

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕЖДУКАМЕРНЫХ ЦЕЛИКОВ НА «КОРЕННОМ» ПЛОТИКЕ В УСЛОВИЯХ РОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ОБРЫВ – РАЗВАЛИСТЫЙ – ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ»**

*Романова Л.А., Петрова Л.В.*

*Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,  
г.Якутск*

**Ключевые слова:** россыпные месторождения, криолитозона, камерно-лавная система разработки, междукammerный целик, очистные работы, потери полезного ископаемого.

**Аннотация.** В условиях россыпного месторождения «Обрыв-Развалистый-Промежуточный» определен оптимальный размер ширины междукammerных целиков, нижних блоков на «коренном» ложе по усовершенствованной методике расчета междукammerных целиков. Рассмотрено влияние междукammerной потолочины в соосных междукammerных целиках сближенных пластов. Для найденной ширины целика выполнена оценка напряженного состояния. Рассчитаны показатели потери и разубоживания при выемке очистных работ при ширине междукammerного целика 7,2 м.

## **DETERMINATION OF THE OPTIMAL PARAMETERS OF INTER- CHAMBER PILLARS ON THE "ROOT" RAFT IN THE CONDITIONS OF THE "OBRIV - RAZVALISTY - INTERMEDIATE" PLACER DEPOSIT**

*Romanova L.A., Petrova L.V.*

*North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk*

**Keywords:** placer deposits, permafrost, chamber-longwall development system, inter-chamber pillar, clean-up work, loss of mineral resources.

**Abstract.** In the conditions of the "Obryv-Razvalisty-Intermediate" alluvial deposit, the optimal size of the width of the inter-chamber pillars, the lower blocks on the "root" bed, was determined according to an improved method for calculating the inter-chamber pillars. The influence of the interchamber ceiling in coaxial interchamber pillars of adjacent layers is considered. For the found pillar width, the stress state was estimated. The indices of loss and dilution were calculated during excavation of cleaning works with the width of the inter-chamber pillar 7.2 m.

**Введение.** Месторождение россыпного золота «Обрыв-Развалистый-Промежуточный» расположено на территории МО «Оймяконский улус» Республики Саха (Якутия).

Породы кровли и пласта представлены многолетнемерзлыми аллювиальными отложениями и сложены разнообразными комплексами перемежающихся слоев крупнообломочных дисперсных пород с включениями гальки, гравия и щебня. Льдистость 12-25 %. Температура

пород минус 3-6°С. Крепость мерзлых пород по шкале Протоdjяконова 6-7. Объемный вес пород и песков принят для расчетов  $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$ .

Основным фактором, определяющим выбор подземного способа разработки, является глубина залегания пластов [1].

### Основная часть

В связи со значительным разбросом проектируемых участков и с учетом требуемой производительности, запасы разделены на четыре шахтных поля.

Глубина залегания различных участков колеблется от 20-110 метров. Большая часть участков имеет вытянутую форму при ширине 10-40 метров, в редких случаях 50-60, и длине 200- 300 метров.

В соответствии с классификацией, приведенной в РД 06-326-99 "Инструкция по разработке многолетнемерзлых россыпей подземным способом (камерные и столбовые системы разработки)", породы кровли месторождения предварительно отнесены к II-му классу устойчивости [2].

Пески слагают пласт мощностью преимущественно 1-2,5 м, приуроченный к границе коренных пород и рыхлых образований, пропластки отсутствуют, за исключением одного участка в долине руч. Левый Промежуточный, где россыпь залегает на ложном плотике (Шахтное поле №4).

Принято вскрытие шахтных полей наклонными конвейерными и скреперными стволами.

Глубина залегания пластов шахтного поля №4 не позволяет применить общепринятую схему, в связи с чем на данном шахтном поле была применена схема вскрытия с применением полевых подходных штреков (см. рис. 1).

Особенностью запасов песков шахтного поля №4 является наличие «подвесных блоков». Принимается соосное расположение междукамерных целиков «подвесных блоков» и нижерасположенных блоков на коренном плотике. Мощность породного междупластья  $h_M = 6 \text{ м}$ , относят к сближенным залежам.

Выбор камерно – лавной системы разработки осуществлен на основании анализа и обобщения опыта подземной разработки многолетнемерзлых россыпных месторождений Северо-Востока РФ [1].

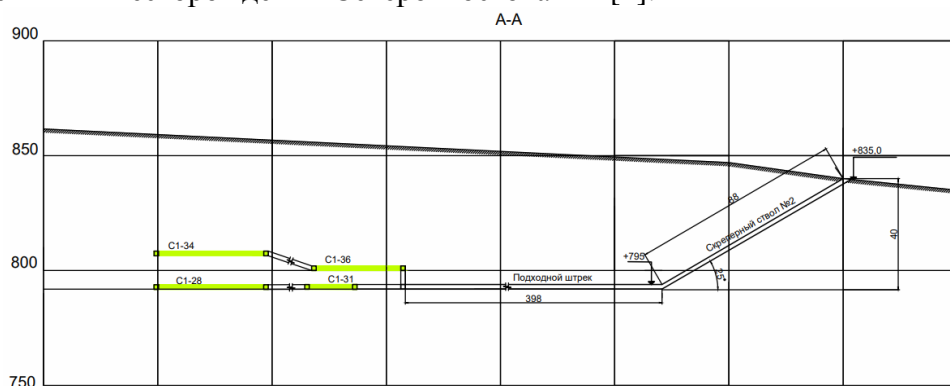


Рис. 1. Схема вскрытия шахтного поля №4

Максимальная длина камеры принята равной 50 метрам. При обработке участков шириной более 60 м участок разбивается на две панели проведением панельного штрека (рис. 2).

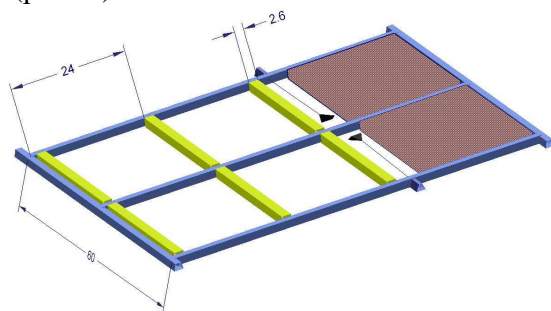


Рис. 2. Схема камерно-лавной системы разработки при ширине блока более 60м

При разработке сближенных залежей появляется новый конструктивный элемент системы – междукамерная потолочина, представленная породами междупластья.

Появление междукамерной потолочкины – между соосными целиками на сближенных залежах резко снижает надежность управления горным давлением.

Если целики и на верхней, и на нижней залежи достаточно жесткие, то большое давление на связку МКЦ может раздавить потолочину. Признаком такого начала такого раздавливания междупластья служат отслоения кровли на нижней залежи (вывалы из «моста»), происходящие на большой площади вокруг жестких (с большим сечением и малой высотой) целиков (рис. 4, 4) [3].

В соответствии с требованиями «Инструкции по разработке многолетнемерзлых россыпей подземным способом» и на основании выполненных по гипотезе Турнера – Шевякова расчетов получены рекомендуемые параметры междукамерных целиков при глубине разработки свыше 60 м по II классу устойчивости (приведены в таблице 1).

Табл. 1. Определение ширины МКЦ

Тип запасов, глубина разработки, м	Ширина МКЦ, м		
	Ширина камеры, м		
	30	20	10
Запасы в «подвесных» блоках, до 60 м	3,1	2,2	1,1
Запасы на «коренном» плотике блоках, свыше 60 м	8,0	6,0	5,0

Учитывая вышеизложенное, оптимальный размер ширины МКЦ нижней залежи принят по усовершенствованной методике расчета междукамерных целиков, направленной на снижение потерь полезного ископаемого (рис. 5). В США при расчете междукамерных целиков широко применяется формула Бантинга, получившая распространение в других странах. Эта формула базируется на тех же допущениях, что и метод Л.Д. Шевякова. По формуле Бантинга рассчитываем значение ширины междукамерного целика  $b_{МКЦ}=7,2$  м [4].

Для определения прочных параметров системы разработок необходимо оценить коэффициенты запаса прочности целиков из условия:  $k_3 \leq P_n/P$  [5].

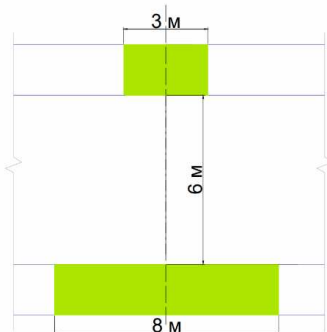


Рис. 3. Соосные междуканальные целики в сближенных залежах ( $b_{\text{МКЦ}}=8$  м)

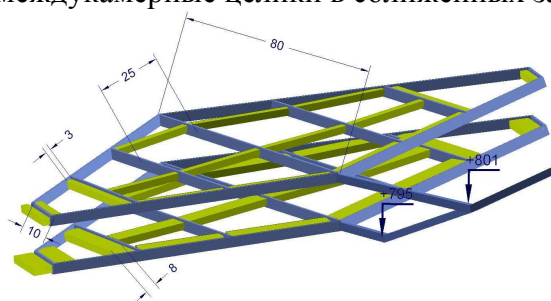


Рис. 4. Схема расположения верхних и нижних «подвесных блоков»

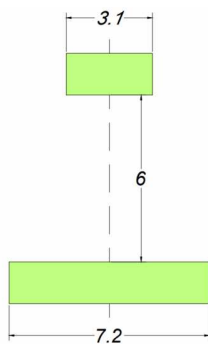


Рис. 5. Соосные междуканальные целики в сближенных залежах ( $b_{\text{МКЦ}}=7,2$  м)

Оценка напряженного состояния целика для найденной его ширины. Определяется нагрузка на целик  $P=5580$  тс/м<sup>2</sup>. Несущая способность целика  $P_n=7257,6$  тс/м<sup>2</sup>. Коэффициент запаса прочности целиков представляет собой отношение несущей способности  $P_n$  к воспринимаемой им нагрузке  $P$ :  $k_3 \leq P_n/P=7257,6/5580=1,3$ , где  $k_3$  – согласно исследованиям ВНИМИ, для пластов в зоне многолетней мерзлоты следует принимать  $k_3=1,3$  [6].

Расчетный коэффициент запаса прочности составляет  $k_3=1,3$ , что равен принятому коэффициенту  $k_3=1,3$ . Таким образом, расчетный размер ширины междуканального целика является устойчивым.

Произведем анализ изменения потерь при рекомендуемой ширине  $b_{\text{МКЦ}}=8$  м и при расчетной ширине  $b_{\text{МКЦ}}=7,2$  м.

При ширине 8 м относительные значения потерь и разубоживания составили соответственно  $P=20\%$ ,  $R=28,23\%$ .

При ширине 7,2 м относительные значения потерь и разубоживания составили соответственно  $P=18,38\%$ ,  $R=28,23\%$ .

Изменение потерь по участку. При расчетной ширине междукамерного целика 7,2 м по сравнению с рекомендуемой шириной 8 м потери снизятся на 120 т., что составит 10 %.

**Вывод.** Выполнен расчет оптимального размера ширины междукамерного целика,  $b_{МКЦ}=7,2$  м. По результатам оценки напряженного состояния междукамерного целика для найденной его ширины делаем вывод об устойчивости целика, о чем свидетельствует рассчитанный коэффициент запаса прочности целиков  $k_3=1,3$ , который соответствует параметрам коэффициента запаса прочности целиков для пластов в зоне многолетней мерзлоты согласно исследованиям ВНИМИ. Рассчитаны показатели потери (18,38%) и разубоживания (28,23%) при выемке очистных работ при ширине междукамерного целика  $b_{МКЦ}=7,2$  м. На основании этих расчетов установлено, что уменьшение ширины МКЦ, позволяет снизить потери по шахтному полю №4 на 10 %.

#### Список литературы

1. Petrova L.V. The technology of opening and mining sites of complex occurrence of placer deposits in permafrost conditions / L.V. Petrova, A.N. Petrov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 459. – P. 042094. – doi:10.1088/1755-1315/459/4/042094
2. Инструкция по разработке многолетнемерзлых россыпей подземным способом (камерные и столбовые системы разработки) РД 06-326-99, режим доступа: <http://lawru.info/dok/1999/11/18/n401876.htm>
3. Макаров А.Б. Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров. – М.: Изд-во «Горная книга», 2006. – С. 231-239.
4. Иосиф М.А. Пути снижения потерь полезных ископаемых при камерных системах разработки / М.А. Иосиф, А.В. Гришин, Е.Н. Есина // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – S1. – С. 44-52.
5. Таштаналиев К.Б. Оценка устойчивости междукамерных целиков // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2013. – №28. – С. 166-167.
6. Методические указания по определению размеров целиков различного назначения в условиях многолетней мерзлоты. – Л., 1979. – 13с.

#### References

1. Petrova L.V. The technology of opening and mining sites of complex occurrence of placer deposits in permafrost conditions / L.V. Petrova, A.N. Petrov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 459. – P. 042094. – doi:10.1088/1755-1315/459/4/042094
2. Instructions for the development of permafrost placers by underground method (chamber and column development systems) RD 06-326-99, access mode: <http://lawru.info/dok/1999/11/18/n401876.htm>
3. Makarov A.B.. Practical geomechanics. Guide for mining engineers. – M: Publ. house «Mining Book», 2006. – P. 231-239.

4. Iosif M.A. Ways to reduce the losses of minerals in chamber development systems / M.A. Iosif, A.B. Grishin, E.N. Esina // Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal). – 2015. –S1. – P. 44-47.
5. Tashtanaliev K.B. Assessment of the stability of interchamber pillars. Mining and geological sciences // Proceedings of the Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov. – 2013. – No. 28. – P. 166-167.
6. Guidelines for determining the size of pillars for various purposes in permafrost conditions. – L., 1979. – 13p.

*Сведения об авторах:*

*Information about authors:*

<b>Романова Лия Анатольевна</b> – студент, liya.romanova.97@inbox.ru	<b>Romanova Liya Anatolyevna</b> – student, liya.romanova.97@inbox.ru
<b>Петрова Любовь Владимировна</b> – старший преподаватель, lybovpetrova0106@gmail.com	<b>Petrova Lyubov Vladimirovna</b> – senior lecturer, lybovpetrova0106@gmail.com
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Амосова, г.Якутск, Россия	North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova, Yakutsk, Russia

*Получена 30.11.2021*