

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НАМЫТЫХ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ НА ИХ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

Дедок В.Н.

**Введение.** Наиболее существенное влияние на плотность и прочность грунтов намывных территорий оказывает способ намыва. Способ намыва определяет фракционирование частиц грунта, плотность и прочность грунтовой толщи, на величину которых влияют интенсивность намыва,  $V$  удельный расход и консистенция пульпы и другие технологические параметры.

Из опыта изучения намывных грунтовых территорий, как для гидротехнического, так и для промышленного и гражданского строительства, известно, что при соблюдении технологии намыва намываемые песчаные грунты отложения имеют явно выраженный слоистый характер. При этом различают три типа текстур намываемого грунта: микрослоистую, смятую и слоисто-грядовую [1]. Установлено, что микрослоистая текстура формируется при намыве с большим удельным расходом и низким значением консистенции; слоисто-грядовая – при грядовом перемещении твердой фракции по намываемому откосу; смятая – при атидюнном перемещении песчаных частиц по пляжу намыва. Очевидно, что наиболее благоприятной при намыве площадей является микрослоистая текстура намываемого грунта.

**Методика исследований.** Раскладка частиц песчаного грунта по крупности в толще намывных оснований определяет его фильтрационные свойства. Так как намываемые песчаные основания обладают слоистостью, то их водопроницаемость в вертикальной и горизонтальной плоскостях может быть различной. Выполненные исследования показали, что коэффициент анизотропии фильтрационных свойств численно равен отношению величины коэффициента фильтрации в горизонтальном (продольном) направлении по пляжу намыва, к величине коэффициента фильтрации в вертикальном направлении  $K_{дг}$  больше единицы. Причем, как установлено по результатам исследований процесса намыва в модельных и натуральных условиях [2], анизотропия фильтрационных свойств определяется не только гранулометрическим составом грунта, но и зависит от технологических факторов намыва. При небольшой интенсивности намыва, когда частицы грунта успевают избирательно отложиться на откосе намыва, имеет место четкая микрослоистая структура и отмечаются наибольшие значения коэффициента анизотропии величиной до 2...2,5. И наоборот – при большой скорости наращивания намывной толщи частицы грунта укладываются более хаотично, для грунта характерны слоисто-грядовая и смятая текстуры величины коэффициентов фильтрации в вертикальном и горизонтальном направлениях выравниваются, и коэффициент анизотропии фильтрационных свойств приближается к единице. На величину коэффициента фильтрации оказывают особенности раскладки частиц по длине пляжа намыва и плотность сложения грунта. В целом, на основе полученных экспериментальных данных, отмечается, что намываемые песчаные грунты обладают хорошими фильтрационными свойствами, с величиной коэффициента фильтрации в пределах 4...20 м/сут. и коэффициентом анизотропии 1...2,5, что обуславливает их высокие строительные свойства.

В значительной степени от текстуры намываемых грунтов зависит сопротивление грунтов сдвигу – одна из важнейших физико-механических характеристик,

определяющих прочность и устойчивость грунтов, и другая, не менее важная характеристика – сжимаемость грунта.

Намывные грунты в основании зданий и сооружений работают в условиях сложного напряженного состояния. Однако в большинстве случаев деформационные и прочностные характеристики грунтов определяются в приборах одноосного сжатия и одноплоскостного сдвига, и полученные в этих опытах величины не корректируются. Автором в лаборатории испытаний грунтов БрГТУ на приборах одноосного и трехосного сжатия, одноплоскостного сдвига, а также в полевых условиях способом нагружения грунтов штампами выполнены серии экспериментов по данным исследованиям. Одной из целей данных исследований являлось установление прочностной и деформационной анизотропии намытых грунтов, изучение влияния типа прибора, масштабного фактора, а также условий испытаний на полученные результаты.

Исследования проведены с намывными песчаными грунтами в возрасте от 1 до 5 лет. С целью изучения анизотропии прочностных и деформационных свойств намывных грунтов были отобраны и испытаны образцы грунтов различными углами наклона слоистости отложений к оси главного нормального напряжения. Для изучения влияния типа прибора, масштабного фактора и условий испытания на полученные результаты эксперименты проведены в приборах одноосного сжатия, одноплоскостного прямого среза и трехосного сжатия.

Предельное сопротивление грунтов сдвигу определяли в одно-плоскостном приборе прямого среза конструкции Маслова-Лурье при вертикальных давлениях  $\sigma = 0,1; 0,2; 0,3$  МПа. В приборах одноосного сжатия испытаны образцы грунта с площадью  $A = 40 \text{ см}^2$ , и  $A = 60 \text{ см}^2$  и отношением диаметра образца к его высоте  $d/h$  1,75 и 3,5. Испытания грунтов в приборах одноосного сжатия проводили в диапазонах вертикальных давлений 0,1...0,5 МПа. В условиях трехосного сжатия выполнены испытания грунтов с использованием прибора конструкции Крыжановского-Воронцова, обеспечивающем возможность независимого изменения в опытах величин трех главных напряжений и измерения соответствующих трех главных деформаций. Испытываемые образцы имели форму куба с размерами граней  $100 \times 100 \times 100$  мм. В полевых условиях проведены испытания методом статического нагружения грунтов штампами с использованием установки конструкции ИСиА Госстроя БССР с площадью штампа  $A = 600 \text{ см}^2$ .

**Анализ экспериментальных данных.** Результаты исследования по изучению анизотропии деформационных свойств намытых песчаных грунтов показали, что деформируемость грунта в направлении вдоль слоистости отложений выше, чем перпендикулярно слоистости. Величина коэффициента анизотропии, численно равного  $K_{AE} = E_{верт}/E_{гор}$ , полученного для проведенных серий испытаний (каждый опыт проводился с шестикратной повторяемостью), колеблется в пределах 1,4...1,6. Деформируемость грунтов нарушенной структуры выше деформируемости намытых песчаных отложений ненарушенного сложения. Необходимо отметить, что по результатам ряда работ И.М. Набокова [3] величина коэффициента анизотропии деформационных свойств имеет значительный разброс и находится в пределах 0,25...1,7. Причем грунты испытывались только в полевых условиях способом статического нагружения штампов в вертикальных и горизонтальных скважинах.

Экспериментальные данные по определению коэффициента относительной деформации  $\nu$  показывают зависимость этой величины от вида грунта и условий

нагружения. Так, для грунтов нарушенной структуры величина коэффициента  $\nu$  в ходе опытов колеблется в небольших пределах и является практически постоянной величиной, равной 0,3, что совпадает со значением этого коэффициента, рекомендуемого нормативной литературой [4]. При испытании грунтов ненарушенной структуры значения коэффициента  $\nu$  имеют значительный разброс. Для серии экспериментов, проведенных при нагружении грунта нормальной слоистости, величина коэффициента  $\nu$  колеблется в пределах 0,21...0,26. При нагружении грунта вдоль слоистости отложений значение коэффициента  $\nu$  изменится в ходе опыта; увеличиваясь в начале загрузки от 0,26 до 0,45, затем уменьшается до величины 0,3 и остается практически постоянной величиной при дальнейшем нагружении. Характер изменения значений коэффициента относительной поперечной деформации можно объяснить тем, что при нагружении происходит разрушение структурных связей между частицами намывного грунта; а этот процесс сопровождается переукладкой частиц с новой ориентацией их в пространстве.

Исследование анизотропии деформационных свойств намывных грунтов сопровождалось изучением влияния масштабного фактора и типа прибора на величину модуля общей деформации. Анализ результатов показал, что хорошей сходимостью отличаются результаты испытаний, полученные в полевых условиях и в стабилометре. Величина  $E_0$ , полученная в одометрах с  $A = 40 \text{ см}^2$  и  $A = 60 \text{ см}^2$ , соответственно в 1,4 и 1,85 раза ниже.

Результаты определения прочностных характеристик намывных песчаных грунтов показали также зависимость их значений от характера залегания и условий испытаний грунтов. Так, наибольшие значения угла внутреннего трения  $\varphi$  и удельного сцепления  $c$  получены при срезе грунта поперек слоистости отложений, а наименьшие значения  $\varphi$  и  $c$  зафиксированы при срезе вдоль слоистости. Объясняется это тем, что при сдвиге параллельно слоистости срез происходит по одной или нескольким плоскостям, образующим текстуру грунта. При сдвиге перпендикулярно слоистости срез происходит по более «шереховатой» поверхности, обладающей соответственно и большим трением. Величина коэффициента анизотропии, численно равного  $K_{At} = \tau_{верт}/\tau_{гор}$ , полученного для проведенных серий испытаний, каждый опыт, так же как и при исследовании сжимаемости грунтов, проводился с шестикратной повторяемостью, колеблется в пределах 1,19...1,38. Испытания грунтов нарушенного сложения дают значения  $\varphi$  и  $c$  более низкие по сравнению с испытаниями намывных грунтов.

Сравнение результатов испытаний грунтов одинакового текстурного сложения с одинаковой плотностью, полученных в приборе одноплоскостного среза и в приборе трехосного сжатия, показали, что угол внутреннего трения составляет: при одноплоскостном прямом срезе  $\varphi = 34,6$  град, в условиях плоской деформации –  $\varphi = 40,5$  град, при осесимметричном трехосном сжатии –  $\varphi = 38$  град.

**Заключение.** По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- намывные песчаные грунты естественного сложения обладают явно выраженной слоистой текстурой, которая обуславливает анизотропию их физико-механических свойств;

- для намывных песчаных грунтов установлена анизотропия фильтрационных прочностных и деформационных характеристик;

- на результаты испытаний по определению механических характеристик намывных грунтов влияют вид испытаний, тип применяемых приборов, а также их конструктивные размеры.

#### Список цитированных источников

1. Винокуров, Е.Ф., Карамышев, А.С. Строительство на поименно-намывных основаниях. – Минск: Высшая школа, 1980. – 208 с.
2. Дедок, В.Н., Шведовский, П.В. Особенности лабораторного моделирования процесса вымыва грунтов в условиях Юго-Западного региона Республики Беларусь // Вестник БрГТУ – 2007. – № 1 (43): Строительство и архитектура. – С. 103–106.
3. Набоков, И.М. Исследование влияния анизотропии на напряженно-деформированное состояние намывных оснований: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.техн.наук. – Баку, 1980. – 22 с.
4. Основания, фундаменты и подземные сооружения: справочник проектировщика / Н.И. Горбунов-Посадов, В.А. Иличев, В.И. Крутов [и др.]; под общ. ред. Б.А. Сорочаца и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.

УДК 624.151.6

### ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПЕСЧАНОГО ГРУНТА ПРИ ПРЕССИОМЕТРИЧЕСКОМ РАСШИРЕНИИ СКВАЖИН

Игнатов С.В., Быбак М.С.

**Введение.** Инъекционные методы возведения новых фундаментов и усиления существующих приобретают все большее значение в строительной практике Беларуси. Применение данного метода позволяет за счет опрессовки стенок ранее выполненных скважин в грунте изменить его свойства и существенно повысить несущую способность буроинъекционных анкеров и свай.

**Методика исследований.** Опрессовка стенок скважин приводит к изменению удельного веса грунта, угла внутреннего трения и сцепления как глинистого, так и песчаного грунтов. При закачке цементного раствора в полости используются насосы постоянного и периодического действия, при этом происходит наложение зон уплотнения и разуплотнения в песчаном грунте, что существенно влияет на вид изменения напряженно-деформированного состояния грунта.

Задача о изменении физико-механических свойств грунта при расширении скважин относится к теории прессиометрии, т.е. к установлению зависимости между давлением, передаваемым на стенки скважины, и их радиальном перемещении [2]. В лабораторных условиях под руководством к.т.н., доцента Никитенко М.И. нами было замоделировано прессиометрическое расширение в рыхлом, средней плотности и плотном песчаном грунте. Данное расширение имеет место при устройстве буроинъекционных анкеров и свай [1] с одним только отличием: не происходит фильтрации избыточной воды в окружающую среду при твердении цементного камня.

Так как диаметр скважины  $2R$  обычно много меньше длины рабочей части сваи или анкера и имеет значительное заглубление, то на элементарном участке длины сваи  $dL$  жесткость грунта в радиальном направлении меньше жесткости в вертикальном направлении. Это и моделировалось в опытном лотке, где жесткость верхней и нижней крышек были на порядок больше жесткости грунта в радиальном направлении. В радиальном направлении были установлены марки, расстояние от центра до каждой марки было замерено до начала опыта и после его проведения (рис. 1).

При прессиометрическом испытании начальный радиус скважины увеличился на 20–80%.