



DOI: 10.31643/2020/6445.09

УДК 622.1: 622.271

МРНТИ 52.13.15

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

Определение граничного влияния очистных работ при комбинированной геотехнологии на глубоких горизонтах шахт Донских хромитов

Бекбергенов Д. К., Джангулова Г. К., Бектур Б. К.

Received: 11 February 2020 / Peer reviewed: 27 February 2020 / Accepted: 05 March 2020

Абстракт. В данной статье приведены результаты исследований технологической схемы при определении граничного влияния очистных работ на шахте донских хромитов. Основными и определяющими показателями при выборе способа и технологической схемы отработки рудных залежей являются горно-геологические условия залегания рудных тел и вмещающих пород, их геоструктурное строение, прочность, деформируемость и устойчивость. На основании детального и обстоятельного изучения этих показателей решаются вопросы оценки геотехнического состояния массива в процессе ведения горных работ, определяются параметры основных технологических процессов принятой системы разработки, а также решаются вопросы по обеспечению эффективности, надежности и безопасности ведения эксплуатационных работ. В связи с этим возникает необходимость вскрыть природу этих осложнений и на основе закономерностей горнотехнических процессов, сопутствующих отработке, обоснованно выбрать способы технологических схем разработки, определить их параметры, чтобы исключить аварии и обеспечить рациональное недропользование.

Ключевые слова: Массив горных пород, комбинированная геотехнология, система разработки, шахтный горизонт, добыча полезных ископаемых, залежь.

Сведения об авторах:

Бекбергенов Досанбай Калдарбаевич – кандидат технических наук, заведующий лабораторией «Комплексное освоение недр», Института горного дела имени Д.А.Кунаева, Алматы, Казахстан, ORCID ID: 0000-0001-5946-6137. E-mail: kdbekbergen@mail.ru

Джангулова Гульнар Кабатаевна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории «Комплексное освоение недр», Института горного дела имени Д.А.Кунаева, Алматы, Казахстан, <https://orcid.org/0000-0002-7866-1031>. E-mail: gulnarzan@gmail.com

Бектур Бакытбек Канымбекулы – научный сотрудник лаборатории «Комплексное освоение недр», Института горного дела имени Д.А.Кунаева, Алматы, Казахстан, ORCID ID: 0000-0003-0510-4995. E-mail: bekturbek@bk.ru

Введение

Контроль и регулирование поведения массива при системах разработки с самообрушением требуют глубокого изучения свойств и строения массива, его геологических, геоструктурных и геотехнических характеристик, а также геомеханических особенностей формирования горного давления и его

проявления в процессе отработки рудных залежей.

Наиболее показательными объектами, применяющими системы с самообрушением, являются горнорудные предприятия Донского горно-обогатительного комбината (ГОК), отрабатывающие мощные рудные залежи месторождений хромитовых руд.

Месторождения Южно-Кемпирсайского хромитоносного массива являются крупнейшими в мире после Южно-Африканской Республики и Зимбабве. О перспективности и масштабности работ на месторождениях свидетельствует объем добычи и ее рост: шахта «Молодежная» с годовой производительностью 2,0 млн.т. является самой крупной в мире по добыче хромитовой руды подземным способом.

В настоящее время на месторождениях Донских хромитов отработка рудных залежей производится на достаточно больших глубинах (до 500 и более метров) и ведется подготовка нижележащих горизонтов.

Уникальной хромитоносностью обладает его юго-восточная часть, представляющая собой главное рудное поле, в пределах которого сконцентрированы практически все промышленные запасы хромитов. Его массив вытянут в меридиональном направлении на 80 км при ширине от 1 км на севере до 50 км в южной части. Площадь массива по его геофизическим данным составляет 1200 км². Всего в пределах Кемпирсайского массива выявлено 160 месторождений и проявлений с хромитовой минерализацией [1-3].

В составе Кемпирсайского массива в настоящее время известны более 80 отдельных хромитовых месторождений различного масштаба и качества руд.

По размерам залежей и качеству руды месторождения подразделяются на два типа. Небольшие по запасам хромовых руд месторождения состоят из нескольких рудных гнезд и линз мощностью 20-30 м. Строение этого типа месторождений сложное, оруденение неравномерное и прерывистое, в рудных телах много породных прослоек, при добыче качество руд снижается за счет разубоживания.

Особенностью второго типа месторождений является большая протяженность рудных тел от 300 м по простиранию и до 650 м по падению. Крупные месторождения имеют жиллообразную и линзообразную формы рудных тел.

Промышленное оруденение сконцентрировано в границах Главного рудного поля, в двух рудоносных структурах (западной и восточной), вытянутых в субмеридиональном направлении на 25 км при ширине 7 км, с южным склонением и смыкающихся на юге с образованием единого рудного узла. В его составе месторождения «Первомайское», №21, «Алмаз-Жемчужина» и «Миллионное», составляющие рудное поле шахты «10-летия независимости Казахстана» (ДНК), где сосредоточены основные (79%) промышленные

запасы хромовых руд Кемпирсая. Месторождения располагаются на большом пространстве, как по площади, так и по глубине. Горизонтальная площадь оруденения составляет 3-3,5 км², глубина залегания 100-1500 и более м. Рудные тела представлены линзообразными залежами различной мощности с углом падения от 0 до 80°.

Общее количество рудных тел на месторождениях близко к сотне. Наибольшими размерами обладают рудные тела месторождения «Алмаз-Жемчужина» с глубиной залегания от 150 до 1500 м, длиной по простиранию от 120 до 1900 м, шириной полосы оруденения от 60 до 620 м. Вертикальная мощность их колеблется от 1 до 150 м [4]. На месторождении до глубины 1100 м выявлено два рудных тела и погружаются в южном направлении под углом 10-15°.

Верхняя часть месторождения № 21 отработана карьером «Мирный». В соответствии с проектом, отработка балансовых запасов шахты «ДНК» по данным Донского ГОКа производится подземным способом. Горно-геологические данные по горизонтам на этапах отработки II очереди строительства по месторождениям шахты «ДНК»: №21 (горизонты от плюс 240 (+240) м до плюс 0 (+0) м и минус 0 (-0 м), «Алмаз-Жемчужина» и «Миллионное» (горизонты от минус 400 (-400) м до минус 560 (-560 м).

Проектом предлагается следующая очередность вскрытия и отработки объединенного шахтного поля [5]:

- I очередью вскрываются и отрабатываются месторождения “Миллионное”, “Алмаз-Жемчужина” и “Первомайское” в этаже горизонтов плюс 240 – минус 320 м с поэтапным достижением производительности шахты 2,0 млн.т руды в год;

- II очередью вскрываются и отрабатываются месторождения “Миллионное” и “Алмаз-Жемчужина” в этаже горизонтов - 400, - 560 м, а также месторождение “№ 21” от поверхности до горизонта 0 м с достижением поэтапно общей производительности шахты до 3,8 – 4,0 млн. т руды в год;

- III очередью вскрываются и отрабатываются балансовые запасы месторождений

“Миллионное”, “Алмаз-Жемчужина”, “Первомайское” и “№ 21” до концентрационного горизонта - 800 м с обеспечением стабильной производительности шахты, равной 4,0 млн. т руды в год;

Анализом проектов [5, 6] совместная отработка месторождений «Алмаз-Жемчужина» и «Миллионное» производительность горизонта

не может превышать 1200 тыс. т. руды в год (горизонт -400 м), и 2100 тыс. т руды в год (горизонт -480 м), 2405 тыс. т руды в год (горизонт -560 м), месторождение №21 производительность горизонта не может превышать 300 тыс. т в год (горизонт +160 м), 300 тыс. т руды в год (горизонт +80 м) и 300 тыс. т руды в год (горизонт +0 и -0 м. Принятой отработкой рудных запасов является «сверху-вниз».

При системе разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства в качестве твердеющей смеси входят цемент, песчано-гравийный наполнитель и вода. В процессе гидратации твердеющей закладки выделяется тепло, которое приводит к повышению температуры окружающих горных пород и воздуха, поступающего в зону горных работ при проветривании выработок.

На практике разработка богатых руд подземным способом на глубинах 1500–1700 м усложняется горнотехническими возможностями, где повышается температура горных пород и рудничного воздуха, на пример на шахтах Кривбасса предельно-допустимой величины температура достигается 26 °С, а на шахте «Эксплуатационная» западно Жезказганского рудника температура воздуха в горных выработках на рабочих горизонтах превышает 30 °С.

Высокая температура (больше 26 °С) и влажность воздуха (больше 85%), повышенное атмосферное давление (800 мм рт. ст.), характерное для горных выработок глубоких шахт ухудшают условия и снижают производительность труда [7]. Такое состояние микроклимата современных глубоких шахт приводит к перегреву организма работающих, нарушению функционирования органов дыхания, что снижает сопротивляемость организма к заболеванию. Согласно Правилам безопасности, при температуре воздуха в горных выработках свыше 26 °С должны применяться специальные меры для ее снижения.

Актуальность нормальных климатических условий в современных глубоких шахтах подтверждается еще и тем, что существующие методы нормализации атмосферы требуют дальнейшего усовершенствования и исследования. Это обусловлено изменением величины теплоступлений от горных пород, влиянием влажности, работой технологического оборудования, влиянием теплоты гидратации новых закладочных материалов, повышением статического (потенциального) давления воздуха в результате его сжатия в подающих стволах. Имеющие место случаи профессионального

заболевания подземных горнорабочих, вызванные неудовлетворительными условиями труда, свидетельствуют о социальной проблеме в области климатологии шахт, актуальность которой обостряется с увеличением глубины разработки.

Вместе с положительным решением проблемы безопасности горных работ и улучшения экологии при использовании систем с закладкой возникает проблема выделения тепла при гидратации закладочного материала [8, 9]. По данным исследователей температура закладки в процессе гидратации превышает 40 °С. Выделяемое тепло передается окружающим горным породам и воздуху, который применяется для проветривания горных выработок.

В этой связи разработка и рекомендаций по снижению влияния твердеющей закладки на микроклимат глубоких шахт является актуальной задачей для исследований.

Экспериментальная часть

Формы проявления горного давления и влияния очистных работ при комбинированной геотехнологии системой разработки с самообрушением руды

Комбинированная подземная геотехнология для совместной добычи руды системой с самообрушением руды и горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой принята для отработки запасов 2-ой очереди по увеличению производительности 6,0 млн. т руды. Из 6,0 млн. т руды в год 3,7 млн. т добывается системами с самообрушением руды и 1,3 млн. т руды системой горизонтальных нисходящих слоев с закладкой.

Применение системы разработки с самообрушением руды имеет свои некоторые особенности, связанные с повышенным горным давлением и перераспределением напряжений в очистных выработках, где уже на начальном этапе отработки месторождения все выработки крепятся металлической крепью СВП- 27, которые не выдерживают нагрузки до конца отработки и требуются постоянного перекрепления выработки вслед за обнажением. Это касается и скреперных штреков выпускного горизонта, где производится тройное металлическое крепление СВП -27 с забутовкой крепного пространства.

Перекрепка выпускных выработок начинается позже выпуска руды из блока через некоторый промежуток времени, графики зависимостей объема выпуска от количества перекрепленных выработок представлены на рисунке 1 [10].

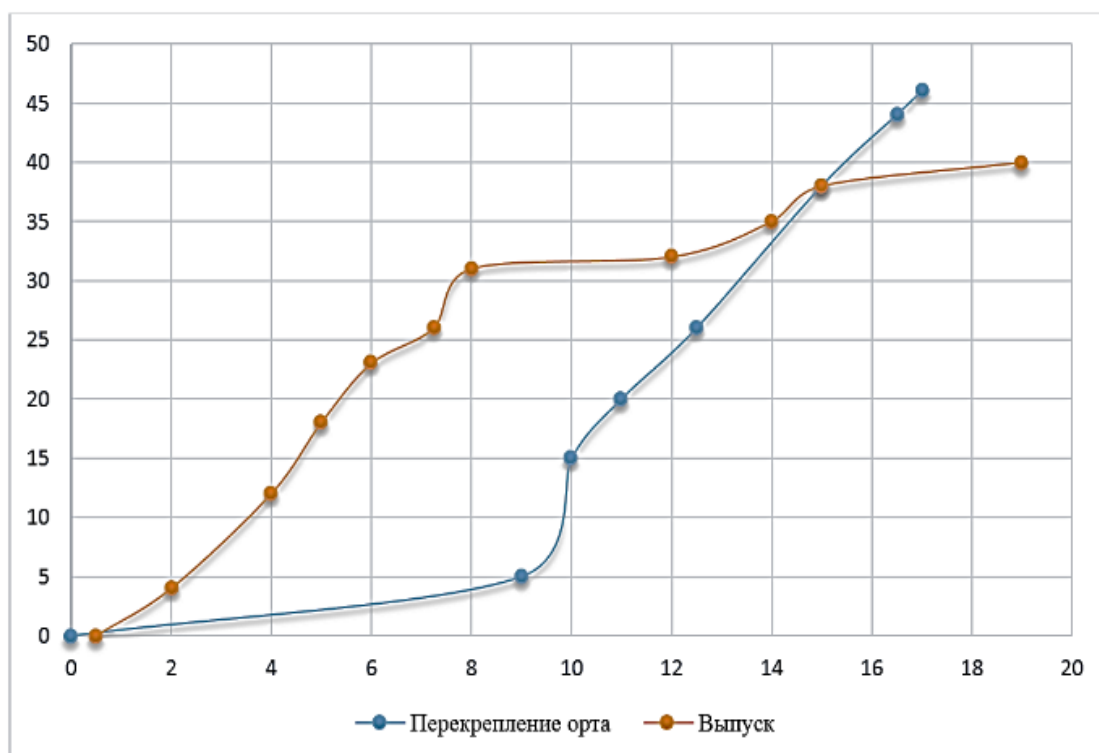
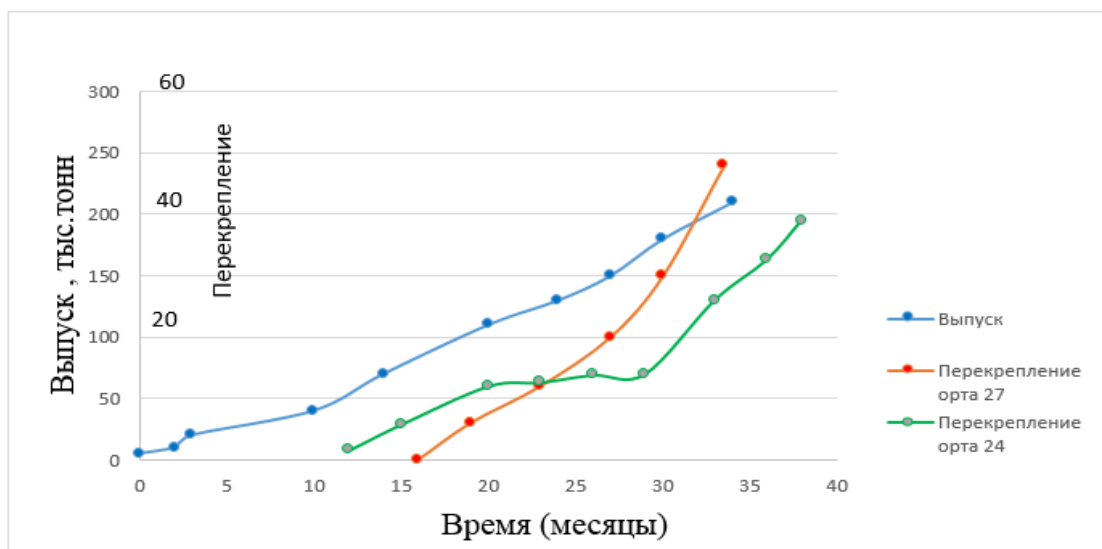


Рисунок 1 Зависимость перекрепки выработок от выпуска руды из блоков

В данной работе [10] также даны главные распределения опорного давления в окрестности очистной выработки и в окрестности блока, имеющие свои отрицательные стороны в условиях отработки хромитов системой с самообрушением руды (рисунок 2). При этом натурными измерениями установлено, что размер зоны влияния очистного пространства составляет не менее 80 метров от границы очистных работ. Поэтому готовящиеся выработки откатки в постоянно находятся в поле опорного давления, что способствует разрушению крепи.

Анализируя распределение опорного давления в условиях применения системы с самообрушением руды необходимо отметить, что исследования проводили по данному вопросу также ИГД им. Д.А. Кунаева [11, 12].

В работе [12] отмечено распределение напряжений в массиве для очистной камеры с шириной днища блока 60 м., и картина распределения напряжений на пике опорного давления по всем сечениям смещается ближе к границе камеры и располагается в пределах 80-100 м. (рисунок 3).



Рисунок 2 Распределение опорного давления в окрестности блока

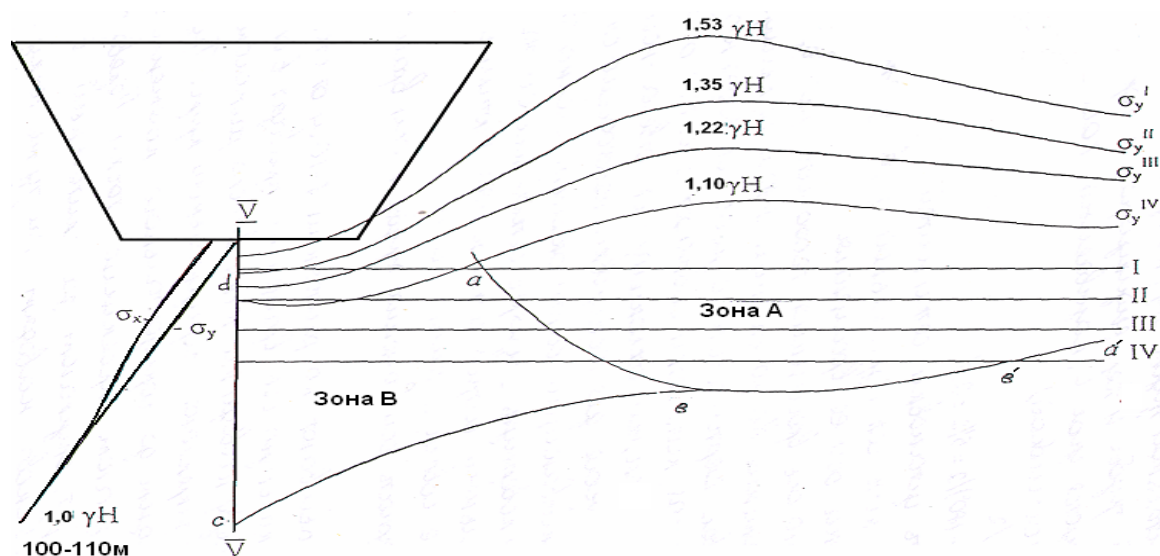


Рисунок 3 Распределение напряжений в массиве при основании днища блока 60 м на шахте ДонГОК

Как видно из рисунка область повышенных напряжений располагается в боковой части камеры от массива, т.е. со стороны нарезки очередного блока и это фактор необходимо учитывать при ведении подготовительных и нарезных работ в процессе подготовки смежного блока.

Таким образом, выявленные области зоны влияния очистных работ при системе с самообрушением руды позволяют оценить геомеханическую целесообразность выбора места начала заложения выработок на этаже при параллельном ведении системы горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой в комбинаций технологией с самообрушением руды на глубоких горизонтах шахт «ДНК» ДонГОКа.

Обсуждение результатов

Методика и построение предохранительных целиков и бермы безопасности от влияния очистных работ при

подземной добыче хромитов с применением комбинированной геотехнологии на глубоком горизонте шахт «ДНК» ДонГОКа

Для построения предохранительного целика и бермы безопасности от влияния очистных работ необходимо выполнение следующих методических указаний:

1. Исходя из объема геологических запасов месторождения и выбранного горизонта отработываемого по комбинированной геотехнологии системой разработки с самообрушением руды и горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой необходимо совместно с геолого-маркшейдерской службой определить границы по простиранию месторождения применяемых этих систем на выбранном горизонте месторождения шахт.

2. По простиранию месторождения в указанной границе на горизонте выпуска с левой его стороны на всю высоту и ширину указать

контуры блока в соответствии с параметрами применяемой системы разработки с самообрушением руды;

3. На уровне горизонта выпуска с нижнего правого угла блока необходимо поднять наклонную линию вверх под углом сдвижения принятой для систем с самообрушением руды до точки Б по горизонтальной линии контура верхнего горизонта;

4. Согласно работы [12], от точки А по горизонтальной линии контура верхнего горизонта на расстоянии 100 м. оставляется охранный целик от применения системы разработки с самообрушением руды (рисунок 3);

5. Далее от предохранительного целика от В до Г на расстоянии от 30 до 50 м (в условиях шахт «ДНК» принимать – 50 м) необходимо заложить берму безопасности для отработки оставшихся запасов системой горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой (рисунок 3);;

6. После определения параметров предохранительного целика и бермы безопасности в границе по простиранию месторождения для применения комбинированной геотехнологии на выбранном горизонте шахт от центра в отступающем порядке к флангам месторождения сначала ввести отработку запасов системой горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой;

7. После отработки запасов одного блока на данном горизонте системой горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой на выбранном горизонте от центра месторождения и точки. В верхнего горизонта предохранительного целика в другом направлении также в

отступающем порядке от центра месторождения необходимо проводить отработку запасов с применением системы с самообрушением руды.

Границы зон влияния подземных разработок на этаже глубокого горизонта шахт и в горном массиве определены от проектной нижней границы горных работ по угловым параметрам сдвижения массива. При этом отмечаем, что согласно проекту «Казгипроцветмета» площадь предполагаемой зоны опасных деформаций, отстроенной по указанным углом для систем с самообрушением, составляет 689,9 га, в том числе [13]:

Построение границ зоны влияния подземных разработок, зоны опасных сдвижений, а также предохранительных целиков и предохранительных зон для комбинированных систем разработки и порядок отработки рудных залежей производится по углам сдвижения [14-18].

Согласно «Правилам охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных выработок на месторождениях руд черных металлов Урала и Казахстана», углы сдвижения для систем с самообрушением руд в условиях шахт «ДНК» ДонГОКа составляют:

- по висячему боку – 60° ; - по лежащему боку – 60° ; - по простиранию – 65° .

Согласно вышеуказанной методике и параметрам по углу сдвижения рудного массива по простиранию на примере построены предохранительный целик и бермы безопасности от влияния очистных работ при подземной добыче хромитов с применением комбинированной геотехнологии на глубоком горизонте шахт «ДНК» ДонГОКа (рисунок 4).

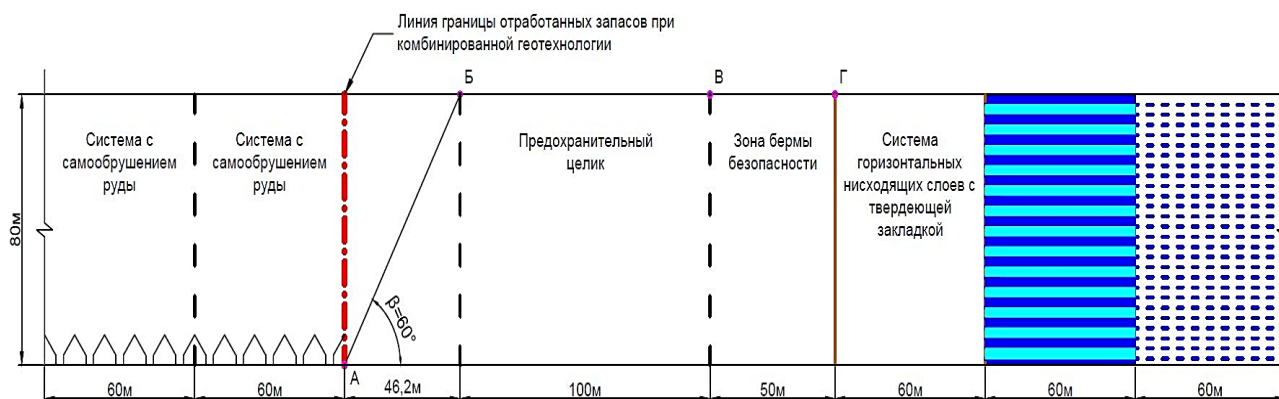


Рисунок 4 Схема бермы безопасности и предохранительного целика от влияния очистных работ при подземной добыче хромитов с применением комбинированной геотехнологии на глубоком горизонте шахт «ДНК» ДонГОКа

Выводы

При всех своих преимуществах, применение технологии с самообрушением руды и

вмещающих пород на шахтах ДонГОКа является необходимостью, нежели эффективным техническим решением рациональной устойчивой добычи. Распределение напряжений

в массиве при основании днища блока 60 м на шахте ДонГОК показывают, что области зоны влияния очистных работ при системе с самообрушением руды позволяют оценить геомеханическую целесообразность выбора места начала заложения выработок на этаже при параллельном ведении системы горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой в комбинаций технологией с самообрушением руды на глубоких горизонтах шахт «ДНК» донских хромитов.

Поэтому, нами предложена комбинированная геотехнология при отработке запасов в глубоких и сложно-обособленных рудных залежах мощностью до 80-100 м.

В результате проведенных исследований по определению граничного влияния очистных работ комбинированной геотехнологии на глубоких горизонтах шахт, согласно разработанной нами методике и параметрам по углу сдвижения рудного массива на примере хромитовых месторождений построены

предохранительный целик и бермы безопасности от влияния очистных работ при подземной добыче хромитов с применением комбинированной геотехнологии на глубоком горизонте шахт «ДНК» ДонГОКа.

Благодарность

Работа выполнена в рамках государственного заказа по бюджетной подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований», по приоритету «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции», подприоритет «Фундаментальные исследования в области естественных наук» 2018 – 2020 годы, №АР05131352 «Разработка и обоснование параметров комбинированной геотехнологии для безопасного и устойчивого развития добычи хромитов на глубоких горизонтах».

Ссылка на данную статью: Бекбергенов Д. К., Джангулова Г. К., Бектур Б. К. Определение граничного влияния очистных работ при комбинированной геотехнологии на глубоких горизонтах шахт Донских хромитов // Комплексное использование минерального сырья (Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources). № 1 (312), 2020 стр. 69-77.
<https://doi.org/10.31643/2020/6445.09>

Дөң хромит шахталарының терең горизонттарындағы аралас геотехнология кезіндегі тазарту жұмыстарының шекаралық әсерін анықтау

Бекбергенов Д.Қ., Джангулова Г.К., Бектур Б.Қ.

Түйіндеме. Бұл мақалада Дөң хромит шахтасында тазарту жұмыстарының шекаралық әсерін анықтау кезіндегі технологиялық схеманың зерттеу нәтижелері келтірілген. Кен шоғырларын өндеудің технологиялық схемасы мен тәсілін таңдау кезінде негізгі және анықтаушы көрсеткіштер кен денелері мен аралық жыныстардың жатуының тау-геологиялық жағдайлары, олардың геокұрылымдық құрылысы, беріктігі, деформациялануы және тұрақтылығы болып табылады. Осы көрсеткіштерді егжей-тегжейлі және толық зерделеу негізінде тау-кен жұмыстарын жүргізу процесінде массивтің геотехникалық жағдайын бағалау мәселелері шешіледі, қабылданған игеру жүйесінің негізгі технологиялық процестерінің параметрлері анықталады, сондай-ақ пайдалану жұмыстарын жүргізудің тиімділігін, сенімділігін және қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері шешіледі. Осыған байланысты осы асқынулардың табиғатын ашу және өндеуге ілесіп тау-кен-техникалық процестердің заңдылықтары негізінде, игерудің технологиялық схемаларының тәсілдерін негізді түрде таңдау, аварияны болдырмау және жер қойнауын ұтымды пайдалануды қамтамасыз ету үшін олардың параметрлерін анықтау қажеттілігі туындайды.

Түйін сөздер: Тау жыныстарының массиві, аралас геотехнология, игеру жүйесі, шахталық горизонт, пайдалы қазбаларды өндіру, кен шоғыр.

Determination of the boundary influence of cleaning works at combined geotechnology on deep Dongok mines horizons

Bekbergenov D., Jangulova G., Bektur B.

Abstract. This article presents the results of studies of the technological scheme when determining the boundary effect of treatment at the DON GOK mine. The main and determining indicators when choosing the method and technological scheme for mining ore deposits are the geological conditions of occurrence of ore bodies and host rocks, their geostructural structure, strength, deformability and stability. Based on a detailed and thorough study of these indicators,

the issues of assessing the geotechnical state of the massif in the process of mining are being resolved, the parameters of the main technological processes of the adopted development system are being determined, and the issues of ensuring the efficiency, reliability and safety of operational work are being addressed. In this regard, there is a need to reveal the nature of these complications and, based on the laws of mining processes associated with mining, it is reasonable to choose methods of technological development schemes, determine their parameters in order to exclude accidents and ensure rational subsoil use.

Keywords: rock massif, combined geotechnology, development system, mine horizon, mining, deposit.

Литература

- [1] Едильбаев И., Шашкин В., Елпашев Г. Хромиты Кемпирсая - сырьевая база АО «Донской ГОК» // Горный журнал – 1998. - № 6. – С. 6-8.
- [2] Заурбекова З., Тиль В.В. Лидеру добычи хромитового сырья–60 лет // Горный журнал, 1998. № 6. С.2-5.
- [3] Едильбаев И.Б. Возрождение (1995-2005 гг.). Алматы, 2004. - 57 с.
- [4] Хром Казахстана. Справочник / Под общей редакцией М.И. Гасика, В.И. Гриненко, В.Н. Шашкина // М. – «Металлургия». - 2001. - 461 с.
- [5] Проект на отработку шахты «10-летие независимости Казахстана» // Казгипроцветмет, часть геологическая, том 2, книга 1, - Усть –Каменогорск, 2003. -135 с
- [6] Проект на отработку шахты «10-летие независимости Казахстана»// Казгипроцветмет, часть технологическая, том 2, книга 3, Усть-Каменогорск, 2003. -150 с
- [7] Сморгачев, Ю. Обеспечение комфортных условий труда в тупиковых выработках при буровзрывном способе проходки. / Ю. Сморгачев, Г. Петрунин // Безопасность труда в промышленности. — 2008. — № 7. — С. 31–34.
- [8] Казаков, Б. П. Влияние закладочных работ на формирование теплового режима в горных выработках в условиях рудников ОАО «Норильский никель» / Б. П. Казаков, А. В. Шалимов, А. В. Зайцев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2012. № 2. С. 110–114.
- [9] Лапшин, А. А. Проблема теплового режима глубоких железорудных шахт и создание эффективных способов его нормализации / А. А. Лапшин, А. Е. Лапшин, И. Б. Ошмянский // Форум горняков — Днепродзержинск: НГУ, 2008. — С. 98 -105.
- [10] Отчет о НИР «Изучение напряженно-деформированного состояния массива горных пород с целью изыскания эффективных способов управления горным давлением на шахтах Донского ГОКа»// СП «ЭКО-ТРЕНДЗ ЛТД Фирма «Инженеринг Тренд, М, 1982. – 86 с.
- [11] Жеребко Л.Н., Пивоварова Л.М., Джангулова Г.К. Особенности проявления горного давления и определение нагрузок на крепь выработок нижних горизонтов шахт Донского ГОКа // Монография РГП НЦ КПМС, №2-УС-03 Горные науки и проблемы освоения недр Казахстана, том I, 2003. С. 66-74.
- [12] Джангулова Г.К. Разработка научно – методических положений прогнозирования поведения поверхности над зоной очистных работ в структурнонарушенных массивах. Дисс. на соискание ученой степени канд. технических наук. Алматы. – 2009 г. – 125 с.
- [13] Проект на отработку шахты «10-летие независимости Казахстана»// Казгипроцветмет, часть технологическая, том 2, книга 4, - Усть –Каменогорск, 2003. -200 с
- [14] Bekbergenov D., Jangulova G., Bektur B. Study of the effect of refining on the sustainability of the level of the system with ore self-mining on the deep levels of the “DNK” colliery// International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET) Volume 10, Issue 01, January 2019, pp.
- [15] Kenzhaliyev B.K, Surkova T.Y, Yessimova D.M. Concentration of rare-earth elements by sorption from sulphate solutions // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'a [Complex Use of Mineral Resources]. 2019. 3, 5-9. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.22>
- [16] Kenzhaliyev B. K. Innovative technologies providing enhancement of nonferrous, precious, rare and rare earth metals extraction // Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a [Complex Use of Mineral Resources]. – 2019. – №3 (310). -Page: 64-75. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.30>
- [17] Zhabbasbayev, U., Ramazanov, G., Kenzhaliyev, B., Sattinova, Z., & Shakhov, S. Experimental and calculated data of the beryllium oxide slurry solidification. Applied Thermal Engineering, 96, 2016, 593–599. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.11.114>
- [18] Volodin V. N., Tuleushev Y. Zh., Kenzhaliyev B. K., Trebukhov S. A. Thermal degradation of hard alloys of the niobium-cadmium system at low pressure // Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a [Complex Use of Mineral Resources]. № 1 (312), 2020. pp. 41-47. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.05>

References

- [1] Edilbayev I. Shashkin V. Elpashev G. Khromity Kempirsaya - syryevaya baza AO 'Donskoy GOK' [Khromity Kempirsaya - the raw material base of DonGOK] // Gornyy zhurnal – 1998. - № 6. – p. 6-8.2. (In Rus.).
- [2] Zaurbekova Z. T. Til V.V. Lideru dobychi khromitovogo syria - 60 let [The leader in the production of chromite raw materials is 60 years old] // Gornyy zhurnal – 1998. - № 6. – p.2-5. (In Rus.).

- [3] Edilbayev I. B. Vozrozhdeniye (1995-2005 gg.). [Revival (1995-2005)] Almaty. – **2004**. – 57 p. (In Rus.).
- [4] Gasika M. I. Grinenko V. I. Shashkina V.N. Khrom Kazakhstana. Spravochnik [Chrome of Kazakhstan. Guide] / Pod obshchey redaktsiyey // M. – «Metallurgiya». – **2001**. – 461 p. (In Rus.).
- [5] Proyeckt na otrabotku shakhty «10-letiyе nezavisimosti Kazakhstana» [Mine development project " 10th anniversary of independence of Kazakhstan»] // Kazgiprotsvetmet. chast geologicheskaya. tom 2. kniga 1.- Ust –Kamenogorsk. – **2003**. – 135 p. (In Rus.).
- [6] Proyeckt na otrabotku shakhty «10-letiyе nezavisimosti Kazakhstana» [Mine development project " 10th anniversary of independence of Kazakhstan»] // Kazgiprotsvetmet. chast tekhnologicheskaya. tom 2. kniga 3.- Ust –Kamenogorsk. – **2003**. – 150 p. (In Rus.).
- [7] Smorchkov Yu. Petrunin G. Obespecheniye komfortnykh usloviy truda v tupikovykh vyrabotkakh pri burovzryvnom sposobe prokhodki. [Providing comfortable working conditions in dead-end workings with the drilling and blasting method of sinking] // Bezopasnost truda v promyshlennosti. **2008**. №7. – p. 31-34. (In Rus.).
- [8] Kazakov. B. P. Vliyaniye zakladochnykh rabot na formirovaniye teplovogo rezhima v gornykh vyrabotkakh v usloviyakh rudnikov OAO «Norilskiy nikel» [Influence of laying operations on the formation of the thermal regime in mine workings in the conditions of the mines of JSC Norilsk Nickel] / B. P. Kazakov. A. V. Shalimov. A. V. Zaytsev // Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. – 2012. – №2. – p. 110-114. (In Rus.).
- [9] Lapshin. A. A. Lapshin A. E. Oshmyanskiy I. B. Problema teplovogo rezhima glubokikh zhelezorudnykh shakht i sozdaniye effektivnykh sposobov ego normalizatsii [The problem of the thermal regime of deep iron ore mines and the creation of effective ways to normalize it] // Forum gornyakov – Dnepropetrovsk: NGU. – **2008**. – p. 98-105. (In Rus.). (In Rus.).
- [10] Otchet o NIR «Izucheniye napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya massiva gornykh porod s tselyu izyskaniya effektivnykh sposobov upravleniya gornym davleniyem na shakhtakh Donskogo GOKa» [Research report" Study of the stress-strain state of the rock mass in order to find effective ways to control the mining pressure in the mines of the DonGOK»] // «EKO-TRENDZ LTD» Inzhenering Trend. M. **1982**. 86 p. (In Rus.).
- [11] Zharebko L.N. Pivovarova L. M. Dzhangulova G.K. Osobennosti proyavleniya gornogo davleniya i opredeleniye nagruzok na krep vyrabotok nizhnikh gorizontov shakht Donskogo GOKa [Features of the mountain pressure manifestation and determination of loads on the support of the workings of the lower horizons of the mines of the don GOK] // Monografiya RGP NTs KPMS RK №2-US-03 Gornyye nauki i problemy osvoyeniya nedr Kazakhstana. tom I. **2003**. – p. 66-74. (In Rus.).
- [12] Dzhangulova G. Razrabotka nauchno – metodicheskikh polozheniy prognozirovaniya povedeniya poverkhnosti nad zonoy ochistnykh rabot v strukturnonarushennykh massivakh [Devel-t of scientific and methodological provisions for predicting the behavior of the surface above the cleaning zone in structurally damaged arrays.] // Diss. na soiskaniye uchenoy stepeni kand. tekhnicheskikh nauk. Almaty. **2009**. 125 p. (In Rus.).
- [13] Proyeckt na otrabotku shakhty «10-letiyе nezavisimosti Kazakhstana» [Mine development project " 10th anniversary of independence of Kazakhstan»] // Kazgiprotsvetmet. chast tekhnologicheskaya. tom 2. kniga 4.- Ust –Kamenogorsk. **2003**. – 200 p.
- [14] Bekbergenov D. Jangulova G. Bektur B. Study of the effect of refining on the sustainability of the level of the system with ore self-mining on the deep levels of the “DNK” colliery// International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) Volume 10. Issue 01. January **2019**. pp.2090-2103. Article ID: IJCIET_10_01_188. Scopus Indexed. (In Eng.).
- [15] Kenzhaliyev B.K, Surkova T.Y, Yessimova D.M. Concentration of rare-earth elements by sorption from sulphate solutions // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'â [Complex Use of Mineral Resources]. **2019**. 3, 5-9. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.22> (In Eng.).
- [16] Kenzhaliyev B. K. Innovative technologies providing enhancement of nonferrous, precious, rare and rare earth metals extraction // Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a [Complex Use of Mineral Resources]. – **2019**. – №3 (310). -Page: 64-75. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.30> (In Eng.).
- [17] Zhapbasbayev, U., Ramazanova, G., Kenzhaliyev, B., Sattinova, Z., & Shakhov, S. Experimental and calculated data of the beryllium oxide slurry solidification. Applied Thermal Engineering, 96, **2016**, 593–599. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.11.114> (In Eng.).
- [18] Volodin V. N., Tuleushev Y. Zh., Kenzhaliyev B. K., Trebukhov S. A. Thermal degradation of hard alloys of the niobium-cadmium system at low pressure // Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a [Complex Use of Mineral Resources]. № 1 (312), **2020**. pp. 41-47. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.05> (In Eng.).