

УДК 622.272

Д.А. Мельков

КОНЦЕПЦИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ МАССИВОМ

Рассмотрена система управления состоянием массива посредством регулирования уровня напряжений и деформаций назначением достаточных по размерам и прочности несущих элементов с учетом сейсмичности.

Показатели эффективности разработки сложноструктурных месторождений во многом определяются уровнем технологически создаваемых напряжений в целиках, горных выработках и сводах нарушенных пород над ними, а несущая способность природных и искусственных элементов массива корректируется технологическими средствами.

Показатели качества и полноты извлечения запасов зависят от целенаправленного использования свойств рудовмещающих массивов и техногенных условий. Одним из основных вопросов эксплуатации является выбор параметров управления массивами.

В массивах сложного строения вблизи стенок выработок и целиков в результате совместного действия гравитационных, тектонических сил, влаги и температуры развиваются напряжения, сопровождающиеся деформациями, определяющими поведение горных пород при разработке.

Управление состоянием массива состоит в регулировании уровня напряжений и деформаций путем назначения достаточных по размерам и прочности несущих элементов. Оно сводится к созданию таких условий,

при которых напряжения в его элементах не превышают критических и не сопровождаются разрушающими массив деформациями.

Решение задачи предполагает раскройку шахтного поля на геомеханически сбалансированные участки с помощью целиков, которые могут упрочняться путем подпора закладкой и хвостами вышелачивания.

Критерием эффективности технологий управления состоянием массива являются показатели потерь и разубоживания, которые определяют экономическую эффективность разработки месторождений.

Массив представляет собой систему напряжений, сконцентрированных в краевых частях выработок и над целиками. Эта система может быть увязана с полями напряжений рядом расположенных участков, поэтому появляется реальная возможность управлять состоянием массива, применяя ориентированные на учет напряженности и деформаций технологии.

Критерием оценки экономической эффективности технологий управления массивом является разность между стоимостью готовой продукции и затратами на ее производство, зави-

сящими от технологии управления состоянием массива.

Уточнение параметров управления массивом дает возможность уменьшить потери и разубоживание руд в недрах или одновременно, или компенсировать ущерб от одного из компонентов качества за счет другого.

Для определения условий и механизма разрушения массива осуществляется комплекс исследований, включающий обследование горных выработок, документирование и систематизацию сведений о состоянии массивов и пустот, интерпретацию сведений горно-технологического и геологического характера, определение характеристик пород, в том числе их реакции на напряжения. Полученные данные используются для расчета параметров управления массивом в конкретных условиях.

Недостатком таких оптимизационных расчетов является то, что исходные данные для них получаются уже в ходе воздействия на массив и отражают начальную фазу реакции массива на вторжение в него.

Этот недостаток минимизируют введением коэффициента запаса, что изменяет величину потерь в целиках и разубоживания вмещающими породами без надежной корреляции. Поэтому расчеты оказываются или заниженными или завышенными.

Завышение размеров целиков увеличивает потери, а завышение пролетов очистных выработок чревато резким увеличением разубоживания при обрушении пород в выработанное пространство.

Занижение размеров целиков уменьшает потери, но повышает опасность разубоживания при обрушении

пород. В обоих случаях экономике предприятия наносится ущерб, величина которого зависит от субъективной погрешности.

Добыча с повышенными потерями руды экономически целесообразна, если ущерб от дополнительных потерь компенсируется экономией затрат на добычу, снижением ущерба от разубоживания и повышением ценности добытой руды за счет повышения выхода машинных классов.

Между потерями, разубоживанием и производительностью труда существуют эквивалентные соотношения, которые определяются совместным анализом экономических показателей предприятия и геомеханических условий разработки.

В любом случае игнорирование природных и техногенных сейсмических колебаний приводит к тому, что ослабление целика сопровождается повышенным разубоживанием руды вмещающими породами.

При технологиях с учетом сейсмических колебаний размеры целиков могут быть больше полученного по базовому варианту, но разубоживание будет меньше за счет повышения несущей способности пород кровли очистной выработки.

Экономическая эффективность варианта управления массивом с учетом сейсмичности превышает базовый вариант, несмотря на некоторое удорожание работ при разделении месторождений на геомеханически сбалансированные участки целиками и пролетами оптимальных размеров со снижением фронта работ.

Управление состоянием массива посредством регулирования уровня напряжений и деформаций назначением достаточных по размерам и прочности несущих элементов с уче-

том сейсмики является резервом упрочнения экономики горных предприятий в условиях рынка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голик В.И. Разработка месторождений полезных ископаемых. Владикавказ. МАВР. 2006.
2. Голик В.И., Исмаилов Т.Т. Управление состоянием массивов. Москва. МГУ. 2005. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Мельков Д.А. – аспирант, ГФЦ РАН и РСО-А.

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.И. Комашенко.



© Д.А. Мельков, 2008

УДК 622.272

Д.А. Мельков

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ МАССИВОМ

Рассмотрен метод конечных элементов при определении параметров целиков, позволяющий уточнять несущую способность целиков с корректировкой на динамическую составляющую поля напряжений.

Расчеты параметров управления массивом сложного строения производят на основании исследований, включающих обследование горных выработок, документирование и систематизацию сведений о состоянии массивов, определение характеристик пород, в том числе их реакции на напряжения.

Недостатком таких расчетов является то, что исходные данные для них искажаются реакцией массива на технологическое вторжение в него. Поэтому на практике параметры управления массивом заведомо завышают введением коэффициента запаса, что сопровождается увеличением потерь запасов, или наоборот, занижают, что увеличивает разубоживание руд породами. Коэффициенты запаса, как правило, не имеют объективного обоснования.

Для повышения корректности расчетов те параметры управления массивом используются возможности метода конечных элементов. Напряженно-деформированное состояние массива горных пород является результатом взаимодействия полей, формирующихся под влиянием техногенных и природных факторов, и позволяет дифференцировать зоны концентрации напряжений.

Метод конечных элементов рассматривает массив как совокупность дискретных элементов, границы которых определяются узловыми точками, и предполагает, что реакция континуума на внешнее воздействие может быть описана реакцией узловых точек.

Геологическая ситуация способствует развитию деформаций, перераспределяющих технологически обусловленные напряжения в массиве. Наиболее опасные проявления горного давления происходят на участ-

ках сочленяющихся структурных нарушений, сложенных прочными, но разрушенными и ослабленными породами. Послойные трещины усиливает темпы дезинтеграции структур пород при техногенном воздействии, а крутопадающие - усиливают возможность накопления энергии.

Результаты исследований геологических предпосылок оруденения представляют сложно-структурный массив как среду с незакономерно изменяющимися энергетическими характеристиками. Поведение такой среды при нарушении геодинамического баланса адекватно сопровождается перераспределением энергии и высвобождением ее при превышении предельных для данных условий параметров.

Основную роль в управлении массивом играют рудные целики, оставляемые в местах потенциальных критических напряжений и деформаций. При освоении интенсивных вариантов систем разработки запас руды в целиках увеличивается с одновременным увеличением потерь и разубоживания.

При решении задачи оптимизации параметров управления состоянием массива в процессе разработки месторождений на основе оценки напряженности возникает необходимость параметрического описания влияния формы целика на механизм его разрушения и различной прочностью целика при различном соотношении высоты очистных камер и ширины целиков.

Одной из важных причин деформаций массива является возникновение собственных колебаний в породах, которые под воздействием сейсмички вибрируют и отслаиваются по контактной поверхности даже при

слабых землетрясениях в окрестностях массива.

Любое горнотехническое сооружение в течение всего срока своего существования находится в поле напряжений и перемещений, вызванных сейсмическим действием естественных и техногенных динамических явлений, например, вызванных взрыванием взрывчатых веществ. В результате сейсмических воздействий в углах горных выработок возникают знакопеременные напряжения, которые представляют собой дополнительные слагаемые к гидростатическим напряжениям, также имеющим максимумы в данных областях.

Во времени процесс характеризуется тем, что напряжения одного знака возникают в противоположных углах целика: с одной стороны у контакта с потолочной, с другой стороны у основания.

Хотя интенсивность динамических напряжений может быть меньше на несколько порядков от статических напряжений, их роль в триггерном механизме разрушения весьма значительна. Тем более, что в отдельных участках целика одновременно действуют положительные и отрицательные напряжения. Реакция целика на динамические воздействия

(при работе механизмов, взрывных работах, слабых землетрясениях) проявляется в виде знакопеременных напряжений сосредоточенных вблизи углов камер.

Напряжённое состояние узких междуканальных столбчатых и ленточных целиков является, соответственно, одноосным или двухосным. Вблизи массивных панельных или барьерных целиков и границ залежи они разгружены от горного давления. В широких целиках распределение напряжений по сечению неравномерно и зависит от механических свойств материала целика, почвы и кровли. В целиках, сложенных крепкими, хрупкими породами, напряжения концентрируются у стен. В пластичных породах у стенок целика напряжения уменьшаются. В средней части широкого целика образуется ядро, находящееся в объёмном напряжённом состоянии, что повышает несущую способность целика.

Метод конечных элементов при определении параметров целиков позволяет уточнять несущую способность целиков с корректировкой на динамическую составляющую поля напряжений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голик В.И., Исмаилов Т.Т. Управление состоянием массивов. Москва. МГУ. 2005.

2. Мельков Д.А. Оценка напряженного состояния целиков с помощью метода ко-

нечных элементов. – М., 2008. – 12 с. Деп. в Московском государственного горного университете 04.08.08, № 658/11-08.

Коротко об авторе

Мельков Д.А. – аспирант, ГФЦ РАН и РСО-А.

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.И. Комашенко.



© Д.А. Мельков, 2008

УДК 622.272

Д.А. Мельков

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА

Приведены результаты моделирования вариантов технологий управления массивом для условий Садонского месторождения.

В управлении горным давлением главную роль играют рудные целики и искусственно создаваемые в выработанном пространстве несущие конструкции. Их функции сводятся к предотвращению развития зоны неупругих деформаций и обрушения пород.

Устойчивость природных массивов в результате техногенного воздействия определяется уровнем возникающих в них природных гравитационных и тектонических процессов и технологически наведенных напряжений. Эти процессы имеют волновую природу и могут быть оптимизированы на основании результатов исследований их природы и параметров.

Горные выработки существуют в сейсмических и гравитационных полях напряжений, образованных естественными и техногенными динамическими явлениями, и реагируют на изменение параметров полей в резуль-

тате взаимодействия природной и техногенной сейсмичности.

Динамический характер потери устойчивости объясняется сложением потенциала энергии упругого сжатия пород и энергии упругих деформаций в процессе горных работ, поэтому профилактика динамических процессов обеспечивается минимизацией напряжений посредством раскройки месторождения на геомеханически безопасные участки.

На фоне опасных процессов горного производства основная задача литомониторинга состоит в контроле сейсмоопасных участков литосферы путем оптимизации методов оценки потенциальной опасности процесса с использованием средств инженерно-геологических экспертиз и ретроспективной информации при комплексном учете природных и техногенных факторов эксплуатации месторождений.

Сверхзадачей системы управления состоянием природно-технической

геосистемы является оптимизация внутренних отношений энергетических потоков внутри системы по критериям эффективности, безопасности и полноты использования недр.

Оптимизация параметров управления массивом осуществляется повышением их точности за счет введения коэффициента, учитывающего природную и наведенную сейсмичность.

При прогнозировании параметров управления и их экономических последствий в форме потерь и разубоживания руды количественные показатели назначаются с некоторым запасом. Это объясняется тем, что для проектирования новых процессов используются данные, полученные опытным путем при производстве прежних процессов в то время, когда проектные параметры управления получили коррективы под влиянием фактических напряжений в массиве. Поэтому расчеты оказываются или заниженными или завышенными.

Завышение размеров целиков увеличивает потери, а завышение пролетов очистных выработок чревато резким увеличением разубоживания при обрушении пород в выработанное пространство. Занижение размеров целиков уменьшает потери, но повышает опасность разубоживания при обрушении пород. В обоих случаях экономике предприятия наносится ущерб, величина которого зависит от допущенной расчетом погрешности.

Оптимальным вариантом управления состоянием массива является такой, при котором обеспечивается минимум условно-переменных приведенных затрат на добычу с учетом ущербов от ее потерь и разубоживания и изменения ценности добытой балансовой руды.

Добыча с повышенными потерями руды экономически целесообразна, если ущерб от дополнительных потерь компенсируется экономией затрат на добычу, снижением ущерба от разубоживания и повышением ценности добытой балансовой руды за счет повышения выхода машинных классов.

Эквивалентные соотношения между потерями, разубоживанием и производительностью труда определяются анализом экономических показателей предприятия, в ходе которого определяются.

Для условий Садонского месторождения нами моделировались варианты технологий управления массивом: 1-й вариант – на основе традиционных расчетов и 2-й вариант – на основе уточненных расчетов.

При 1-м варианте потери имеют большую величину, потому что назначаются с запасом в 1,15-1,5раза. Исходя из повышенной несущей способности целика, выбирается больший допустимый пролет обнажения кровли. Игнорирование потенциальной возможности сейсмических колебаний приводит к тому, что ослабление целика сопровождается повышенным разубоживанием руды вмещающими породами.

При 2-м варианте с учетом потенциальной возможности сейсмических колебаний размеры целиков могут быть и больше и меньше полученных по 1-му варианту, но разубоживание будет меньше за счет оптимизации размеров целика и опирающегося на него пролета очистной выработки.

Экономическая эффективность предлагаемого варианта превышает базовый, несмотря на некоторое удорожание работ при разделении месторождений на геомеханически сба-

лансированные участки целиками и снижением фронта работ.
пролетами оптимальных размеров со

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шестаков В.А. Проектирование горных предприятий – дополн. и перераб. М.: МГГУ, 2003.
2. Маркин Н.С. Основы теории обработки результатов измерений: Учебное пособие для средних специальных учебных заведений. — М.: Издательство стандартов, 1991.

Коротко об авторе

Мельков Д.А. – аспирант, ГФЦ РАН и РСО-А.

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.И. Комашенко.