

DOI: 10.26730/1999-4125-2021-4-86-95

УДК 622.835

## РАЗРАБОТКА ПОДКАРЬЕРНЫХ РУДНЫХ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОЛЕНИЙ РУЧЕЙ

## DEVELOPMENT OF PODCARRIER ORE RESOURCES OF OLENIY RUCHEY DEPOSIT

**Лобанов Евгений Александрович**<sup>1</sup>,  
заместитель генерального директора по горному производству, e-mail: lea@kanexgroup.ru  
**Evgeny A. Lobanov**<sup>1</sup>, Deputy General Director for mining  
**Еременко Андрей Андреевич**<sup>2</sup>,  
главный научный сотрудник, e-mail: eremenko@ngs.ru  
**Andrey A. Eremenko**<sup>2</sup> chief researcher

<sup>1</sup>ООО "КАНЕКС ШАХТОСТРОЙ", 196084, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д.105

<sup>1</sup>LLC "KANEX SHAKHTOSTROY", 196084, St. Petersburg, Moskovsky ave., 105, Russian Federation

<sup>2</sup>Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, 630091, Новосибирск, Красный проспект, 54

<sup>2</sup>Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 54 Krasny prospect, Novosibirsk, 630091, Russian Federation

### **Аннотация:**

*Рудные тела месторождения Олений ручей имеют сложное морфологическое строение, хаотическое простираение по всей площади карьерной выемки и другие особенности, что накладывает ограничения, связанные со вскрытием, подготовкой и отработкой подкарьерных и прибортовых запасов. В связи с этим рассмотрены особенности залегания рудных тел подкарьерных запасов месторождения Олений ручей, которые обеспечивают сопоставление технологических схем открытых и подземных горных работ. Для визуализации рудных тел дано пространственное расположение рудных тел месторождения Олений ручей. Для выемки подкарьерных запасов месторождения предложена технология поэтажного обрушения с торцовым выпуском руды и вариант системы с открытым выработанным пространством. Даны конструктивные параметры геотехнологий и объемы горно-капитальных и подготовительно-нарезных работ. Предложен порядок отработки временных и междукammerных целиков. Разработана фланговая схема вскрытия и подготовки прибортовых и подкарьерных запасов верхнего яруса месторождения. Выполненные технико-экономические расчеты подтверждают экономическую целесообразность отработки запасов подземным способом.*

**Ключевые слова:** карьер, руда, месторождение, система разработки, выработанное пространство, срок окупаемости, дисконтированный доход

**Информация о статье:** поступило в редакцию 16.04.2021

### **Abstract:**

*The ore bodies of the Oleniy Ruchey deposit have a complex morphological structure, chaotic stretching over the entire area of the quarry excavation and other features, which imposes restrictions related to the opening, preparation and development of sub-quarry and instrument reserves. In this regard, the features of the occurrence of ore bodies of the sub-quarry reserves of the Oleniy Ruchey deposit are considered, which provide a comparison of technological schemes of open and underground mining operations. To visualize the ore bodies, the spatial location of the ore bodies of the Oleniy Ruchey deposit is given. For the excavation of the sub-quarry reserves of the deposit, the technology of a sub-storey collapse with a face release of ore and a variant of the system with an open worked-out space is proposed. The design parameters of geotechnologies and the volumes of mining and capital and preparatory cutting works are given. The procedure for working out temporary and inter-chamber targets is proposed. A flanking scheme for opening and preparing the instrument and sub-barrier reserves of the upper tier of the field has been developed. The performed technical and economic calculations confirm the economic feasibility of mining reserves by underground method.*

**Keywords:** quarry, ore, deposit, development system, developed space, payback period, discounted income  
**Article info:** received April 16, 2021

Современные карьеры по добыче руды характеризуются большой глубиной, относительно небольшой длиной и значительными объемами вскрышных работ [1, 2]. Глубина карьеров обусловлена крутыми углами падения рудных тел [3-6], которые часто превышают устойчивые углы предельных бортов карьеров и составляют от 30 до 90°. Относительно небольшая мощность рудных тел и крутые углы их падения требуют интенсивного понижения горных работ, что также ведет к увеличению глубины карьеров, которая увеличивается на 100-200 м и составляет 270-500 м и более. Еще одной характерной особенностью глубоких рудных карьеров является то, что большая их часть имеет либо небольшую длину дна, либо ступенчатый профиль, либо то и другое [7, 8].

Одной из систем разработки подкарьерных запасов является система с обрушением руды и вмещающих пород [9], которая обеспечивает высокую интенсивность освоения запасов и снижение себестоимости добычи руды, однако наблюдаются высокие потери и разубоживание руды [10, 11]. Применяются также системы поэтажного, этажного блокового обрушения и на некоторых участках системы с открытым выработанным пространством и др. [12, 13]. Известны предприятия, где осуществлен и осуществляется переход прибортовых и подкарьерных запасов руды [14].

Особенности залегания рудных тел подкарьерных запасов месторождения Олений ручей оказывают существенное влияние на технологию их отработки. Необходимо выделить следующее (рис. 1):

- рудные тела имеют сложное морфологическое строение изометрической формы с переменным углом падения;
- хаотическое простираение по всей площади карьерной выемки;
- изменяющаяся глубина распространения рудных тел;
- расположение большинства рудных тел в контуре карьерной выемки.

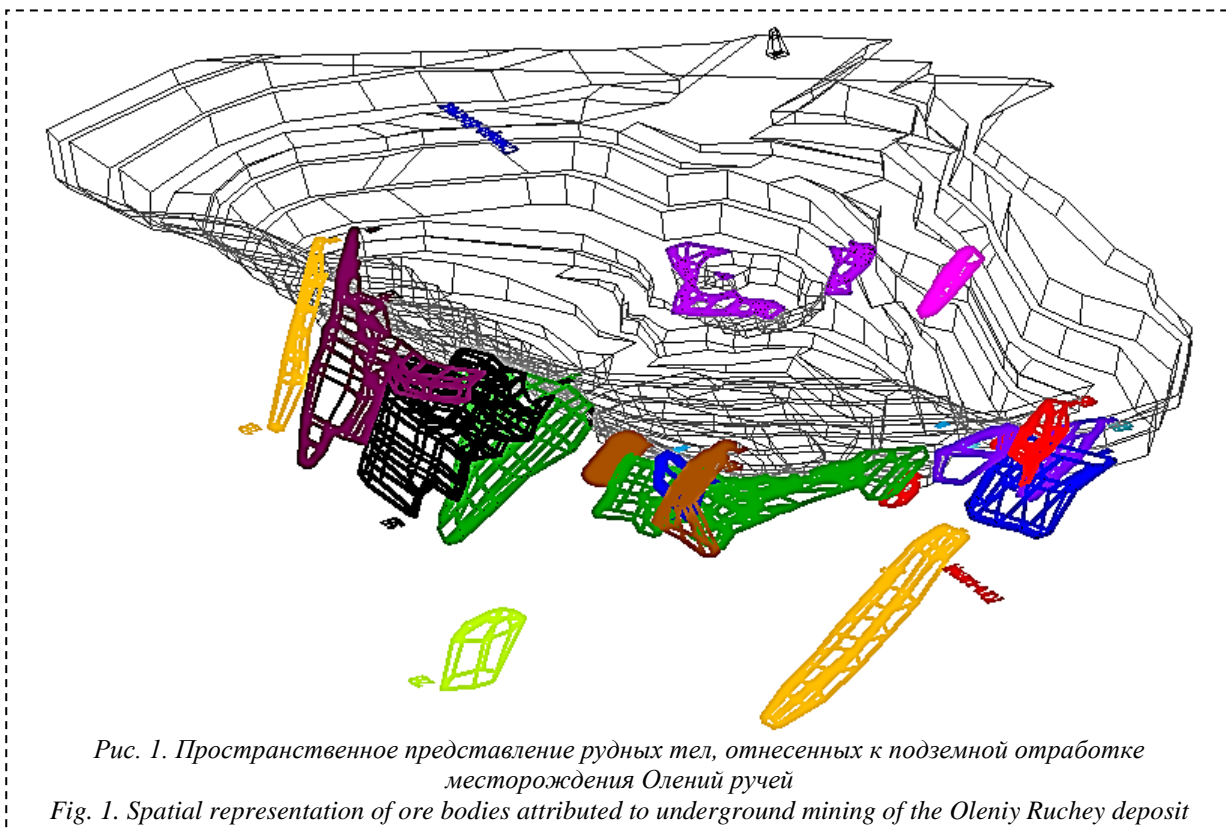


Рис. 1. Пространственное представление рудных тел, отнесенных к подземной отработке месторождения Олений ручей

Fig. 1. Spatial representation of ore bodies attributed to underground mining of the Oleniy Ruchey deposit

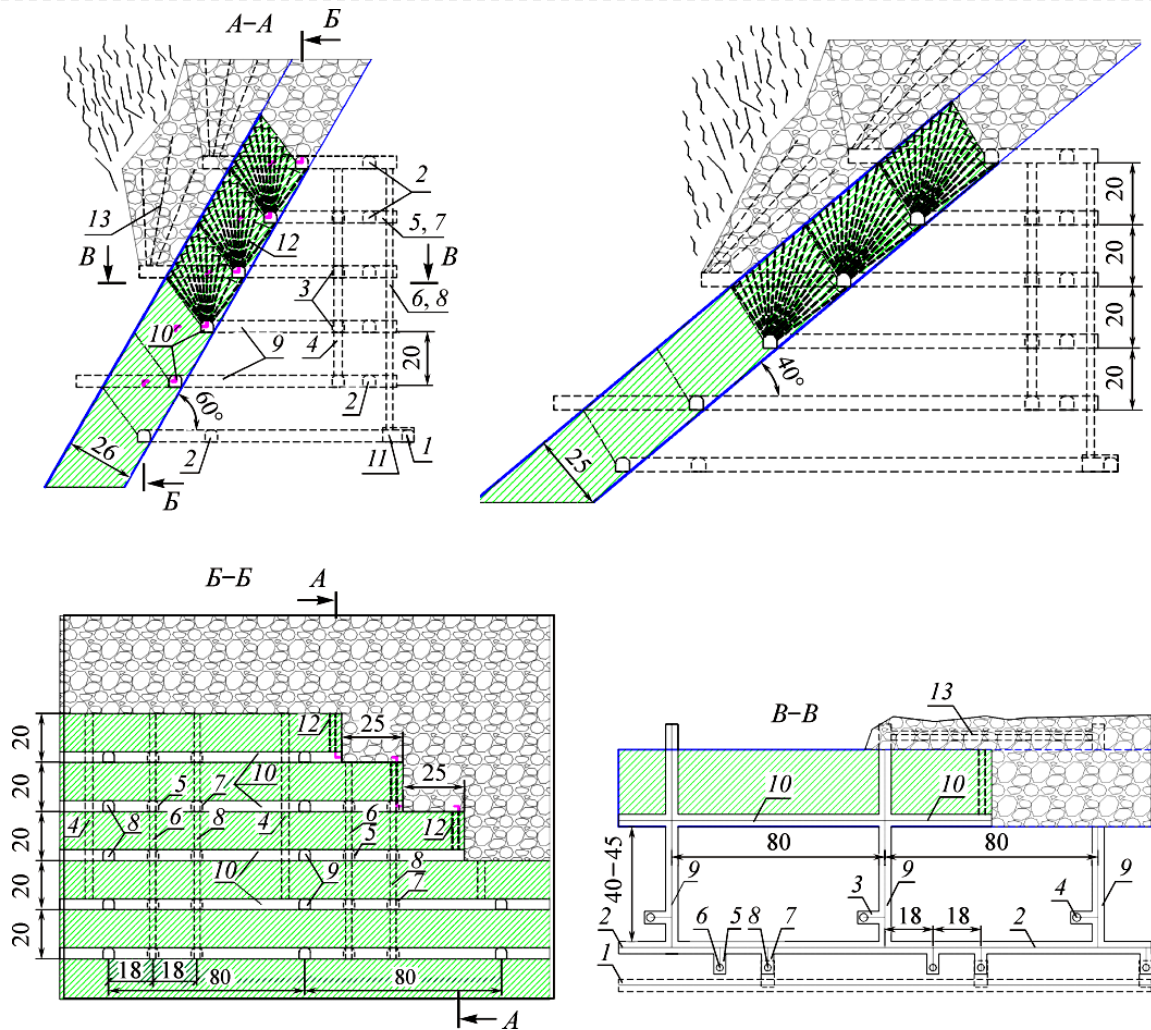


Рис. 2. Система подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды при отбойке из буродоставочных штреков: 1—этажный транспортный штрек; 2—подэтажный транспортный штрек; 3—заезд под воздухоподающий восстающий; 4—воздухоподающий восстающий; 5—заезд под вентиляционный восстающий; 6—вентиляционный восстающий; 7—заезд под рудоспуск; 8—рудоспуск; 9—разрезной орт; 10—буродоставочный штрек; 11—камера вибропитателя; 12—взрывные скважины для отбойки руды; 13—посадочные скважины

Fig. 2. The system of sublevel caving with end discharge of ore when striking from the boring drifts: 1-storey transport drift; 2 - sublevel transport drift; 3 - check-in under the air supply rising; 4 - air supply rising; 5 - drive under the ventilation rising; 6 - ventilation rising; 7 - check in for ore pass; 8 - ore pass; 9 - split ort; 10 - boring drift; 11 - vibrating feeder chamber; 12 - blast holes for ore breaking; 13 - landing wells

Следует отметить, что перечисленные особенности залегания полезного ископаемого на Оленьем ручье накладывают ограничения, связанные со вскрытием, подготовкой и отработкой подкарьерных и прибортовых запасов, раскрытие которых в полной мере обеспечивается сопоставлением технологических схем открытых и подземных горных работ, где балансовые запасы руды составляют около 8 млн т.

В связи с этим в качестве системы разработки при выемке подкарьерных запасов месторождения рассмотрена технология подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды и вариант системы с открытым выработанным пространством. Применение системы подэтажного обрушения предусматривается при нормальной мощности рудного тела более 20 м и углах падения порядка 45° и более. Суть системы заключается в отбойке руды в подэтажах вертикальными или крутонаклонными слоями в зажатой среде и ее выпуском под обрушенными налегающими породами непосредственно в подэтажные выработки через их торцы, образующиеся по мере погашения этих выработок (рис. 2).

- Очистной блок разделяется на подэтажи высотой 20 м. При мощности рудного тела до 60 м отбойка и выпуск руды осуществляется из буродоставочных штреков, проходимых по простиранию, при мощности более 60 м — вкрест простирания. Высокая интенсификация горных работ за счет большой концентрации очистных и проходческих забоев с высокопроизводительными комплексами горных машин в пределах одного этажа — основной критерий в пользу выбора данной геотехнологии.

- Учитывая морфологическое строение рудных тел, а именно их мощность, которая варьирует в пределах 15–25 м, рассмотрен вариант системы подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды при отбойке из буродоставочных штреков, ориентированных по простиранию залежей. Сущность данного варианта состоит в том, что в лежащем боку рудного тела проходятся подэтажные транспортные штреки, из которых проводятся разрезные орты. Между разрезными ортами по простиранию рудного тела располагаются буродоставочные штреки. После завершения проходки буродоставочного штрека на его фланге секционным взрыванием скважин за два–три взрыва создается отрезной восстающий, который в дальнейшем превращается в отрезную щель. После образования отрезной щели из буродоставочного штрека выполняют бурение вееров восходящих скважин диаметром 89 мм станком Simba M6C “Atlas Copco”. Взрывание скважин осуществляется слоями (обычно два веера) на зажатую среду. Выпуск руды после отбойки слоя осуществляется в торец погрузочно-доставочного штрека. Для погрузки и доставки отбитой руды в пределах блока используются ПДМ ST-14 “Atlas Copco”, которые транспортируют ее к блоковым рудоспускам. По ним руда перепускается на этажный транспортный штрек, где вибропитателем ВДПУ загружается в автосамосвал МТ 5020 “Atlas Copco”. Автосамосвалами руда доставляется на дневную поверхность через транспортную штольню. Для проветривания очистных забоев предусматривается проходка вентиляционных восстающих. Выпуск и отгрузка руды может проводиться одновременно из нескольких очистных забоев на нескольких подэтажах, из-за чего достигается наибольшая интенсивность добычных работ.

- Данной системой разработки обрабатывается основная часть прибортовых и подкарьерных запасов (более 87% от всех запасов), имеющих в абсолютном большинстве выход в контур карьерной выемки (дно и борта карьера).

- В рассматриваемой системе разработки основным требованием является наличие в выработанном пространстве обрушенных пород. Для этих целей создается породная подушка в карьерной выемке (на дне карьера) высотой не менее 20 м. При этом в зависимости от фронта развития подземных работ формирование породной подушки осуществляется этапами. Для повышения безопасности осуществляется погашение пород всячего бока путем бурения взрывных скважин из разрезного орта на высоту двух подэтажей. Наличие породной подушки на дне карьера и погашение пород всячего бока обеспечивает создание общей зоны обрушения, необходимой для безопасного ведения горных работ системой подэтажного обрушения. Такой подход принят исходя из возможности исключения формирования предохранительного целика между открытыми и подземными работами. Это связано, во-первых, с отсутствием потерь в целике, во-вторых — с безопасностью работ и, в-третьих — с возможностью утилизации отходов обогащения.

Установлен период горно-капитальных и эксплуатационных работ при отработке подкарьерных запасов верхнего яруса месторождения олений ручей, в соответствии с принятыми техническими решениями, который составляет 9 лет — 2024–2032 гг.

Предусматривается осуществить горно-капитальные (ГКР) и подготовительно-нарезные (ПНР) работы на гор. № 1 (240-300 м) и гор. № 3 (0-100 м), при этом объем по ГКР составит от 32,7 до 65,1 тыс. м<sup>3</sup>, по ПНР — от 126,9 до 498,5 тыс. м<sup>3</sup>.

Система разработки предназначена для начального этапа отработки рудных тел верхнего яруса месторождения с нормальной их мощностью до 35 м и углами падения 20<sup>0</sup>-40<sup>0</sup>. выемочный блок по простиранию разделяется на участки длиной 80 м, а по падению — на подэтажи высотой 20 м. на каждом подэтаже участки разделяются на очистную камеру длиной 60-70 м и междукамерные целики (МКЦ).

Подготовка к очистным работам заключается в проведении в породах лежащего бока подэтажных транспортных штреков, из которых по границам блока проходятся разрезные орты.

Из разрезных ортов проходятся траншейный и полевой доставочные штреки с расстоянием между ними 18 м. Далее из полевого доставочного штрека в траншейный штрек выбиваются погрузочные заезды с расстоянием между ними также 18 м. Угол наклона бортов траншеи должен быть не менее  $50^{\circ}$ . Для начала осуществления очистных работ из траншейного штрека на фланге блока до верхнего контакта рудного тела секционным взрыванием скважин за два – три взрыва проходится отрезной восстающий сечением  $4 \div 7 \text{ м}^2$ , который в дальнейшем разделяется в отрезную щель на полную мощность рудного тела.

После образования отрезной щели из траншейного штрека буровым станком типа Simba М6С "Atlas Copco" осуществляется бурение взрывных скважин диаметром 89 мм. Взрывание скважин производится слоями на открытое пространство камеры. Выпуск руды после отбойки осуществляется в торце погрузочных заездов и частично траншейного штрека. Для погрузки и доставки отбитой руды в пределах блока используются погрузочно-доставочные машины (ПДМ) типа ST-14 "Atlas Copco". Последние доставляют руду к блоковым рудоспускам, по которым она перепускается на этажный транспортный штрек, где вибропитателем загружается в автосамосвал МТ 5020 "Atlas Copco". Автосамосвалами отбитая руда доставляется на поверхность по транспортным выработкам горизонта, в том числе транспортной штольне. Для проветривания очистных забоев предусматривается проходка вентиляционных восстающих (один из которых падающий, другой – выдает исходящую струю воздуха).

Данной системой разработки обрабатывается рудное тело 2В в отн. +100 м  $\div$  +0 м и отн. +245 м  $\div$  +100 м, верхняя часть рудного тела, соответственно с геологическими запасами – более 450,0 и 500,0 тыс. т. Доля применения системы разработки составляет не более 13% от объема выемки подкарьерных и прибортовых запасов месторождения.

Следует отметить, что ключевым моментом в использовании данной системы разработки является выбор конструктивных параметров технологии выемки. Основываясь на опыте геомеханического обоснования камерных систем разработки высота блока в 100 м является завышенной. Также и ширина МКЦ является завышенной на рассматриваемых глубинах.

Предельной глубиной применения камерных технологий с открытым выработанным пространством являются – 700-900 м. При этом конструктивные параметры варьируются следующим образом:

Высота этажа – 50-70 м;

Длина блока – 60-70 м;

Длина камеры – 40-50 м;

Высота камеры – определяется в зависимости от высоты ПШЦ и НШЦ (т.е. от высоты днища и потолочины) – 30-40 м;

ширина временного МКЦ – 8-12 м (глубина разработки до 250-450 м), 12-15 м (глубина разработки более 500 м);

ширина междуэтажного целика – надштрековый целик (НШЦ) + подштрековый целик (ПШЦ), т.е. днище + потолочина – 12-18 м.

Таким образом, принимая во внимание опыт освоения камерных систем с открытым выработанным пространством, незначительную глубину залегания подкарьерных запасов и геомеханические аспекты устойчивости МКЦ и пролетов обнажения на период извлечения камер использовалась система разработки с открытым выработанным пространством и выпуском руды через траншейное днище при выемке слепых рудных тел на первоначальном этапе на высоту не более 3-х подэтажей (высота камер и МКЦ составляет 60 м). Ширина МКЦ принимается 10-12 м. При таких параметрах обеспечивается более высокая степень безопасности и показатели извлечения, чем при высоте блока 100 м и МКЦ – 15 м.

По мере отработки камер формируются МКЦ. Извлечение МКЦ осуществляется двумя способами, существенно отличающимися между собой по конструктивным признакам. Первый способ – выемка целиков при незаполненных (открытых) камерах. Второй – выемка целиков при заполненных отработанных камерах, например, пустыми вмещающими породами.

Предлагается следующий порядок выемки временных целиков МКЦ:

I стадия – одновременное обрушение нескольких (двух-трех) МКЦ в незаполненные открытые камеры (возможно оставления рудного слоя в качестве предохранительной подушки);

Таблица. Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Показатели
1. Балансовые запасы для подземной отработки, тыс. т	7878,0
2. Потери руды, %	18,4
3. Разубоживание руды, %	14,9
4. Эксплуатационные запасы (добыча), тыс. т	7550,0
5. Годовая производственная мощность, тыс. т/год	1100,0
6. Горизонт расчета (в т. ч. отработки запасов), лет	9 (8,4)
7. Количество добытой руды, тыс. т	7550,0
8. Количество товарной продукции, тыс. т	1976,0
9. Стоимость товарной продукции, млн. руб.	13642,4
10. Цена реализации апатитового концентрата (без НДС), руб./т	6903,0
11. Капитальные вложения (с НДС), млн. руб., всего	2839,0
- в том числе: капитальные вложения на строительство участка	2502,6
- затраты на воспроизводство оборудования	336,3
12. Эксплуатационные расходы на производство товарной продукции, млн. руб., всего	11181,4
- в том числе: добыча руды	8905,5
- обогащение	1989,3
- коммерческие расходы	286,6
13. Себестоимость единицы, руб./т:	5657
- товарной продукции	5657
- добычи руды (с административно-хозяйственными расходами)	1180
14. Налогооблагаемая прибыль, млн. руб.	2402,4
15. Налог на прибыль, млн руб.	480,5
16. Чистая прибыль, млн руб.	1921,9
то же, на 1 т добытой руды, руб.	254,6
17. Чистый дисконтированный доход (NPV, d=10%), млн руб.	764,5
18. Внутренняя норма доходности (IRR), %	23,0
19. Индекс доходности (PI), доли ед.	1,7
20. Срок окупаемости инвестиций, лет	5,3
21. Дисконтированный срок окупаемости (BP), лет	6,2
22. Чистый дисконтированный бюджетный доход, всего, млн руб.	1714,3
в том числе: NPV федерального бюджета	1408,9
NPV территориального бюджета	305,4
23. Бюджетный доход на 1 т добытой руды, руб.	227,0

II стадия – после обрушения целиков МКЦ (или одновременно с ними) производится посадка налегающих вмещающих пород всяческого бока, необходимая для заполнения выработанного пространства пустыми породами (для создания породной подушки необходимого объема, чтобы обеспечить безопасность работ при выемке нижележащих запасов).

Наиболее полным требованиям выемки целиков МКЦ отвечает система разработки с обрушением руды и вмещающих пород. Поэтому, в соответствии с рассматриваемыми условиями выемки, МКЦ отрабатывается системой разработки с обрушением на открытые камеры с некоторым опережением над обрушением (погашением) налегающих вмещающих пород всяческого бока.

Таким образом, после отработки на первоначальном этапе 3-х подэтажей технологией с открытым выработанным пространством производится переход на систему подэтажного обрушения с торцовым выпуском руды (высоты открытого пространства в три подэтажа достаточно для формирования предохранительной породной подушки). При этом погашенные МКЦ доизвлекаются системой подэтажного обрушения с торцовым выпуском руды при отбойке из буродоставочных штреков, а обрушенные налегающие породы являются предохранительной породной подушкой для извлечения нижележащих запасов. Для обрушения налегающих вмещающих пород в открытое пространство используется разрезной орт с последующим бурением из него в породах всяческого бока залежи взрывных скважин на высоту двух подэтажей.

Основные технико-экономические показатели приведены в таблице.

Как следует из приведенных выше расчетов экономической эффективности финансовые результаты производственной деятельности участка. Разработаны основные технологические решения для вскрытия и отработки прибортовых и подкарьерных запасов верхнего яруса месторождения Олений ручей, которые позволяют:

- инвестиции в строительство участка ППР окупятся за 6,2 года;
- чистый дисконтированный доход (NPV) предприятия за 9-летний период прогнозируется в размере 764,5 млн руб.;
- внутреннюю норму доходности (IRR) 23 %, превысит в 2,3 раза.

Индекс доходности (PI), равный 1,7, также свидетельствует об эффективности принятых технологических решений на подземную отработку прибортовых и подкарьерных запасов верхнего яруса месторождения.

Выполненный анализ рисков, принятых технологических решений показывает, что самое существенное влияние на экономическую эффективность оказывает изменение цены товарной продукции.

Увеличение цены на апатитовый концентрат даже на 10 % способствует тому, что:

- чистый дисконтированный доход предприятия за 9-летний период достигнет размера 1478,3 млн руб.;
- дисконтированный срок окупаемости при этом составит 4,5 года.

Выполненные технико-экономические расчеты подтверждают экономическую целесообразность отработки прибортовых и подкарьерных запасов апатит-нефелиновых руд верхнего яруса месторождения Олений ручей подземным способом.

## **Выводы**

На основании анализа и обобщения горно-геологических и горнотехнических условий залегания апатит-нефелиновых руд верхнего яруса в границах карьерной выемки, а также принимая во внимание мировой и отечественный опыт ведения горных работ в аналогичных условиях, сформулированы и обоснованы принципиальные технические решения по безопасной и эффективной подземной отработке прибортовых и подкарьерных запасов месторождения Олений ручей. Основными результатами исследований явились следующие положения:

1. Прогнозный объем подкарьерных и прибортовых запасов (геологических) верхнего яруса месторождения Олений ручей, предназначенных для подземной отработки на момент остановки открытых горных работ, при их максимальном развитии, по предварительным оценкам составит 2832,0 тыс. м<sup>3</sup> или 8496,0 тыс. т, в том числе прибортовых запасов – 234,0 тыс. м<sup>3</sup>.

2. Величина геологических запасов, отнесенных к подземной добыче (за вычетом прибортовых запасов и запасов ниже отг. -15 м в количестве ≈ 620,0 тыс. т) составляет 7878,0 тыс. т. Выемка прибортовых запасов рудных тел в количестве 250,0 тыс. т

технологически осложнена и экономически нецелесообразна на основе экспертных оценок – ввиду больших материально-трудовых затрат, отнесенных на количество извлекаемой при этом руды. Запасы в отм. -15 м ÷ -120 м в количестве 370,0 тыс. т, относятся к нижнему ярусу месторождения, обработку которых обеспечивает подземный рудник.

3. Интервалы высотных отметок по падению рудных тел подкарьерных и прибортовых запасов месторождения, обусловили необходимость деления рудной зоны по высоте на 3 горизонта – этажа:

- горизонт №1 – интервал отм. +240 м ÷ +330 м (юго-западная часть карьерного поля);
- горизонт №2 – интервал отм. +100 м ÷ +240 м (центральная и северо-восточная часть карьерного поля переменной высоты);
- горизонт №3 – интервал отм. +0 м (-15 м) ÷ +100 м (северо-восточная часть карьерного поля).

4. Разработана и обоснована фланговая схема вскрытия и подготовки прибортовых и подкарьерных запасов верхнего яруса месторождения Олений ручей, предусматривающая проходку капитальных и подготовительных выработок 3-х горизонтов, имеющих связь с выработками действующего подземного рудника и с карьерной выемкой, посредством вскрывающего уклона. Основными вскрывающими выработками являются:

для гор. №1 – транспортный уклон №1 и транспортный штрек №1 на отм. +270 м, транспортный уклон №2 и транспортный штрек №2 на отм. + 240 м, причем транспортные штреки выбиваются на рабочие уступы карьера;

для гор. №2 – этажный транспортный квершлаг №1, этажный транспортный штрек №1, вскрывающий уклон №1, имеющий выход на рабочий борт карьера в отм. +210 м;

для гор. №3 – этажный транспортный квершлаг №2, этажный транспортный штрек №2, вскрывающий съезд №2.

5. Предлагаемые схема вскрытия и способ подготовки подкарьерных запасов верхнего яруса месторождения Олений ручей тремя горизонтами базируются на принципах безопасности, максимального извлечения полезного ископаемого и рационального планирования горных работ, с учетом предельного и технически возможного оконтуривания рудных тел подземными выработками. Во всех случаях выработки в карьере используются для обеспечения проветривания (выброса загрязненной струи воздуха) и как запасные выходы.

6. Выполнен выбор и дано обоснование технически приемлемых геотехнологий выемки полезного ископаемого по горно-геологическим и горнотехническим факторам. На основании технико-экономических оценок, с учетом ценности руды, показателей извлечения и производительности очистного забоя установлено, что камерная система разработки и технология подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды являются наиболее безопасными и эффективными по сравнению с другими способами добычи. Доля применения систем разработки в общей структуре добычи составляет: для камерной системы –13 %, для подэтажного обрушения – 87 %. Основное применение камерной системы разработки ограничивается извлечением слепых рудных тел, система подэтажного обрушения используется при отработке мощных рудных тел и залежей.

7. Выполнен расчет экономической эффективности отработки прибортовых и подкарьерных запасов верхнего яруса месторождения подземным способом. Установлена целесообразность производства подземных работ при выемке подкарьерных запасов. Основные показатели эффективности подземной добычи характеризуются следующими величинами:

- инвестиции в строительство подземного участка на отработку прибортовых и подкарьерных запасов окупаются за 6,2 года;

- чистый дисконтированный доход (NPV) предприятия за 9-летний период прогнозируется в размере 764,5 млн руб.;

индекс доходности (PI), равный 1,7, также свидетельствует об эффективности, принятых технологических решений на подземную отработку прибортовых и подкарьерных запасов верхнего яруса месторождения.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Место России в минерально-сырьевой базе мира: по данным Роскомнедр // Минеральные ресурсы России. — 1995. — № 6. — С. 4-5.
2. Дядечкин Н. И. и др. Эффективность внутреннего отвалообразования на карьерах ОАО "СевГОК" // Горн. журнал. — 2000. — № 8. — С. 12-14.
3. Васильев М. В. Влияние возрастающей глубины карьеров на эффективность горного производства // Горн. журнал. — 1983. — № 2. — С. 29-33.
4. Михайлова Т. Л., Хохряков А. В. Рациональное землепользование в цветной металлургии // Изв. вузов. Горн. журнал. — 1993. — № 6. — С. 97-135.
5. Шешко Е. Ф. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. — М.: Углетехиздат, 1957. — 495 с.
6. Томаков П. И. Система разработки крутых пластов угля с внутренним отвалообразованием // Новые направления в технике и технологии открытых горных работ: сб. тр / МИРГЭМ. — М.: Недра, 1965. — С. 67-73.
7. Козырев А. А., Каспарьян Э. В., Рыбин В. В. Геомеханическое обоснование устойчивости бортов глубоких карьеров в массивах иерархично-блочной структуры // Сб. тр. конф. "Глубокие карьеры". — Апатиты-СПб., 2012. — С. 307-316.
8. Козырев А. А. Геомеханика глубоких карьеров, средства и методы контроля устойчивости прибортового массива // Сб. тр. конф. "Глубокие карьеры". — Апатиты-СПб., 2012. — С. 52-67.
9. Абен Х.Х. Разработка технологии закладочных работ для отработки прибортовых и подкарьерных запасов // Дис. ... докт. филос. (PhD): 6D070700. — КазНТУ, Алматы, 2018. — 106 с.
10. Каплунов Д. Р., Рыльникова М. В. Принципы проектирования комплексного освоения рудных месторождений комбинированной технологией // ФТПРПИ. — 2008. — № 6. — С. 58-66.
11. Рыльникова М. В., Корнеев С. А. Конструирование и типизация горнотехнических систем при комбинированной разработке рудных месторождений // Недропользование — XXI век. — 2008. — № 5. — С. 75-85.
12. Андреев М.Н., Богуславский Э.И. Технология разработки подкарьерных запасов кимберлитовых трубок в сложных гидрогеологических условиях // Записки Горного института. — 2011. — Т. 190. — С. 138-141.
13. Демидов Ю.В., Звонарь А.Ю., Леонтьев А.А., Едигарьев В.Г. Выбор технологии разработки запасов нижнего яруса Ньюкпахкского апатит-нефелинового месторождения // ГИАБ. — 2012. — № 7 — С. 32-41.
14. Демидов Ю.В., Енютин А.Н., Магаршак И.А. Совершенствование технологии отработки подкарьерных запасов на мощных железорудных месторождениях // ГИАБ. — 2003. — № 1. — С. 117-119.

## REFERENCES

1. Russia's place in the world's mineral resource base: according to Roskomnedra // Mineral Resources of Russia. - 1995. - No. 6. - p. 4-5.
2. Dyadechkin N. I. et al. The effectiveness of internal dumping in pits JSC "SevGOK" // Gorn. zhurnal. — 2000. — No. 8. — P. 12-14.
3. Vasilyev M. V. Effect of increasing depth of pits on the efficiency of mining and production // Gorn. zhurnal. — 1983. — No. 2. — P. 29-33.
4. Mikhailova, T. L., Khokhryakov A. V. Sustainable land management in non-ferrous metallurgy, Izv. universities. Gorn. zhurnal. - 1993. - No. 6. - pp. 97-135.
5. Sheshko E. F. Open development of mineral deposits. - M.: Ugletekhizdat, 1957 — - 495 p.
6. Tomac P. I. System development steep coal seams with internal talabre, using // the New directions in technology of surface mining: SB. Tr / MERGEM. — M.: Nedra, 1965. — P. 67-73.
7. Kozyrev A. A., Kasparyan E. V., Rybin V. V. geomechanical study the stability of the sides of the deep pits in the arrays hierarchical block structure // Proc. Tr. Conf. "Deep career." - Apatity-St. Petersburg, 2012. - p. 307-316.
8. Kozyrev A. A. Geomechanics of deep quarries, means and methods of monitoring the stability of the instrument array // Sb. tr. conf. "Deep quarries". - Apatity-SPb., 2012. - p. 52-67.
9. Aben Kh. Kh. Development of technology of laying works for working off of instrument and sub-barrier stocks. ... doct. philos. (PhD): 6D070700. - KazNTU, Almaty, 2018 -- - 106 p.
10. Kaplunov D. R., Rylnikova M. V. Principles of designing complex development of ore deposits by combined technology. - 2008. - No. 6. - pp. 58-66.
11. Rylnikova M. V., Korneev S. A. Design and typification of mining systems in the combined development of ore deposits // Nedropolzovanie-XXI vek. - 2008. - No. 5. - pp. 75-85.

12. Andreev M. N., Boguslavsky E. I. Technology of development of sub-quarry reserves of kimberlite pipes in complex hydrogeological conditions // Zapiski Gornogo instituta. – 2011. – Т. 190. - p. 138-141.
13. Demidov Yu. V., Zvonar A. Yu., Leontiev A. A., Edigariyev V. G. Choice of technology for developing reserves of the lower tier of the Nyorkpahk apatite-nepheline deposit // GIAB. - 2012. – № 7 — p. 32-41.
14. Demidov Yu. V., Enyutin A. N., Magarshak I. A. Improving the technology of mining sub-quarry reserves at powerful iron ore deposits // GIAB. - 2003. — № 1. — p. 117-119.

**Библиографическое описание статьи**

Лобанов Е.А., Еременко А.А. Разработка подкарьерных рудных запасов месторождения Олений ручей // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2021. – № 4 (146). – С. 86-95.

**Reference to article**

Lobanov E.A., Eremenko A.A. Development of podcarrier ore resources of Oleniy ruchey deposit. Bulletin of the Kuzbass State Technical University, 2021, no.4 (146), pp. 86-95