

#### 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%.

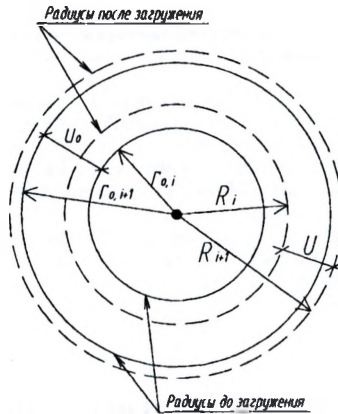


Рисунок 1 – Расчетная схема обжатия элементарного слоя при прессиометрическом испытании

**Анализ экспериментальных данных.** По результатам проведенных испытаний в мелком песчаном грунте построены графики перемещения марок относительно начала координат. На рисунке 2 представлены радиальные перемещения границ слоев при начальном радиусе  $R = 80$  мм.

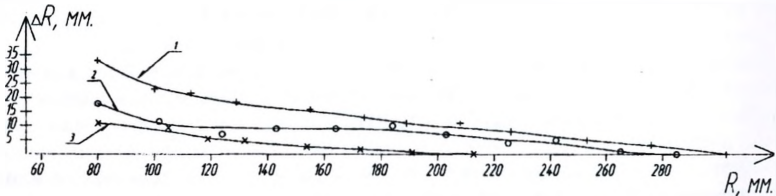


Рисунок 2 – Графики перемещения марок  $\Delta R$ , мм при начальном радиусе 80 мм для непрерывного метода расширения скважины (1 – песок рыхлый  $e = 0,77$ ; 2 – песок средней плотности  $e = 0,68$ ; 3 – песок плотный  $e = 0,58$ )

По приведенному выше графику видно, что происходило перемещение границ в песчаном грунте как рыхлого так и плотного сложения, что сопровождалось уплотнением грунта в объеме элементарно выделенного слоя между марками. Согласно предположению [1] коэффициент уплотнения грунта есть отношение удельного веса грунта после прессиометрического расширения и веса грунта до расширения и находился из предпосылки равенства массы слоев до и после загрузки [1] при неизменной высоте уплотняемого слоя  $h$  из следующего выражения:

$$k_{обж} = \frac{\gamma_i}{\gamma_{0,i}},$$

где  $\gamma_{0,i}$  – удельный вес грунта до проведения прессиометрического расширения;  $\gamma_i$  – удельный вес грунта после расширения.

По результатам проведенных опытов выявлено, что коэффициент уплотнения  $k_{обж}$  принимает значения как большие единице, так и меньшие. При  $k_{обж} > 1$  происходит уплотнение грунта, при  $k_{обж} < 1$  имеет место разуплотнения грунта.

Графики изменения плотности песчаного грунта в относительных величинах приведены ниже.

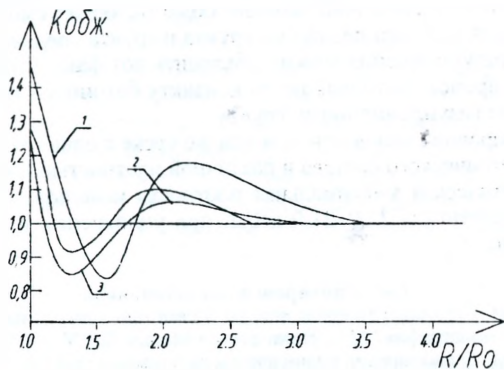


Рисунок 3 – Графики изменения плотности рыхлого песчаного грунта ( $\epsilon = 0,77$ ) в абсолютных величинах при постоянном постепенном расширении скважины (1 – опыт № 1, 2 – опыт № 8, 3 – опыт № 2)

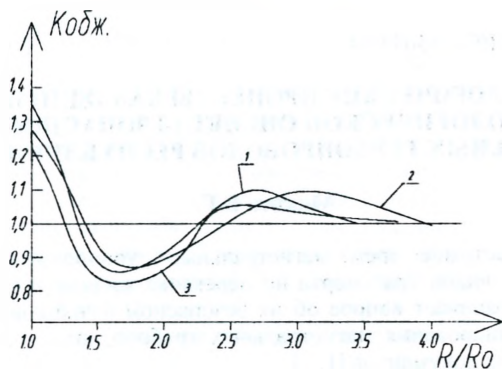


Рисунок 4 – Графики изменения плотности рыхлого песчаного грунта в абсолютных величинах при циклическом расширении скважины (1 – опыт № 4, 2 – опыт № 5, 3 – опыт № 7)

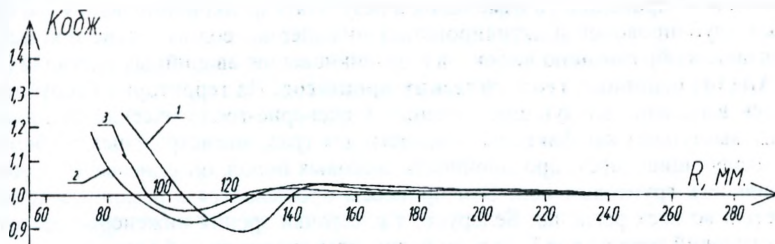


Рисунок 5 – Графики изменения плотности песчаного грунта средней плотности при прессометрическом расширении скважины в относительных координатах (1 – постоянное расширение, опыт № 7; 2 – циклическое расширение опыт № 1, 3 – циклическое расширение опыт № 2)

**Заключение.** По результатам проведенных лабораторных исследований можно сделать вывод, что при постоянном постепенном расширении скважины область разупрочнения грунта значительно меньше области, образуемой при циклическом расширении для рыхлого песчаного грунта и грунта средней плотности.

Наличием зон разупрочнения можно объяснить тот факт, что при испытании анкеров и свай происходит срыв не по контакту бетонного тела и грунта непосредственно, а по разупрочненному грунту.

Так как опыты проводились в одном и том же песке с одинаковыми характеристиками гранулометрического состава и различной плотностью сложения, то было выявлено, что критическая максимальная плотность используемого для опытов песчаного грунта достигала 21,2–21,9 кН/м<sup>3</sup> при уплотнении и 13,8–14,7 кН/м<sup>3</sup> при разупрочнении.

#### Список цитированных источников

1. Никитенко, М.И. Буронъекционные анкеры и сваи при возведении и реконструкции зданий и сооружений: монография / М.И. Никитенко – Минск: БНТУ, 2007. – 580 с.
2. Федоровский, В.Г. О расширении цилиндрической скважины упруго-пластической среде / В.Г. Федоровский // Механика грунтов, основания и фундаменты – 1972. – № 2. – С. 28-30.
3. Лысенко, М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов / М.П. Лысенко. – Москва: Недра, 1980. – 272 с.

УДК 624.131.1+621.643+504.054

## ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КАК ОДИН ИЗ КРИТЕРИЕВ ПРИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАСС МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Мякота В.Г.

**Введение.** В настоящее время магистральные трубопроводы являются одними из важнейших видов транспорта по перекачке жидких и газообразных веществ, поэтому возникает вопрос об их безопасном функционировании. Безопасность функционирования магистральных трубопроводов регламентируется рядом нормативных документов [1, 2].

При геоэкологической оценки трасс магистральных трубопроводов одним из главных факторов выступают инженерно-геологические условия территории, на которых могут происходить изменения в результате функционирования магистральных трубопроводов и активироваться инженерно-геологические процессы, приводящие к образованию дефектов и возникновению аварийных ситуаций [3].

**1. Анализ основных геологических процессов.** На территории Республики Беларусь выявлены следующие опасные инженерно-геологические процессы, которые выступают как факторы опасности для трасс магистральных трубопроводов следующие: карст, просадочность лёссовых пород, оползневые процессы, агрессивность грунтовых вод. Эти процессы проявляются с различной интенсивностью во всех регионах Беларуси, т.к. с точки зрения инженерно-геологических условий территория Беларуси отличается значительной сложностью.

*Карст.* Опасность этого вида инженерно-геологического процесса заключается в оседании и проседании земной поверхности и влияющие на безопасное функционирование магистральных трубопроводов.