

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ И СОЛЕЙ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ

Докт. геол.-мин. наук, проф. КОЛПАШНИКОВ Г. Амагистранты АЛЬ-ТАМИМИ САИФ САМИ ХУССЕЙН, АЛЬ-ХАСНАВИ РАЕД МАХМУД АБДУЛ-ХУССЕЙН, инж. КРОШНЕР И. П.

Белорусский национальный технический университет

К дисперсным (несвязным) и глинистым (связным) относятся широко распространенные грунты различного генезиса - пески, супеси, суглинки и глины.

Дисперсные (несвязные) - это пески группы обломочных пород, образовавшихся под воздействием процессов выветривания, когда агенты физического преобладают над агентами химического выветривания. Они в основном состоят из обломков горных пород и первичных минералов разной степени окатанности (фото 1, 2), имеют значительную величину пористости при преобладании крупных пор, чем обусловлена большая водонепроницаемость по сравнению со связными глинистыми грунтами.

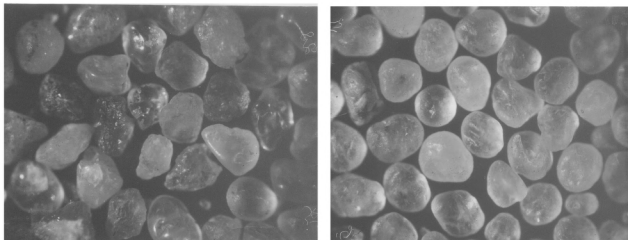


Фото 1. Слабоокатанные раз- Фото 2. Хорошо окатанные ности песков из флювиогля- зерна песков из аллювиаль- циальных отложений, х 15 ных отложений, х 15

В лабораторных опытах оценивалось влияние влажности на сжимаемость песков. Испытания сжимаемости проводились для четырех видов песков - мелкого, среднего, крупного и гравелистого. На рис. 1 приведены результаты компрессионных испытаний песков различной степени влажности. Гранулометрический состав песков проводился ситовым методом. Для определения влажности песков ис-

пользовался метод высушивания при температуре 105 °С.

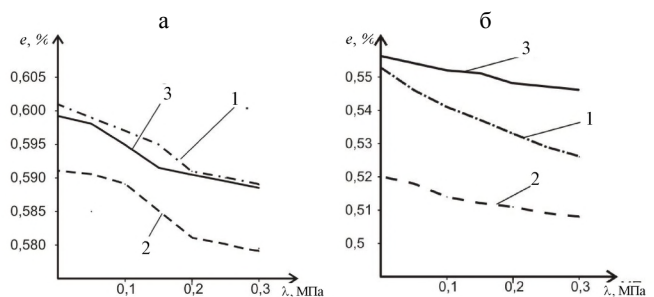


Рис. 1. Компрессионные испытания песчаных грунтов различной степени увлажнения; а - песок средний; б - песок крупный; 1 - естественная влажность; 2 - с добавлением 30 мл воды; 3 - с добавлением 60 мл воды

Из графиков следует, что наиболее быстро при компрессионных испытаниях сжимаются образцы естественной влажности. Это объясняется тем обстоятельством, что в песчаном грунте имеются свободные поры, в которых отсутствует вода, что способствует более быстрой усадке. При насыщении грунта влагой осадка происходит медленнее, особенно с добавлением воды. В образце возникает поровое давление, которое приводит к снижению скорости сжимаемости грунта.

В значительной степени на сжимаемость песков оказывают условия залегания. Например, флювиогляциальные (зандровые) отложения относятся к категории плотных песков, которые даже при больших нагрузках сжимаются незначительно. Таким образом, влажность и условия залегания песков играют решающую роль в их сжимаемости.

Глинистые (связные) дисперсные грунты - наиболее распространенные типы горных по-

род, составляющие до 11 % всего объема земной коры. Они являются основанием при возведении фундаментов различных сооружений и образуют важнейшую инженерно-геологическую группу грунтов. Содержание в грунтах глинистых минералов ввиду их огромной удельной поверхности обуславливает особый вид связи между частицами. Глинистые грунты представляют собой трехфазную пористую систему, все фазы которой находятся в определенных взаимоотношениях - твердые частицы, раствор и газы. Наибольшей прочностью обладают твердые частицы, превосходящие по этому признаку в тысячи раз глинистый грунт в целом. Твердые минеральные частицы несут на себе электрический заряд, благодаря чему взаимодействуют с жидкой фазой - водой и удерживают на себе молекулы воды. Этот слой воды, непосредственно прилегающий к поверхности частиц, имеет аномальные свойства, которые приближаются к свойствам твердых тел, т. е. обладает упругостью, прочностью на сдвиг, пределом текучести и т. п. [1].

Простые соли, к числу которых относятся галоиды, сульфаты и карбонаты в глинистых грунтах, находятся в твердом и растворенном видах. К легкорастворимым солям относятся сульфаты (гипс, ангидрид) и хлориды натрия.

При оценке глинистого грунта как основания зданий и сооружений большое значение имеет определение его свойства, связанного с взаимодействием с водой и растворенными в ней электролитами, т. е. водопрочности. Под водопрочностью понимается способность грунта сохранять механическую прочность и устойчивость при статическом и динамическом воздействиях.

Размокаемость - способность глинистого грунта при впитывании воды терять прочность и превращаться в рыхлую породу с полной потерей несущей способности. Размоканию обычно подвергаются те глинистые грунты, влажность которых меньше их максимальной молекулярной влагоемкости. Проведенные нами опытные работы в лаборатории показали, что размоканию не подвергаются глинистые грунты естественной влажности, когда поступающая в грунт вода не в состоянии увеличить количество пленочной воды и стать причиной потери связности. При изменении concentra-

ции раствора с помощью NaCl до 200 мг/л, а также интенсивном развитии осмотического оттока влаги из глинистых блоков (осмотическое обезвоживание глинистого грунта) и внесении в них солей замедляется процесс размокания во времени, так как соль придает прочность скелету грунта (рис. 2).

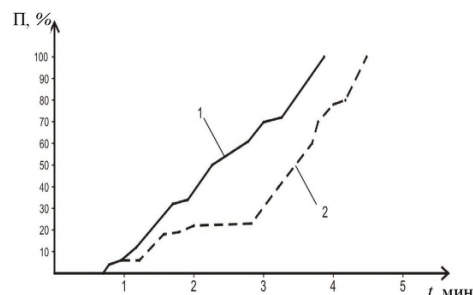


Рис. 2. Графики степени размокания глинистого грунта: П - числовая отметка в процессе размокания; 1 - с дистиллированной водой; 2 - с минерализованной водой до 200 мг/л

Набухание - это способность грунтов увеличивать свой объем за счет развития давления набухания в процессе гидратации или взаимодействия с химическими растворами. Набухание глинистых грунтов в первую очередь зависит от степени дисперсности глинистых частиц. Чем частицы меньше, тем в большей степени грунт способен набухать. Процесс набухания проходит в две стадии: 1 - адсорбционное, или внутрикристаллическое, набухание; 2 - макроскопическое, или «осмотическое», набухание.

На первой стадии глина впитывает влагу за счет адсорбции молекул воды поверхностью глинистых частиц и межслоевыми промежутками кристаллической решетки глинистых минералов. Эта стадия практически не влияет на изменение объема породы. На второй стадии набухания поглощение влаги осуществляется с помощью осмотического давления, которое возникает вблизи поверхности глинистых частиц за счет избыточной концентрации обменных катионов, отошедших в раствор с поверхности глинистых частиц. При искусственном внесении в глинистый грунт солей набухание грунта замедляется со времени начала опыта, поскольку происходит диффузия ионов электролитов из минерализованных растворов в блоки глинистых грунтов, придающих им до-

полнительную прочность (рис. 3). Постепенное накопление солей в грунте приводит к изменению их состояния и свойств, что должно учитываться при проектировании и эксплуатации сооружений, поскольку эти процессы могут существенно повлиять на прочность и деформативность оснований.

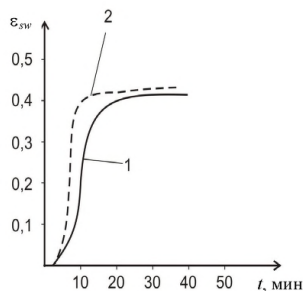


Рис. 3. Графики степени набухания глинистого грунта во времени: $\varepsilon_{св}$ - величина набухания глинистого грунта; 1 - с дистиллированной водой; 2 - с минерализованной водой до 200 мг/л

В соответствии с законом сопротивления глинистых грунтов сдвигу предельное сопротивление связных пород сдвигу при завершённой их консолидации есть функция первой степени нормального напряжения. Для определения истинных значений сцепления и угла внутреннего трения испытывались образцы (рис. 4), находившиеся в одном и том же состоянии по плотности и влажности. Испытания проводились с глинистой пастой моренного суглинки, взятого из разведочной скважины при трех ступенях нагрузки. Грунты в основании сооружений при неодинаковых отметках залегания грунтов испытывают воздействие не только нормальных, но и касательных напряжений. Когда касательные напряжения по какой-либо поверхности в грунте достигают его предельного сопротивления, происходит сдвиг одной части массива относительно другого.

На графиках (рис. 4) показано общее сцепление, зависящее от состава, плотности и влажности породы. Из них видно, что силы сцепления зависят не только от плотности и влажности, но и от вещественного состава, во многом определяющего связность между частицами грунта.

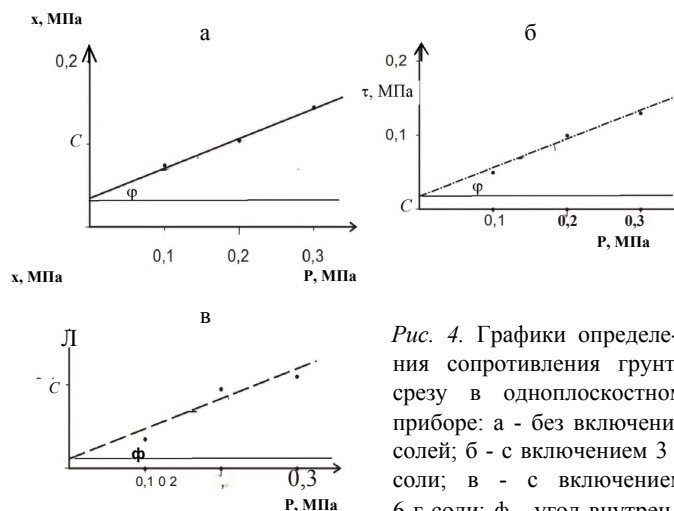


Рис. 4. Графики определения сопротивления грунта срезу в одноплоскостном приборе: а - без включения солей; б - с включением 3 г соли; в - с включением 6 г соли; ϕ - угол внутреннего трения; C - сцепление

Одновалентный ион натрия обладает способностью отсорбировать свободную воду и удерживать относительно большое ее количество. При увеличении пленки у №-глин частицы грунта отодвигаются друг от друга, выходя из зоны действия молекулярного притяжения. В результате силы сцепления между частицами падают, грунт теряет свою связность, сцепление между частицами уменьшается, что видно из графиков.

ВЫВОД

Получены новые теоретические и экспериментальные результаты по изучению дисперсных песчаных и глинистых грунтов, что позволяет оценить их значение в строительстве. Данные испытания могут быть использованы как в расчетах на прочность и деформируемость грунтов оснований, так и для оценки их свойств в процессе проведения инженерных изысканий на строительных площадках.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Грунтоведение** / под ред. В. Т. Трофимова. - М.: МГУ: Наука, 2005. - 1004 с.

Поступила 11.01.2010