

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ КРОВЛИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕГО ПРОТЯЖЕННОСТИ

Трофимов В.А., Шиповский И.Е.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В.Мельникова Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: asas_2001@mail.ru

По мере развития выработанного пространства напряженно-деформированное состояние вмещающего массива горных пород претерпевает существенные изменения, обусловленные как геометрическими размерами и положением выработок, так и деформационно-прочностными свойствами слагающих массив пород. Известно аналитическое описание формирования и развития напряженно-деформированного состояния, для случая, когда кровля отрабатываемого пласта представлена прочными, упругими породами и сохраняет целостность на всех этапах развития выработанного пространства.

Хотя в отдельных ее частях возникают растягивающие напряжения, но ее прочностные свойства не позволяют ей обрушаться с образованием множества отдельностей. В этом случае кровля (речь идет об основной кровле) плавно опускается на почву или обрушенные породы непосредственной кровли.

Зоны растягивающих напряжений возникают над выработанным пространством, и если максимальная величина растягивающих напряжений в них превышает предел прочности на растяжение, то возможно расслоение пород кровли по трещинам напластования с образованием протяженных зияющих трещин. Хотя исходных трещин напластования чрезвычайно много, но в итоге весь процесс разрушения локализуется в одной магистральной трещине, которая в итоге разгружает весь массив от растягивающих напряжений.

Однако такая ситуация возникает далеко не всегда, и зачастую происходит лавинное обрушение кровли при выполнении определенных критериев прочности для породы кровли. При обрушении в тонком пласте разрыхленная порода полностью заполняет пустоту и начиная с какого-то момента подбучивает кровлю, препятствуя развитию ее дальнейшего обрушения.

Деформационное и прочностное поведение геоматериала оценивается критерием, подобным критерию Друкера - Прагера, согласно которому при достижении предела упругости происходит переход к пластическому течению. При этом упругое поведение геоматериала следует закону Гука, задающему линейное соотношение между девиатором скоростей тензора напряжений и тензором скоростей деформации. Упругое состояние среды в пространстве напряжений ограничено поверхностью предельного состояния, при достижении которого начинается процесс неупругого, пластического деформирования, или разрушения.

Фактически параметры этой поверхности определяются в результате проведения лабораторных, либо натурных экспериментов.

С этой целью для расчетов был использован близкая к конусу Друкера-Прагера поверхность для материала, представлявшего породы кровли (песчаник). При этом пластическая деформация при достижении предела упругости определяется с использованием пластического потенциала.

Постановка задачи в конечном итоге сводилась к постепенному увеличению протяженности выработанного пространства при сохранении величин, характеризующих прочностные свойства кровли и, соответственно, возможные ее разрушения. При расчетах полагалось, что мощность вынимаемого слоя составляет 2м, а протяженность выработанного пространства варьировалась от 40м до 80м. Расчеты для различных прочностных параметров пород кровли позволили выявить триггерный характер обрушения кровли при различных подвиганиях забоя.

Отметим, что в проведенном исследовании основным результатом является выявление того факта, что имеет место скачкообразное изменение состояния всего массива с образованием значительных по размерам областей разрушенного материала в кровле пласта. Очевидно, что размеры разрушенной области зависят помимо прочностных свойств материала, так же от размеров выработанного пространства. Т.е. в данной горнотехнической ситуации реализуется неустойчивый характер деформирования, когда смещения в массиве по мере увеличения протяженности выработанного пространства остаются небольшими, т.е. в пределах упругого деформирования, а при достижении предельной протяженности происходит потеря устойчивости кровли, и она обрушается в значительном масштабе.