

ЛЕКЦИЯ № 12

Модуль 2. Изучение трещиноватости и механических свойств горных пород

Раздел 5. Деформирование и разрушение горных пород. Прочностные, деформационные и реологические свойства горных пород

Тема 7. Методы определения свойств горных пород

План лекции

1. Изменение механических свойств пород под воздействием гравитационных сил.
2. Влияние обводненности, газоносности, температуры на свойства горных пород.

Температурные поля в массиве горных пород формируются под воздействием солнечной радиации и тепловых потоков поступающих из недр Земли. Температура горных пород, слагающих месторождения, зависит от многих факторов: строения и состав пород, глубины залегания, наличия термоаномалий, циркуляции глубинных вод и газов, происходящих в породе химических реакций и других причин. Она оказывает существенное влияние на агрегатное состояние массива (мерзлые и талые породы), физико-механические характеристики, водо- и газопроницаемость, температуру рудничного воздуха на выбор способов вскрытия, подготовки и системы разработки, порядок отработки месторождения.

Влияние обводненности. Обводненность массива горных пород зависит от гидрологического режима месторождения, который определяется распределением водных ресурсов в регионе, водопроницаемостью и фильтрационными свойствами пород, напором и дебитом подземных пород.

Прилегающая к земной поверхности часть толщи горных пород подвержена совместному влиянию атмосферных осадков и проникающих из глубины водяных паров. Располагаемая ниже уровня грунтовых вод зона насыщения трещин и пор водой, находится в состоянии гидростатического давления.

Вода, заключенная в массиве горных пород, обладает различной степенью подвижности. Неподвижная вода бывает связана с породами химически или адсорбирована поверхностью трещин и пор. Очень малую подвижность имеет капиллярная вода. Свободная вода, подверженная давлению вышележащих пород, наиболее активна, Она обладает высокой способностью к фильтрации и циркуляции. Степень взаимодействия вод с горными породами зависит от температуры и химического состава пород. В результате образуются сульфатные, карбонатные, хлоридные, углекислые, сероводородные, бактериологические, радиоактивные воды.

Считается, что в скальных породах наиболее применим закон Дарси, согласно которому расход профильтровавшейся жидкости определяется как

$$Q=KS_i$$

где K — коэффициент фильтрации, зависящий от геометрии пор, для слабопроницаемых пород $K < 10^{-8}$ см/с; i - градиент напора (приращение напора, отнесенное к длине пути фильтрации); S - площадь поперечного сечения потока.

Скорость фильтрации $v = Ki$ зависит от направления системы трещин. Если трещина в породе характеризуется параллельными поверхностями, то скорость фильтрации через одну трещину постоянной ширины

$$v = e^2 \gamma_i / (12 \nu),$$

где e — раскрытие трещин; γ - удельный вес жидкости; ν — динамическая вязкость.

Влияние газоносности. В массиве горных пород газы могут встречаться в свободном, растворенном, сорбированном или в твердом состояниях (в виде кристаллогидратов). Газовые компоненты бывают представлены как отдельными атомами, так и сложными химическими соединениями. Наиболее распространены углекислый газ CO_2 , оксид углерода CO , метан CH_4 , сероводород H_2S , сернистый газ SO_2 , азот N_2 , водород H_2 и др. Часто они бывают в виде различных смесей. Присутствие газов в породах объясняется миграцией из атмосферы, биохимическими и химическими реакциями, происходящими в породах, вулканической деятельностью, радиоактивностью пород.

На газопроницаемость пород влияет удельная плотность микротрещин. С увеличением сжимающих напряжений газопроницаемость вначале снижается из-за смыкания трещин и уменьшения пор, а затем при росте нагрузок на породу и появлении микротрещин давления - возрастает. Критические напряжения для появления микротрещин во многих случаях не превышают 20—25 % от разрушающих. Микротрещины могут появляться при циклической нагрузке - разгрузке пород.

Определение газопроницаемости на практике обычно производится газометрами по расходу газа в единицу времени. Газоемкость породы определяется количеством газа, который может быть поглощен единицей объема или массы породы, включая газ в свободном или сорбированном состоянии.

Степень заполнения пустот горных пород (трещин, пор, каверн) газами характеризует их газонасыщенность, которая оценивается величиной коэффициента газонасыщения:

$$K_r = V_r / V_n,$$

где V_r — объем природного газа, заполняющего породу; V_n — объем открытых пор и пустот в породе.

Контрольные вопросы:

1. Как глубина влияет на величину напряжений в массиве породы?
2. Как меняются свойства горных пород с изменением температуры?
3. Как влияет обводненность на прочностные свойства горных пород?
4. Приведите состав и структуру газов, циркулирующих в горных породах.
5. Каким образом предотвращаются внезапные выбросы газов при разработке газоопасных месторождений?