

ПАРАМЕТРЫ ОБНАЖЕНИЙ СТЕНОК КАМЕР ПРИ СИСТЕМАХ РАЗРАБОТКИ С ТВЕРДЕЮЩЕЙ ЗАКЛАДКОЙ

Зассеев И.А., Гарифулина И.Ю., Дедегкаева Н.Т., Гашимова З.А.
*Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный
технологический университет), г. Владикавказ*

Ключевые слова: отработка месторождения, закладочная смесь, угол наклона, стенка камеры, устойчивость, угол сдвижения, сплошная выемка.

Аннотация. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, направленных на совершенствование технологии закладочных работ на Октябрьском руднике. Исследованиями установлено, что формирование наклонных стенок камер по контакту с закладочным массивом с углом наклона в сторону выработанного пространства от вертикали 5 до 25 градусов обеспечивает снижение максимальных сжимающих напряжений на стенки заполненной твердеющей закладкой камеры в 1,36-1,61 раза. Результаты работы могут использоваться на горнорудных предприятиях ведущих разработку в условиях высокого горного давления.

CHAMBER WALL OUTCROP PARAMETERS FOR HARDFILL MINING SYSTEMS

Zasseev I.A., Garifulina I.Y., Dedegkaeva N.T., Gashimova Z.A.
*North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological
University), Vladikavkaz*

Keywords: mine development, backfilling mixture, inclination angle, chamber wall, stability, displacement angle, solid notch.

Abstract. The paper presents the results of theoretical and experimental studies aimed at improving the technology of laying operations on a October mine. Studies have found that formation of inclined walls of chambers by contact with filling mass with angle of inclination towards developed space from vertical 5 to 25 degrees provides reduction of maximum compressive stresses on walls of chamber filled with hardening filling by 1.36-1.61 times. The results of the work can be used at mining enterprises that are developing in conditions of high mountain pressure.

Основная причина недостаточной устойчивости камер при камерных системах разработки – двухстадийный прядок отработки камер в этаже с повышенным разубоживанием руды закладкой при выемке вторичных камер, достигающим 5-7%. Анализ параметров отработки камер на руднике «Октябрьский» позволил установить технологические особенности, связывающие процессы проявления горного давления с размерами очистных камер и нарушенностью горного массива. Обрушение стенок камер в большинстве случаев развивается от уровня первого подэтажа, расположенного на 10 м выше выпускаемых дучек и образует вогнутую плоскость, наклоненную к горизонту под углом естественного обрушения.

На рисунке 1 даны графики зависимости углов обрушения стенок камер от их длины.

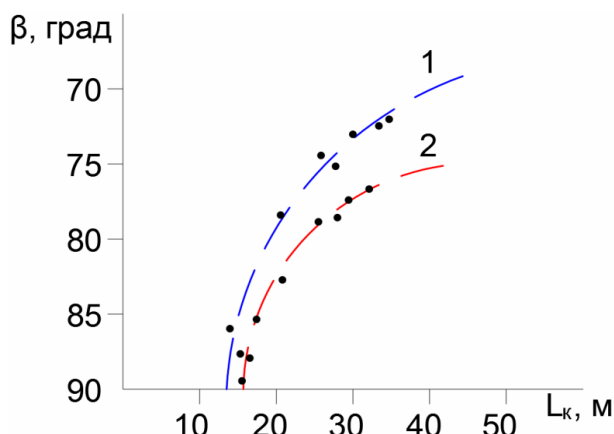


Рис. 1. Зависимость углов обрушения стенок камер от их длины: 1 – при отработке междукamerных запасов; 2 – при отработке первичных камер

Линии, ограничивающие две области по экстремальным значениям, позволяют прогнозировать предельные углы обрушения стенок камер в зависимости от их длины для разнонарушенных массивов. Камеры высотой 45-50 м сохраняют вертикальность стенок при длине 14 м, в более прочных рудах камеры сохраняют устойчивость при длине 17 м. Процесс разрушения стенок камер наиболее интенсивно развивается в первые месяцы, в дальнейшем интенсивность снижается. По истечении 10 месяцев устанавливается равновесие при определенных углах обрушения, зависящих от устойчивости массива руды и длины камер.

Рассмотренные выше зависимости корректны для камер высотой 45-50м, поэтому с целью определения устойчивых параметров стенок камер для различных соотношений их высоты и длины были проведены исследования по методике ВНИМИ. Результаты исследований по установлению устойчивых размеров стенок камер в зависимости от угла их наклона представлены на рисунке 2. По данным исследований устойчивость рудной кровли нарушается при увеличении ширины камеры более 12-14м. Если придавать стенкам отрабатываемых камер наклон, их размеры можно значительно увеличить. Так, при наклоне камеры на 80° ее длину можно увеличить на 20-25%.

Зависимость устойчивых размеров стенок камер от угла их наклона имеет форму гиперболы и может быть описана выражением

$$H_k = A + \frac{M}{L_k - A},$$

где H_k – высота стенки камеры; L_k – длина стенки; A и M – коэффициенты, зависящие от свойств пород и условий обработки, определяются из рисунка 3.

Исследованные методы расчетов параметров искусственных стенок в камерах основаны на решении плоской задачи для междукamerных целиков при двухстадийной выемке, без учета влияния длины камеры и сцепления закладки на торцевых поверхностях.

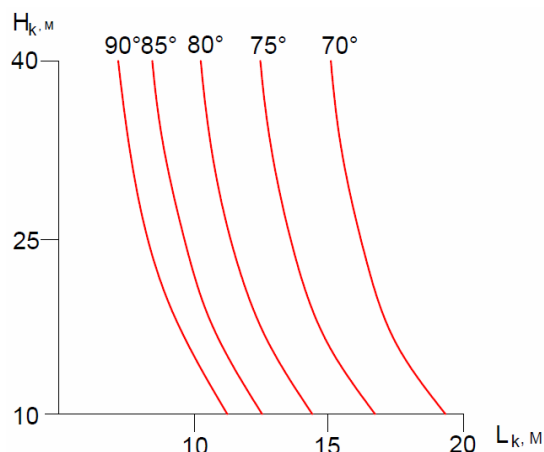


Рис. 2. Зависимость высоты и длины камер от угла наклона стенок

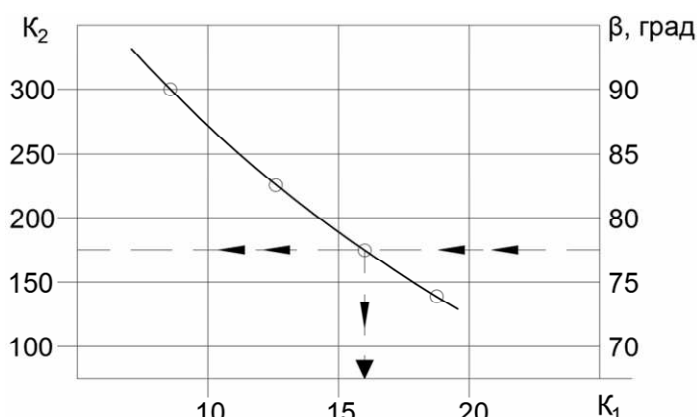


Рис. 3. Номограмма для определения коэффициентов K_1 и K_2 в зависимости от угла наклона камеры (β)

Надежный метод оценки устойчивых параметров искусственных стенок камер при сплошном порядке выемки основан на следующих положениях.

В процессе сплошной выемки камер образуется закладочный массив блочной структуры (рис. 4), в котором «бетонные» блоки представляют последовательно отработанные и заложенные камеры. Устойчивость этих блоков при подработке зависит от прочности массива твердеющей закладки и величины действующих нагрузок.

При увеличении размеров камер в закладочном массиве повышаются напряжения, в результате чего массив деформируется в сторону открытого очистного пространства. В массиве монолитной твердеющей закладки наблюдаются деформации, которые развиваются от основания камеры под углом сдвига массива. Величины деформаций нависающей стенки при наклоне на выработанное пространство показывают, что в основании стенки массив испытывает вертикальные сжимающие напряжения, перемещающие части массива в открытую камеру. С увеличением наклона с 80° до 65° величина напряжений возрастает в 1,43 раза, что может явиться причиной смятия массива.

пространства от вертикали 5 до 25 градусов обеспечивает снижение максимальных сжимающих напряжений на стенки заполненной твердеющей закладкой камеры в 1,36-1,61 раза.

Список литературы

1. Габараев О.З. Исследование геомеханических свойств породной закладки в условиях объемного сжатия // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2001. – №8. – С. 211-214.
2. Габараев О.З., Валиев Н.Г., Майстров Ю.А., Зассеев И.А. Обоснование параметров технологии отработки подработанных вкрапленных руд // Устойчивое развитие горных территорий. – 2017. – № 1. – С. 109-115.
3. Каплунов Д. Р., Калмыков В. Н., Рыльникова М. В. Комбинированная геотехнология. – М.: Руда и металлы, 2003. – 558 с.
4. Малинин А.М., Хуцишвили В.И., Хубулов О.Ю. Состояние и перспективы закладочных работ Талнахских рудников // Цветные металлы. – 2007. – №7. – С. 13-15.
5. Методические указания по технологии приготовления и определению физико-механических свойств эквивалентных материалов. – Л.: ВНИМИ, 1980. – 95с.
6. Методические указания по определению механических свойств и напряжений в массиве пробами МГД. – Л.: ВНИМИ, 1979. – 74с.
7. Хубулов О.Ю. Аналитический метод определения предела прочности закладочного массива в обнажениях горных выработок // Горный журнал. – 2010. – №6. – С. 78-82.

References

1. Gabaraev O.Z. Investigation of geomechanical properties of a rock deposit under volumetric compression // Mining Information and Analytical Bulletin. – 2001. – №8. – P. 211-214.
2. Gabaraev O.Z., Valiev N.G., Maistrov Y.A., Zasseev I.A. Substantiation of parameters for the technology of mining undermined disseminated ores // Sustainable Development of Mountain Territories. – 2017. – № 1. – P. C. 109-115.
3. Kaplunov D. R., Kalmykov V. N., Rylnikova M. V. Combined geotechnology. – M.: Ore and Metals, 2003. – 558p.
4. Malinin A.M., Khutsishvili V.I., Khubulov O.Yu. State and prospects of stowing operations at the Talnakh mines // Non-ferrous metals. – 2007. – №7. – P. 13-15.
5. Methodic instructions for preparation technology and determination of physical and mechanical properties of equivalent materials. – L.: VNIMI, 1980. – 95p.
6. Methodical Directions of Determination of Mechanical Properties and Stresses in Massif with MHD Samples. – L: VNIMI, 1979. – 74p.
7. Khubulov O.Yu. Analytical method for determining the ultimate strength of stowing massif in outcrops of mine workings // Mining Journal. – 2010. – №6. – P. 78-82.

Сведения об авторах:

Information about authors:

Зассеев Игорь Анатольевич – аспирант кафедры горного дела	Zasseev Igor Anatoltvich – post-graduate student of the Mining Department
Гарифулина Ирина Юрьевна – аспирант кафедры горного дела	Garifulina Irina Yurevna – post-graduate student of the Mining Department
Дедегкаева Нина Таймуразовна – аспирант кафедры горного дела	Dedegkaeva Nina Taimurazovna – post-graduate student of the Mining Department
Гашимова Залина Алиевна – кандидат технических наук	Gashimova Zalina Alievna – candidate of technical sciences
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), г. Владикавказ, Россия	North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia

Получена 29.09.2021