

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. При комбинированном способе разработки месторождений полезных ископаемых формируется сложная геомеханическая система. На напряженно-деформированное состояние горного массива одновременно влияют технологические операции открытых и подземных горных работ. При отработке подкарьерных запасов возникает ряд проблем, одной из которых является осложнение поддержания в устойчивом состоянии подземных горных выработок из-за наличия и постоянного наращивания объема внутреннего отвала.

Практика применения внутреннего отвалообразования становится все более актуальной и используется на месторождениях, ведущих отработку комбинированным способом. Схема размещения вскрышных пород в карьерной выемке обосновывается рядом преимуществ, среди которых сокращение расстояния транспортировки и экономия площадей для размещения отвалов [1]. В связи с тем, что на месторождении свинцово-цинковых руд «Акжал», возникла необходимость формирования в карьерной выемке отвала пустых пород, была поставлена задача по оценке влияния внутреннего отвала на геомеханическую обстановку глубоких горизонтов при дальнейшей отработке подкарьерных запасов.

Изучению технологии внутреннего отвалообразования при комбинированной разработке полезных ископаемых уделяется достаточно большое внимание [2, 3, 4]. При этом главное место в исследованиях занимает, как правило, анализ технологических процессов и устойчивость откосов отвалов, а влиянию внутреннего отвала на геомеханическую обстановку подкарьерного массива отводится второстепенная роль.

В работах [5, 6] вопросы влияния внутреннего отвала на геомеханическую обстановку подкарьерного массива рассматриваются с учетом влияния таких основных факторов, как горно-геологические условия месторождения, обводненность, влияние буровзрывных работ и др. Также, для целостной оценки устойчивости горных выработок, находящихся непосредственно под дном карьера и в прилегающем массиве горных пород, учитывается наличие трещин и других нарушений в породном массиве [7].

Для прогнозной оценки влияния внутреннего отвала на геомеханическую обстановку глубоких горизонтов необходима комплексная оценка напряженно-деформированного состояния подкарьерного массива с учетом особенностей физико-механических свойств вмещающих пород на основе численного моделирования.

Целью работы является оценка влияния внутреннего отвала, отсыпанного на дне карьера и сейсмического воздействия взрывных работ на напряженно-деформированное состояние массива вокруг горных выработок, расположенных в подкарьерной части рудника.

Идея работы заключается в использовании установленных закономерностей изменения напряженно-деформированное состояние массива в подкарьерной части рудника в результате внутреннего

отвалообразования для определения значения коэффициента запаса прочности пород, позволяющего ожидать, что массив горных пород вблизи очистного блока будет находиться в переходном напряженном состоянии от устойчивого к предельному.

Объектом исследования является массив горных пород подкарьерной части рудника, находящийся под влиянием многих факторов, вызывающих сложное напряженно-деформированное состояние.

Задачи исследования:

- установление предельных параметров напряжённо-деформированного состояния породного массива, определяющих безопасное ведение работ;
- определение сейсмического воздействия взрывных работ на устойчивость горных выработок.

Методы исследования. В работе применен комплексный метод, включающий анализ горно-геологических и горнотехнических условий разработки месторождения «Акжал»; численный анализ напряженно-деформированного состояния массива горных пород; натурные исследования состояния породных обнажений и прочности вмещающих пород с последующей камеральной обработкой собранных данных; рейтинговая оценка устойчивости породного массива; сейсмическая оценка влияния взрывных работ на устойчивость техногенных обнажений.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- обоснованы параметры устойчивости техногенных обнажений с учетом горно-геологических условий на примере месторождения «Акжал»;
- установлен характер влияния внутреннего отвала на геомеханическую обстановку подкарьерного массива при комбинированной системе отработки рудного месторождения.

Научное значение заключается в том, что предлагаемый метод оценки устойчивости техногенных обнажений, испытывающих различные по своей природе воздействия, позволяет установить с достаточной степенью надежности параметры безопасного проведения горных выработок и извлечения полезного ископаемого.

Практическая ценность работы заключается в определении предельных параметров напряженно-деформированного состояния породного массива, позволяющих установить безопасные условия добычи полезного ископаемого при комбинированной схеме разработки месторождения на примере рудника «Акжал».

Положения, выносимые на защиту:

1 Техногенное воздействие на массив горных пород приводит к изменению напряженно-деформированного состояния горных пород в приконтурной части массива.

2 Геологический индекс прочности пород позволяет осуществлять корректный переход от прочности образца горных пород к прочности массива горных пород.

3 Использование систем оценки качества геологической среды вместе с методами численного моделирования позволяет обоснованно подойти к

геомеханической оценке устойчивости массива горных пород, выбору параметров крепления выработок, решению вопросов безопасности ведения горных работ.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются: корректной постановкой технологических задач и правомерностью использования современных вычислительных методов для их решения; удовлетворительной сходимостью результатов теоретических исследований с фактическими данными промышленных наблюдений.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования; проведении анализа горно-геологических и структурно-тектонических особенностей породного массива месторождения Акжал; проведении лабораторных испытаний прочностных характеристик основных рудовмещающих пород Акжальского месторождения; использовании численного моделирования влияния размещенных пустых пород в центральной части карьера на напряженно-деформированное состояние подкарьерного массива; проведении натурных исследований с целью определения значения геологического индекса прочности горных пород подкарьерного массива.

Реализация работы. Выработаны рекомендации для устойчивого поддержания горных выработок в сложных горно-геологических условиях подземных рудных месторождениях.

По диссертационной работе получены акты внедрения в учебный процесс НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» по дисциплинам бакалавриата и магистратуры образовательной программы «Горное дело» и справка об использовании результатов исследований при разработке плана горных работ рудника «Акжал» ТОО «Nova Цинк».

Апробация работы. Основные положения докторской диссертаций докладывались и были обсуждены на научном семинаре кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Международных научно-практических конференциях и форумах: «International University Science Forum. Practice, science and education», г.Торонто (Канада), 2020 г., «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», г.Караганда (Сагиновские чтения №11, 12) 2019-2020 гг.

Публикация работы. Основные положения работы отражены в 5 печатных работах, из них 2 статьи, опубликованные в журналах, входящие в базу Scopus, 2 статьи, опубликованные в журналах, входящих в Перечень рекомендованных изданий КОКСОНВО, 3 тезиса докладов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти разделов и заключения (выводов), содержит 99 страниц печатного текста, списка использованных источников из 58 наименований и 2 приложений.