

УДК 622.273.2

А. А. АХМЕТОВ, Р. К. АКМУРЗИН, А. Н. ЗАГРЕТДИНОВ (ОАО «Учалинский ГОК»)
М. С. ТАНКОВ, Ю. А. ДИК (ОАО «Уралмеханобр»),

ВЫЕМКА ПРИДОННЫХ И ПРИБОРТОВЫХ ЗАПАСОВ РУДЫ РАЗДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕЛИКА МОЛОДЕЖНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



А. А. АХМЕТОВ,
начальник ПТО



Р. К. АКМУРЗИН,
директор рудника
«Узельгинский»



А. Н. ЗАГРЕТДИНОВ,
главный инженер
рудника «Узельгинский»



М. С. ТАНКОВ,
зав. лабораторией
геотехнологий



Ю. А. ДИК,
начальник
отдела горной науки,
канд. техн. наук

Представлены разработанные и успешно реализованные в опытно-промышленном масштабе технологии и конструктивные решения по выемке придонных и прибортовых запасов высокоценных руд разделительного целика сплошными камерами с последующей их закладкой твердеющими смесями и с предварительной защитой от обрушения подрабатываемых участков борта карьера на месторождении Молодежное, где завершается его открыто-подземная разработка.

Ключевые слова: карьер, подземный рудник, разделительный целик, придонные и прибортовые запасы, камерные системы разработки с закладкой, защита подрабатываемого борта, опытно-промышленные участки.

Месторождение Молодежное изначально разрабатывали открытым способом. В настоящее время выемку оставшихся запасов осуществляют подземными горными работами. Для изоляции подземных работ от открытых часть запасов рудного тела № 1, расположенного под дном карьера и в его восточном борту, оставлена в качестве разделительного целика. Мощность придонной части составляет 10 м. Выемка разделительного целика планировалась на конечной стадии разработки месторождения подэтажным обрушением с торцовым выпуском руды: в первую очередь — запаса рудного целика ниже дна карьера, затем прибортовых запасов в его северо-восточном борту [1].

Институт «Уралмеханобр» составил «Методику опытно-промышленных испытаний...» [2], а технический отдел рудника «Узельгинский» — рабочий проект на выемку придонных запасов. Горные работы проводили при научном сопровождении специалистов института. Для проведения опытных работ был выбран участок протяженностью около 135 м с юга на север вдоль северо-восточного борта карьера (рис. 1). При этом ежегодными визуальными и инструментальными наблюдениями установлены нарушения (деформации) восточного борта карьера в районе проектируемых опытно-промышленных работ, а проведенные институтом расчеты показали, что выемка запасов руды ниже дна

карьера приведет к дальнейшему снижению устойчивости борта до коэффициента запаса устойчивости (КЗУ) 1–1,1 против нормативного значения 1,2–1,3. В связи с этим выемку запасов и последующую пригрузку борта следует проводить в сжатые сроки — не более 6 мес во избежание потерь устойчивости вышележащих уступов и транспортного съезда.

Перед началом выемки запасов опытного участка была проведена вывозка породной насыпи (пригрузки) высотой 20 м со дна карьера. Разработку придонных запасов осуществляли одной камерой (К1ПЦС1-240) с открытым в карьер очистным пространством и последующим заполнением его твердеющей закладкой. Параметры камеры (см. рис. 1): длина по простиранию разделительного целика 44, 5 м; ширина — от 10 до 28 м (горизонтальная мощность рудной залежи в крест простирания); высота 16–20 м. По вертикали подготовку камеры проводили в двух уровнях: доставочный гор. 240 м по почве камеры с комплексом буродоставочных выработок; закладочный гор. 270 м, из которого через скважины осуществляли закладку отработанной камеры.

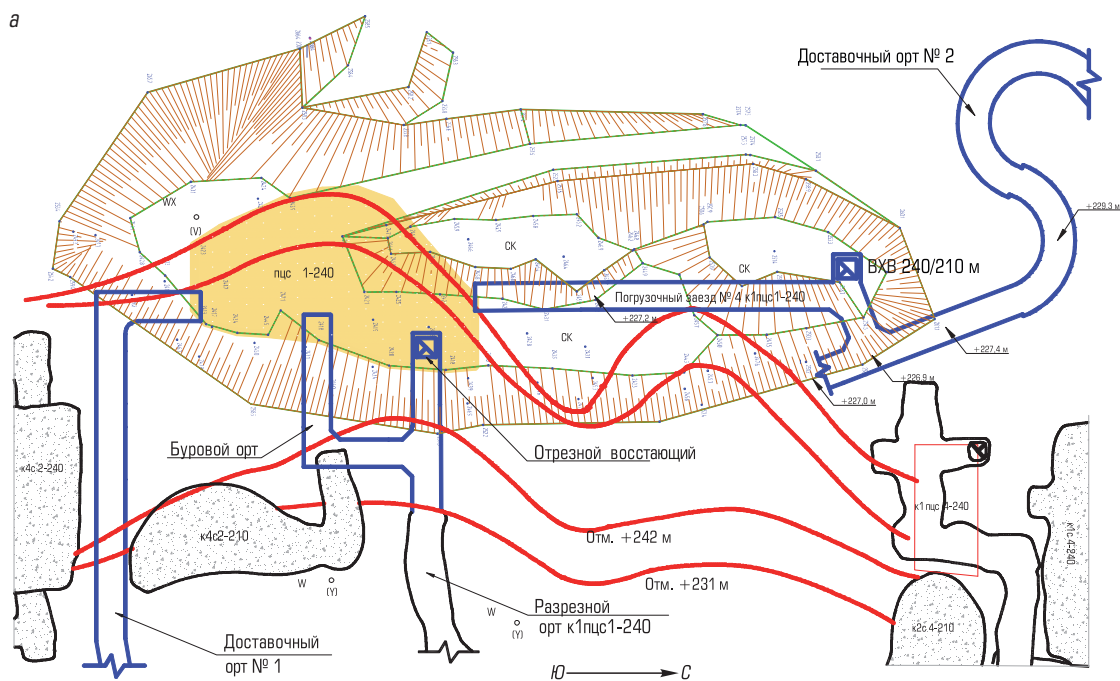
На западном фланге разрезного орта был пройден отрезной восстающий до дна карьера, на который и разделали отрезную щель шириной 10 м с выходом в дно карьера. Бурение взрывных



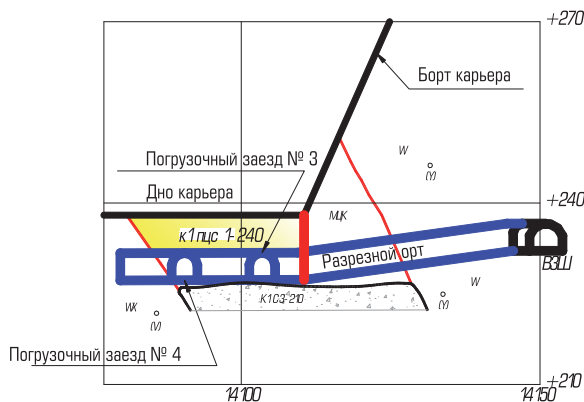
Камера опытного участка по окончании выемки придонных запасов руды



Закладка выработанного пространства камеры твердеющей смесью



б



в

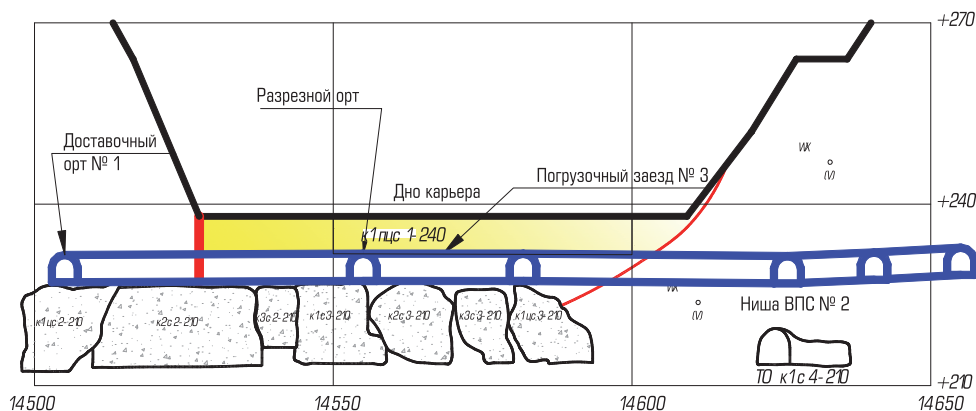


Рис. 1. Совмещенный план карьера и опытно-промышленного участка в проекте выемки придонных запасов разделительного целика (а), поперечный (б) и продольный (в) разрезы

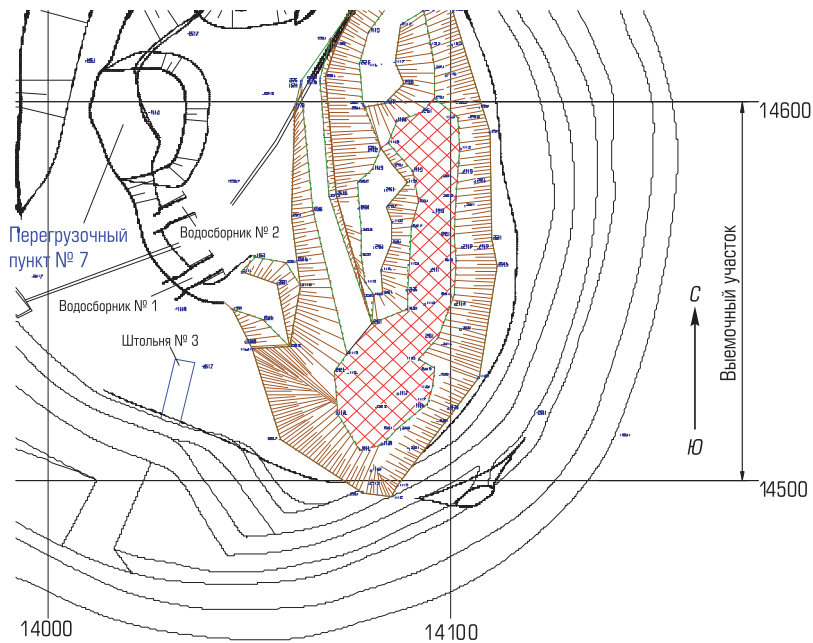


Рис. 2. Совмещенный план карьера и опытно-промышленного участка в проекте выемки прибортовых запасов разделительного целика

скважин и отбойку руды в камере проводили из погрузочных заездов. Выемку основных запасов придонной части опытного участка осуществляли от разрезной камеры расходящимися фронтами.

Выпуск, погрузку и доставку руды из камеры до перегрузочного пункта проводили с использованием ПДМ Togo-400, оборудованной системой дистанционного управления типа Torotel. Дальнейшее транспортирование руды осуществляли самосвалами ЕЖС-20, МоАЗ, Togo-35 до перегрузочного склада в карьере. После полной выемки запасов руды из опытной камеры ее выработанное пространство заполняли твердеющей смесью через скважины, пробуренные в борт карьера из подземных выработок.

Дальнейшее развитие горных работ в пределах разделительного рудного целика заключалось в выемке его прибортовых запасов (рис. 2). Здесь также были разработаны «Методика опытно-промышленных испытаний...» [3] и рабочий проект опытного участка. В соответствии с «Рекомендациями...» [1], по критериям



Комбинированный искусственный предохранительный целик на участке восточного борта карьера

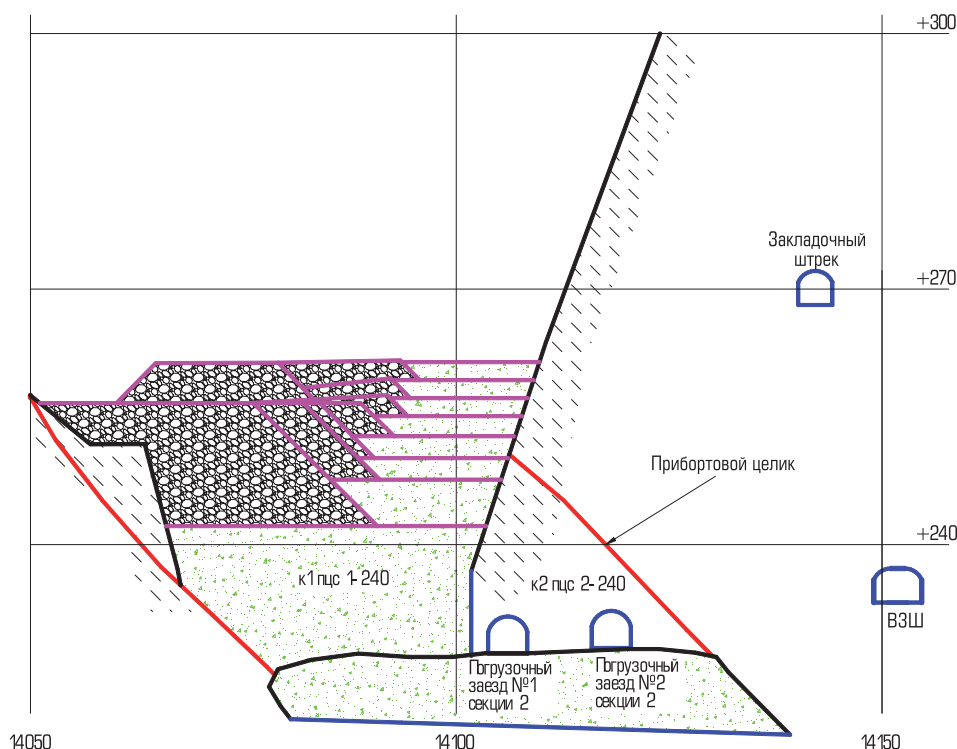


Рис. 3. Конструкция искусственного предохранительного целика из породного вала (1) и массива твердеющей смеси (2) для защиты участка борта карьера от обрушения при очистной выемке прибортовых запасов

минимальных потерь и разубоживания руды принята система разработки с камерной выемкой, применением высокопроизводительной буровой и доставочной техники и закладкой выработанного пространства твердеющими смесями.

При этом основным условием реализации проекта выемки прибортовых запасов стало предварительное возведение искусственного комбинированного целика из твердеющей смеси и породной насыпи вдоль борта карьера во избежание его обрушения (рис. 3). Искусственный комбинированный целик возводили поэтапно до абс. отм. +260 м. В первую очередь была заложена опытная камера К1ПЦС1-240 в дне карьера. После этого на расстоянии 10 м от борта карьера был отсыпан породный вал на высоту 5 м вдоль западной границы будущего комбинированного целика. Затем образовавшееся пространство между бортом карьера и породной насыпью заполняли закладочной смесью. После набора прочности переходили к следующему этапу подсыпки породного вала и заливки твердеющей закладки. Процесс поэтапного возведения породной насыпи и закладки пространства между ней и восточным бортом карьера продолжался до тех пор, пока не был создан комбинированный целик, перекрывший верхнюю границу рудного тела по борту карьера на высоту 10 м. Прочность возводимого закладочного массива составляла 5 МПа. Подача твердеющей смеси осуществлялась через скважины, пробуренные в борт карьера из закладочного штрека гор. 270 м.

Запасы руды на участке восточного борта карьера в подэтаже 240/270 м разрабатывали сплошной камерной выемкой на всю мощность рудного тела с твердеющей закладкой (вариант подэтажно-камерной системы разработки) под защитой от обрушения борта искусственным комбинированным целиком со стороны карьера. При этом рудное тело в пределах участка разделили на 2 секции — № 2 и 3, камеры в которых ориентированы в крест простирания рудной залежи (рис. 4). Параметры камер: длина — от 20 до 40 м (по почве камеры); высота — от 20 до 30 м; ширина 10 м.

Подготовку и развитие работ в секциях осуществляли из секционных ортов.

Секция № 2 расположена на южном, № 3 — на северном флангах опытного участка.

Параметры секций: ширина — от 20 до 40 м и соответствует горизонтальной мощности рудной залежи в секции; высота — от 18 до 30 м (средняя мощность рудной залежи в секции); длина секции № 2 составляет 50 м, секции № 3 — 80 м. Секции на участке в крест простирания разделяли на камеры шириной по 10 м. Число камер в секции № 2 — 5, в секции № 3 — 8. Подготовку камер в секциях опытного участка по вертикали проводили в двух уровнях: доставочный горизонт 240 м, на котором проводили комплекс буродоставочных работ; вентиляционно-закладочный горизонт 270 м, на котором проводили горные выработки для бурения вентиляционных и закладочных скважин.

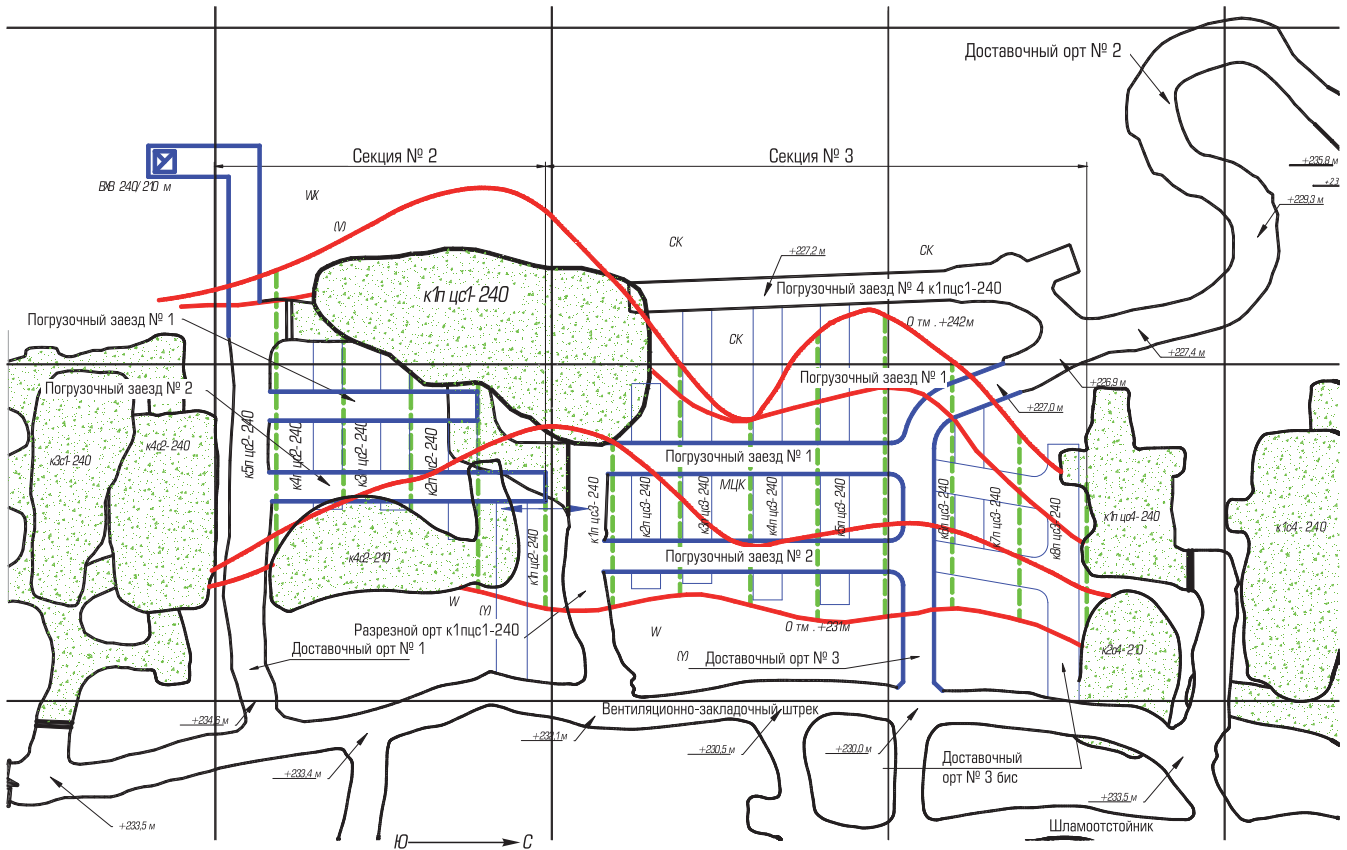


Рис. 4. Подэтажно-камерная система разработки прибортового рудного целика: план гор. 240 м — порядок очистной выемки и закладки камер

Общий порядок сплошной очистной выемки прибортовых запасов был принят от центра к флангам. Работы в подэтаже 240/270 м начинались с выемки первой камеры секции № 3 К1ПЦС3-240. Буровым ортом для этой камеры служил разрезной орт К1ПЦС1-240. После закладки камеры К1ПЦС3-240 приступили к отработке соседней камеры в секции № 3 (К2ПЦ3-240). После ее отработки и закладки образовался искусственный целик шириной 20 м. Оставшиеся запасы на обоих флангах участка в секциях № 2 и 3 отработывали расходящимися фронтами.

Очистную выемку в каждой камере опытного участка начинали с разделки отрезной щели шириной не менее 3 м путем взрывания скважинных зарядов на отрезной восстающий сечением 4–6 м² в несколько этапов, чтобы объем компенсационного пространства составлял не менее 30 % объема отбойки. Схему расположения скважин принимали, исходя из конкретной горнотехнической обстановки и эксплуатационных характеристик бурового оборудования. Основные запасы в камере отбивали вертикальными слоями. Первый слой отбивали на свободное пространство отрезной щели, а перед отбойкой последующих слоев проводили частичный выпуск руды (30–40 %) для обеспечения компенсационного пространства. Параметры отбойки устанавливали в процессе опытно-промышленных испытаний.

Отгрузку руды из камер опытного участка проводили из по-

грузочных заездов с использованием ПДМ в режиме ручного управления с заездом в очистное пространство камеры не более чем на длину ковша. При зачистке камеры использовали ПДМ с дистанционным управлением. Расстояние доставки руды ПДМ не превышало 150–200 м. Дальнейшее транспортирование руды проводили самосвалами. Отгрузка и доставка руды из камер секции № 2 опытного участка осуществлялась из секционного орта № 1 до вентиляционно-закладочного штреха (ВЗШ) гор. 240 м, где перегружалась в самосвалы, а из камер секции № 3 — из секционного орта № 3 на ВЗШ гор. 240 м или на доставочный орт № 3, пройденный с западной стороны от рудного тела, где руду перегружали в самосвалы. Закладку камер проводили из ВЗШ гор. 270 м через закладочные скважины, пробуренные в каждую камеру.

Успешно проведенные опытно-промышленные испытания технологий выемки прибортовых и придонных запасов руды из разделительного целика подтверждают правильность выбранного и апробированного научного подхода. На прошедшую испытания технологию подана заявка в Роспатент на изобретение [4]. В конце 2013 г. принято решение о выдаче патента. Из двух опытных участков добыто более 80 тыс. т руды. При этом обеспечено высокое качество добытой руды, а также безопасность разработки и сохранность устойчивости бортов карьера.

Библиографический список

1. Рекомендации по порядку и технологии отработки разделительного рудного целика Молодежного месторождения в подэтаже 240/270 м. — Екатеринбург : ОАО «Уралмеханобр», 2010.
2. Методика опытно-промышленных испытаний технологии отработки придонных запасов разделительного целика рудного тела № 1 Молодежного месторождения. — Екатеринбург : ОАО «Уралмеханобр», 2011.
3. Методика опытно-промышленных испытаний технологии отработки прибортовых запасов разделительного целика рудного тела № 1 Молодежного месторождения. — Екатеринбург : ОАО «Уралмеханобр», 2011.
4. Пат. 2514035 РФ. Способ комбинированной разработки крутопадаю-

щих рудных тел / Ю. А. Дик, А. В. Котенков, М. С. Танков ; заявл. 15.06.2012 ; опубл. 27.04.2014. [ГЖ](#)

Ахметов Азат Ахатович,
e-mail: gg_akhmetov_aa@ugok.ru
Акмурзин Ринат Караматович,
e-mail: aktmurzin@ugok.ru
Загретдинов Айдар Нуретдинович,
e-mail: uz_zagretdinov_an@ugok.ru
Танков Максим Сергеевич,
e-mail: tankov_ms@umbr.ru
Дик Юрий Абрамович,
e-mail: dik@umbr.ru

EXTRACTION OF BOTTOM AND SIDEWALL ORE RESERVES OF THE OPEN-PIT MINE FROM THE DIVIDING PILLAR IN THE MOLODEZHNY DEPOSIT

Akhmetov A. A.¹, Head of Production and Technical Department, e-mail: gg_akhmetov_aa@ugok.ru

Akmurzina R. K.¹, Director of Uzelginsky Mine

Zagretdinov A. N.¹, Chief Engineer of Uzelginsky Mine

Tankov M. S.², Head of Laboratory for Geotechnologies, e-mail: tankov_ms@umbr.ru

Dik Yu. A.², Head of Department for Mining Science, Candidate of Engineering Sciences

¹ Uchalinsky Mining and Processing Integrated Works JSC (Uchaly, Russia)

² Uralmexanobr JSC (Ekaterinburg, Russia)

Under conditions of significant reduction of ore-containing fields, maintenance of planned annual ore output required to extract ore from a dividing ore pillar. Under order of technical management of the Uchalinsky Mining and Processing Integrated Works JSC, specialists of the Department for Mining Science of the Uralmexanobr JSC developed "Guidelines on Mining Sequence and Geotechnology on Sublevel 240/270m in the Dividing Ore Pillar in the Molodezhny Deposit." It was decided to withdraw mining with caving due to high quality of ore and to carry out extraction of ore reserves in the dividing pillar, both in the bottom and sidewall of the open-pit mine, by room-and-pillar mining using solidifying backfill.

The mining sequence was two-stage:

The first stage was extraction of bottom reserves (in the ore pillar below the open-pit bottom);

The second stage was extraction of sidewall reserves (in the ore pillar in the north-eastern pit wall).

The recommended system for extraction of the sidewall reserves is the room-and-pillar mining with solidifying backfilling using high-production drilling and handling machinery. This is first of all connected with the optimum indexes of ore loss and dilution in the room-and-pillar mining with backfilling. In extraction of the sidewall reserves using backfill, it was decided to make an artificial combination pillar.

Key words: open-pit mine, underground mine, dividing pillar, bottom and sidewall reserves, room-and-pillar mining with backfilling, undermined wall protection, pilot sites.

REFERENCES

1. *Rekomendatsii po poryadku i tekhnologii obrabotki razdelitel'nogo rudnogo tselika Molodezhnogo mestorozhdeniya v podetazhe 240/270 m* (Recommendations on order and technology of processing of separating ore pillar of Molodezhnoe deposit in 240/270 m sublevel). Ekaterinburg : «Uralmexanobr» JSC, 2010.
2. *Metodika opytno-promyshlennykh ispytaniy tekhnologii obrabotki pridonnykh zasposov razdelitel'nogo tselika rudnogo tela No. 1 Molodezhnogo mestorozhdeniya* (Method of experimental-industrial tests of processing technology of near-bottom reserves of separating pillar of ore body No. 1 (Molodezhnoe deposit)). Ekaterinburg : «Uralmexanobr» JSC, 2011.
3. *Metodika opytno-promyshlennykh ispytaniy tekhnologii obrabotki pribortovykh zasposov razdelitel'nogo tselika rudnogo tela No. 1 Molodezhnogo mestorozhdeniya* (Method of experimental-industrial tests of processing technology of near-edge reserves of separating pillar of ore body No. 1 (Molodezhnoe deposit)). Ekaterinburg : «Uralmexanobr» JSC, 2011.
4. Yu. A. Dik, A. V. Kotenkov, M. S. Tankov. *Sposob kombinirovannoy razrabotki krutopadayushchikh rudnykh tel* (Method of combined development of step-grade ore bodies). Patent RF, No. 2514035. Applied: June 15, 2012. Published: April 27, 2014.