

## РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА ЗАКЛАДКУ В УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАУЛЬДЫ

**Дилрабо Хасановна Бердиева**

Ассистент Алмалыкского филиала ТДТУ

### АННОТАЦИЯ

*Прочностные характеристики руд и вмещающих пород определяют устойчивость по параметру предельных напряжений. Однако решающую роль при оценке устойчивости массива в целом имеет структурный фактор, учитываемый коэффициентом структурного ослабления.*

*Ключевые слова: руды и вмещающих пород, закладка, искусственный массив, нормальные напряжения.*

### ABSTRACT

*The strength characteristics of ores and host rocks determine the stability in terms of the ultimate stress parameter. However, the decisive role in assessing the stability of the array as a whole is played by the structural factor, which is taken into account by the coefficient of structural weakening.*

*Keywords: ores and host rocks, filling, artificial massif, normal stresses.*

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ результатов исследований различных физико-механических свойств руды и вмещающих пород, проводившихся в период разведки и эксплуатации на Каульдинском месторождении, показывает практически их полную идентичность.

Основные параметры рудных тел, слагающих месторождения, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика рудных тел

№ рудного тела	Протяженность, м		Средняя мощность, м	Углы падения, град.
	По простиранию	По падению		
5	300	200	4,4	10-45

6	300	30-120	3,1	10-45
7	150	140	1,7	10-30
8	220	250	3,3	10-30
9	170	200	4,0	5-25

Предел прочности пород, слагающих месторождение, на сжатие колеблется от 79,5-171,6 МПа - наибольшее значение имеют андезитовые порфириты, лавобрекчим и туфы литокристаллокластического андезит - дацитового состава, наименьшее значение - известняки и метасаматиты - до 79.0 МПа. В зонах дробления и сильно трещиноватых породах предел прочности на сжатие 16,2-20,2 МПа. При водонасыщении пороги теряют прочностные свойства.

Коэффициент крепости руды и пород  $f = 14-18$ .

Инженерно - геологические условия участка относятся к среднесложным. Объемная плотность руды 2,51-3,1 т/м<sup>3</sup>, в среднем 2,65 т/м<sup>3</sup>, для породы 2,66-2,74 т/м<sup>3</sup> в среднем 2.7 т/м<sup>3</sup>.

При обследовании выработок отмечается наличие 200-280 трещин на 1 км. Объем вывалов из стенок и кровли достигает 3 м<sup>3</sup>. Предел прочности пород на раскалывание 12,4-18,0 МПа.

Таблица 3. Основные характеристики прочностных и упругих свойств горных пород и руд участка Южный Каульды.

Наименование пород	Объемный вес, МН/м <sup>3</sup>	Предел прочности при одноосном сжатии. $\sigma_{сж}$ , МПа	Предел прочности при одноосном растяжении, $\sigma_{сж}$ МПа	Модуль упругости, $E \cdot 10^{-5}$ МПа	Коэффициент Пуансона, $\mu$	Коэффициент крепости, $f$
Андезитовые порфириты зеленовато серые	0,0272	83,4	6,6	0,505	0,18	8-9

<i>Лавобрекчии андезитовых порфиристов</i>	0,0272	105,9	12,4	0,627	0,26	10-11
<i>Кластолавы андезитовых порфиристов</i>	0,0275	87,5	15,1	0,392	0,21	8-9
<i>Кварцево серицитовый метасаматит</i>	– 0,0279	79,0	5,5	0,650	0,38	12-13
<i>Сиенит диоритовые порфириты</i>	– 0,0281	171,6	18,9	0,278	0,25	10-15

Расчет нормативных характеристик закладки для условий Ждановского месторождения проводим по известным методикам, основные используемые положения которых приведены ниже.

На массив закладки в зависимости от условий применения воздействуют статические (гравитационные и тектонические) силы и динамические (от взрывных работ) нагрузки, накладывающиеся на имеющееся статическое поле напряжений. Искусственные массивы могут испытывать деформации сжатия, растяжения, сдвига, изгиба и «работать» в условиях одноосного, двухосного и объемного сжатия. Универсальной характеристикой закладки считают ее прочность, при одноосном сжатии по допустимому пределу которой и определяют нормативную прочность.

## **ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

Требуемую прочность закладки рассчитывают по одному, а чаще нескольким факторам: устойчивости вертикального обнажения, горизонтальной подработке, допустимым деформациям закладки, возможности движения по ней оборудования. В качестве нормативной прочности принимают наибольшую из рассчитанных.

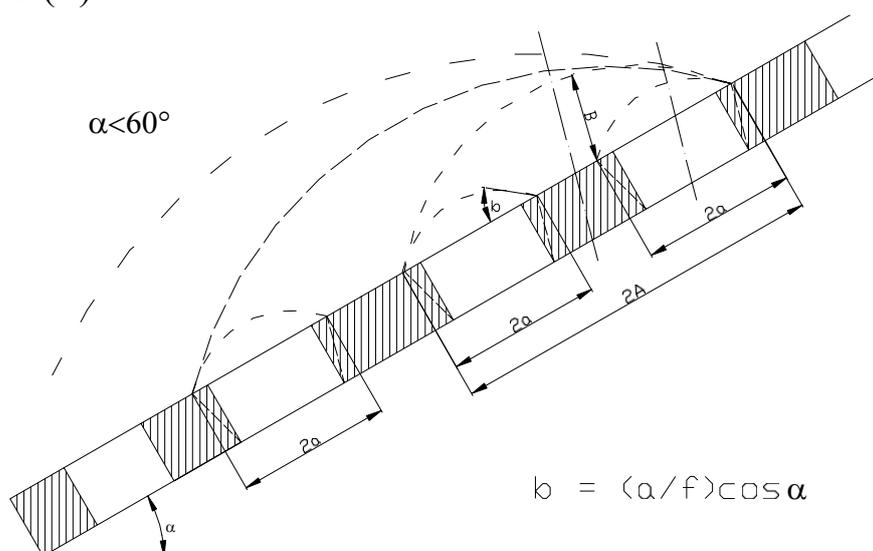
Нагрузку на искусственный массив, его элементы в зависимости от гипотезы горного давления задают как вес породы в объеме свода естественного равновесия, слабого прослойка, столба пород до поверхности или находят через смещения вмещающих пород в условиях совместного деформирования горного

и искусственного массивов. Кроме этого, учитывают стадийность выемки и пространственное положение рассчитываемого элемента. Размеры подработки массива горных пород при определении нагрузок на несущие опоры из закладки ограничивают пределами при забойной области пониженных напряжений в связи с отставанием формирования во времени и пространстве зоны опорного давления в закладочном массиве, плавностью оседания подработанных пород.

При применении камерных вариантов систем разработки на пологих и наклонных месторождениях в начальный период нагрузку от вышележащих пород воспринимают междукамерные и панельные рудные целики, которые взаимодействуют с окружающим массивом через зоны опорного давления. Искусственные опоры в этом случае нагружены собственным весом и весом пород в объеме свода обрушения или слоя слабых пород над рудным телом. Закладка на этой стадии разработки повышает несущую способность междукамерных целиков.

Таким образом, в период отработки оставшихся рудных междукамерных целиков основными несущими элементами являются рудные панельные (блоковые) целики, находящиеся в окружении искусственных.

По мере увеличения пролета подработки происходит нарастание деформаций в рудных и искусственных опорах, оседание налегающей толщи пород в условиях совместного деформирования комбинированных целиков. Продольная деформация комбинированного целика ( $\Delta h_p$ ,  $\Delta h_3$ ) от сжимающих нагрузок (м):



*Схема к определению высоты свода естественного равновесия*

где  $h$  - высота целика, м;  $\gamma = \rho_{\Pi} g$  - удельный вес налегающих пород, Н/м<sup>3</sup>;

$\rho_{\Pi}$  - плотность пород, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$H$  - глубина разработки, м;  $S_{\Pi}$  - площадь кровли, поддерживаемая целиком, м<sup>2</sup>;  $S_{ц}$  - площадь поперечного сечения рудного целика, м<sup>2</sup>;  $E_p$  - модуль пропорциональности для руды, МПа.

Упрочняющее влияние закладки на рудные целики, находящиеся в окружении искусственных, оценивается коэффициентом упрочнения  $K_y$ , показывающим степень повышения несущей способности рудных опор.

Выемка целиков, воспринимающих максимальные нагрузки ведет к нарастанию нагрузки на искусственный массив, деформирующийся совместно с налегающей толщей пород. Процесс оседания кровли и обжатия закладки носит затухающий характер.

В подработанных породах формируется зона растягивающих напряжений, в которой происходит разупрочнение пород. Размеры зон и интенсивность расслоений являются функцией пролета подработки, угла наклона залежи, коэффициента бокового отпора. Влияние подземной выработки обычно распространяется на высоту 1,5 пролета обнажения. Нагрузки от отслоившихся пород суммируются с нагрузками от совместных деформаций и собственного веса.

При небольших размерах пологих и наклонных залежей расчет нагрузки сводится к определению высоты свода и веса пород в объеме зоны обрушения. Высоту свода обрушения определяют сравнением растягивающих напряжений в кровле камер с пределом прочности пород на растяжение:

$$h_{\text{обр}} = \frac{l(1,12-\eta)\gamma H - [\sigma_{\text{РАС}}]}{(1,3+4,9\beta)\gamma H + 4,9[\sigma_{\text{РАС}}]}$$

где:  $\eta$  - коэффициент бокового распора;  $[\sigma_{\text{РАС}}]$  - предел прочности пород кровли на растяжение, Па. Формула справедлива при боковом распоре, равном 0,2÷0,3 и отношении глубины расположения кровли камер к ее пролету, большем двух.

Существуют методы расчета высоты свода обрушения через угол сдвига и крепость пород:

$$h_{\text{обр}} = 0,25l_{tg} \left( 45 + \frac{\varphi}{2} \right);$$

$$h_{\text{обр}} = \rho/2f$$

где  $l$  - минимальный размер подработки, м;  $\varphi$  - угол внутреннего трения пород кровли, градус;  $f = [\sigma_{сж}]/100$  - крепость пород по шкале проф. М. М. Протодьяконова.

На рис. 2 показана схема определения свода естественного равновесия в зависимости от ширины подработки массива.

Реактивное влияние закладки, снижающ ее размер области расслоения пород, из-за ее высокой податливости незначительно и может быть определено зависимостью

$$h_{обр} = h_{рас} \left( 1 - \frac{1,1\sigma_3}{\gamma H} \right),$$

где  $h_{рас}$  - размер зоны растягивающих напряжений (обрушения) при отсутствии давления на контуре, м;  $\sigma_3$  - давление закладки на контуре кровли, МПа;  $\gamma H$  - напряжение в нетронутом массиве на уровне кровли, МПа.

На крутопадающих месторождениях, разрабатываемых камерными и слоевыми вариантами систем с твердеющей закладкой, нагрузки на искусственный массив создаются в основном горизонтальными составляющими гравитационного и тектонического полей, действие которых проявляется в сближении стенок очистного пространства. Закладка вследствие высоких компрессионных свойств не оказывает существенного влияния на напряженное состояние пород, не изменяет характер распределения напряжений в окружающем массиве. Рудные целики и горный массив остаются главными несущими элементами. Назначение закладки в этом случае состоит в предупреждении движения разупрочненного массива боков камер и повышении их устойчивости. Количественные значения напряжений и деформаций в массиве закладки определяются величиной сближения боков выработанного пространства в условиях упругого или упругопластического деформирования пород зоны разгрузки в поле гравитационных и тектонических сил с учетом реакции искусственного массива, уменьшающего смещение пород в сторону очистного пространства. Влияние разработки распространяется во вмещающие породы на глубину, равную  $1/4$

$$h_{рос} = \frac{h_B + l_B}{6}$$

где  $h_B, l_B$  - высота и ширина выработанного пространства, м.

При сплошной выемке в кровле также образуется зона пониженного давления (разгрузки), а в рудном массиве зона повышенного (опорного) давления. По мере увеличения пролета обнажения и заполнения выработанного

пространства закладочными смесями породы кровли взаимодействуют с массивом закладки, который ведет себя как податливая крепь, пока не реализует полностью возможность деформироваться под нагрузкой и не воспримет полный вес столба пород. Налегаящая толща действует подобно плите, закрепленной одним концом над рудным массивом и опирающейся другим на закладочный массив. Размер зоны разгрузки пропорционален усадке закладочного материала. Коэффициент концентрации напряжений в рудном массиве пропорционален усадке до значений  $\varepsilon = 3\%$ . При  $\varepsilon \leq 3\%$  смещение налегающей толщи происходит плавно без разрывов, при  $\varepsilon > 3\%$  в кровле происходит расслоение пород. Значения коэффициента концентрации напряжений в рудном массиве определяется пролетом подработки:

$$K_k = 2,1 - 1,1 e^{-\left(\frac{L}{80}\right)^{1,5}}$$

$$K_k = \frac{0,8 \cdot l_n n + 14}{\sqrt[3]{H}}$$

где  $e$  - основание натурального логарифма;  $L$  - пролет подработки, м;  
 $H$  - глубина работ, м;  $l_n$  - ширина вынимаемой ленты, м;  $n$  - число одновременно обрабатываемых лент.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Как показывает практика подземной разработки месторождений, закладочный массив подвергается действию веса налегающей толщи пород только на расстоянии 40-60 м от забоя, в зоне очистных работ он пригружен собственным весом и весом технологического оборудования.

В инженерных расчетах применяют упрощенные методы. Для целиков из закладки ограничиваются определением нормальных напряжений по опасному сечению в предположении, что целики работают в условиях одноосного сжатия, а напряжения по площади сечения распределены равномерно. Фактическую неравномерность распределения напряжений в целиках учитывают введением коэффициента запаса прочности. Тогда нормальные напряжения в закладке  $\sigma = P/S_3$ , где  $P$  - нагрузка на искусственный целик;  $H$ ;  $S_3$  - площадь сечения целика, м<sup>2</sup>.

### **REFERENCES**

1. Агашков М. И., Малахов Г. М. Подземная разработка рудных месторождений. М. Недрa 1966. – 361-363 с.

2. Агашков М.И., Борисов С.С., Боярский В.А. Разработка рудных и нерудных месторождений . М.Недра 1983. -173-175 с.
3. Жигалов М.Л., Ярунин С.А. Технология, механизация и организация подземных горных работ - М. Недра.,1990. – 162 с.
4. Агошков М.И., Малахов Г.М. Подземная разработка рудных месторождений –М. Недра., 1966 – 232 с.
5. Бердиева, Д. Х. (2020). СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАКЛАДОЧНЫХ РАБОТ В СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАУЛЬДИ. *Экономика и социум*, (11), 509-513.
6. Бердиева, Д. Х. (2021). К вопросу снижения себестоимости закладочных работ при системе разработки горизонтальными слоями С закладкой. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(4), 674-679.
7. Касимов, М. А., & Бердиева, Д. Х. (2021). Выбор оптимального варианта системы разработки на руднике Каульды. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(6), 235-240.
8. Бердиева, Д. Х., & Мамазиёева, Ш. Ш. Преимущества камерно столбовой системы разработки на месторождение Каульды. *Экономика и социум ст*, 303-307.
9. Бердиева Дилрабо Хасановна Косимов Мухиддин Одилович «Усовершенствование закладки труб в условиях шахты Каульды» *Central Asian Academic Journal of Scientific Research*. ст. 52-59 2022/2-3
10. Муталова М. А., Хасанов А. А. Разработка технологии извлечения вольфрама из отвальных хвостов НПО АО «Алмалыкский ГМК» //Universum: технические науки. – 2019. – №. 12-1 (69).
11. Муталова М.А., Хасанов А.А., Салиджанова Г.К., Ибрагимов И.С., Мельникова Т.Е. (2022). Использование местного реагента в разведении полиметаллических медно-свинцово-цинковых руд. *Journal of Optoelectronics Laser* , 41 (5), 401-409.
12. Хасанов, А. А. (2022). СОСТОЯНИЕ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ВОЛЬФРАМОВЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (1), 68-71.
13. Хасанов, А. А., Гоибназаров, Б. А., Баратов, С. А., & Абдусаматова, М. А. (2022). Исследование Химического И Минералогического Составов Лежалых Хвостов Ингичкинской Обоганительной Фабрики. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES*, 3(5), 362-370.
14. Шамаев М.К., Аскарлов А.М. Перспективы дальнейшей разработки

месторождений «Ёшлик-1» и доработки действующего месторождения «Кальмакыр». Международная научно-практическая онлайн конференция «Проблемы, перспективы и инновационный подход эффективной переработки минерального сырья и техногенных отходов». г.Алматы 27 мая 2021 года.

15. Khasanov O.A., Gaibnazarov B.A., Shamayev M.K., Melnikova T.E., «Methodology for an Integrated Research of Application of the Simple Structures of Explosives in the Development of Residential Deposits», International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 6, Issue 12, December 2019, pp. 11995-12000.

16. Khasanov O.A., Gaibnazarov B.A., Melnikova T.E., “The Research of the Effect of Borning Charges Energy on the Relief and Quality of Ore Crushing”, International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 6, Issue 10, October 2019, pp. 11409-11415.

17. Melnikova Tatyana Evgenievna, Tashkulov Akmal Alisher Ugli, Mavlyanova Gulshan Abdurakhimovna, “Prospects for ore flow quality management in deep pits”, International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, Vol.2(2) 2020, pp.31-35, DOI: 10.24412/2181-144X-2020-2-31-35.

18. Shamaev M.K., Melnikova T.E., Tashkulov A.A., Kurbanbaev D.M., «Production Of Drilling And Explosion Works At The “Yoshlik I” Mine Quarry With The Use Of Non-Electric Initiation System And Emulsion Explosives», International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 7, Issue 5, May 2020, pp.13550-13554.

19. Khasanov O.A., Gaibnazarov B.A., Melnikova T.E., «Bases Of The Explosion Theory Of Industrial Explosives And Determination Of The Radius Of Mine Massage Cracking Zones In The Explosion Of Focused Extended Charges», International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 7, Issue 4, April 2020, pp. 13477-13481.

20. Shamaev, M. K., & Melnikova, T. E. (2021). WALL CONTROL AND CONTOUR BLASTING TO ENSURE THE STABILITY OF THE QUARRY BOARDS WHEN OPERATING DRILLING AND BLASTING WORKS. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(4), 902-909.

21. Melnikova, T. E. (2021). Increasing the boundaries of open pit depths by applying effective methods of opening and transportation systems of mined rock from deep horizons. *Scientific progress*, 2(2), 1623-1630.

22. Tashkulov A.A., Berdiyeva D.X., Anarbayev X.P., «Lava Ventilation Technology in Coal Mines International» Journal of Advanced Research in Science,

Engineering and Technology Vol. 6, Issue 11 ,

23. Tashkulov A.A., Berdiyeva D.X., Anarbayev X.P., «Estimation of Efficiency of Use of SelfPropelled Machines When Developing Caulda». International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 1 , January 2020

24. Y.P. Isomatov., Tashkulov A.A., Mustafayev B.N., «About changes of mining-geological conditions of Kalmakyr deposits shortening» International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol.6, Issue 61, September 2019.

25. Ilmuratov U., Tashkulov A.A., Anarbayev X.P., «Parallel design with mining and operations of a new modern mining and metallurgical complex based on the Almalyk MMC» International Journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology, Vol 7, Issue 4, April 2020

26. Rahmonkulov R., Manshurov Sh.T., Tashkulov A.A., «Automation of removing the coordinates of the work piece nodal points, for further production of parts on CNC machines» International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 9 , September 2020

27. Шамаев М.К., Ташкулов А.А., «Требования к решениям по выбору методов и средств освоения месторождений для горного производства» International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences ст.45-50. Vol.1(1) 2020

28. Шамаев М.К., Ташкулов А.А., «Эффективность отработки вскрыши высокими уступами на месторождениях полезных ископаемых при открытой разработке» Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences VOLUME 1, ISSUE 5 ISSN 2181-1784, 2021.

29. М.К.Шамаев., Ш.М.Алимов., «Обеспечение устойчивости бортов при ведении буровзрывных работ» Volume: 02 Issue: 04 April2021 ISSN: 2660-5317

30. М.А.Муталова, А.А.Хасанов, «Разработка технологии извлечения вольфрама из отвальных хвостов НПО АО «Алмалыкский ГМК» Universum: технические науки 3 2019г.

31. М.А.Mutalova, А.А.Khasanov, G.K.Salijanova, I.S.Ibragimov, T.E. Melnikova, «Use of Local Reagent in Breeding Polymetallic-Copper-Lead-Zinc Ore» Journal of Optoelectronics Laser 41 (5), 401-409 2022

32. А.А.Хасанов «СОСТОЯНИЕ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ВОЛЬФРАМОВЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ» Journal of Advances in Engineering Technology, 68-71

- 
33. Анарбаев, Халим Пахритдинович., «Разработка рациональной схемы обогащения лежалых хвостов вольфрама применительно руднику Ингички». Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences VOLUME 1 ISSUE 5 ISSN 2181-1784 2021:
34. Сохибов И.Ю., Анарбаев Х.П., Маркшейдерское обеспечение комплексного освоения ресурсов горнодобывающих регионов International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences ISSN: 2181-144X DOI: 10.24412/2181-144X-2020-1-35-38