

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАГРУЗОК НА КРЕПЬ, ВЫБОР ТИПА И ПАРАМЕТРОВ КРЕПИ ВЫРАБОТОК СОГЛАСНО РЕЙТИНГА УСТОЙЧИВОСТИ ПОРОД МАССИВА СВИНЦОВО-ЦИНКОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «АКЖАЛ»

Танекеева Г.Д. (РК, г. Караганда КарГТУ);

Мукушев Н. (РК, г. Караганда КарГТУ) e-mail: tanekeeva77@mail.ru

Аннотация

В статье приведены результаты геомеханического мониторинга состояния массива горных пород месторождений свинцово-цинкового месторождения «Акжал». Определены показатели физико-механических свойств руд и пород. Установлена высокая степень категорий устойчивости массива пород месторождений Акжал. В результате, согласно рейтинга устойчивости пород массива приведены рекомендации по выбору типа и параметров крепи выработок.

Ключевые слова: геомеханика, месторождение, рудник, горные породы, горное давление, крепь, выработка, физико-механические свойства.

GEOMECHANICAL FEATURES OF FORMING LOADS FOR A STRONG, SELECTING THE TYPE AND PARAMETERS OF THE STRENGTH DEVELOPMENT ACCORDING TO THE RATING SUSTAINABILITY OF BREEDS OF THE MASSIF OF LEAD-ZINC DEPOSIT "AKZHAL"

Tanekeeva G.D. (RK, Karaganda city KSTU);

Mukyshev N. (RK, Karaganda, KSTU) e-mail: tanekeeva77@mail.ru

Annotation

The article presents the results of geomechanical monitoring of the rock mass of the deposits of lead-zinc Deposit "Akzhal". Indicators of physical and mechanical properties of ores and rocks are determined. A high degree of stability categories of the rock mass of Akzhal deposits is established. As a result, according to the rating of stability of rocks of the massif recommendations on the choice

of type and parameters of support of developments are given.

Key words: geomechanics, Deposit, mine, rocks, rock pressure, support, production, physical and mechanical properties

Введение

Современный этап развития горнодобывающей отрасли характеризуется значительными геомеханическими процессами, связанных с изменением напряженного состояния, деформированием горных пород и проявлением горного давления. Проявление горного давления в подземных выработках могут быть как статическими, то есть довольно медленно развивающимися во времени, и, в целом, являющимися безопасными для человека, так и динамическими, протекающими чрезвычайно быстро, нередко с катастрофическими последствиями. Все это снижает эффективность и безопасность процесса освоения подземного пространства. В таких условиях трудно представить процесс освоения недр без современных методов геомеханики.

Теоретически безупречный подход к решению поставленной цели положительно может быть осуществима при наличии максимальной информации о состоянии массива горных пород при недропользовании.

В связи с этим основной целью работы является проведение геотехнических исследований устойчивости горных пород и на их основании выдача рекомендации по выбору типа и параметров крепи выработок

ТОО «Nova-Цинк» образован в 1997 году на базе Акжалского месторождения, расположенного в Шетском районе Карагандинской области. Основная производительность деятельность ТОО «Nova-Цинк» заключается в отработке свинцово-цинковых руд. С 2016 года предприятие перешло на комбинированный способ отработки открыто-подземным.

Подземная отработка Акжалского месторождения производится в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях, где руды и вмещающие породы имеют достаточно высокую прочность, а сам массив характеризуется структурной нарушенностью.

Руководство ТОО «Nova-Цинк» уделяет особое внимание на промышленную безопасность освоения недр. Одним из реальных примеров является геомеханические исследования, проводимые КазНУТУ имени К.И.Сатпаева, в рамках которых изучение прочностных свойств горных пород массива [1].

Основными прочностными свойствами скальных и полускальных горных массивов, необходимыми для решения вопросов устойчивости горных выработок, являются плотность γ , сопротивление пород на сжатие $\sigma_{сж}$ и разрыв σ_r , сцепление K и угол внутреннего трения p . Эти свойства являются различными в куске (образце) и в массива для одного и того же типа пород. Например, сцепление пород, полученное по лабораторным испытаниям в образце, может быть в десятки раз больше, чем для той же породы в массиве.

Определение прочности горных пород на одноосное сжатие производится в соответствии с международным стандартом.

Исследованиями установлено, что угол внутреннего трения в массиве (ρ_m) по поверхностям ослабления можно принимать равным углу внутреннего трения (ρ_k), полученному для данной породы по лабораторным испытаниям. Сцепление в массиве горных пород значительно отличается от сцепления в куске в сторону уменьшения и может быть получено натурными испытаниями, замерами происшедших обрушении использованием коэффициента структурного ослабления [2, 3].

В таблице 1 приведены физико-механические свойства горных пород месторождения Акжал по результатам лабораторных испытаний.

Таблица 1 - Физико-механические свойства горных пород в образце Акжалского месторождения

Глубина отбора проб, м	Наименование породы	Прочность при одноосном сжатии $\sigma_{ж}$, МПа	Прочность при одноосном растяжен. σ_p , МПа	Плотность γ , 10^3 кг/м ³	Сцепление в куске К, МПа	Угол внутреннего трения ρ , град.	Крепость пород f
Данные КазНТУ за 2002-2008гг							
112,0-113,0	Известняк	126	14,3	2,68	32	31	8,6
152,6-153,0	Известняк	139	14,5	2,71	34	31	9,2
170,0-170,8	Известняк	140	14,8	2,72	34	29	9,5
155,0-156,0	Диорит	170	16,0	2,67	46	30	8,8
200,0-201,5	Диорит	171	16,2	2,69	48	30	9,0
Данные ТОО «Геосервис» за 2010г.							
248		100,5	12,3	2,7	22,5	34	8,0
258		89,6	6,7	2,7	23,0	34	8,0
Данные КазНТУ за 2017 год							
260	Известняк	170,1	16,5	2,71	37	28	8,2
265	Известняк	173,1	17,2	2,72	49	30	8,8
545	Известняк	170,0	16,0	2,73	45	30	9,0
545	Известняк	172,0	16,9	2,71	48	35	8,2
505	Известняк	170,0	16,2	2,72	48	30	8,8
505	Известняк	170,0	16,8	2,73	50	38	9,5

По мнению Г.Л. Фисенко, углы внутреннего трения пород в образце и массиве совпадают, т.е. $\rho \approx \rho'$, поэтому рекомендуется использовать наши испытания лишь для определения величины сцепления C' , а угол внутреннего трения ρ' находить в результате лабораторных исследований образцов пород, отобранных с мест проведения натурных испытаний.

Анализ изучения фактической устойчивости откосов, выявленных основных видов деформаций прибортовых массивов и причин, вызывающих эти деформации, а также результатов структурных особенностей и физико-механических свойств горных пород позволил получить графоаналитические зависимости между параметрами откосов и свойствами пород (рисунок 1 и табл.2).

Таблица 2– Уравнения связей свойств пород с глубиной их залегания

Исследуемая величина	Уравнение функций	Величина достоверн.	Пределы действия
Сцепление по трещине k , Па*105	$k = 14,5 + 0,2H - 0,0004H^2$ (1)	0,88	300<H<50
Угол внутреннего трения ρ , градус	$\rho = 25,5 + 0,1H - 0,0002H^2$ (2)	0,90	250<H<50
Крепость пород f	$f = 6,15 + 0,018H - 0,00003H^2$ (3)	0,89	300<H<50
Плотность породы γ , т/м ³	$\gamma = 2,36 + 0,0038H - 0,000008H^2$ (4)	0,88	250<H<50

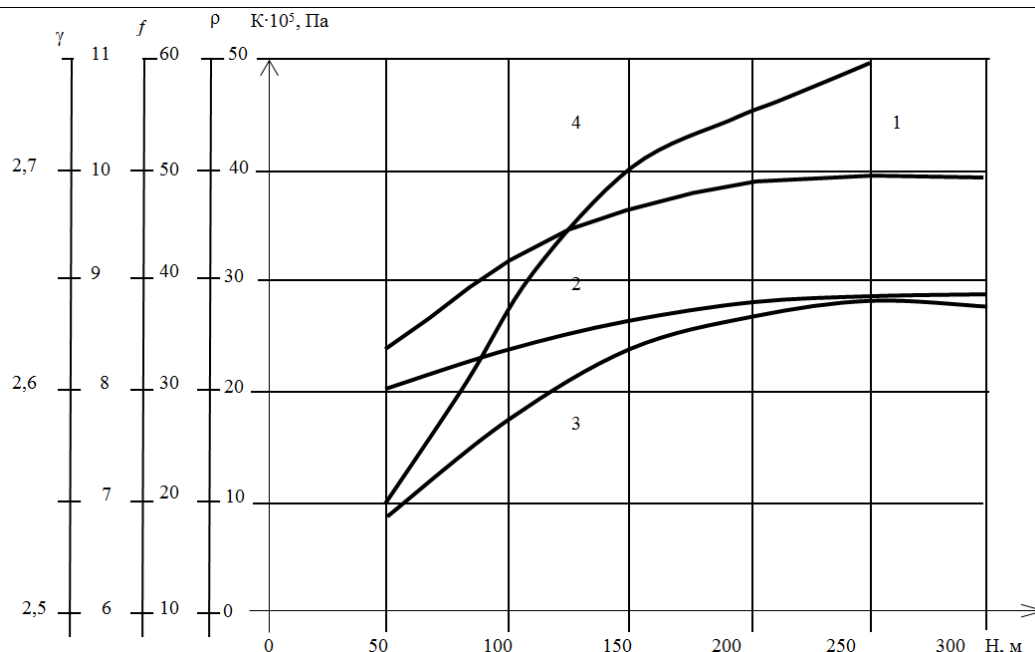


Рисунок 1– Зависимость прочностных свойств массивных известняков с глубиной их залегания на руднике Акжал: 1-сцепление - k ; 2- угол внутреннего трения- ρ ; 3- прочность- f ; 4- средняя плотность γ .

Кривые изменения свойств пород проведены по усредненным показателям по глубине через 50 м. Оценка и надежность определения зависимостей произведены по формулам математической статистики. Отклонение расчетных кривых от эмпирических колеблется в пределах 5-8%, а в большинстве своем кривые совпадают друг с другом. Анализ данных также показывает, что прочностные свойства пород с глубиной их залегания заметно меняются. Все это предопределяет необходимость повсеместного и обязательного усиленного ведения горных работ по креплению выработок с обязательным учетом особенностей и характера проявления геомеханических процессов.

В связи с этим элементами, обеспечивающими безопасность работающих под землей людей, является создаваемая технологическая конструкция - горная крепь. При этом, задача определения нагрузки на крепь горных выработок является одной из основных в геомеханике, где расчет крепи сводится, как правило, к определению либо ее толщины, либо типоразмера прокатного профиля и количества рам, устанавливаемых на 1 м выработки. В любом случае предполагается известная величина нагрузки на крепь, которую нередко называют горным давлением в узком понимании этого термина.

Известно большое количество гипотез по исследованию теории горного давления и, вследствие, чего авторами дана методика оценки давления горных пород на крепь протяженных выработок. Каждая гипотеза претендует на универсальность решения, однако практика показывает, что в лучшем случае можно говорить лишь о некотором диапазоне горно-геологических условий, в пределах которого оправдывается та или иная исходная предпосылка. Это связано с большой сложностью и многообразием факторов, влияющих на характер проявлений горного давления.

В настоящее время все известные теории горного давления в зависимости от используемых методов разделяются на три группы [4]:

- к первой группе относятся методы расчета крепей по заданной нагрузке и характеризуется тем, что давление на крепь рассматривается как внешняя нагрузка, величина которой не зависит от конструкции крепи, режима ее работы, глубины заложения, а является лишь функцией механических свойств горных пород и размеров выработки. При этом, данная

гипотеза и расчетный метод базируются на положениях и соотношениях строительной механики. В ее основе лежат достаточно простые модели. Теоретические исследования, относящиеся к первой группе гипотез нашли отражение в работах М.М.Протодяконова, П.М.Цимбаревича, В.Д. Слесарева и др.;

– вторая группа называется методами расчета по заданным деформациям, характеризующиеся давлением на крепь рассматривается не как внешняя нагрузка, а как результат взаимодействия крепи и боковых пород. Определяющая величина нагрузки на крепь является функцией величины конструктивной податливости (деформируемости) крепи. Вторая группа теории горного давления основывается на методах механики сплошной среды, в том числе и реологии. По этой методике расчетные схемы и исходные соотношения базируются, а также значительно ближе отражают природу и механизм процессов, происходящих в окрестности горных выработок. Наиболее полно это направление представлено в работах: Р. Феннера, К.В. Руппенейта, А. Лабасса, Ж.С. Ержанова и др.;

– третья группа гипотез горного давления объединила достоинства двух первых подходов. В соответствии с последними представлениями деформируемость, или конструктивная податливость, крепи является функцией перемещений контура выработки, зависящих от глубины расположения выработки, прочности и структуры вмещающих пород, а нагрузка на крепь определяется размерами зоны неупругих деформаций, зависящими от тех же факторов. Впервые учитывающий такой подход был предложен Ю.М.Либберманом и выполненные расчеты величины нагрузки на крепь достаточно близко совпадают с натурными измерениями.

Для решения подобного рода связанных задач с горной крепью горному инженеру общеизвестны, что определение основными параметрами для шахтной крепи являются ее несущая способность и податливость. В этой связи, при выборе рациональных параметров крепи необходимо решение задачи установления характера и величин действующих нагрузок на крепь. При отработке рудных тел Акжалского месторождения основным геотехническим фактором, определяющим процесс формирования горного давления, является влияние очистных работ. В зависимости от пространственного расположения горных выработок степень влияния и величина нагрузок на крепь выработок существенно разнятся. На выработки расположенные вне зоны влияния очистных работ величина горного давления обусловлена преимущественно глубиной H , где определяющим является параметр γH , формирующий свод естественного равновесия. При ведении очистных работ происходит перераспределение горного давления на массив вмещающий очистные камеры. В результате происходит образование зоны опорного давления, где вертикальная составляющая давления σ_y значительно превышает значение γH и характеризуется коэффициентом нагрузки k_n , значение которого определяется экспериментально-аналитическим методом. Размеры зоны опорного давления ее распространение в глубь массива зависят от параметров очистного пространства и достигают 250-300 м, при этом пик опорного давления составляет величину в пределах $k_n = 1,5-1,8$, иными словами, $\sigma_y = k_n \gamma H$. Таким образом, выработки расположенные в зоне влияния очистных работ подвержены значительно большим давлениям, чем выработки пройденные вне зоны влияния.

При расчете нагрузок на крепь и выборе способа их установки в качестве ориентира принимается максимально возможное значение $h_{обр}$ на период ведения очистных работ, что необходимо учитывать уже на проектном этапе. Занижение расчетных показателей может привести к негативным явлениям, преждевременному разрушению крепи и необходимости ее восстановления, что значительно снижает безопасность труда и увеличивает финансовые расходы на ведение горных работ.

Неизбежные первоначальные затраты возможной двухслойной или трехслойной установки рам будут вполне оправданы и экономически целесообразными [5].

Практика отработки месторождения в интенсивно нарушенном массиве показывает, что подготовительные и нарезные выработки пройденные и закрепленные обычным порядком не выдерживают полного срока службы без перекрепления, а эта процедура достаточно трудоемкая, небезопасная и требует значительных материальных затрат, нарушая технологический режим очистной выемки.

Анализируя состояние перекрепляемых выработок, пройденных в породном интенсивно трещиноватом массиве, установлено, что вокруг них образуется зона неупругих деформаций (ЗНД), размеры которой находятся в зависимости от ширины выработки. Вследствие проявления неуправляемых процессов, происходит смещение пород в незакрепленных выработках, величина которого достигает 20-50 и более сантиметров.

Выводы

Определенные показатели физико-механических свойств руд и пород Акжальского месторождения, а также отсутствие существенных изменений геотехнических показателей массива с ростом глубины разработки, позволяет применять систему с принудительным обрушением при проектировании отработки нижних горизонтов и смежных залежей.

Таким образом, установлена высокая степень категорий устойчивости массива пород месторождений Акжал, это позволяет применять полимерное анкерное крепление.

Список литературы

1. Агильбаев Б.Н., Нурпеисова М.Б., Жусипов А.А. Результаты изучения прочностных свойств пород месторождения Акжал. - Горный журнал Казахстана, 2017, №10. – С. 22-25.
2. Букейханов Д.Г., Нурпеисова М.Б., Бек А.Ш. Методика определения прочностных свойств горных пород. — М.: ИПКОН РАН, 2005. – С.50-53.
3. Нурпеисова М.Б.; Касымканова Х.М.; Кыргызбаева Г.М., Бек А.Ш. Методические рекомендации по оценке устойчивости бортов карьеров Акжал. -Алматы: КазНТУ, 2007. – 18с.
4. Шашенко А.Н., Пустовойтенко В.П., Сдвижкова Е.А.Геомеханическа.-Киев, НГУ. - 2016. – 528 с.
5. Третьяк А.В. Выбор оптимального вида крепления горных выработок на основе моделирования напряженного состояния подземной конструкции //Горный журнал,2013, №5. – С. 31-34.