

Сахнов Александр Владимирович, аспирант,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)»,
г. Владикавказ

Зассеев Игорь Анатольевич, аспирант,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)»,
г. Владикавказ

Бедоев Георгий Таймуразович, аспирант,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)»,
г. Владикавказ

Саламов Владимир Юрьевич, аспирант,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)»,
г. Владикавказ

Гарифулина Ирина Юрьевна, аспирант,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)»,
г. Владикавказ

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕЖДУЭТАЖНЫХ И МЕЖДУКАМЕРНЫХ ЦЕЛИКОВ

Аннотация: Выполнено обоснование параметров междуэтажных и междукамерных целиков Дукацкого золотосеребряного месторождения. Методика определения параметров междуэтажных и междукамерных целиков позволяет вести очистные работы в условиях таяния льда, заполняющего тектонические трещины, которые раскрываясь усиливают боковое горное давление. Конструкция междуэтажных и междукамерных целиков, определенная по разработанной и представленной методике определения параметров, позволяет снизить разубоживание и потери руды, а также позволит увеличить эффективность несущей способности всей горнотехнической конструкции обрабатываемого этажа.

Ключевые слова: система разработки, этаж, подэтаж, потолочина, обнажение, междукамерный целик, твердеющая закладочная смесь, камера.



Дукатское золотосеребряное месторождение расположено в центральной части рудного поля, в блоковой структуре, осложняющей куполовидное поднятие, и сформированной пересечением разломов северо-восточного и северо-западного простирания. Гористый рельеф местности предопределили вскрытие месторождения штольневым способом. Основную часть запасов месторождения отрабатывают поэтажно-камерной системой разработки с породной закладкой [1].

Моделирование порядка отработки камер, для оценки напряженного состояния массива из породной закладки с параллельной и шахматной схемой расположения бутобетонных целиков (Рисунок 1), выполнены методом конечных элементов. Моделирование выполнялось по усредненным горно-геологическим и горнотехническим параметрам месторождения. Расчеты выполнялись в программном комплексе «Rocscience RS2» [2].

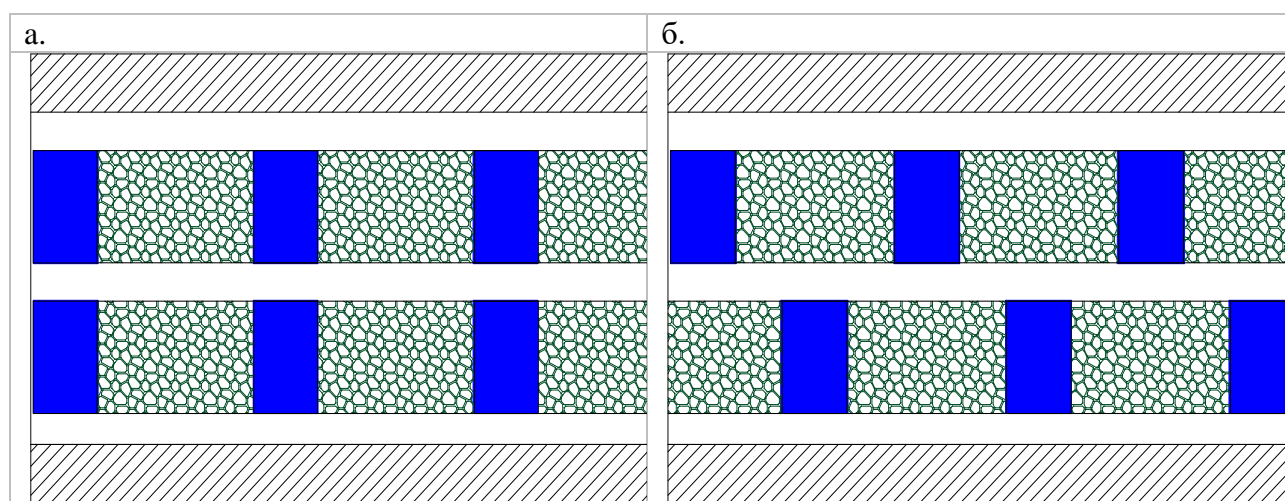


Рис. 1. Параллельная (а) и шахматная (б) схема расположения целиков.

Влияние схем расположения целиков на параметры главных напряжений в массиве из породной закладки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Расстояние между бутобетонными целиками, м	Параметры главных напряжений в массиве			
	Схема расположения бутобетонных целиков / параметры напряжений, МПа			
	Параллельная		Шахматная	
	Вертикальная составляющая, σ_x	Горизонтальная составляющая, σ_y	Вертикальная составляющая, σ_x	Горизонтальная составляющая, σ_y
15	3,1	1,4	3,0	1,3
20	4,8	2,3	3,6	1,9
25	6,0	3,8	4,3	2,6
30	7,5	4,5	5,4	2,7
35	8,1	5,4	6,3	3,2
40	9,5	6,5	7,9	4,5

Исследования показали, что напряженное состояние массива из породной закладки существенно различается в зависимости от схемы расположения бутобетонных целиков.



Границы изменения величины главных напряжений довольно широки: от 1,3 до 9,5 МПа, при этом наиболее эффективны схемы расположения бутобетонных целиков в шахматном порядке.

Сформированные в шахматном порядке через каждые 25-40 м массивы из твердеющей бутобетонной закладки, при разработке маломощных крутопадающих рудных тел, способствуют увеличению несущей способности всей горнотехнической конструкции обрабатываемого этажа, за счет уменьшения вертикального пролета погашенного очистного пространства.

Для увеличения эффективности несущей способности всей горнотехнической конструкции обрабатываемого этажа необходимо обосновать параметры междуэтажных и междукамерных целиков. Общие схемы для расчётов междуэтажных и междукамерных целиков приводятся на рисунке 2:

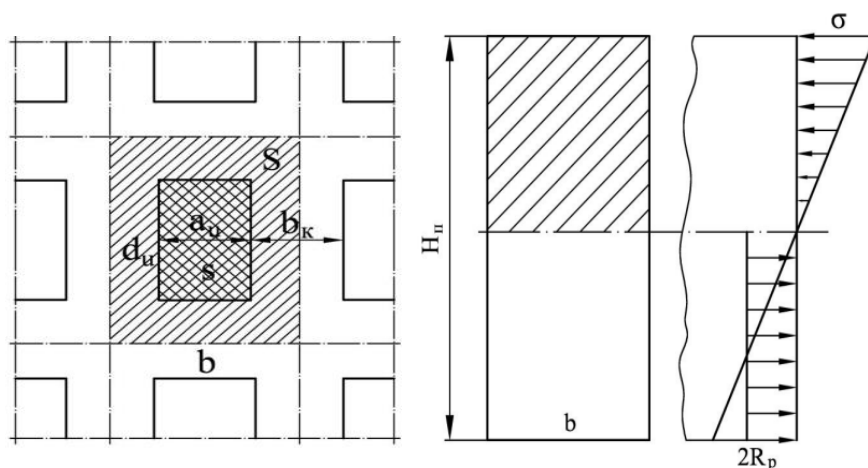


Рис.2. Расчетная схема междукамерного и междуэтажного целиков

Условие прочности междуэтажного целика по величине сжимающих напряжений имеет вид [3]:

$$\frac{F}{h \cdot L} \leq \sigma_{сж} \cdot \frac{K_{стр} K_{вр} K_{ф}}{K_{зап}} \quad (1)$$

где L – пролёт камеры по простиранию рудного тела, м;

$\sigma_{сж}$ – прочность пород на сжатие в образце, МПа;

$K_{зап}$ – коэффициент запаса прочности целиков;

$K_{стр}$ – коэффициент структурного ослабления.

Сила F , входящая в условие прочности принимается равной:

$$F = P_{г} + P_{в} \cdot ctg(\alpha), \quad (2)$$

где $P_{г}$, $P_{в}$ – величины горизонтальных и вертикальных нагрузок, которые определяют из выражениями:

$$P_{г} = \lambda \gamma H L K_{к} \left[h + \frac{L \cdot (h_{эТ} - h)}{2(L + h_{эТ} - h)} \right], \quad (3)$$

$$P_{в} = \gamma H L K_{к} \left[\frac{h}{tg(\alpha)} + \frac{L \cdot (h_{эТ} - h)}{2(L \cdot tg(\alpha) + h_{эТ} - h)} \right]. \quad (4)$$

где H – глубина разработки, м;

α – угол падения рудных тел α , град;

λ – коэффициент бокового распора;



$h_{эт}$ – высота этажа, м;
 γ – объёмный вес пород, т/м³.
 Коэффициент K_k вычисляется по формуле:

$$K_k = 1 + \frac{\Delta K_k + 2,4}{2}, \quad (5)$$

где

$$\Delta K_k = \frac{0,2m}{0.5h^2 ctg^2(\alpha) + 0.08m_{гор}}. \quad (6)$$

Из условия равенства нагрузки и несущей способности целика определяется высота междуэтажного целика.

Для условий месторождения Дукат расчётные значения высоты междуэтажного целика в зависимости от глубины разработки H , мощности рудного тела $m_{гор}$, угла падения α и значения пролета приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Высота междуэтажного целика

Угол падения, град.	Глубина разработки, м	Мощность рудного тела, м				
		2	4	6	8	10
80	150	2,5	3	3,5	4	4,5
	200	2,5	3,5	4	4,5	5
	250	2,5	3,5	4	4,5	5
	300	3	3,5	4,5	5	5,5
70	150	2,5	3,5	4	4,5	5
	200	3	3,5	4,5	5	5,5
	250	3	4	4,5	5,5	6
	300	3	4	5	6	6,5
60	150	3	4	4,5	5	6
	200	3,5	4,5	5	6	6,5
	250	3,5	4,5	5,5	6,5	7
	300	3,5	5	6	7	7,5

Для эффективного и безопасного ведения горных работ важно определять параметры междуэтажных и междукламерных целиков в конкретных горно-геологических условиях. Успешное решение этой задачи применительно к конкретным условиям производства возможно только при знании характера поведения обнаженных и подработанных пород и методов оценки их устойчивости, что позволяет рационально организовать управление горным давлением.

Проведенные исследования на основе представленной методики по определению параметров междуэтажных и междукламерных целиков показали, что параметры усредненной выемочной единицы для условий отработки Дукатского золотосеребряного месторождения: длина блока по простиранию – 100 м; высота блока – 50 м; высота подэтажа – 10÷15 м; ширина междуэтажных целиков (потолочины) – 5 м.

Применение конструкции междуэтажных и междукламерных целиков, основанной на расчёте параметров по представленной методике позволит увеличить эффективность несущей способности всей горнотехнической конструкции обрабатываемого этажа, снизить потери руды, обеспечить безопасность ведения горных работ.



Список литературы:

1. Гарифулина И.Ю. Технология отработки маломощных участков золоторудного месторождения с селективной отбойкой руд и пород / Олисаев А.С., Гарифулина И.Ю., Гасымов В.Ф., Габараев Г.О. // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2020. – №6. – С. 43-49.
2. Бакулин В.А. Контроль устойчивости искусственной кровли при нисходящей слоевой выемке // Горный журнал. – 2010. – №4. – С. 19-21.
3. Габараев О.З., Голик В.И., Разоренов Ю.И. Управление геомеханикой скального массива при подземной добыче руд // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2017. – №3. – С. 55-65.

