Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 6

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

А. К. ЛАРИОНОВ

ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ В ХВАЛЫНСКИХ ГЛИНАХ

(Представлено академиком Д. И. Щербаковым 24 I 1955)

Часть обширной территории Северного Прикаспия сложена хвалынскими глинами, получившими из-за своей характерной окраски наименование шоколадных. По минералогическому составу они являются полиминеральными с преобладанием каолинита и монтмориллонита. Содержание фракции менее 0,005 мм в их составе колеблется от 35 до 80%. По внешнему виду они представляют собой компактную, очень прочную в сухом состоянии массу. Невооруженным глазом можно видеть тонкие (толщиной 0,1—3 см) белесоватые прослойки мучнистого и тонкопесчаного материала. Эти прослойки вытянуты в горизонтальном направлении и не образуют сплошных слоев. Шоколадные глины, выходящие на дневную поверхность, разбиты сложной системой трещин, часто достигающих значительной ширины и глубины.

Как известно, в глинах аналогичного минерального и механического состава фильтрация воды практически не происходит; считают, что вода перемещается в них главным образом за счет тока молекулярной влаги.

Автор совместно с Ф. В. Молчановым на большом числе образцов изучил процесс фильтрации воды в хвалынских глинах. Для этой цели были поставлены многочисленные опыты на промачивание их водой под постоянным напором. Изучение этого процесса велось на образцах с ненарушенной структурой (влажностью 18—22%), заключенных в стеклянную трубку диаметром 6 см. Над образцом создавался постоянный напор, равный 0,2 м, и по перемещению границы смоченной зоны наблюдался ход промокания образцов.

Опыты дали неожиданные результаты. В начале опыта скорость промокания для всех испытанных глин колебалась от 0,2 до 3,5 см/час. Такая скорость движения воды сохранялась для разных образцов от нескольких часов до нескольких суток. Затем образцы разбивались сетью трещин (шириной от 0,1 до 1,5 мм) и вода начинала быстро фильтроваться через них. Таким образом, хвалынские глины обладают способностью при насыщении водой образовывать систему трещин, по которым и происходит движение воды.

Для подтверждения наличия подобного процесса автор произвел смачивание водой поверхности монолитов. Обнаружилось, что и в этом случае именно в процессе воздействия воды происходит образование трещиноватости. В связи с указанным явлением величина коэффициента фильтрации шоколадных глин оказалась весьма значительной — от 0,08 до 0,4 м/сутки. На рис. 1 показаны характерные графики хода процесса промачивания хвалынских глин.

На движение воды незначительное влияние оказывают песчано-мучнистые прослои, несколько затормаживающие вертикальную фильтрацию и создающие растекание воды по горизонтали. При высыхании глин наблюдается образование горизонтальных трещин, приуроченных только к указанным песчано-мучнистым прослоям; в глинистой части развитие трещин не происходит.

Процесс трещинообразования хвалынских глин при смачивании мы объясняем неравномерным распределением коллоидно-дисперсных мине-

ралов разных типов, обладающих различной способностью к набуханию. Это порождает на одних участках (где преобладает монтмориллонит) значительные концентрации вызываемых интенсивным набуханием напряжений, величина которых достигает 2—3 и более кГ/см², в то время как на других, сложенных слабо набухающим каолинитом, они не возникают. Помимо этого, играет некоторую роль наличие верхней зоны увлажненной породы и нижней зоны — менее влажной. Этот фактор также порождает возникновение на переходном участке условий для образования трещин.

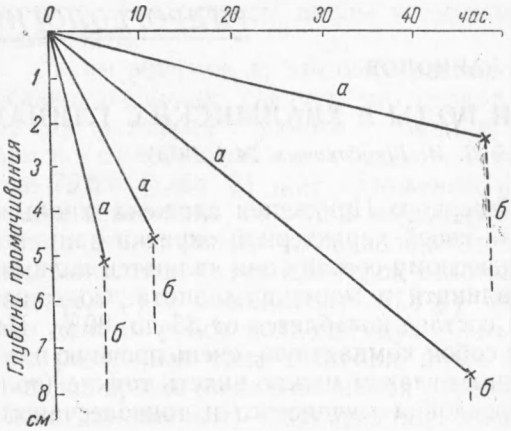


Рис. 1. Скорость промачивания и время образования трещин в хвалынских глинах (Q_3hv). × — момент образования трещин; *а* — промокание, *б* — движение воды по трещинам

Обширные лиманные понижения в пределах Северного Прикаспия во многих случаях заполнены хвалынскими глинами, как правило, сильно трещиноватыми. Трещины на поверхности глин достигают ширины 0,15—0,25 м при глубине до 6—7 м. В центральных частях лиманных понижений трещиноватость обычно отсутствует.

Появление трещин в толще хвалынских глин в свете вышеизложенного объясняется главным образом процессами смачивания пород атмосферными осадками. Первая стадия образования трещин относится к моменту увлажнения породы, когда возникает сложная система трещин. В процессе дальнейшего высушивания трещины стабилизируются и получают некоторое дополнительное развитие вследствие усадки. Повторение циклов смачивания и подсушивания вызывает образование многочисленных крупных трещин. А в откосах выемок, где величина увлажнения сравнительно мала, процесс трещинообразования приводит к разрушению глин вплоть до образования мелких обломков и листочков.

Отсутствие трещиноватости пород в центральных частях лиманных понижений легко объясняется тем, что они весьма долгое время обладают повышенной влажностью и поэтому процесс трещинообразования здесь закончился, а возникшие трещины были заполнены в результате возникающих в глинах пластично-текучих деформаций. Если эти участки просушить, то возникнут трещины усадки и способность к трещинообразованию будет восстановлена.

Наличие подобного механизма трещинообразования позволяет сделать практический вывод, что при строительстве водоподводящих каналов в толще хвалынских глин с малой влажностью в первые же дни их эксплуатации вокруг смоченной зоны и в ее пределах произойдет дополнительное образование трещин, что повлечет за собой резкое возрастание водопотерь на фильтрацию. В дальнейшем в зоне полного насыщения трещины закроются вследствие пластично-текучих деформаций, и фильтрация воды из канала значительно сократится. Но процессы трещинообразования будут быстро разрушать откосы на участке от наиболее низкого стояния уровня воды в канале до их верхней бровки, где будет происходить ток капиллярной воды и переменное высушивание, возникающее при действии солнца и при атмосферных осадках.

Лаборатория гидрогеологических проблем
им. Ф. П. Саваренского
Академии наук СССР

Поступило
22 I 1955