

УДК 625.855:577.4

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ И СОЛЕЙ НА ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ

Докт. геол.-мин. наук, проф. КОЛПАШНИКОВ Г. А., магистранты АЛЬ-ТАМИМИ САИФ САМИ ХУССЕЙН, АЛЬ-ХАСНАВИ РАЕД МАХМУД АБДУЛЛ-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.

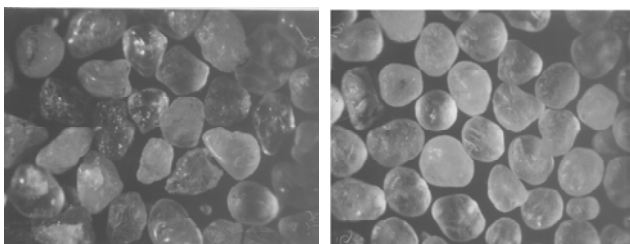


Фото 1. Слабоокатанные разности песков из флювиогляциальных отложений, $\times 15$

Фото 2. Хорошо окатанные зерна песков из аллювиальных отложений, $\times 15$

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.

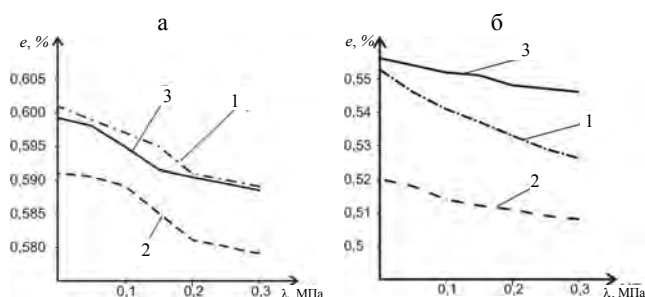


Рис. 1. Компрессионные испытания песчаных грунтов различной степени увлажнения; а – песок средний; б – песок крупный; 1 – естественная влажность; 2 – с добавлением 30 мл воды; 3 – с добавлением 60 мл воды

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, слагающие 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 внедрении в них солей замедляется процесс размокания во времени, так как соль придает прочность скелету грунта (рис. 2).

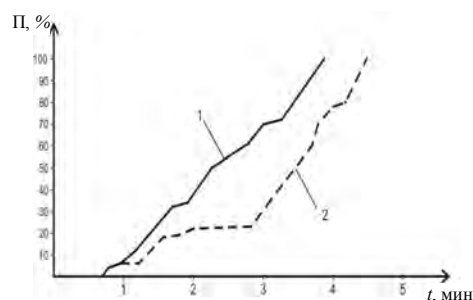


Рис. 2. Графики степени размокания глинистого грунта: П – числовая отметка в процессе размокания; 1 – с дистиллированной водой; 2 – с минерализованной водой до 200 мг/л

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.

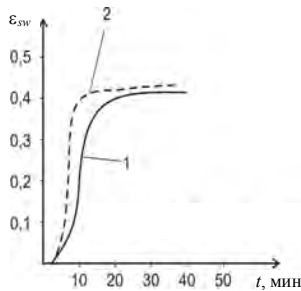


Рис. 3. Графики степени набухания глинистого грунта во времени: ε_{sw} – величина набухания глинистого грунта; 1 – с дистиллированной водой; 2 – с минерализованной водой до 200 мг/л

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 суглинка, 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.

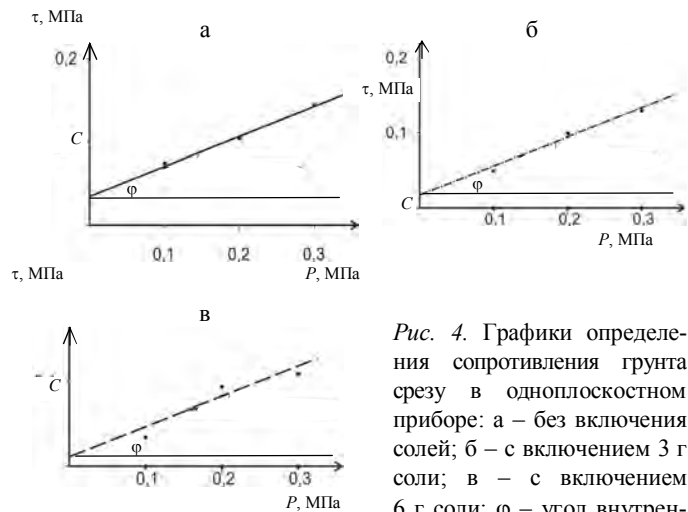


Рис. 4. Графики определения сопротивления грунта срезу в одноплоскостном приборе: а – без включения солей; б – с включением 3 г соли; в – с включением 6 г соли; φ – угол внутреннего трения; C – сцепление

Одновалентный ион натрия обладает способностью отсорбировать свободную воду и удерживать относительно большое ее количество. При увеличении пленки у Na-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

УДК 577.334