

Выводы и направления дальнейших исследований. Следовательно, изменяя размеры радиального зазора между ВВ и породой, происходит изменения величины импульсной нагрузки по высоте разрушаемого уступа горных пород в зависимости от конкретных условий ведения БВР. Для этого достаточно иметь указанные соотношения диаметров зарядов ВВ в верхней и нижней части скважины и линейные размеры высоты столба ВВ с разными значениями Δ .

Данная конструкция скважинного заряда с радиальным зазором позволяет улучшить качество взорванной горной массы с увеличением выхода фракции $0 + 400$ мм на 2,5 %.

Список литературы

1. **Власов О.Е.** Основа теории действия взрыва. –М.: ВИА, 1957. –407 с.
2. Кузнецов В.М. Математические модели взрывного дела. –Новосибирск: Наука, 1977. –259 с.

УДК 622.271

В.К. СЛОБОДЯНИЮК, канд. техн. наук, доц., Ю.В. ПЕРЕГУДОВ, магистрант, Криворожский технический университет

УЧЕТ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ И РАЗНОСЕ ВРЕМЕННО НЕРАБОЧИХ БОРТОВ ГЛУБОКОГО КАРЬЕРА

Исследовано влияние горно-геологических особенностей прибортового массива на безопасность открытой разработки при формировании и разносе временно нерабочих бортов карьеров

Досліджено вплив гірничо-геологічних особливостей прибортового масиву на безпечність відкритої розробки при формуванні та розносі тимчасово неробочих бортов кар'єру.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Поэтапная открытая разработка крутопадающих месторождений сопровождается работами по формированию и разносу временно нерабочих бортов. Высота участка временно нерабочего борта между смежными по высоте рабочими зонами карьера достигает 60-100 м, угол откоса временно нерабочих бортов равен углу откоса нерабочего борта и существенно превышает угол откоса рабочего борта. При этой системе разработки особую роль играют вопросы учета особенностей залегания рыхлых и плотных пород в прибортовом массиве, которые оказывают существенное влияние на устойчивость борта карьера и на обеспечение безопасных условий производства горных работ. В отечественной практике проектирования не принято выделять в проекте карьера промежуточные этапные контура, и соответственно, влиянию локальных особенностей залегания горных пород на устойчивость борта карьера не уделяется достаточного внимания. Это лишает горных инженеров проектного

обоснования для разрешения горнотехнических ситуаций, требующих в определенные периоды времени изменения конструкции борта карьера и кратковременного повышения эксплуатационного коэффициента вскрыши.

Анализ исследований и публикаций. В исследовании [1] управляемым параметром является угол откоса уступа. В этом случае существует множество вариантов сочетания параметров уступов, слагающих оцениваемый борт карьера, которые имеют близкие значения коэффициента запаса устойчивости. Но многие из этих вариантов изначально не являются технологически целесообразными, особенно те, в которых нижние уступы борта имеют пологий откос уступа, а необходимый коэффициент запаса устойчивости борта карьера достигается увеличением угла откоса верхних уступов, обычно сложенных рыхлыми и плотными породами.

Известно, что технико-экономические показатели открытой разработки будут наилучшими при максимально допустимом угле откоса нерабочего борта карьера. Угол откоса уступа в данном случае не является неизвестной искомой и оптимизируемой величиной, в большинстве случаев значения углов откоса уступов, обеспечивающих их краткосрочную и долгосрочную устойчивость, известны из проекта разработки и уточнены в ходе эксплуатации карьера.

Актуальной научно-производственной задачей является определение минимального количества и ширины предохранительных берм, обеспечивающих нормативное значение запаса устойчивости борта карьера. Особенно это важно в случаях, когда соблюдение нормативных параметров берм безопасности не обеспечивает безопасных условий производства горных работ в конкретных горно-геологических условиях.

Постановка задачи. Целью работы является разработка методики обоснования, в условиях неопределенности информации о физико-механических свойствах горных пород, безопасных конструктивных параметров борта карьера при различных условиях залегания слоев горных пород.

Изложение материала и результаты. Механико-математической основой современных методов расчета устойчивости откосов является теория предельного равновесия «сыпучей среды». Для практического использования в расчетах устойчивости откосов применяются методы, основанные на том, что предельное равновесие в откосе удовлетворяется не во всех точках некоторой области массива, а лишь по ее внутренней границе (по наиболее напряженной поверхности скольжения) [4]. Известно, что физико-механические свойства горных пород носят вероятностный характер, они зависят от степени обводненности массива и изменяются на протяжении периода эксплуатации карьера. Граница плотных и скальных пород во многих случаях не является горизонтальной плоскостью. В зависимости от наклона этой плоскости по отношению к выработанному пространству карьера при одних и тех же физико-механических свойствах горных пород оценка устойчивости борта карьера будет различной. Известны примеры (Приазовские железорудные месторождения, месторождения Правобережной аномалии),

когда вдоль линии простирания месторождения плоскость кристаллического фундамента имеет многочисленные подъемы и падения, то есть при разработке такого месторождения геомеханические характеристики борта карьера будут изменяться.

Применение геоинформационных технологий компьютерного моделирования [2, 3] позволяет оптимизировать геометрические и физико-механические параметры горных выработок и существенно ускорить процесс определения рациональной конструкции борта карьера. В исследовании для выполнения научно-исследовательских работ рекомендуется использовать компьютерную систему GeoStudio 2007.

Информационной основой численного эксперимента является математическая модель борта карьера и прибортового массива горных пород с учетом физико-механических свойств горных пород и положения основных водоносных горизонтов. Одной из задач данной работы являлось исследование закономерностей изменения коэффициента запаса устойчивости борта карьера при изменении параметров залегания пластов плотных (глина, каолин) и скальных пород, слагающих прибортовой массив. Были построены и изучены три упрощенные модели борта карьера:

- 1) прибортовой массив сложен пластами пород, падение которых направлено в сторону выработанного пространства карьера;
- 2) прибортовой массив сложен горизонтально залегающими пластами горных пород;
- 3) прибортовой массив сложен пластами пород, падение которых направлено вглубь массива горных пород;

Для каждой из упрощенных моделей определена высота борта карьера, угол откоса пород, его слагающих, физико-механические свойства горных пород (плотность, угол внутреннего трения, сцепление пород). Положение горных пород в плоскости откоса борта карьера во всех моделях одинаковое. Зона скальных пород в данном исследовании считается устойчивой и угол откоса борта карьера оптимизируется только в зоне расположения рыхлых и плотных пород.

Рациональные параметры борта карьера определяются в ходе последовательных итераций, уменьшающих угол откоса борта карьера до достижения значения, обеспечивающего в конкретных горно-геологических условиях нормативный коэффициент запаса устойчивости.

После определения безопасного угла откоса борта карьера строится ступенчатый профиль, состоящий из уступов (с заданным углом откоса уступа) и количеством бERM безопасности, общая ширина которых определяется высотой борта и разностью начального и безопасного углов откоса борта карьера.

Для каждой из упрощенных моделей карьера было произведено 10 численных экспериментов, в которых последовательно изменялись физико-механические свойства пород: удельная масса от 1,86 до 2,13 т/м³, угол внутреннего трения от 14 до 25°, сцепление от 0,046 до 0,14 МПа. Результаты исследования приведены на рис. 1.

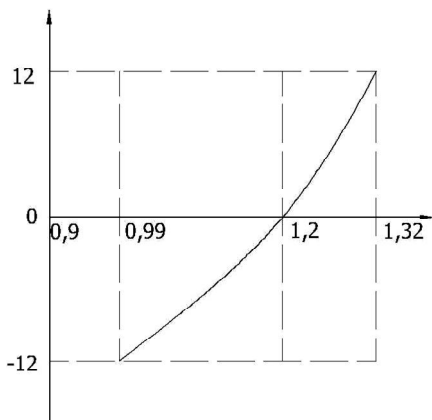


Рис. 1. Изменение коэффициента запаса устойчивости временно нерабочего борта в зависимости от угла падения стратиграфических слоев (отрицательный угол – падение пластов в выработанное пространство, положительное значение – вглубь массива)

Так как в реальных горно-геологических условиях сбор достоверной информации о свойствах пород является сложной, дорогостоящей, а иногда и неосуществимой задачей, данная методика позволяет быстро и эффективно смоделировать множество возможных вариантов поведения борта карьера. Таким образом, даже при неточных или недостающих данных, появляется возможность определить вероятную область возможных оползней и обрушений борта карьера.

Выводы и направления дальнейших исследований. Разработана методика обоснования в условиях неопределенности данных о свойствах прибортового массива горных пород конструктивных параметров борта карьера, обеспечивающих безопасное производство горных работ. Результаты моделирования показывают, что при оценке в проекте параметров борта карьера необходимо учитывать не только физико-механические свойства горных пород, но и параметры залегания пород в прибортовом массиве.

В дальнейших исследованиях будут проанализированы и исследованы наиболее типичные примеры геологического строения прибортовых массивов горных пород с целью разработки рекомендаций по выбору безопасной конструкции борта карьера.

Список литературы

1. **Легучий В.В.** К оптимизации параметров бортов открытых горных выработок // Науковий вісник НГУ. –2010. –№ 4. –С. 64-67.
2. **Гальперин А.М.** Геомеханика открытых горных работ. –М.: Издательство МГУ, 2003. –473с.
3. **Попов В.Н., Шпаков П.С., Знаков Ю.Л.** Управление устойчивостью карьерных откосов. –М.: Издательство МГУ, 2008. –683 с.
4. **Фисенко Г.Л.** Устойчивость бортов карьеров и отвалов. –М.: Недра, -1965. –375 с.