

УДК 338.224

**В.И. Голик, Т.Т. Исмаилов, Д.А. Мельков,  
МЕХАНИЗМ ДЕФОРМИРОВАНИЯ  
СКАЛЬНОГО МАССИВА**

Семинар № 3

**Д**обыча полезных ископаемых представляет собой процесс, обратный их образованию, осуществляемый воздействием на природные объекты энергетическими потоками, более сильными, чем удерживающие эти объекты в равновесном состоянии.

Поэтому предметом совершенствования технологий разработки месторождений полезных ископаемых является распределение энергетических потоков или оптимальное их сочетание по критериям эффективности и безопасности, осуществляемое в природных объектах технологическими средствами.

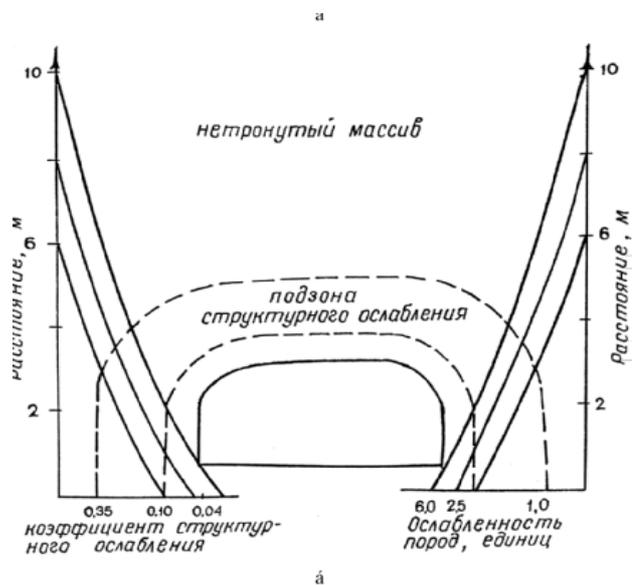
Под влиянием отработки месторождений возникают горизонтальные и вертикальные сдвиги и деформации растяжения и сжатия. Параметры деформирования зависят от вынимаемой мощности залежи, глубины горных работ, угла падения залежи и площади отработки. Граница деформирования определяется граничными углами сдвигающихся пород. Выделяются зона опасного сдвига, где сдвиги и деформации опасны для подрабатываемых сооружений, и менее опасная зона трещин. Значения граничных углов, углов сдвига и углов обрушения зависят от прочностных свойств массива и параметров залегания залежей. При разработке крутопадающих залежей сдвиги проявляются в форме трупобразных провалов.

Для управления состоянием массивов наибольшее значение имеет анизотропия деформационных свойств или отношение пределов прочности при сжатии и растяжении образцов перпендикулярно и параллельно напластованию.

Деформирование массива инициирует перераспределение деформаций в окрестностях горных выработок (рис. 1) и технологических сооружений и крепи (рис. 2).

Состояние реальных массивов корректируется явлением релаксации - изменения во времени поля напряжений образца породы или горного массива в условиях, препятствующих изменению деформаций. Это эффект состоит в уменьшении упругой и увеличении необратимой (пластической) деформации при неизменной общей, поэтому он представляет собой частный случай ползучести, происходящей в динамике напряжений. Уменьшение величины напряжений во времени в зависимости от заданного уровня напряжений и степени вязкости происходит до определенной величины. Закономерное уменьшение напряжений определяется периодом релаксации или временем, необходимым для уменьшения напряжений в 2,718 раз. Для прочных пород время релаксации сотни и тысячи лет, а для слабых - несколько суток.

Реакцией массива на техногенное воздействие является его перемеще-



**Рис. 1. Распределение напряжений и деформаций в окрестностях выработки**

выработки, а также от способа управления кровлей.

На земной поверхности при подработке образуется мульда сдвижения, в которой сдвигения распределяются неравномерно, поэтому там возникают вертикальные (наклон, кривизна) и горизонтальные (растяжения, сжатия) деформации. Опасность деформации земной поверхности уменьшают заклад-

ние и деформирование вследствие нарушения условий равновесия. Над очистной выработкой породы теряют сцепление и смешаются в выработанное пространство. Высота зоны обрушения в 2-6 раз превышает выемочную мощность пласта или рудного тела. За ней располагается зона трещинообразования высотой в 20-40 выемочных мощностей, где в обнажающихся слоях образуются пересекающиеся их трещины, и толща, где породы деформируются без образования трещин.

Вокруг выработки в массиве образуется зона опорного давления, в которой породы уменьшаются в объеме. Поэтому площадь земной поверхности, подвергающаяся сдвигению, превышает площадь отработанного рудного тела.

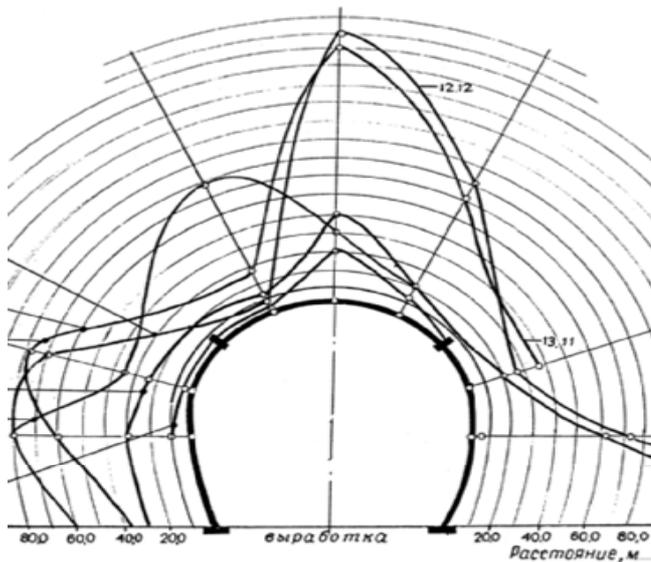
Часть массива, деформирующаяся под влиянием горных работ, называют областью сдвижения земной поверхности. Ее величина прямо зависит от вынимаемой мощности пласта и площади выработанного пространства и обратно от глубины расположения

квой выработанного пространства или разработкой залежей с промежутком времени более продолжительным, чем время сдвижения. Для исключения сдвижения оставляют предохранительные целики.

Горизонтальные и вертикальные сдвигения и деформации растяжения и сжатия, наведенные в литосфере горными работами, зависят от технологии и параметров разработки месторождений.

Адекватной реакцией массива на техногенное воздействие является его перемещение и деформирование вследствие нарушения условий природного равновесия, динамика, динамика которых зависит от тектоники массива и сейсмичности естественных и техногенных процессов.

При техногенном вмешательстве в недра в результате действия гравитационных и тектонических сил в окрестностях выработок возникают вторичные напряжения, которые заставляют массив деформироваться и разрушаться, если напряжения превышают предел прочности пород.



**Рис. 2. Графики изменений напряжений и деформаций в крепи**

среды на техногенное воздействие, протекающую в виде изменения состояния и формы вещества под влиянием энергетических потоков. Поэтому для оптимизации параметров деформирования необходим учет механизма возникновения и параметров развития волновых процессов, наведенных при разработке месторождений полезных ископаемых.

Критические деформации горных пород и массивов происходят в результате действия естественных статических или динамических нагрузок и сопровождаются перераспределением в пределах массивов пород, газов или жидкостей. Динамический эффект производят горные удары, выбросы угля, воды, пород и газа, которые провоцируют проявления горного давления в других формах.

Деформирование массива представляют собой реакцию природной

Деформации пород предотвращают креплением выработок и использованием природоохранных технологий с укреплением массива (закладка, в том числе, твердеющая и т.п.). Для предотвращения и снижения интенсивности динамических явлений применяют способы физико-химического и технологического воздействия на массив, изменяющие его напряжённо-деформированное и газодинамическое состояние. **ИИАС**

### **Коротко об авторах**

*Голик В.И.* – доктор технических наук, профессор, СКГМИ,

*Исмаилов Т.Т.* – кандидат технических наук, доцент, Московский государственный горный университет.

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

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 3 симпозиума «Неделя горняка-2008».

Рецензент д-р техн. наук, проф. *С.А. Гончаров.*

