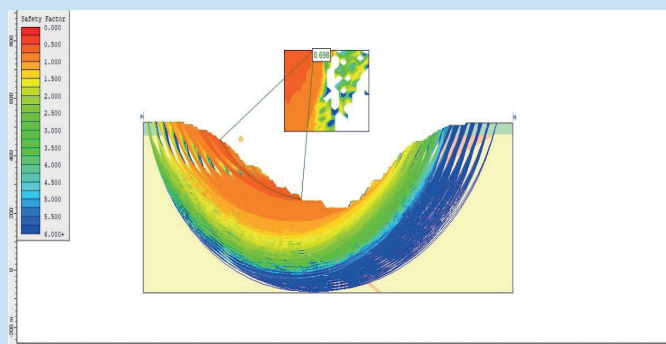
Рис. 1. Расчет устойчивости левого борта разреза 59 без учета обводнений по методу Янбу.



Сурет 3. Янбу әдісі бойынша сулануды ескере отырып, 59-қиманың сол жақ бортының тұрақтылығын есептеу.

Figure 3. Calculation of the stability of the left side of the section 59, taking into account flooding by the Yanbu method.

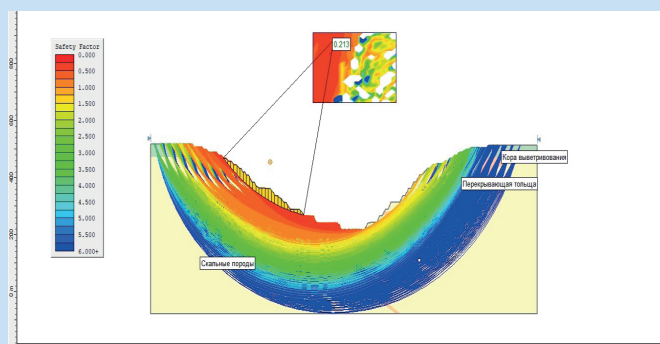
Рис. 3. Расчет устойчивости левого борта разреза 59 с учетом обводнений по методу Янбу.



Сурет 2. Бишоп әдісі бойынша сулануды есептемегенде 59-қиманың сол жақ бортының тұрақтылығын есептеу.

Figure 2. Calculation of the stability of the left side of the section 59 without taking into account flooding by the Bishop method.

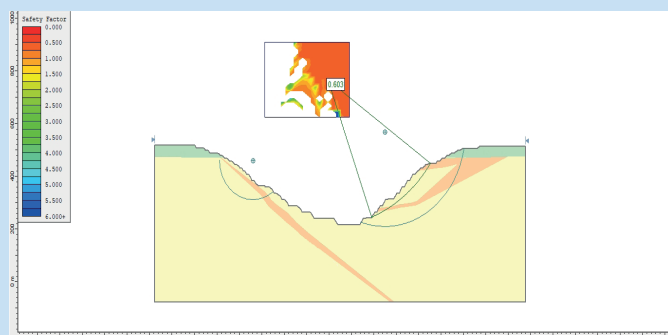
Рис. 2. Расчет устойчивости левого борта разреза 59 без учета обводнений по методу Бишоп.



Сурет 4. Бишоп әдісі бойынша сулануды ескере отырып, 59-қиманың сол жақ бортының тұрақтылығын есептеу.

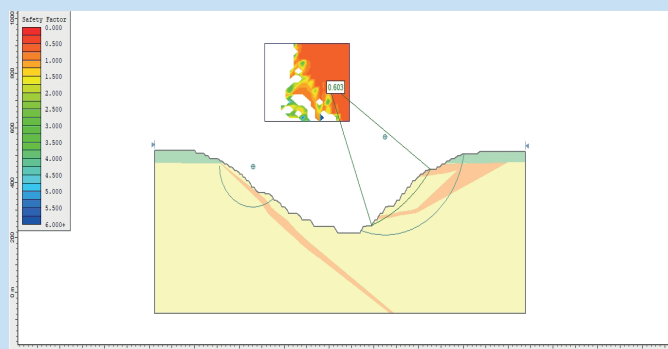
Figure 4. Calculation of the stability of the left side of the section 59, taking into account flooding by the Bishop method.

Рис. 4. Расчет устойчивости левого борта разреза 59 с влиянием обводнений по методу Бишоп.



Сурет 5. Ямбу әдісі бойынша сулануды есептемегенде 59-қиманың оң бортының тұрақтылығын есептеу.
Figure 5. Calculation of the stability of the starboard side of the section 59 without taking into account flooding by the Janbu method.

Рис. 5. Расчет устойчивости правого борта разреза 59 без учета обводнений по методу Ямбу.



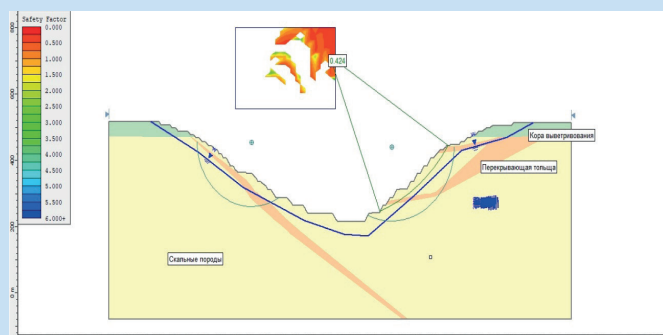
Сурет 6. Бишоп әдісі бойынша сулануды есептемегенде 59-қиманың оң жақ бортының тұрақтылығын есептеу.
Figure 6. Calculation of the stability of the starboard side of the section 59 without taking into account flooding by the Bishop method.

Рис. 6. Расчет устойчивости правого борта разреза 59 без учета обводнений по методу Бишоп.

Алынған нәтижелер құрғақ жағдаудың толығымен тұрақты емес екенін көрсетеді, өйткені оның тұрақтылық коэффициенті 0,6-0,69, жер асты сулары жағдаудың тұрақтылығына қатты әсерін тигізеді және осы зерттеулерде орташа алғанда суланған борттың тұрақтылық коэффициенті 0,2-0,4 құрайды. Бұл зерттеулер кинематикалық талдауды және карьердің басқа аумақтарын қарастыруды қажет етеді. Жер асты суларын алып тастағаннан кейін, аршылған беткейлерді қосымша дренаждау аршылған тау жыныстарының тұрақтылығын қамтамасыз етеді деп болжануда [9].

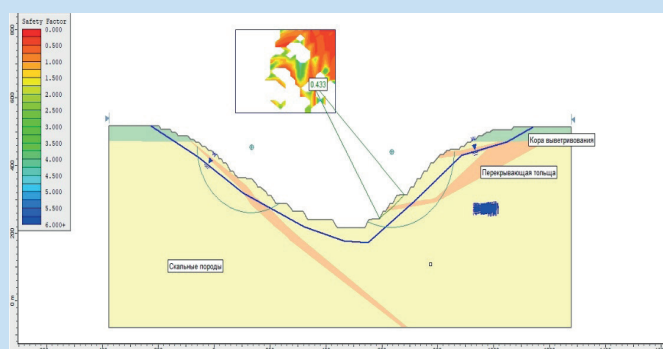
Қорытындылар

Жер асты суларының әсері ашық кеніш қиябеттерінің деформациясына да әсер етеді. Алынған нәтижелерден келесі тұжырымдар алынады: ашық кеніш қиябеттерінің деформациясының сипатын бағалау кезінде кен орнының гидрогеологиясын (әсіресе әлсіз жыныстар үшін), атап



Сурет 7. Ямбу әдісі бойынша сулануды ескере отырып, 59-қиманың оң бортының тұрақтылығын есептеу.
Figure 7. Calculation of the stability of the starboard side of the section 59, taking into account flooding by the Janbu method.

Рис. 7. Расчет устойчивости правого борта разреза 59 с влиянием обводнений по методу Ямбу.



Сурет 8. Бишоп әдісі бойынша сулануды ескере отырып, 59-қиманың оң жақ бортының тұрақтылығын есептеу.
Figure 8. Calculation of the stability of the starboard side of the section 59, taking into account flooding by the Bishop method.

Рис. 8. Расчет устойчивости правого борта разреза 59 с влиянием обводнений по методу Бишоп.

айтқанда гидростатикалық өлшеу және судың гидродинамикалық қысымын ескеру қажет.

Ашық кеніш қиябеттерінің ықтималдық талдауы құлау ықтималдығының параметрлері туралы түсінік алу үшін жасалды, сонымен қатар кинематикалық талдау сияқты қосымша зерттеулерді қажет етеді.

1,0-ге тең шекті тепе-теңдікті (тепе-теңдік күйін) талдау нәтижесі Қазақстан Республикасының нормативтер бойынша жағдаулардың орнықтылығын анықтау үшін пайдаланылды, өйткені мықтылық қорының коэффициенті кесу кезінде тау жыныстарының беріктік параметрлеріне қолданылады.

Жобаланған жағдаулардың тұрақтылығын басқару үшін қабылданған және «бақыланатын тұрақсыздық» қағидаттарына негізделген беткейлердің жай-күйін бақылау стратегиясы ықтимал құлаудың қалыптасуының әртүрлі жағдайларында сәтті жұмыс істеуі өзекті.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Протосеня А.Г. Карьер жақтарының деформациясына инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлардың әсері. / А.Г. Протосеня, А.В. Чебаков. // Тау-кен институтының жазбалар. 2011. Көл. 189. Б. 244-247 (орыс тілінде)
2. Фисенко Г.Л. Карьерлер мен үйінділердің тұрақтылығы: М.: Жер Қойнауы, 1965. Б. 378 (орыс тілінде)
3. Ping Zou. Учанпин Оңтүстік қалайы кеніші үшін көлбеу тұрақтылықты талдау. / Ping Zou, Ergo Zhao, Zhonghua Meng, Aibing Li, Zhengyu Liu, Wanjie HU. // Діріл инженериясы журналы. 2019. Көл. 21. Шығ. 4. Б. 998 (ағылшын тілінде)
4. Жәйрем кен орнының ТЭН (feasibility study) сатысындағы геомеханикалық зерттеулер туралы есеп. / SRK Consulting, Қазақстан Республикасы, 2016, 60 б. (орыс тілінде)
5. Бишоп А.В. Беткейлердің тұрақтылығын талдауда сырғанау шеңберін қолдану. // Геотехника. 1955. №5. Б. 7-17 (ағылшын тілінде)
6. Ямбу Н. Тұрақтылықты талдау үшін композиттік сырғанау беттерін қолдану. // Еуропалық жер беткейлерінің тұрақтылығы конференциясының материалдары. Стокгольм, Швеция – Балкема, Роттердам: 1954. Б. 43-49 (ағылшын тілінде)
7. Paul G., Marinos Ph.D., Vassilis Marinos, Evert Hoek Ph.D. Геологиялық беріктік индексі (gsi): тау жыныстарының инженерлік қасиеттерін бағалауға арналған сипаттамаларды анықтау құралы. // Ерекше жағдайларда жерасты жұмыстары. 2007. Б. 13-21 (ағылшын тілінде)
8. Зеркаль О.В. Топырақ қасиеттерінің анизотропиясының беткейлердің тұрақтылығына әсерін бағалау. / О.В. Зеркаль, И.К. Фоменко. // Инженерлік зерттеулер. 2013. №9. Б. 44-50 (орыс тілінде)
9. Пустовойтова Т.К. Карьерлер борттарының тұрақтылығын болжауды инженерлік-геологиялық қамтамасыз ету. // Социалистік елдердегі маркшейдерлік іс. 1988. Көл. 2. Б. 250-256 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Protosenya A.G. Vliyaniye inzhenerno-geologicheskikh i gidrogeologicheskikh uslovij na deformirovaniye bortov kar'era. / A.G. Protosenya, A.V. Chebakov. // Zapiski Gornogo instituta. 2011. T. 189. S. 244-247 [The influence of engineering-geological and hydrogeological conditions on the deformation of the sides of the quarry. // Notes of the Mining Institute. 2011. Vol. 189. P. 244-247] (in Russian)
2. Fisenko G.L. Ustojchivost bortov karerov i otvalov: M.: Nedra, 1965, S. 378. [Stability of quarry sides and dumps: M.: Nedra, 1965, P. 378] (in Russian)
3. Ping Zou. A slope stability analysis for southern Wuchangping tin mine. / Ping Zou, Ximo Zhao, Zhonghua Meng, Aibing Li, Zhengyu Liu, Wanjie Hu. // Journal of vibroengineering. 2019. Vol. 21. Issue 4. P. 998 (in English)
4. Otchet o geomechanicheskikh issledovaniyah na stadii TEO (feasibility study) mestorozhdeniya Zhajrem. / SRK Consulting, Respublika Kazakhstan, 2016, 60 s. [Report on geomechanical studies at the feasibility study stage of the Zhajrem deposit. / SRK Consulting, Republic of Kazakhstan, 2016, 60 p.] (in Russian)
5. Bishop A.W. The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. // Geotechnique. 1955. №5. P. 7-17 (in English)
6. Janbu N. Application of composite slip surface for stability analysis. // Proceedings of the European Conference on Stability of Earth Slopes. Stockholm, Sweden – Balkema, Rotterdam: 1954. P. 43-49 (in English)
7. Paul G. Marinos Ph.D., Vassilis Marinos, Evert Hoek Ph.D. The geological strength index (gsi): a characterization tool for assessing engineering properties for rock masses. // Underground works under special conditions. 2007. P. 13-21 (in English)
8. Zerkal O.V. Ocenka vliyaniya anizotropii svoystv gruntov na ustojchivost sklonov. / O.V. Zerkal, I.K. Fomenko. // Inzhenernye izyskaniya. 2013. №9. S. 44-50 [Assessment of the effect of anisotropy of soil properties on slope stability. // Engineering surveys. 2013. №9. P. 44-50] (in Russian)
9. Pustovojtova T.K. Inzhenerno-geologicheskoe obespechenie prognoza ustojchivosti bortov karerov. // Markshejderskoe delo v socialisticheskikh stranah. 1988. T. 2. S. 250-256 [Engineering and geological support for the forecast of stability of quarry sides. // Surveying in socialist countries. 1988. Vol. 2. P. 250-256] (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Протосеня А.Г. Влияние инженерно-геологических и гидрогеологических условий на деформирование бортов карьера. / А.Г. Протосеня, А.В. Чебаков. // Записки Горного института. 2011. Т. 189. С. 244-247 (на русском языке)

2. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов: М.: Недра, 1965, С. 378 (на русском языке)
3. Ping Zou. Анализ устойчивости склона для южного оловянного рудника Учанпин. / Ping Zou, Ergo Zhao, Zhonghua Meng, Aibing Li, Zhengyu Liu, Wanjie Hu. // Журнал виброинженерии. 2019. Т. 21. Вып. 4. С. 998 (на английском языке)
4. Отчет о геомеханических исследованиях на стадии ТЭО (feasibility study) месторождения Жайрем. / SRK Consulting, Республика Казахстан, 2016, 60 с. (на русском языке)
5. Бишоп А.В. Использование скользящего круга при анализе устойчивости склонов. // Геотехника. 1955. №5. С. 7-17 (на английском языке)
6. Янбу Н. Применение композитной поверхности скольжения для анализа устойчивости. // Материалы Европейской конференции по устойчивости земляных склонов. Стокгольм, Швеция – Балкема, Роттердам: 1954. С. 43-49 (на английском языке)
7. Paul G., Marinos Ph.D., Vassilis Marinos, Evert Hoek Ph.D. Индекс геологической прочности (gsi): инструмент определения характеристик для оценки инженерных свойств горных массивов. // Подземные работы в особых условиях. 2007. С. 13-21 (на английском языке)
8. Зеркаль О.В. Оценка влияния анизотропии свойств грунтов на устойчивость склонов. / О.В. Зеркаль, И.К. Фоменко. // Инженерные изыскания. 2013. №9. С. 44-50 (на русском языке)
9. Пустовойтова Т.К. Инженерно-геологическое обеспечение прогноза устойчивости бортов карьеров. // Маркшейдерское дело в социалистических странах. 1988. Т. 2. С. 250-256 (на русском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Рымкулова А.Б., «Пайдалы қазбалар кенорындарын өндіру» кафедрасының докторанты, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан), a.rymkulova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2116-6371>

Зейтинова Ш.Б., PhD докторы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын өндіру» кафедрасының доцент м.а., КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан) zeitinova_rmpi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3489-8969>

Жумадилова Д.К., «Маркшейдерлік іс және Геодезия» кафедрасының аға оқытушысы, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан), dinara91.08@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3959-5980>

Касымжанова А.Е., «Маркшейдерлік іс және Геодезия» кафедрасының аға оқытушысы, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан), aizhan_kasymzhanova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6181-8637>

Information about the authors:

Rymkulova A.B., doctoral candidate of the Department «Development of mineral deposits», NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Zeitinova Sh.B., PhD, Acting Associate professor of the Department «Development of mineral deposits», NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Zhumadilova D.K., Senior lecturer of the Department «Surveying and geodesy», NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Kasymzhanova A.E., Senior lecturer of the Department «Surveying and geodesy», NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Рымкулова А.Б., докторант кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Зейтинова Ш.Б., доктор PhD, и.о. доцента кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Жумадилова Д.К., старший преподаватель кафедры «Маркшейдерское дело и Геодезия», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Касымжанова А.Е., старший преподаватель кафедры «Маркшейдерское дело и Геодезия», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Международная выставка

UZ MINING EXPO #14

**3-5
АПРЕЛЯ
2024**

Узбекистан, г.Ташкент
АО НВК «Узэкспоцентр»



**ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ОДНА ВЫСТАВКА – ГОРЫ ВОЗМОЖНОСТЕЙ!

Код МРНТИ 38.33.01

*А.Б. Демеуова¹, Б.В. Успенский², Р.К. Мадиева¹, Г.Б. Амангельдиева¹¹Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова
(г. Караганда, Республика Казахстан),²Казанский (Приволжский) федеральный университет
(г. Казань, Россия)

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ АРЫСКУМСКОГО ПРОГИБА ЮЖНО- ТОРГАЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

Аннотация. В данной статье рассмотрены закономерности распространения скоплений углеводорода на основе геохимических исследований. Показано, что анализ результатов индивидуального состава биомаркеров наряду с изучением изотопного состава углерода нефтей месторождений Арыскупского прогиба современными хроматографическими и масспектрометрическими методами позволяет создать представления о нефтегенерационном потенциале юрских отложений для прогноза неоткрытых ресурсов углеводородов в Арыскупском прогибе. Выявленные особенности состава углеводородов из нижней юры Арыскупского прогиба свидетельствуют о более высоком окислительно-восстановительном потенциале среды осадконакопления. Изученные нефти по своей термической преобразованности отличаются незначительно и относятся к категории «зрелые».

Ключевые слова: нефтегазоносность, Арыскупский прогиб, Южно-Торгайский осадочный бассейн, геохимические исследования, органическое вещество (ОВ), углеводород (УВ).

Оңтүстік Торғай шөгінді бассейнінің Арысқұм іліуінің мұнай-газдылығының перспективалары

Аннотация. Бұл мақалада геохимиялық зерттеулер негізінде көмірсутектер жинақтарының таралу заңдылықтары қарастырылған. Биомаркерлердің жеке құрамының нәтижелерін талдау қазіргі заманғы хроматографиялық және масспектрометриялық әдістермен Арысқұм ілісі кен орындарының көміртегі мұнайының изотоптық құрамын зерттеумен қатар Арысқұм іліуіндегі көмірсутектердің ашық емес ресурстарын болжау үшін юра шөгінділерінің мұнай генерациялық әлеуеті туралы түсінік қалыптастыруға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Арысқұм ілісінің төменгі юра сыналынан көмірсутектер құрамының анықталған ерекшеліктері тұндыру ортасының жоғары тотығу-тотықсыздану әлеуетін көрсетеді. Зерттелген мұнайлар термиялық түрленуі бойынша шамалы ерекшеленеді және «жетілген» санатына жатады.

Түйінді сөздер: Мұнай-газ, Арысқұм ілісі, Оңтүстік Торғай шөгінді бассейні, геохимиялық зерттеулер, органикалық зат (ОЗ), көмірсутек.

Prospects of oil and gas potential of the Arysium depression of the South Torgai sedimentary basin

Annotation. In this article, the regularities of the distribution of hydrocarbon accumulations based on geochemical studies are considered. It is shown that the analysis of the results of the individual composition of biomarkers, along with the study of the carbon isotope composition of the Arysium depression oil fields by modern chromatographic and mass spectrometric methods, allows us to create ideas about the oil and gas generation potential of Jurassic sediments for the prediction of undiscovered hydrocarbon resources in the Arysium depression. The revealed features of the composition of hydrocarbons from the Lower Jurassic of the Arysium depression indicate a higher redox potential of the sedimentation medium. The studied oils differ slightly in their thermal transformation and belong to the category of «mature».

Keywords: oil and gas potential, Arysium depression, South Torgai sedimentary basin, geochemical studies, organic matter (OM), hydrocarbon (HC).

Введение

Методы газо-жидкостной и хромато-масс-спектрометрии широко используются при проведении исследований, направленных на выявление идентификации органического вещества (ОВ) и нефти, степени зрелости ОВ и оценки перспектив нефтегазоносности малоизученных толщ.

Целью данного исследования является изучение закономерности распространения генерационного потенциала углеводородов по разрезу юрских отложений. Для достижения цели решались следующие задачи: изучение истории геологического строения Южно-Торгайского осадочного бассейна; анализ результатов геохимических исследований индивидуального состава биомаркеров и изотопного состава углерода нефти месторождений Арыскупского прогиба современными хроматографическими и масспектрометрическими методами. Актуальность данного исследования заключается в формировании представления о нефтегенерационном потенциале юрских отложений для прогноза неоткрытых ресурсов углеводородов в Арыскупском прогибе.

Южно-Торгайский осадочный бассейн характеризуется наиболее высокой степенью геолого-геофизической изученности и содержит промышленные скопления углеводородов в толще мезозойских и частично палеозойских образований.

Географически данный район занимает юго-восточную половину Торгайского прогиба. Геологическими граница-

ми Южно-Торгайского осадочного бассейна служат: на востоке и юго-востоке соответственно западные окраины Улытауского мега антиклинория и горно-складчатые сооружения Большого Каратау; на западе и юго-западе – восточное погружение Нижнесырдарьинского свода, на севере – условной границей является Мынбулакская седловина, на юге – Южно-Аксакийский свод [1].

Геологическая характеристика исследуемого района

Южно-Торгайский осадочный бассейн подразделяется на три тектонические структуры: Жыланшиковский, Арыскупский прогибы и разделяющая их Мынбулакская седловина.

Бассейн представляет собой внутриконтинентальный мезозойский рифтовый бассейн, расположенный на сдвиговой зоне Урало-Тяньшаньского шва. Главный Каратауский разлом является наиболее важным (рис. 1). Все месторождения с промышленными запасами нефти и газа открыты в Арыскупском прогибе, который характеризуется более мощным осадочным чехлом, чем другие элементы Южно-Торгайского осадочного бассейна. В результате влияния движений, происходящих в Тянь-Шаньских и Гималайских системах складчатости, в Арыскупском прогибе сформировались группы разломов, протягивающихся с северо-запада на юго-восток, которые формируют структуру бассейна системой грабен-горстов [2].

В пределах Арыскупского прогиба выделяются: Арыскупская, Акшабулакская (Бесоба-Теренсайская), Сарыланская, Бозингенская, Даутская и Жинишкекумская

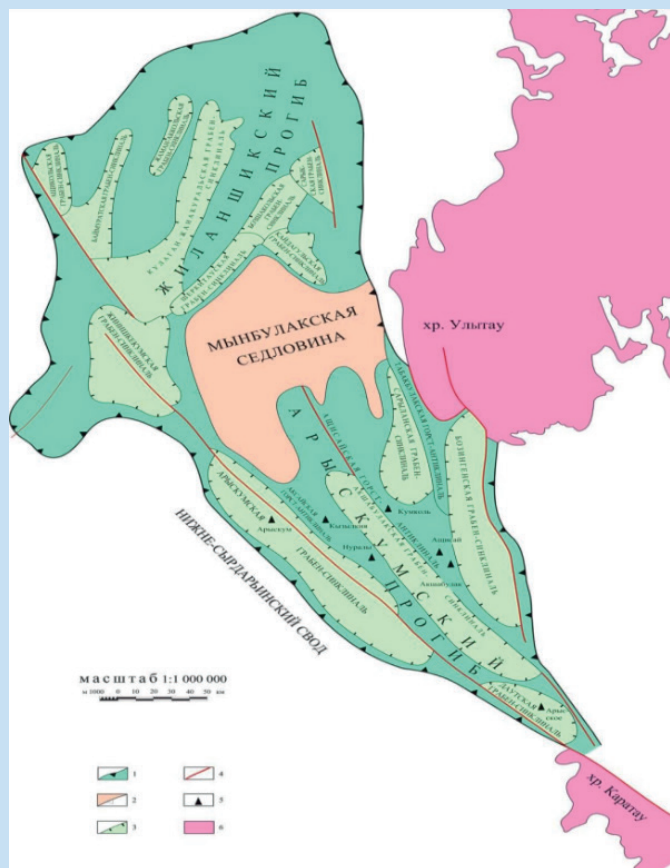


Рис. 1. Схема тектонического строения Южно-Торгайского осадочного бассейна [1]: 1 – границы Южно-Торгайского осадочного бассейна; 2 – граница Мынбулакской седловины; 3 – границы грабен-синклиналей; 4 – тектонические нарушения; 5 – месторождения нефти и газа; 6 – выходы на поверхность домезозойских отложений.

Сурет 1. Оңтүстік Торғай шөгінді бассейнінің тектоникалық құрылымының сызбасы [1]:

1 – ОңтүстікТорғай шөгінді бассейнінің шекаралары; 2 – Мыңбұлақ ер тоқымының шекарасы; 3 – грабен-синклиналдардың шекаралары; 4 – тектоникалық бұзылулар; 5 – Мұнай және газ кен орындары; 6 – домезозой шөгінділерінің бетіне шығу.

Figure 1. Diagram of the tectonic structure of the South Torgai sedimentary basin [1]:

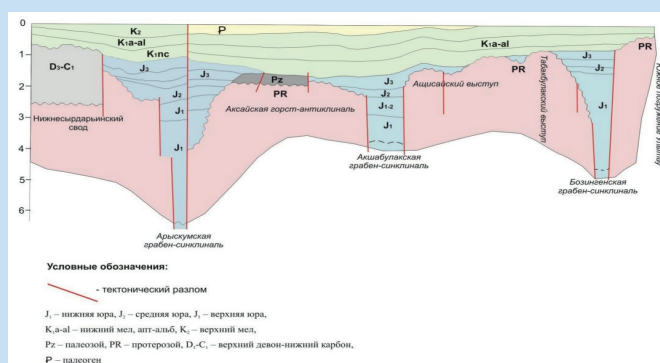
1 – the boundaries of the South Torgai sedimentary basin; 2 – the boundary of the Mynbulak saddle; 3 – the boundaries of graben-synclines; 4 – tectonic disturbances; 5 – oil and gas deposits; 6 – outcrops of pre-Mesozoic sediments.

грабен-синклинали с амплитудой 2,0-3,5 км, образуя систему мезозойских рифтов. Грабены отделяются друг от друга Аксайской, Ащисайской и Табакбулакской горст-антиклиналями. Мощность осадочного чехла не превышает 2,0-3,5 км, а максимальная достигает 5,5 км.

Месторождения Арыкумского прогиба обнаружены как в антиклинальных, так и в неантиклинальных ловушках нефти и газа. Среди антиклинального типа выявлены залежи, связанные со сводовыми частями локальных структур, иногда с нарушениями и замещением коллекторов. К таким

залежам относятся нефтегазовые залежи на месторождении Кумколь, где обнаружены различные типы сводовых и пластовых залежей, а также залежей неструктурного типа. На месторождении Арыкум обнаружены сводовые и пластовые залежи, которые могут быть экранированы тектонически или литологически, а также залежи с замещением коллекторов. В Южно-Торгайском осадочном бассейне наблюдается значительная изменчивость пород по литолого-фациальным признакам, что делает поиск неантиклинальных типов залежей особенно важным.

В вертикальном разрезе Арыкумского прогиба выделяются три комплекса: литолого-стратиграфический комплекс юрско-меловых отложений, девонско-нижнекаменноугольные образования квазиplatformенного комплекса и дезинтегрированные выступы фундамента [4, 5].



**Рис. 2. Геологический разрез Арыкумского прогиба [3].
Сурет 2. Арықұм иілісінің геологиялық бөлімі [3].
Figure 2. Geological section of the Arysium depression [3].**

Исследования показали, что в породах содержится значительное количество органических веществ, превышающее средние значения, что указывает на высокую вероятность наличия нефтегазоносных пластов. Также проанализировав термобарические условия и реконструкции палеотемператур, можно определить, что свиты нижнеюрских отложений Айболинская и Сазымбайская, свиты средне-нижнеюрских отложений Дошанская и Карагансайская, а также свита Кумкольская верхнеюрских отложений грабенов являются потенциальными источниками нефти и газа. Эти отложения сформировались в мезозойском рифтовом бассейне, что делает их более перспективным для нефтегазоносности [6, 7].

Геохимические исследования

Результаты геохимических исследований свидетельствуют о значительных расхождениях в значениях отношений пристан/фитан в нефти из разных структур Арыкумского прогиба, что указывает на различные условия формирования: субокислительные условия в Акшабулакской грабен-синклинали и окислительные условия в Аксайской горст-антиклинали. Также в нефти из нижней юры Бозингенской грабен-синклинали было обнаружено повышенное значение Pr/Ph, что указывает на высокий окислительно-восстановительный потенциал. Это может означать разные условия диагенеза и биodeградации на разных месторождениях.

Согласно данным пиролитического исследования кернового материала [10], изменение значений водородного индекса HI в исследованных образцах, характеризующего фациально-генетические типы органического вещества, свидетельствует о преимущественно гумусовом происхождении и реже прибрежном генезисе (гумусо-сапропелевому), при котором органическое вещество накапливалось в умеренно восстановительных условиях, что соответствует керогену III и II типа, а также к I типу, который характерен для прибрежно-морской обстановки накопления исходного органического вещества.

Таблица 1

Геолого-геохимические характеристики месторождений Арыскупского прогиба [7]

Кесте 1

Арысқұм иілуінің кен-орындарының геологиялық-геохимиялық сипаттамалары [7]

Table 1

Geological and geochemical characteristics of the deposits of the Aryskum depression [7]

Место-рождение	Возраст	Глубина, м	Pr/Ph	$\delta^{13}C$, %
Сорколь	J _{1-2kr} J _{1-2ds}	1703	3,1	-28,3
Акшабулак	K _{1nc1ar}	1623	1,6	-30,7
Акшабулак	PR	1900	1,8	-29,4
Кенлык	K _{1nc1ar}	1468	2,6	-28,7
Кенлык	PZ	1439	2,7	-28,2

По результатам газожидкостной хроматографии относительное содержание алканов составило от 93% до 98,3% в зависимости от принадлежности района и месторождения к грабен-синклинали или горст-антиклинали исследуемого района [8, 9]. На это указывает наличие определенных микроорганизмов и биомассы, которые были активны при образовании нефти. Состав углеводородных биомаркеров, хемофоссилий, присутствующих в горных породах, горючих полезных ископаемых позволяют судить об источнике нефти, условиях накопления и преобразования исходного органического вещества. Основными компонентами фитопланктона в ряду C₁₄-C₃₄ являются C₁₅ и C₁₇, для наземной растительности характерно преобладание C₂₇, C₂₉, C₃₁ и C₃₃ n-алканов, для водорослей, обитавших в прибрежно-морских обстановках – C₂₁, C₂₃ и C₂₅ гомологов. Таким образом, геохимические параметры биомаркеров (нафталины, n-алкилбензолы, фенантроны, диастераны, тритерпаны) нефтей Аксайской горст-антиклинали и Акшабулакской грабен-синклинали указывает на сходство между ними, которое обуславливает генетическую связь между нефтями месторождений данных структур [7, 10].

Анализ материалов по различным регионам показал, что величина отношения пристана к фитану возрастает от нефтей, генерированных морским сапропелевым ОВ, к нефтям, образованным смешанным и континентальным гумусовым ОВ [11, 12].

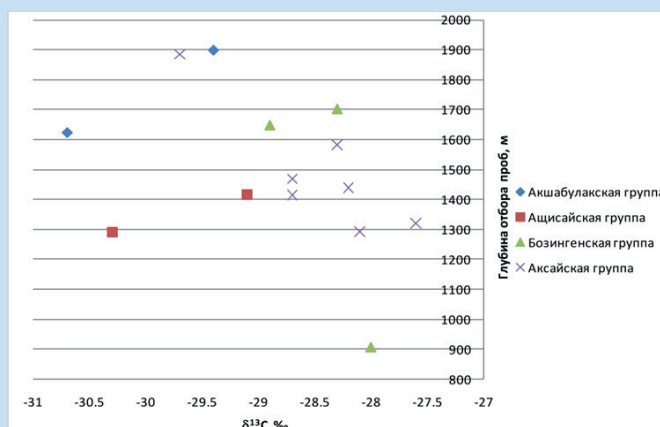


Рис. 3. Изотопный состав углеродов нефти [4].

Сурет 3. Мұнай көміртегінің изотоптық құрамы [4].

Figure 3. Isotopic composition of oil carbon [4].

Отношение пристана к фитану зависит от окислительно-восстановительных условий в бассейне седиментации [7]. Значения отношения Pr/Ph < 1.0 обычно связывают с резко восстановительной средой осадконакопления, Pr/Ph 1.0-1.5 – с восстановительной средой, Pr/Ph 1.5-2.0 – со слабо восстановительными или субокислительными условиями и Pr/Ph > 2.0 – с окислительными условиями осадконакопления [4, 11]. С увеличением термической преобразованности ОВ в нем снижается содержание изопреноидных алканов по отношению к нормальным и, наоборот, увеличивается при микробальной переработке ОВ. Нефти, залегающие в отложениях протерозоя, представляют свою генетическую группу. Бозингенская группа нефти имеет узкий диапазон вариаций изотопного состава углерода $\delta^{13}C$: -28,0...-28,9‰, возможно, они образованы из ОВ смешанного типа (гумусово-сапропелевого) юрских отложений Бозингенской грабен-синклинали.

Исследованные пробы нефти из разных структур генетически похожи друг на друга, не смотря на глубину залегания УВ. Фитан образуется из фитола в бескислородных условиях и, наоборот, образование из фитола, пристана требует, чтобы верхний слой осадка был хорошо или умеренно аэрируемым. Поэтому отношение пристана к фитану используется обычно для оценки окислительно-восстановительных условий в бассейне седиментации исходного ОВ.

Методы газо-жидкостной и хромато-масс-спектрометрии были использованы для проведения исследований, направленных на выявление сходства и различия в составе УВ нефти, которая находится в доюрских отложениях фундамента Арыскупского прогиба, и нефти, которая находится в перекрывающих их осадочных толщах. Также, было проведено определение особенностей накопления нефтематеринского вещества на исследуемой территории и изучен изотопный состав УВ [4, 12].

Вывод

Из вышеизложенных материалов следует, что Южно-Торгайский осадочный бассейн обладает хорошим

потенциалом нефтегазоносности в неантиклинальных ловушках. Основными коллекторами являются верхнеюрские и меловые песчаники и алевролиты, накопленные в дельта-флювиальных условиях. Региональной покрывкой являются мощная толща нижнемеловых аргиллитов.

Состав УВ нефти из нижней юры Бозингенской грабен-синклинали свидетельствует о более высоком окислительно-восстановительном потенциале.

Изученные нефти по своей термической преобразованности отличаются незначительно, и относятся к категории «зрелые». Сравнительный анализ изотопного состава углерода нефти юрских и меловых отложений Арыскупского прогиба показал схожий диапазон, их вариации и

возможную генетическую связь данных нефтей с органическим веществом сапропелевого типа.

Согласно геологическому разрезу прогиба Акшабулакский грабен и Ащисайский горст осложнены секущими разломами, которые могли служить миграционными каналами для углеводородов. Основываясь на данном факте, можно предположить, что изотопно близкие значения углерода нефти Ащисайской горст-антиклинали свидетельствуют об их генетической связи с нефтью Акшабулакского грабена и имеют один источник генерации из одного органического вещества.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №AP13268843).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мадиева Р.К. О нефтегазоносности Арыскупского прогиба Южно-Тургайского осадочного бассейна. / Р.К. Мадиева, В.С. Портнов. // Журнал Нефть и газ. 2020. №5 (131). С. 65-76 (на русском языке)
2. Оздоев С.М. О нефтегазоносности коры выветривания складчатого фундамента Арыскупского прогиба Южно-Тургайского бассейна. / С.М. Оздоев, Р.К. Мадиева, Т.М. Сейлханов, В.С. Портнов, В.И. Исаев. // Журнал Нефть и газ. 2020. №1 (115). С. 17-32 (на русском языке)
3. Турков О.С. К вопросу глубинной нефти Южно-Тургайского бассейна. // Журнал Нефть и газ. 2020. №5 (119). С. 70-83 (на русском языке)
4. Мадиева Р.К. Состав биомаркеров и происхождение нефтей Арыскупского прогиба. / Р.К. Мадиева, О.В. Серебренникова, В.И. Исаев, В.С. Портнов, С.М. Оздоев. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331. №7. С. 116-130 (на русском языке)
5. Парагульгов Х.Т. Литолого-петрографические особенности пород фундамента Южно-Тургайской впадины. / Х.Т. Парагульгов, Х.Х. Парагульгов, А.Б. Ли, Р.Р. Хайбуллин. // Вестник Ан КазССР. 1991. №10. С. 49-52 (на русском языке)
6. Куандыков Б.М. Строение глубокопогруженных отложений Арыскупского прогиба Южно-Тургайской впадины по сейсмостратиграфическим данным. / Б.М. Куандыков, А.Ш. Нажметдинов, Р.Б. Сапожников. // Геология нефти и газа. 1992. №12. С. 22-27 (на русском языке)
7. Сейтхазиев Е.Ш. Применение биомаркеров и фингерпринтинга нефти для расшифровки генетической принадлежности нефти и прогнозирования пути миграции нефти на месторождении Нуралы. / Е.Ш. Сейтхазиев, Р.Н. Утеев, М.К. Мустафаев, Ш. Лю, Н.Д. Сарсенбеков, А.К. Досмухамбетов. // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. 2021. №2. С. 61-75 (на русском языке)
8. Кайшыбай А.А. Геодинамическая модель и нефтегазоносность Аксайской горст-антиклинали: магист. дис. Алматы: 2020. 63 с. (на русском языке)
9. Мадиева Р.К. Термическая зрелость органического вещества и тип керогена мезозойских отложений Арыскупской впадины. / Р.К. Мадиева, С.М. Оздоев, А.Б. Демеуова, Г.Б. Амангельдиева, Е.Ш. Сейтхазиев. // Комплексное использование минерального сырья. 2023. №330 (3). С. 61-67 (на русском языке)
10. Мадиева Р.К. Геохимические предпосылки формирования зон нефтегазонакопления в Южно-Тургайской котловине, Казахстан. / Р.К. Мадиева, В.С. Портнов, Г.Б. Амангельдиева, А.Б. Демеуова, Е.Ш. Сейтхазиев, Д.К. Ажгалиев. // Шпрингер. Acta Geochimica. 2023 (на английском языке)
11. Maria Doina Ghiran. Термическая зрелость и тип керогена баденского дисперсного органического вещества из Готской впадины. / Maria Doina Ghiran, Mihai Emilian Popa, Izabela Mariş, Georgeta Predeanu, Ştefania Gheorghe, Niculina Mihaela Bălănescu. // Минералы. 2023. Т. 13 (2). С. 202 (на английском языке)
12. Боцай Ли. Геохимические характеристики исходных пород и нефти в Фукангском прогибе, Джунгарский бассейн. / Боцай Ли, Юцзюнь Тан, Чжун Чен, Ифэн Ван, Дасян Хэ, Кай Ян, Лин Чен. // Северо-Западный Китай. Минералы. 2023. Т. 13 (3). С. 432 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Мадиева Р.К. Оңтүстік Торғай шөгінді бассейнінің Арысқұм иілуінің мұнайгаздылығы туралы. / Р.К. Мадиева, В.С. Портнов. // Мұнай және газ журналы. 2020. №5 (131). Б. 65-76 (орыс тілінде)

2. Оздоев С.М. Оңтүстік Торғай бассейнінің Арысқұм иілуінің қатпарлы іргетасының қыртысының мұнай-газдылығы туралы. / С.М. Оздоев, Р.К. Мадишева, Т.М. Сейлханов, В.С. Портнов, В.И. Исаев. // Мұнай және газ журналы. 2020. №1 (115). Б. 17-32 (орыс тілінде)
3. Турков О.С. Оңтүстік Торғай бассейнінің терең мұнай мәселесіне. // Мұнай және газ журналы. 2020. №5 (119). Б. 70-83 (орыс тілінде)
4. Мадишева Р.К. Биомаркерлердің құрамы және Арысқұм иілісі мұнайларының шығу тегі. / Р.К. Мадишева, О.В. Серебренникова, В.И. Исаев, В.С. Портнов, С.М. Оздоев. // Томск политехникалық университетінің жаңалықтары. Георесурсстарды инжинирингі. 2020. Т. 331. №7. Б. 116-130 (орыс тілінде)
5. Парагульгов Х.Т. Оңтүстік Торғай ойпатының іргетас жыныстарының литологиялық-петрографиялық ерекшеліктері. / Х.Т. Парагульгов, Х.Х. Парагульгов, А.Б. Ли, Р.Р. Хайбуллин. // Хабаршы ҚазКСР ҒА. 1991. №10. Б. 49-52 (орыс тілінде)
6. Қуандыков Б.М. Сейсмостратиграфиялық деректер бойынша Оңтүстік Торғай ойпатының Арысқұм ойпатының терең батқан шөгінділерінің құрылымы. / Б.М. Қуандыков, А.Ш. Нажметдинов, Р.Б. Сапожников. // Мұнай және газ геологиясы. 1992. №12. Б. 22-27 (орыс тілінде)
7. Сейтхазиев Е.Ш. Мұнайдың генетикалық тиесілігін ашу және Нұралы кен орнындағы мұнайдың көші-қон жолын болжау үшін мұнайдың биомаркерлері мен саусақ іздерін қолдану. / Е.Ш. Сейтхазиев, Р.Н. Утеев, М.К. Мустафаев, Ш. Лю, Н.Д. Сарсенбеков, А.К. Досмухамбетов. // Қазақстанның мұнай-газ саласының хабаршысы. 2021. №2. Б. 61-75 (орыс тілінде)
8. Кайшыбай А.А. Ақсай горст-антиклиналының геодинамикалық моделі және мұнайгаздылығы: магист. дис. Алматы: 2020. 63 б. (орыс тілінде)
9. Мадишева Р.К. Органикалық заттардың термиялық жетілуі және Арысқұм ойпатының мезозой шөгінділерінің кероген түрі. / Р.К. Мадишева, С.М. Оздоев, А.Б. Демеуова, Г.Б. Амангельдиева, Е.Ш. Сейтхазиев. // Минералды шикі затты кешенді пайдалану. 2023. №330 (3). Б. 61-67 (орыс тілінде)
10. Мадишева Р.К. Оңтүстік Торғай ойпатында мұнай-газ жинақтау аймақтарын қалыптастырудың геохимиялық алғы шарттары, Қазақстан. / Р.К. Мадишева, В.С. Портнов, Г.Б. Амангельдиева, А.Б. Демеуова, Е.Ш. Сейтхазиев, Д.К. Ажғалиев. // Шпрингер. Acta Geochimica. 2023 (ағылшын тілінде)
11. Maria Doina Ghiran. Термиялық жетілу және гом депрессиясынан алынған Баден дисперсті органикалық заттың кероген түрі. / Maria Doina Ghiran, Mihai Emilian Popa, Izabela Mariş, Georgeta Predeanu, Ștefania Gheorghe, Niculina Mihaela Bălănescu. // Минералдар. 2023. Көл. 13 (2). Б. 202 (ағылшын тілінде)
12. Боцай Ли. Фуканг шөгіндісіндегі тау жыныстары мен мұнайдың геохимиялық сипаттамалары, Жоңғар бассейні. / Боцай Ли, Джун Тан, Чжун Чен, Фэн Ван, Дассен Хэ, Кай Ян, Линг Чен. // Солтүстік-Батыс Қытай. Минералдар. 2023. Көл. 13 (3). Б. 432 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Madisheva R.K. O neftegazonosnosti Aryskumskogo progiba Juzhno-Torgajskogo osadochnogo bassejna. / R.K. Madisheva, V.S. Portnov. // Neft' i gaz. 2020. №5 (131). S. 65-76 [On the oil and gas potential of the Aryskum depression of the South Torgai sedimentary basin. // Oil and gas. 2020. №5 (131). P. 65-76] (in Russian)
2. Ozdov S.M. O neftegazonosnosti kory vyvetrivaniya skladchatogo fundamenta Aryskumskogo progiba Juzhno-Torgajskogo bassejna. / S.M. Ozdov, R.K. Madisheva, T.M. Seilkhanov, V.S. Portnov, V.I. Isaev. // Neft' i gaz. 2020. №1 (115). S. 17-32 [About the oil and gas content of the weathering crust of the folded foundation of the Aryskum depression of the South Torgai basin. Oil and gas. 2020. №1 (115). P.17-32] (in Russian)
3. Turkov O.S. K voprosu glubinoj nefti Juzhno-Torgajskogo bassejna. // Neft' i gaz. 2020. №5 (119). S. 70-83 [On the issue of deep oil in the South Torgai basin. // Oil and gas. 2020. №5 (119). P. 70-83] (in Russian)
4. Madisheva R.K. Sostav biomarkerov I proishozhdenie neftej Aryskumskogo progiba. / R.K. Madisheva, O.V. Serebrennikova, V.I. Isaev, V.S. Portnov, S.M. Ozdov. // Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2020. T. 331. №7. S. 116-130 [Composition of biomarkers and origin of Aryskum depression oils. // Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering. 2020. T. 331. №7. P. 116-130] (in Russian)
5. Paragulgov H.T. Litologo-petrograficheskie osobennosti porod fundamenta Juzhno-Torgajskoj vpadiny. / H.T. Paragulgov, H.H. Paragulgov, A.B. Li, R.R. Khaybullin. // Vestnik ANKaSSR. 1991. №10. S. 49-52 [Lithological and petrographic features of the basement rocks of the South Torgai depression. // Herald. Academy of Sciences of the Kazakh SSR. 1991. №10. P. 49-52] (in Russian)

6. Kuandykov B.M. Stroenie gluboko pogruzhennyh otlozhenij Aryskumskogo progiba Juzhno-Torgajskoj vpadiny po seismostratigraficheskim dannym. / B.M. Kuandykov, A.Sh. Nazhmetdinov, R.B. Sapozhnikov. // *Geologija nefti i gaza*. 1992. №12. S. 22-27 [Structure of deep-submerged sediments of the Aryskum trough of the South Torgai depression according to seismostratigraphic data. // *Geology of oil and gas*. 1992. №12. P. 22-27] (in Russian)
7. Seithaziev E.Sh. Primenenie biomarkerov i fingerprintinga nefti dlja rasshifrovki geneticheskoy prikladnosti nefti i prognozirovaniya puti migracii nefti na mestorozhdenii Nuraly. / E.Sh. Seithaziev, R.N. Uteev, M.K. Mustafaev, Sh. Liu, N.D. Sarsenbekov, A.K. Dosmukhambetov. // *Vestnik neftegazovoj otrasli Kazakhstana*. 2021. №2. S. 61-75 [Application of biomarkers and oil fingerprinting for deciphering the genetic affiliation of oil and predicting the path of oil migration at the Nuraly field. // *Bulletin of the oil and gas industry of Kazakhstan*. 2021. №2. P. 61-75] (in Russian)
8. Koishybai A.A. Geodinamicheskaja model' i neftegazonosnost' Aksajskoj gorst-antiklinali: magist. dis. Almaty: 2020. 63 s. [Geodynamic model and oil and gas potential of Aksai mountain anticline: magist. dis. Almaty: 2020. 63 p.] (in Russian)
9. Madisheva R.K. Termicheskaja zrelost' organicheskogo veshhestva i tip kerogena mezozojskih otlozhenij Aryskumskoj vpadiny. / R.K. Madisheva, S.M. Ozdov, A.B. Demeuova, G.B. Amangeldieva, E.Sh. Seithaziev. // *Mineraldy shiki zatty keshendi pajdalanu*. 2023. №330 (3). S. 61-67 [Thermal maturity of organic matter and type of kerogen of Mesozoic deposits of the Aryskum depression. // *Complex use of mineral raw materials*, 2023. №330 (3). P. 61-67] (in Russian)
10. Madisheva R.K. Geochemical prerequisites for the formation of oil and gas accumulation zones in the South Turgay basin, Kazakhstan. / R.K. Madisheva, V.S. Portnov, G.B. Amangeldiyeva, A.B. Demeuova, Y.Sh. Seitkhaziyev, D.K. Azhgaliev. // *Springer. ActaGeochimica*, 2023 (in English)
11. Maria Doina Ghiran. Thermal Maturity and Kerogen Type of Badenian Dispersed Organic Matter from the Getic Depression. / Maria Doina Ghiran, Mihai Emilian Popa, Izabela Mariş, Georgeta Predeanu, Ştefania Gheorghe, Niculina Mihaela Bălănescu. // *Minerals*. 2023. V. 13 (2). P. 202 (in English)
12. Bocai Li. The Geochemical Characteristics of Source Rock and Oil in the Fukang Sag, Junggar Basin. / Bocai Li, Youjun Tang, Zhonghong Chen, Yifeng Wang, Daxiang He, Kai Yan, Lin Chen. // *NW China. Minerals*. 2023. V. 13 (3). P. 432 (in English)

Сведения об авторах:

Демеуова А.Б., докторант образовательной программы 8D07201 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан), Akmara79_79@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6706-1690>

Успенский Б.В., доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой «Геология нефти и газа», Казанский федеральный (Приволжский) университет (г. Казань, Россия), borvadus@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9460-0194>

Мадисева Р.К., доктор PhD, доцент кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан), rimma_kz@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5726-9567>

Амангелдиева Г.Б., докторант образовательной программы 8D07201 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан), amangeldieva74@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9187-8104>

Авторлар туралы мәліметтер:

Демеуова А.Б., 8D07201 – «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» білім беру бағдарламасының докторанты, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Успенский Б.В., геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор, «Мұнай және газ геологиясы» кафедрасының меңгерушісі, Казан федералды (Еділбойындағы) университеті (Казан қ., Ресей)

Мадисева Р.К., PhD докторы, «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» кафедрасының доценті, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Амангелдиева Г.Б., 8D07201 – «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» білім беру бағдарламасының докторанты, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Demeuova A.B., doctoral student of the educational program 8D07201 – «Geology and exploration of mineral deposits», Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov (Karaganda, Kazakhstan)

Uspensky B.V., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of the Department «Geology of Oil and Gas», Kazan Federal (Volga Region) University (Kazan, Russia)

Madisheva R.K., PhD, Associate Professor of the Department «Geology and Exploration of Mineral Deposits», Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov (Karaganda, Kazakhstan)

Amangeldieva G.B., doctoral student of the educational program 8D07201 – «Geology and exploration of mineral deposits», Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov (Karaganda, Kazakhstan)



Қазақстан Республикасы ғылым және жоғары білім министрлігі
ҚР Президенті жанындағы ҚР ҰҒА Жер туралы ғылымдар бөлімі
Қазақстан Республикасы Өнеркәсіп және құрылыс министрлігінің
Геология комитеті
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық зерттеу техникалық университеті
Қ.И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар Институты

АҚПАРАТТЫҚ ХАТ
Халықаралық ғылыми-практикалық конференция
«Қ.И. СӘТБАЕВ ЖӘНЕ ЖЕР ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМДАР»

Құрметті әріптестер!

Сіздерді 2024 жылдың 12 сәуірінде Ұлы ғалым, ҚР ҰҒА тұңғыш президенті, академик, геологиялық ғылымдар Институтының негізін қалаушы Қаныш Имантайұлы Сәтбаевтың туғанына 125 жыл толуына арналған «Қ.И. Сәтбаев және жер туралы ғылымдар» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясына шақырамыз.

Конференцияның мақсаты: заманауи зерттеулердің нәтижелерін және ҚР минералдық ресурстарын толықтыру мен кеңейтудің проблемалық мәселелерін талқылау.

Конференцияның пленарлық және секциялық отырыстарында металлогения және кен провинцияларының өнеркәсіптік перспективаларын бағалау мәселелері, геология, гидрогеология, мұнай-газ кешені, геомұра сұрақтары талқыланады.

Конференция жұмысы 5 бағыттар бойынша өтеді:

Конференция өтетін орын: Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Қабанбай батыр көшесі / Уәлиханов көшесі 69/94, Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар Институты.

Өткізу күні мен уақыты: 12 сәуір 2024 ж., сағ.10.00-18.00

Жұмыс тілдері: қазақ, орыс, ағылшын

Электрондық почта: ignkis_satbayevconf@mail.ru

Байланыс: «Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар Институты» ЖШС.

Тел.: +7 727-291-43-71, 87073648990, 87022318796

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан
Отделение наук о Земле НАН РК при Президенте РК
Министерство промышленности и строительства Республики Казахстан
Комитет геологии
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева
Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева

ИНФОРМАЦИОННОЕ СООБЩЕНИЕ
Международная научно-практическая конференция
«К.И. САТПАЕВ И НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в Международной научно-практической конференции «К.И. Сатпаев и науки о Земле», посвященной 125-летию со дня рождения великого ученого, первого президента НАН РК, академика, основателя Института геологических наук Каныша Имантаевича Сатпаева, которая состоится 12 апреля 2024 г.

Цель конференции: обсудить результаты современных исследований и проблемные вопросы восполнения и расширения минеральных ресурсов РК.

На пленарных и секционных заседаниях конференции будут обсуждены вопросы металлогении и проблемы оценки промышленных перспектив рудных провинций, геологии, гидрогеологии, нефтегазового комплекса, геонаследия.

Работа конференции будет проходить по 5 направлениям.

Место проведения конференции: Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Кabanбай батыра, уг. ул. Валиханова 69/94, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

Рабочие языки конференции: казахский, русский, английский.

Электронный адрес: ignkis_satbayevconf@mail.ru

Контакты: Тел.: +7 727-291-43-71, 87073648990, 87022318796



TECH MINING SIBERIA

www.techmining.ru

ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

3-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ,
ВЫСТАВКА И ТЕХНИЧЕСКИЙ ВИЗИТ НА
НОВОАНГАРСКИЙ ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ



НОВОАНГАРСКИЙ
ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ
КОМБИНАТ

14-15 марта 2024
Красноярск



16+

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
И ВЫСТАВКА
«ГЕОЕВРАЗИЯ-2024. ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ - НАУКА И БИЗНЕС»

11- 13 марта 2024 года

г. Москва, Краснопресненская набережная, 12
Центр международной торговли

Гибридный формат (offline+online)



Крупнейшее событие в
геолого-геофизической
отрасли в России



www.gece.moscow

Поим аннотаций
и льготная регистрация

до 29.12

MinTech-2024

МЕЖДУНАРОДНАЯ

ВЫСТАВКА

ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

КАЗАХСТАН

www.kazexpo.kz



22-24 мая
г. Усть-Каменогорск

28-30 мая
г. Павлодар

**БИЗНЕС-ТУРЫ НА ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ПРЕДПРИЯТИЯ ВКО И ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ**



ОРГАНИЗАТОРЫ:



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



AMM CONGRESS

6 • 7 июня 2024

Астана, Казахстан

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС

 amm.kz

ФОРУМ • ВЫСТАВКА • ОТРАСЛЕВОЙ КОНКУРС «ЗОЛОТОЙ ГЕФЕСТ»



GOLDEN HERHAESTUS

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ КОНКУРС “ЗОЛОТОЙ ГЕФЕСТ”
на звание лучшего в геологии, горном деле и металлургии Казахстана

6 июня 2024
Астана

Заявку на участие **заполните**
на сайте **miningtalents.kz**



Государственный партнер

Министерство промышленности
и строительства РК

Участие в конкурсе бесплатное
Для победителей предусмотрено вознаграждение



**27-28
МАРТА**

г. Новый Уренгой



**ВЫСТАВКА «ГАЗ. НЕФТЬ.
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ –
КРАЙНЕМУ СЕВЕРУ»**

в рамках

**ЯМАЛЬСКОГО
НЕФТЕГАЗОВОГО
ФОРУМА**

SIBEXPO SERVICE

ООО «Выставочная компания Сибэкспосервис», г. Новосибирск

Тел.: +7 (383) 335-63-50, e-mail: vk ses@yandex.ru, www.ses.net.ru



2024



kmfexpo.kz

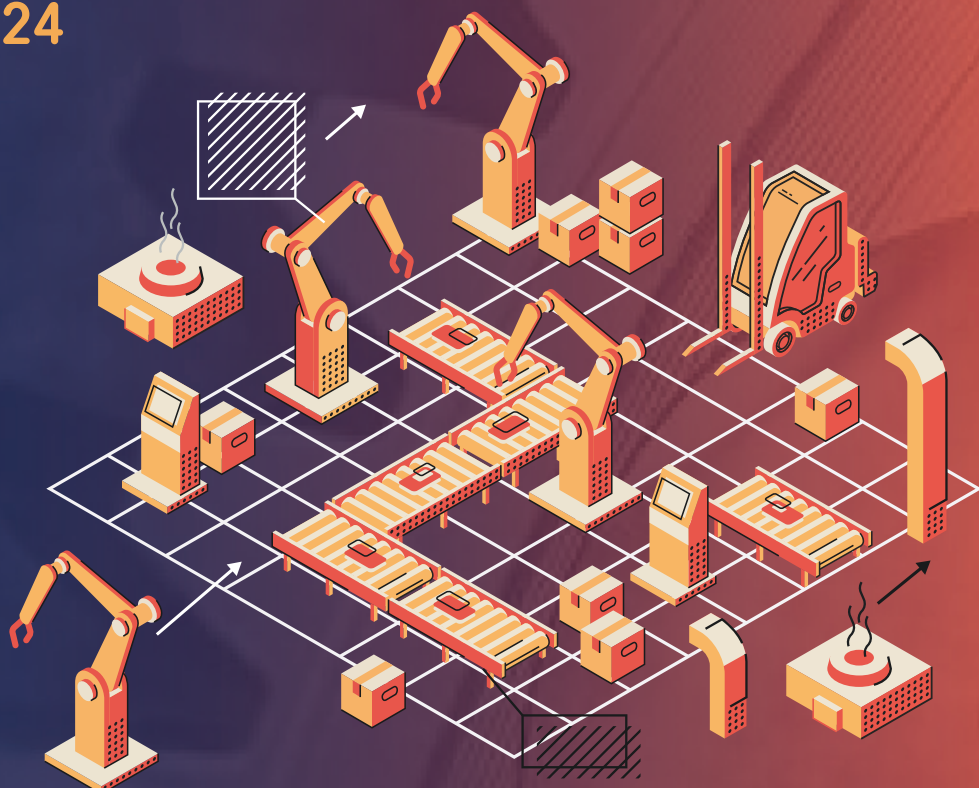
promweek.kz

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

V МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ И МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

24-26 апреля 2024

МВЦ «EXPO», г. Астана



Организаторы:



Министерство промышленности
и строительства
Республики Казахстан

ASTANA
EXPO

По вопросам участия:

Выставочная компания «Астана-Экспо КС»
Тел: +7 7172 64 23 23 (вн. 211)
E-mail: er@astana-expo.com

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, метаданные 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 подрисуночном 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 с указанием в скобках оригинала публикации. Образец оформления литературы и транслитерации размещен на сайте *minmag.kz*.

4. Условия приобретения журналов авторами.

С автором(ами) заключается договор о приобретении 10 (десяти) экземпляров журнала согласно установленным расценкам на текущий год, которые он(они) имеют право распространять среди горной общественности. После оплаты статья публикуется в номере журнала согласно очередности. Если существует необходимость опубликовать статью в одном из ближайших номеров журнала, авторы оплачивают ускорение в размере 50000 (пятьдесят тысяч) тенге.