

DOI: 10.26730/1999-4125-2018-3-30-37

УДК 622.016(571.56)

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ РОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ОБРЫВ-РАЗВАЛИСТЫЙ-ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ»

THE ANALYSIS OF MINING TECHNOLOGY IN CONDITIONS OF «OBRYV-RAZVALISTY-PROMEZHUTOCHNY»

Петрова Любовь Владимировна¹,
старший преподаватель,

e-mail: eL_Pi@mail.ru

Ljubov' V. Petrova¹, senior lecturer

Сивцева Алена Ивановна¹,

ассистент,

e-mail: alyona_archibald@mail.ru

Alena I. Sivceva, assistant

Петров Андрей Николаевич¹,

кандидат технических наук

e-mail: petrow_andrei@mail.ru

Andrej N. Petrov, Candidate of technical sciences

Хоютанов Евгений Александрович²,

кандидат технических наук, научный сотрудник

Evgenij A. Hoyutanov, Candidate of technical sciences, researcher of laboratory

¹Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 677016, Россия, г. Якутск, ул. Кулаковского, 50.

¹North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, 677016, Russia, Yakutsk, Kulakovskaya St, 50.

²Институт горного дела Севера им. Н. В. Черского СО РАН, 677980, Россия, г. Якутск, ул. проспект Ленина, 43.

²Mining Institute named after N. V. Chersky, 677980, Russia, Yakutsk, Lenina St., 43.

Аннотация:

В условиях россыпного месторождения «Обрыв-Развалистый-Промежуточный» определены способ вскрытия и выбор системы разработки. Рассмотрен опыт разработки многолетнемерзлых россыпей подземным способом. Принято вскрытие шахтных полей наклонными конвейерными и скреперными стволами с применением, при необходимости, подходящих штреков. Выбор системы разработки осуществлен на основании анализа и обобщения опыта подземной разработки многолетнемерзлых россыпных месторождений Северо-Востока РФ. Принят наиболее оптимальный вариант – камерно-лавная система разработки. Определены оптимальные параметры системы разработки, такие как ширина камеры, ширина ленточного целика, длина камеры, минимальная выемочная мощность при ведении очистных работ. Приводится описание технологии отработки россыпи. С учетом горно-геологических условий месторождения для проходки выработок принят буровзрывной способ, доставка горной массы предусматривается скреперными лебедками ЛС-55-2СМА с ящичными скреперами. Также в статье отмечено наличие «подвесных блоков», их описание, определена ширина междуканальных целиков с учетом особенностей месторождения, приведена схема взаиморасположения камер и целиков верхних «подвесных блоков» и нижних блоков на коренном ложе.

Ключевые слова: россыпные месторождения, криолитозоны, подземная разработка, наклонный ствол, подходящей штрек, камерно-лавная система разработки, междуканальный целик, буровзрывные работы, очистные работы

Abstract:

In the conditions of Obryv-Razvalisty-Promezhutochny placer deposits, the opening method and the choice

of mining system were determined. The experience of permafrost placers underground mining was considered. It was decided to open the mine by conveyor and scraper inclines using access drifts. The choice of the mining system was made based on the analysis and generalization of the experience of underground mining of permafrost placer deposits in the North East of the Russian Federation. The most optimal option – chamber-longwall method – was accepted. The optimum parameters of the mining method, such as the chamber width, the width of the belt pillar, the length of the chamber, the minimum working-bed height were identified. The article gives a description of the placer mining technology. The drilling and blasting method was taken for driving mine roads with the consideration of the geological conditions of the deposit, the delivery of rock mass was to be performed by scraper winches LS-55-2SMA with box-type scrapers. The article also highlights the presence of hanging blocks and gives their description, the width of the interchamber pillars is determined with consideration of the specific features of the deposit, the scheme of the interposition of chambers and pillars of the upper hanging blocks and lower blocks on the placer rock bed is given.

Key words: placer deposits, permafrost, underground mining, incline, access drifts, chamber-longwall mining, interchamber pillar, drilling and blasting, room work

Введение. Специфичность разработки многолетнемерзлых россыпей заключается в условиях залегания, рельефе и характере местности [1-3, 5-7].

Месторождение россыпного золота «Обрыв-Развалистый-Промежуточный» расположено в Верхне-Индигирском горнопромышленном районе 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°C. Крепость мерзлых пород по шкале Протодяконова 6-7, коэффициент разрыхления $K_p=1,6-1,7$. Объемный вес пород и песков принят для расчетов $\gamma = 2500 \text{ кг/м}^3$. Мощность песков составляет в среднем около 1,5 м и практически не превышает 3 м.

Основным фактором, определяющим выбор подземного способа разработки, является глубина залегания пластов. Глубина залегания различных участков колеблется от 20 до 110 м. Большая часть участков имеет вытянутую форму при ширине 10-40 м, в редких случаях 50-60. Длина отдельных участков достигает 200-300 м.

Климат района резко континентальный. Средняя годовая температура воздуха около минус 15°C с колебаниями сезонных температур от плюс 25°-30° летом в июле до минус 55°- 65°C зимой в декабре - январе.

По опыту разработки россыпных месторождений Северо-Востока РФ добыча песков производится в осенне-зимний период, в теплое время года производятся промывка песков и рекультивационные работы. Низкие температуры воздуха позволяют вести горные работы без нарушения мерзлого состояния песков и вмещающих пород, что обеспечивает сохранение их естественной

устойчивости и минимальные расходы на крепление при проведении выработок [8-11].

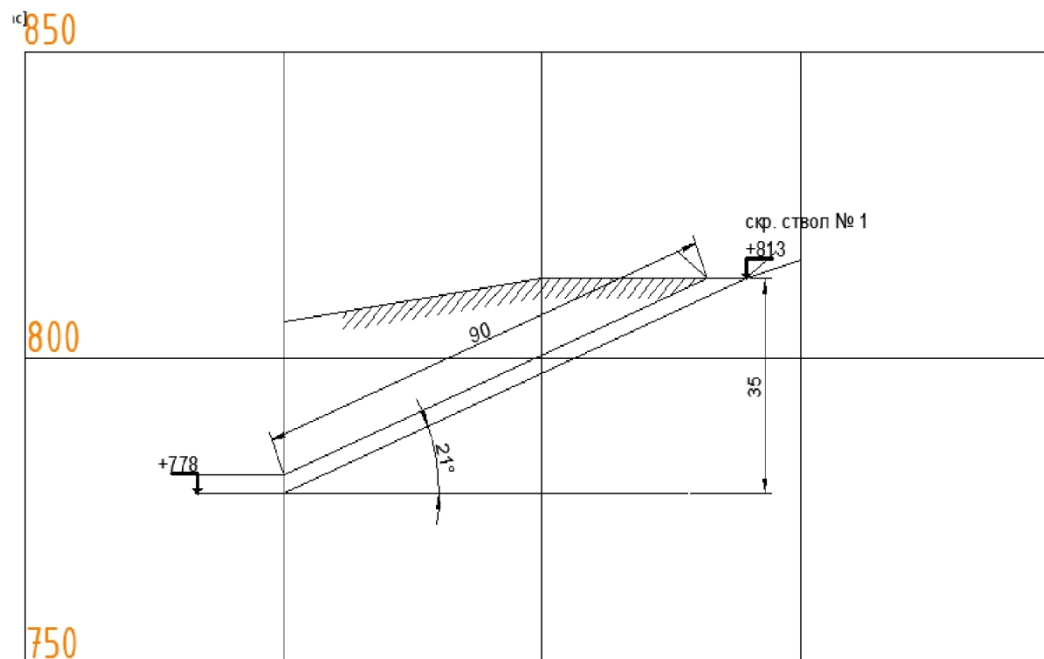
Основная часть. Запасы залегают на 13 изолированных участках. Размеры в плане, глубина залегания и запасы участков сильно различаются, в меньшей степени это касается мощности пластов.

Глубина залегания различных участков колеблется от 20-110 метров, эксплуатационные запасы песков составляют от 10-150 тыс.м³, а золота – 25-217 кг. Большая часть участков имеет вытянутую форму при ширине 10-40 метров и длине 200-300 метров. Участки будут вскрываться и отрабатываться обособленно, так как они удалены друг от друга, в основном на 300 и более метров, или находятся по обеим сторонам отрабатанного в прежние годы пространства, что также исключает их совместное вскрытие.

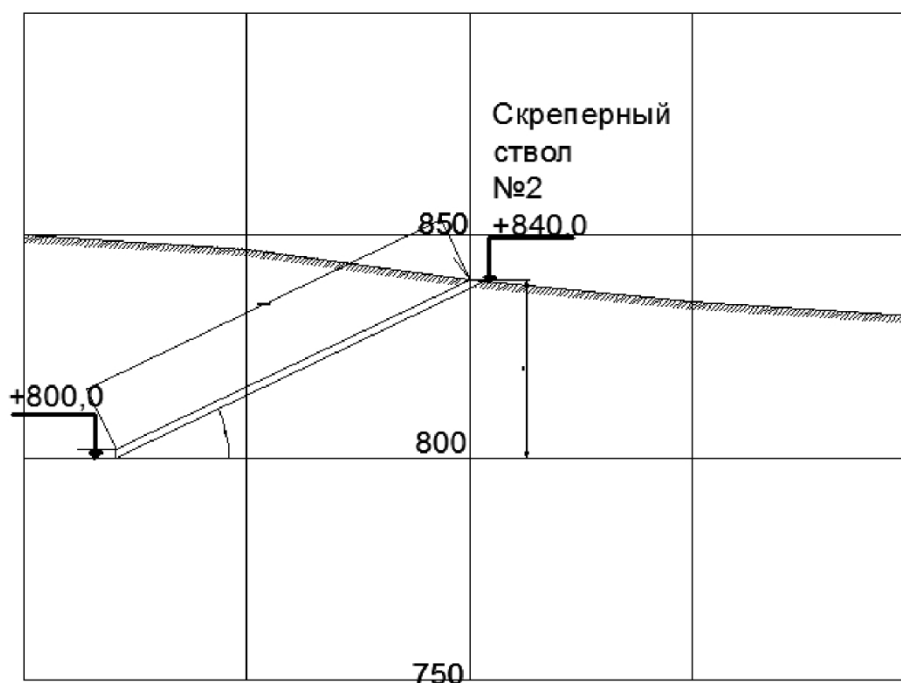
Согласно разработанному календарному плану разработки и учитывая сезонность отработки и обогащения, проектируемые к отработке участки месторождения, разбиты на 4 шахтных поля с нумерацией согласно последовательности их отработки

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 [12].

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. Переход между торфами и пластом, как правило, резкий, границы промышленного и геологического пластов близки как по вертикали, так и по горизонтали. Указанный фактор является отличительной чертой данного месторождения.



а)



б)

Рис. 1. Схема вскрытия с применением подходных штреков: а) шахтное поле №1; б) шахтное поле №4

Fig.1. The scheme of deposit opening with the use of access drifts: а) allotment №1; б) allotment №4

Исходя из опыта разработки многолетнемерзлых россыпей подземным способом и учитывая относительно не глубокое залегание обрабатываемых участков, принято вскрытие шахтных полей наклонными конвейерными и скреперными стволами с проходкой, при необходимости, вентиляционных шурфов (восстающих) на флангах шахт-

ных полей.

Посадка стволов на плотик россыпи производится на контур промышленных запасов. Наклонные стволы имеют два отделения: грузовое, со скреперной дорожкой или оборудованное конвейером и ходовое, для передвижения людей. Каждый из стволов взаимно служит вторым выходом

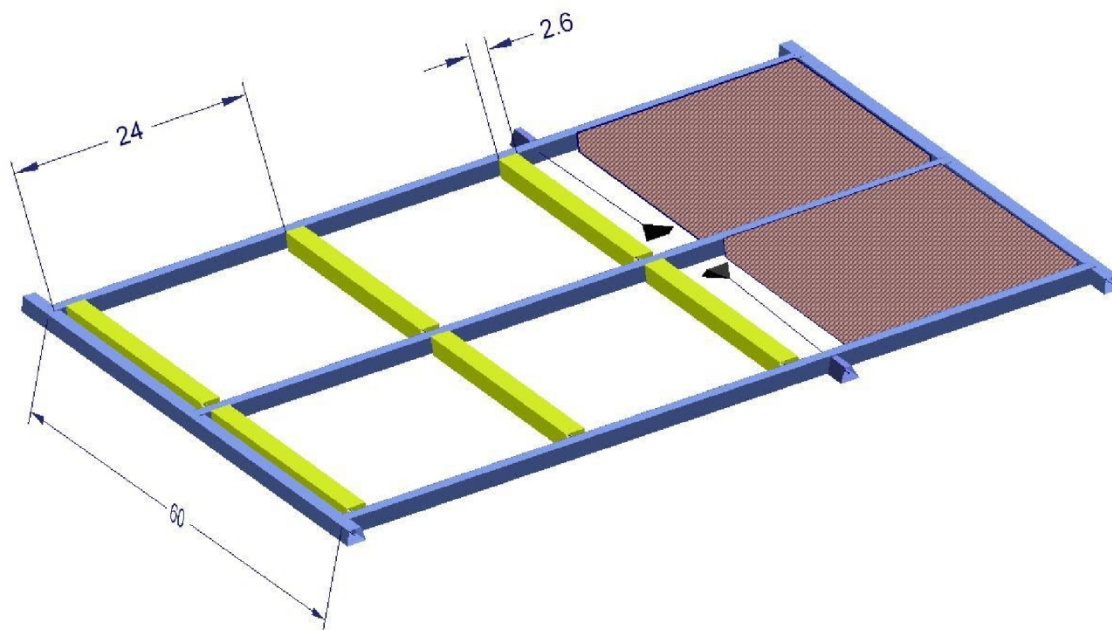


Рис.2. Схема камерно-лавной системы разработки при ширине блока более 60 м
Fig.2. The chamber-longwall mining with the width of more than 60 m

на поверхность и для доставки материалов и оборудования.

Стволы имеющие наклонную длину менее 100 м проходятся сечением $7,3 \text{ м}^2$, максимальный угол наклона 25° , и оборудуются для подъема песков скреперной установкой 110ЛС-2СМА с ящичным скрепером СЯ-1,0, емкостью $1,0 \text{ м}^3$; стволы имеющие наклонную длину более 100 м проходятся сечением $7,4 \text{ м}^2$, с максимальным углом наклона 18° , и оборудуются для подъема песков ленточным конвейером КЛ-800 (2Л80У) с шириной ленты 800 мм.

Местоположения стволов относительно шахтного поля и рельефа местности выбраны с учетом максимальной глубины заложения (до 40 м) для обеспечения не механизированного подъема людей, сокращения времени подготовки шахтного поля и обеспечения достаточного фронта работ.

При вскрытии шахтных полей № 2 и 3 рельеф местности и глубина залегания пластов позволили заложить вскрывающие наклонные стволы на флангах залежей с посадкой стволов на плотик россыпи.

Глубина залегания пластов шахтных полей № 1 и 4 не позволяют применить общепринятую схему с посадкой наклонных стволов на плотик, на границах россыпи, в связи с чем на данных шахтных полях была применена схема вскрытия с применением полевых подходных штреков (см. рис. 1, а и б).

Длина подходных штреков составила на шахтном поле №1 – у скреперного ствола №1 – 130 м, у скреперного ствола №2 – 99 м, при длине стволов по 90 м и максимальном угле наклона стволов 25° . На шахтном поле №4 длина подход-

ных штреков составила: - у скреперного ствола №2 – 398 м, у скреперного ствола №3 – 63 м., причем подходный штрек ствола №2 служит вентиляционным воздухоподающим штреком.

Принятые схемы вскрытия позволили избежать организации на шахтах механизированного подъема людей и соблюсти требования Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых".

Выбор системы разработки осуществлен на основании анализа и обобщения опыта подземной разработки многолетнемерзлых россыпных месторождений Северо-Востока РФ. Для существующих условий рассмотрены три варианта систем разработки: 1) сплошная; 2) столбовая; 3) камерно-лавная. Для каждого варианта отмечены недостатки и достоинства, после чего принят наиболее оптимальный вариант – камерно-лавная система разработки [4].

Опыт подземной разработки многолетнемерзлый россыпей показал, что камерно-лавная система разработки получила доминирующее применение на россыпных шахтах Северо-Востока РФ (Магаданская область, россыпи Оймяконья, Кулара, Аллах-Юня) [15]. Эта система разработки сочетает основные элементы камерной системы (по природно-производственным факторам) и сплошной (по технологическим факторам) [13].

Камера-лава – очистная, выработка, ограниченная междуканверными целиками, откаточным штреком и массивом горных пород, которая отрабатывается длинным забоем. Одна сторона целика камеры-лавы оконтуривается предварительно

Таблица 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

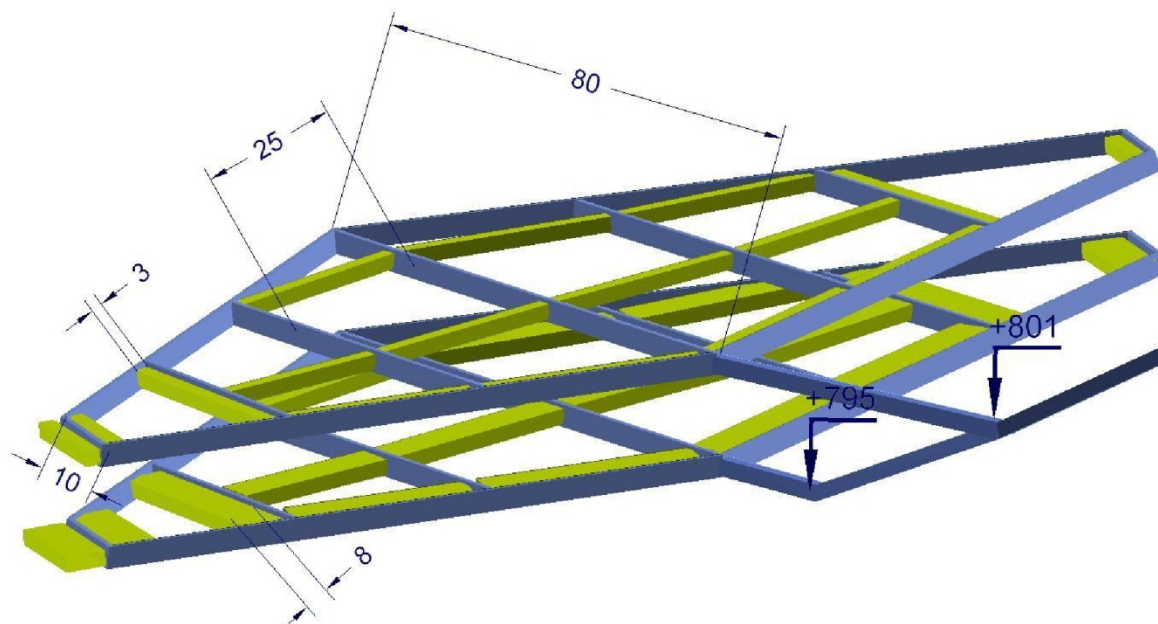


Рис. 3. Схема расположения верхних и нижних «подвесных блоков»
 Fig.3. The layout of the upper and lower "hanging blocks"

проводимым штреком – расческой, вторая сторона целика образуется забоем камеры-лавы при достижении установленной величины пролета. В основу этой системы положено использование временной естественной устойчивости кровли и целиков. Управление кровлей осуществляется междукamerными целиками, для поддержания заколов используются костры и стойки как вспомогательное средство управления кровлей [14-17].

Максимальная длина камеры принята равной 50 метрам. Большая часть участков россыпей будет отрабатываться более короткими камерами. Участки россыпи шириной менее 23 метров отрабатываются тупиковыми заходками длиной 10 и шириной 10 метров, проводимыми с обеих или с одной стороны штрека. При отработке участков шириной более 60 м участок разбивается на две панели проведением панельного штрека. Отработка панелей ведется параллельно, с максимальным отставанием забоев не более чем на 6,0 м. (рис. 2)

В соответствии с требованиями «Инструкции по разработке многолетнемерзлых россыпей подземным способом (камерные и столбовые системы разработки)» получены следующие расчетные параметры междукamerных целиков при камерно-лавной системе разработки: при глубине разработки свыше 60 м по II классу устойчивости ши-

рина МКЦ принимается при ширине камеры 30 м – 3,1 м, при 20 м – 2,2 м, при 10 м – 1,1 м.

Особенностью запасов песков шахтного поля №4 является наличие «подвесных блоков», т.е. часть пластов расположена на «ложном» плотике в налегающих породах, а под ними расположены пласты песков на коренных породах.

Такое расположение запасов требует иного подхода к определению схемы взаимного расположения и размеров камер и целиков «подвесных блоков» и нижележащих запасов.

На основании выполненных по гипотезе Турнера-Шевякова расчетов, которая учитывает геологические особенности месторождения, физико-механические свойства горных пород и коэффициент формы МКЦ, рекомендуется при глубине разработки более 60 м ширину МКЦ принимать: при ширине камеры 30 м – 8 м, при 20 м – 6 м, при 10 м – 5 м.

Также рекомендуется принимать соосное расположение междукamerных целиков «подвесных блоков» и нижерасположенных блоков на коренном плотике, для равномерного распределения горного давления на целики (рис.3). При этом ширину МКЦ верхних «подвесных блоков» принять максимально 3,1 м, а нижних – 8 м. Ширина камер на коренном плотике не должна

превышать 25 м.

Рекомендуемые параметры МКЦ приведены в таблице 1.

Очистные работы начинаются после проведения расчистки на всю длину камеры. Отбойка песков производится с применением БВР. Доставка песков до скреперного штрека при помощи скреперной лебедки 30ЛС и ящичного скрепера емкостью 0,6 м³.

Крепление очистных камер в соответствии с инструкцией [12] заключается в установке сигнальной крепи – одна стойка через каждые 10 метров и, временной призабойной крепи в виде отдельных стоек или кустов, параметры которой уточняются в процессе эксплуатации.

На сопряжениях очистных и подготовительных выработок устанавливаются кусты крепи из 2-3 стоек. Проветривание очистных камер осуществляется за счет общешахтной депрессии.

Режим работы шахты – сезонный, в осенне-зимний период, вахтовый метод, непрерывная рабочая неделя – в две смены по 10,5 часов. В смену продолжительностью 10,5 час выполняется 2 цикла, т.е. отрабатывается лава по всей длине – 30 м. Подвигание забоя за цикл составляет 1,7 м., т.е. скорость подвигания забоя в сутки составляет 3,4 м. Объем добываемой горной массы в сутки из одной камеры-лавы составит 183,6 м³. Расчетная месячная производительность забоя составит 5508 м³.

Выводы:

Решен вопрос о схеме и способе вскрытия месторождения, определено местоположение стволов относительно шахтного поля и рельефа местности. Принято вскрытие шахтных полей наклонными конвейерными и скреперными стволами с проходкой, при необходимости, вентиляционных шурфов (восстающих) или вентиляционных скважин на флангах шахтных полей.

При вскрытии пластов шахтных полей №№1 и 4 разработаны схемы с применением полевых подходов штреков.

На основании анализа и обобщения опыта подземной разработки многолетнемерзлых россыпных месторождений Северо-Востока РФ выбрана камерно-лавная система разработки.

Для отработки участков россыпи, залегающих на ложном плотике («подвесные блоки»), определена ширина междуканальных целиков и составлена схема взаиморасположения камер и целиков верхних «подвесных блоков» и нижних блоков на коренном ложе.

Рекомендовано принимать соосное расположение междуканальных целиков «подвесных блоков» и нижерасположенных блоков на коренном плотике, для равномерного распределения горного давления на целики. При этом ширину МКЦ верхних «подвесных блоков» принять 3,1 м, а нижних – 8 м. Ширина камер на коренном плотике не должна превышать 25 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быховский Л. З. Россыпные месторождения в сырьевой базе и добыче полезных ископаемых / Л.З. Быховский, Л.В. Спорыхина // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – М., 2013. – № 6. – С. 6-17.
2. Лаломов А. В. Россыпные месторождения арктической зоны России / А. В. Лаломов, А. А. Бочнева, Р. М. Чефранов, А. В. Чефранова // Современное состояние и пути развития минерально-сырьевой базы. Арктика: экология и экономика. – М., 2015. – № 2 (18). – С. 66-77
3. Марков В. С. Безрывная разработка многолетнемерзлых россыпных месторождений подземным способом / В. С. Марков, В. Н. Лабутинов, В. К. Ёлшин. – Н: Изд-во СО РАН, 2014. – 176 с.
4. Петрова Л. В. Выбор системы разработки в условиях россыпного месторождения «Обрыв-Развалистый-Промежуточный» / Л. В. Петрова, А. И. Сивцева, А. М. Алексеев, А. Н. Петров // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2017. – №11. – С. 34-42.
5. Попов, Г. И. Особенности условий проведения горных выработок при разведке россыпных месторождений Якутии / Г. И. Попов, В. С. Марков, М. Н. Роев, Л. В. Петрова // Разведка и охрана недр, 2013. – № 12. – С. 62-64.
6. Слепцов, А. Е. Взаимодействие механизированных крепей с боковыми породами в условиях россыпных шахт Севера / А. Е. Слепцов, В. К. Елшин, В. С. Марков – Н: Изд-во Наука, 1993. – 134 с.
7. Новые технические и технологические решения при разработке многолетнемерзлых россыпных месторождений подземным способом (препринт) / А. Е. Слепцов [и др.]. – Я: ЯНЦ СО РАН, 1989. – 33 с.
8. Underground mining of a frozen placer deposit in the Arctic / F. Kirzhner, V. Sherstov, K. Ilkovskii, S. Gurov, M. Mordvov, Y. Sytnik // Gluckauf: Die Fachzeitschrift für Rohstoff, Bergbau und Energie. Verlag Gluckauf GmbH, 2001. – No 6. – vol. 137.

9. Milyuta, B. I. Placer Deposits of Yakutia: Technical Improvements and Mechanization / B. I. Milyuta, V. Kuznetsov, V. A. Sherstov // Presentation at 13th Annual Alaskan Conference on Placer Mining, Fairbanks, Alaska, March 4-7. Fairbanks Placer Mining Conference Committee, Fairbanks. pp. 9-11.
10. Nelson, M. G. Underground Mining of Frozen Placers // Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. – 2001. pp. 119-128.
11. Seymour, J. B. Stability of Permafrost Gravels in an Alaskan Underground Placer Mine. In Mining in the Arctic / J. B. Seymour, D. R. Tesarik, R. W. McKibbin // Proceedings of the 4th International Symposium, Svalbard, Norway, July 1996. – pp.147-156.
12. Инструкция по разработке многолетнемерзлых россыпей подземным способом (камерные и столбовые системы разработки) РД 06-326-99, режим доступа: свободный: <http://lawru.info/dok/1999/11/18/n401876.htm>
13. Марков В. С. Камерная система при подземной разработке алмазоносной россыпи «Солур» / В. С. Марков, В. Н. Лабути, А. А. Николаева // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2014. – № 9. – С. 365-370.
14. Шерстов В. А. Совершенствование механизации производственных процессов при подземной разработке многолетнемерзлых оловоносных россыпей заполярья / В. А. Шерстов, В. С. Марков // ГИАБ, 2003. – № 1. – С. 196-198.
15. Шерстов В. А. Подземная разработка многолетнемерзлых россыпных месторождений. – Я: Якутский госуниверситет, ИГДС СО РАН, 2002. – 124с.
16. Шерстов В. А. К выбору повторной подземной отработки техногенных многолетнемерзлых россыпей / В. А. Шерстов, П. Н. Васильев // ГИАБ, 2005. – № 3. – С. 162-164.
17. Шерстов В. А. Совершенствование разработки оловоносной россыпи в арктической зоне заполярья / В. А. Шерстов, С. А. Ермаков // ГИАБ, 2008. – № 4. – С. 94-101.

REFERENCES

1. Byhovskij L. Z. Rossypnye mestorozhdeniya v syr'evoy baze i dobyche poleznyh iskopaemyh, / L. Z. Byhovskij, L. V. Sporyhina // Mineral'nye resursy Rossii. Jekonomika i upravlenie. 2013. V. 6. P. 6-17.
2. Lalomov A. V. Rossypnye mestorozhdeniya arkticheskoy zony Rossii / A. V. Lalomov, A. A. Bochneva, R. M. Chefranov, A. V. Chefranova // Sovremennoe sostojanie i puti razvitija mineral'no-syr'evoy bazy, Arktika: jekologija i jekonomika. 2015. V. 2 (18). P. 66-77.
3. Markov V. S. Bezryvnaja razrabotka mnogoletnemerzlyh rossypnyh mestorozhdenij podzemnym sposobom / V. S. Markov, V. N. Labutin, V. K. Jolshin. – N.: Izd-vo SO RAN. 2014. 176 p.
4. Petrova L. V. Vybory sistemy razrabotki v usloviyah rossypnogo mestorozhdeniya «Obryv-Razvalistyj-Promezhutochnyj» / L. V. Petrova, A. I. Sivceva, A. M. Alekseev, A. N. Petrov // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten', 2017. – №11. – S. 34-42.
5. Popov G. I. Osobennosti uslovij provedenija gornyh vyrabotok pri razvedke rossypnyh mestorozhdenij Jakutii / G. I. Popov, V. S. Markov, M. N. Roev, L. V. Petrova // Razvedka i ohrana neдр. 2013. V. 12. P. 62-64.
6. Slepcev A. E. Vzaimodejstvie mehanizirovannyh krepej s bokovymi porodami v usloviyah rossypnyh shaht Severa / A. E. Slepcev, V. K. Elshin, V. S. Markov // N: Nauka. 1993. 134 p.
7. Novye tehicheskie i tehnologicheskie reshenija pri razrabotke mnogoletnemerzlyh rossypnyh mestorozhdenij podzemnym sposobom (preprint) / A. E. Slepcev [and oth.]. – Yakutsk: JaNC SO RAN. 1989. 33 p.
8. Underground mining of a frozen placer deposit in the Arctic / F. Kirzhner, V. Sherstov, K. Ilkovskii, S. Gurov, M. Mordvov, Y. Sytnik // Gluckauf: Die Fachzeitschrift fur Rohstoff, Bergbau und Energie. Verlag Glueckauf GmbH, 2001. – No 6. – V. 137.
9. Milyuta B. I. Placer Deposits of Yakutia: Technical Improvements and Mechanization / B. I. Milyuta, V. Kuznetsov, V. A. Sherstov // Presentation at 13th Annual Alaskan Conference on Placer Mining, Fairbanks, Alaska, March 4-7. Fairbanks Placer Mining Conference Committee, Fairbanks. P. 9-11.
10. Nelson M. G. Underground Mining of Frozen Placers // Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. – 2001. P. 119-128

11.Seymour J. B. Stability of Permafrost Gravels in an Alaskan Underground Placer Mine. In Mining in the Arctic / J. B. Seymour, D. R. Tesarik, R. W. McKibbin // Proceedings of the 4th International Symposium, Svalbard, Norway, July 1996. – P. 147-156.

12.Instrukcija po razrabotke mnogoletnemerzlyh rossypej podzemnym sposobom (kamernye i stolbovyje sistemy razrabotki) RD 06-326-9», available at: <http://lawru.info/dok/1999/11/18/n401876.htm>

13.Markov V. S. Kamernaja sistema pri podzemnoj razrabotke almazonosnoj rossypi «Solur» / V. S. Markov, V. N. Labutin, A. A. Nikolaeva // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten', 2014. V. 9. P. 365-370.

14.Sherstov V. A. Sovershenstvovanie mehanizacii proizvodstvennyh processov pri podzemnoj razrabotke mnogoletnemerzlyh olovonosnyh rossypej zapoljar'ja / V. A. Sherstov, V. S. Markov // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten', 2003. V. 1. P. 196-198.

15.Sherstov V. A. Podzemnaja razrabotka mnogoletnemerzlyh rossypnyh mestorozhdenij, Yakutsk, IGDS SO RAN, 2002. 124 p.

16.Sherstov, V. A. K vyboru povtornoj podzemnoj otrabotki tehnogennyh mnogoletnemerzlyh rossypej / V. A. Sherstov P. N. Vasil'ev // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten', 2005. V. 3. P. 162-164

17.Sherstov V. A. Sovershenstvovanie razrabotki olovonosnoj rossypi v arkticheskoy zone zapoljar'ja / V. A. Sherstov, S. A. Ermakov // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten', 2008. V. 4. P. 94-101.

Поступило в редакцию 20.06.2018
Received 20.06.2018