

Об устойчивости деформирования массива горных пород

Трофимов В.А.

Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Москва, Россия

e-mail: asas_2001@mail.ru

Масштабные катастрофические разрушения в массиве горных пород при разработке твердых полезных ископаемых являются довольно редкими природными явлениями. Характерной чертой этих явлений является внезапное, скачкообразное изменение состояния в результате разрушения той или иной горнотехнической конструкции в составе используемой системы разработки.

По мере развития горных работ под землей постепенно формируется и развивается система пустот, иногда заполненных закладкой или обрушенными породами, которая большую часть времени своего существования является устойчивой, подверженной незначительным, локальным разрушениям. В этот период параметры, описывающие ее состояние, изменяются непрерывно, без значительных скачков. Именно в таком режиме с учетом конкретных горно-геологических условий месторождения и должна функционировать любая система разработки, используемая на шахтах и рудниках. Т.е. допускаются некоторые разрушения, не приводящие к полному коллапсу системы.

Тем не менее, иногда возникают ситуации, в которых нарушается не-прерывный характер изменения параметров системы, что приводит к потере устойчивости и катастрофическим разрушениям, как в выработках, так и на земной поверхности. Отметим необходимые условия возникновения таких разрушений.

Во-первых, в массиве в этом случае всегда можно выделить структурные элементы, которые играют роль «нагружающей системы» (в дальнейшем «система») и собственно «нагружаемый элемент» («элемент») в основном воспринимающий нагрузку. Например, целик и вмещающие горные породы. Либо, трещина контакта, в которой заполнитель и неровности берегов составляют «элемент», а собственно берега трещины – «систему».

Во-вторых, рассматриваемые катастрофические разрушения всегда связаны с первоначальным разрушением «элемента» и последующими подвижками массива горных пород. При этом разрушающим фактором является потенциальная энергия горных пород, довольно быстро переходящая в кинетическую («нагружающей системы»). Смещения могут быть незначительными, порядка нескольких сантиметров, но плотность энергии велика из-за вовлечения в движение больших масс породы и выделения ее на относительно малых «элементах». При этом она может реализоваться в виде разрушения в выработках на значительном расстоянии от «элемента».

В-третьих, силовое взаимодействие «системы» и «элемента» должно происходить в режиме «мягкого» нагружения. В общем случае это означает, что в каком-то смысле деформационные характеристики «системы» и «элемента» должны обеспечивать более высокую податливость у «системы», чем у «элемента». «Система» и «элемент» деформируются совместно, т.е. должен выполняться принцип совместности деформаций, выражающийся, в частности, в непрерывности смещений на их общей границе. При этом в случае «мягкого» нагружения эти смещения определяются в основном деформационными свойствами «элемента», тогда как при «жестком» нагружении – свойствами «системы».

Обычно при подготовке катастрофического явления и при его протекании массив горных пород деформируется таким образом, что «система» разгружается, т.е. ее деформации возрастают, а силовые факторы (скажем, напряжения) уменьшаются. При этом всегда существует некоторый параметр нагружения. В этом качестве может выступать, скажем, протяженность выработанного пространства, изменяющаяся во времени. Либо расстояние от забоя выработки, приближающейся

к разлому, до этого разрывного нарушения в массиве и т.д. в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий отработки.

В тоже время для «элемента» имеет место нагружение, описываемое соответствующей диаграммой деформирования, в общем случае с запредельной ветвью. Отметим, что катастрофическое разрушение произойдет в точке на ниспадающей ветви диаграммы. Она характерна тем, что помимо равенства в ней силовых и деформационных факторов для «системы» и «элемента», в ней соблюдается равенство скоростей изменения этих факторов при нагружении для «системы» и «элемента».