Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXII, вып. 2, 1971 г.

ВЗВЕШИВАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ПОРОВЫХ ВОД НА СЛАБЫЕ ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ

О. В. Боровик

Для обоснованного расчета глубины активной зоны сооружений и устойчивости бортов карьеров, изучения проблем, связанных с природным уплотнением толщ пород требуется однозначное решение вопроса о необходимости учета взвешивания скелета породы поровыми водами.

Большинство исследователей [2, 4—7] считает целесообразным учитывать полное взвешивание при расчете величины природной нагрузки, а объемный вес взвешенной породы при этом рассчитывать по формуле $\gamma' = \gamma - 1$ (γ — объемный вес, определяемый непосредственным измерением). Это не относят к глинистым породам с влажностью ниже максимальной молекулярной влагоемкости, для которых принимают отсутствие взвешивания.

Наряду с общим признанием необходимости учитывать полное взвешивание в рыхлых несвязных породах и не учитывать его в плотных глинистых породах с влажностью ниже молекулярной влагоемкости, некоторые исследователи предлагают учитывать полное взвешивание в слабых водонасыщенных глинистых породах [1].

Приводим соображения, которые позволяют отрицать необходимость учета взвешивания при расчете природной нагрузки для высоковлажных чувствительных позднеледниковых морских глин.

Буровые скважины на участках в нижнем течении р. Кемь выше Подужемских порогов часто вскрывают разрез слабых глинистых пород, подобный приведенному на рис. 1. Характерной особенностью толщ глин здесь является наличие трех зон сверху вниз: 1) выветрелых глин мощностью 1,5—2 *м* (корка); 2) высоковлажных глин мощностью 3—6 *м*; 3) глин с влажностью относительно более низкой, чем во второй зоне, мощностью около 30—33 *м*. При полном водонасыщении всей толщи влажность W в первой зоне 50—60%, второй 80—130% и более, в третьей от 80% в верхней части до 60% в нижней.

Изучение состава толщи — гранулометрического, минерального, пределов текучести $W_т$ и пластичности $W_п$, удельного веса, химического состава поровых вод не выявляет закономерных изменений величин этих показателей по разрезу. Все они не выходят за классификационные пределы, позволяющие охарактеризовать эти глины как тяжелые пылеватые. Влажность глин, как показывает сопоставление результатов, не зависит от показателей, характеризующих их вещественный состав. Такое распределение влажности глины при сравнительно однородном составе можно объяснить влиянием гравитационного уплотнения осадков под весом накапливающихся масс при одновременном геохимическом их упрочнении.

Результаты исследований определяющего влияния гравитационного уплотнения глинистых пород на первых стадиях диагенеза [3] свидетельствуют о том, что возникающие в глинистом осадке связи препятствуют уплотнению породы от возрастающего веса вышележащей толщи до определенного предела. При достижении предельного значения веса происходит разрушение этих связей и уплотнение породы. При этом отжимается

излишняя по отношению к данной нагрузке вода, свободному оттоку которой препятствует малая водопроницаемость пород, проявляющаяся у большинства глинистых пород вплоть до пород с очень высокими коэффициентами пористости (например, современных илов).

Изучаемые глины отличаются значительными структурными связями. По данным микропенетрации, величина их чувствительности составляет 11—37. Несмотря на высокую влажность, они не растекаются под действием собственного веса, а сохраняют приданную им при вырезании монолита форму, что разрешает проходку шурфов глубиной до 8 *м* с обычным креплением, буровых скважин кратковременного срока службы без обсадки

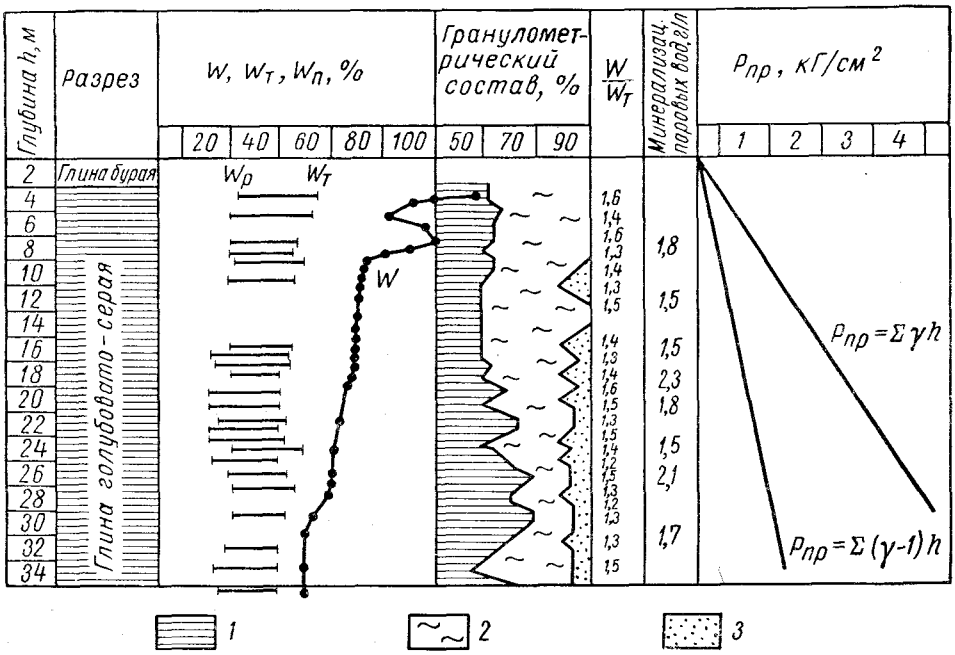


Рис. 1. Геотехнический разрез буровой скважины выше Подужемских порогов

Содержание фракций, *мм*: *1* — глинистой <0,002; *2* — пылеватой 0,05—0,002; *3* — песчаной >0,05

глубиной до 20 *м*. Разрушение глин при полевых и лабораторных испытаниях происходит по типу хрупкого скола при небольшой относительной критической деформации. При трехосных испытаниях образцы разрушаются с образованием поверхностей скольжения под углом к направлению наибольших главных напряжений, а не расплющиваются в бочку, характерную для пластичных тел. Нарушение естественного сложения лишает глины всех этих свойств, и при различного рода воздействиях они ведут себя как пластичное, а чаще как жидкое тело.

Величина структурной прочности при компрессии глин различной влажности составляет 0,5 *кг/см*². При природном уплотнении глинистых толщ, в отличие от лабораторного компрессионного сжатия, сохраняется большая влажность при одинаковой нагрузке. Поэтому кривая природного уплотнения, построенная по результатам определения естественной влажности в одних координатах с лабораторными компрессионными кривыми, должна лежать выше или вблизи последних. Кривая природного уплотнения (рис. 2), построенная при условии расчета природной нагрузки по величине полного не облегченного взвешиванием объемного веса, практически совпадает с лабораторной компрессионной кривой. Кривая природного уплотнения, построенная с учетом взвешивающего действия воды,

пересекает лабораторные компрессионные кривые и проходит гораздо ниже.

Как видно на рис. 3, природная нагрузка $P_{пр}$ с учетом взвешивания не превышает величины структурной прочности и, таким образом, не способна уплотнить породу. В этом случае состояние толщи должно рассматриваться как устойчивое. Природная нагрузка, рассчитанная без учета взвешивания, несколько превышает величину структурной прочности, и в этом случае состояние толщи должно рассматриваться как неустойчивое, так как дальнейшее уплотнение сдерживается наличием начальных градиента с развитием в толще избыточного порового давления. Это подтверждается наличием локально развитых оползней выдавливания вблизи места отбора монолитов — в обрывистом берегу реки на абсолютных отметках, совпадающих с отметками отбора монолитов и защищенных от эрозионного воздействия реки значительным массивом глины.

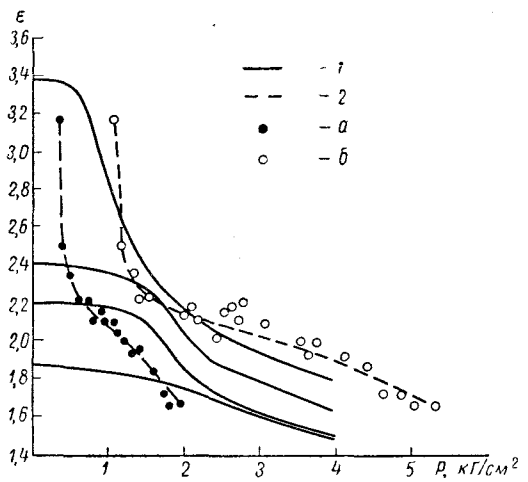


Рис. 2. Лабораторные компрессионные кривые морских глин *1* и природного уплотнения толщи глин *2* с учетом *а* и без учета *б* взвешивания

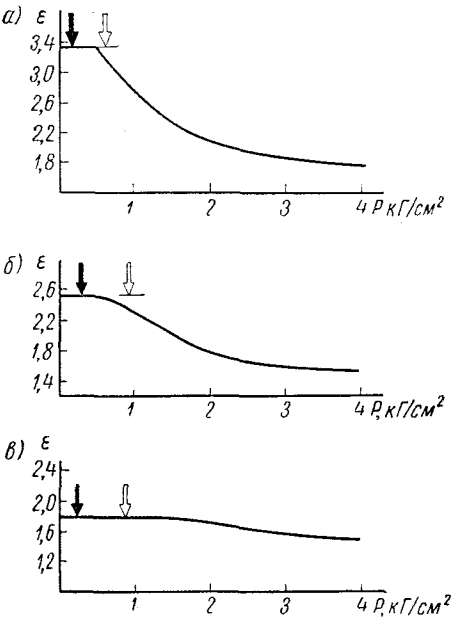


Рис. 3. Компрессионные кривые позднеледниковых морских глин: *а* и *б* — соответственно, из верхней и нижней части средней зоны; *в* — из нижней зоны

Светлые стрелки — современная природная нагрузка на глубине отбора образцов, рассчитанная без учета взвешивающего действия воды, темные — с учетом

Приведенные данные, таким образом, свидетельствуют о несоответствии напряженного состояния толщи глин расчету с учетом взвешивающего действия воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вентер К., Вило А. О применимости СН и П П-Б. 1.62 при проектировании оснований из слабых водонасыщенных глинистых грунтов. Сб. «Слабые глинистые грунты». Таллин, 1965.

2. Герсеванов Н. М., Польшин Д. Е. Теоретические основы механики грунтов и их практическое применение. Госстройиздат, 1948.

3. Ломтадзе В. Д. О формировании свойств глинистых пород. Зап. ЛГИ, т. XXXII, вып. 2, 1965.

4. *Резолюция и доклады совещания по противодавлению на гидротехнические сооружения.* Госстройиздат, 1958.

5. Рельтов Б. Ф. О взвешивающем давлении воды на связный грунт. Изв. ВНИИГ, 1949, т. 41.

6. Флорин В. А. Основы механики грунтов. Т. I. Госстройиздат, 1959.

7. Чугаев Р. Р. Критика работ ряда авторов по вопросу о «противодавлении» в случае гидротехнических сооружений. Изв. ВНИИГ, 1949, т. 41.