

ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИЙ НА СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ ПЕСКОВ КОНТАКТНОМУ СДВИГУ

Вибрации существенно влияют на контактную сопротивляемость контактному сдвигу по боковой поверхности конструкций взаимодействующих с грунтом. Практически все, существующие в этой области, работы посвящены изучению изменчивости прочностных характеристик грунта под действием вибраций различной интенсивности. Однако до сих пор остается неясным механизм уменьшения мобилизованного контактного сопротивления сдвигу по боковой поверхности анкеров и свай. Существующие приборы и методики испытаний не позволяют контролировать объемные деформации образцов грунта и роль их изменения в процессе сдвига. Для детального изучения данного вопроса проведена серия экспериментов на специальной вибрационной установке.

В состав вибрационной установки входят:

Дилатометрический прибор контактного сдвига ДПКС, разработанный Д.Ю. Соболевским и модернизированный автором применительно к условиям опытов;

- Вибрационная приставка, представляющая собой одноблочный вибратор направленного действия, приводимый в действие электродвигателем постоянного тока варьирующего частоту вращения при помощи выпрямителя в диапазоне до 5000об/мин;

- Измерительная система, включающая бесконтактный радиоволновой тахометр РВТ-0022 предназначенный для измерения частоты колебаний в диапазоне 3.316665 Гц и измерителя шума и вибрации ВШВ-003-М2 с комплектом пьезометрических датчиков.

ДПКС состоит из плиты 1 на которой расположены винтовой домкрат 2 для приложения сдвигающего усилия подвижной нижней каретке 3 на подшипниках 12, имеющую съемную пластину с гофрированной поверхностью для наклейки зерен исследуемого грунта, посредством динамометра 4; стойки 5 для крепления верхней обоймы 6 с образцом грунта и рамы 7 для винтового домкрата 8 прикладывающего нормальное давление через поршень конической формы посредством динамометра 9. Перемещение каретки 3 контролирует-

ся при помощи индикатора часового типа с точностью 0.01 мм. Горизонтальные колебания в плоскости сдвига создаются вибратором направленного действия смонтированного на плите 10 и состоящего из горизонтальной подвижной каретки 11 скользящей на подшипниках 13 по направляющим обоймам 14, ограничивающих вертикальные перемещения каретки 11 с помощью стоек [5]. Подвижная каретка 11 состоит из вала 16 вращающегося на подшипниках, смонтированных в корпус каретки 11. На валу имеются две соосно расположенные шпильки 17 с резьбой, предназначенной для навинчивания дебалансных масс 18. Вращение вала сообщается электродвигателем посредством гибкого вала. Передача вибрации рабочей каретке 3 по оси действия статического сдвигающего усилия осуществляется и помощью соединительного элемента 19. На каретке 3 расположены два пьезометрических датчика 20 предназначенных для записи виброскорости и виброускорения ее колебаний. Амплитуда колебаний каретки вычисляется по известным значениям виброскорости, виброускорения и частоты колебаний. Изменение кинематических параметров колебаний каретки достигается изменением жесткости динамометра прикладываемого статическое сдвигающее усилие и величины центробежной силы инерции за счет изменения частоты вращения вала и положения дебалансных масс относительно оси вращения вала. Кроме того очень хорошую сходимость при колебаниях с частотой до 40 Гц дает непосредственное визуальное измерение размаха колебаний по показаниям индикаторов часового типа. При колебаниях образуется черный сектор с ярко выраженными границами. Индикатор часового типа, установленный в динамометре, работающем на сдвиг, показывает также величину изменения статического сдвигового усилия.

Было проведено три серии испытаний. Первая серия статических испытаний проводилась следующим образом. К образцу грунта с площадью сдвига 100 см^2 через динамометр 9, соответствующий коэффициенту упругого отпора грунта $K = 282 \text{ МН/м}^3$. После затухания деформаций сжатия к рабочей каретке 3 посредством динамометра 4 прикладывалось сдвигающее усилие. Скорость сдвига составляла 0,5 мм/мин.

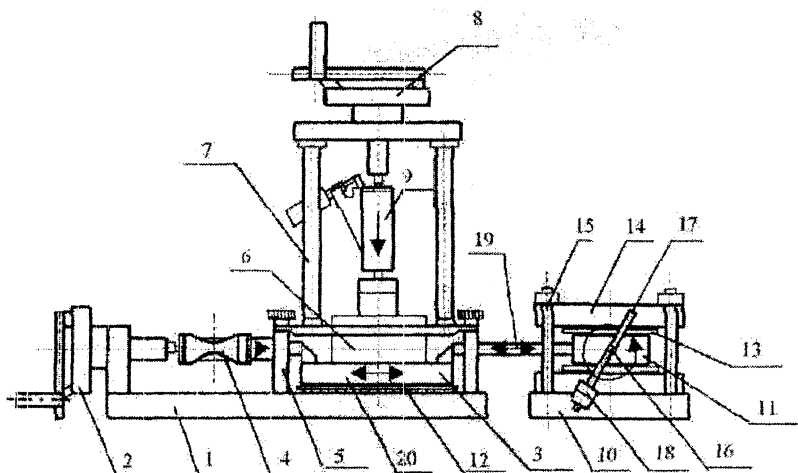


Рисунок 1 – Установка для исследования влияния вибраций на сопротивляемость грунтов контактному сдвигу

Таблица 1 – Физико-механические свойства исследованных песков

| Плотность г/см ³ | Коэффициент пористости, e | Удельное сцепление C, кПа | Угол внутреннего трения φ, град. | Показатель плотности |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| 19.32 | 0.44 | 0 | 37.34 | 1 |

В процессе опыта регистрировались: изменение нормального давления на плоскость сдвига, вследствие развития объемных деформаций, величина сдвигающей силы и соответствующая ей величина сдвигового перемещения, вертикальные деформации образца. Повторность опытов, с начальными нормальными давлениями 0,1; 0,2; 0,3 МПа, трехкратная. На рисунках 2 и 3 (кривая 1) представлены результаты испытаний при нормальном начальном давлении равным 0,2 МПа.

Вторая серия экспериментов с вибрацией, прикладываемой в плоскости сдвига посредством вибрационной приставки, проводи-

лась в такой же последовательности, как и при статических испытаниях. До начала сдвига рабочей каретке прибора задавался определенный режим колебаний. Затем проводился сдвиг с сохранением заданного режима. Данные испытаний для нормального к плоскости сдвига давления равного 0,2 МПа приведены на рисунках 2 и 3.

Третья серия испытаний была посвящена определению критического ускорения колебаний для заданных величин мобилизованного контактного сопротивления сдвигу и начального нормального давления. Эксперимент проводился в следующей последовательности. Задавались начальные величины нормального и сдвигового усилия. Затем, плавно увеличивалось ускорение колебаний за счет изменения частоты со скоростью 5 Гц/мин и фиксировался момент, при котором начиналось интенсивное развитие деформаций сдвига и падение сдвигового усилия. Кинематические параметры колебаний каретки, соответствующие этому моменту, принимались за критические, для данного напряженно-деформированного состояния грунта. Результаты испытаний при нормальном давлении в 0.2 Мпа представлены на рисунке 4.

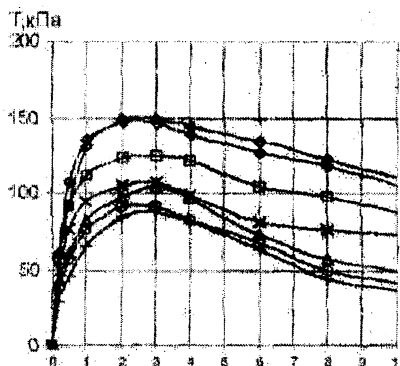


Рисунок 2 – График зависимости "касательное напряжение - сдвиговое перемещение"

- ◆— кривая 1
- $w = 5 \text{ Гц}, n = 0,003 \text{ м/с}^2$
- $w = 10 \text{ Гц}, n = 0,021 \text{ м/с}^2$
- ×— $w = 20 \text{ Гц}, n = 0,178 \text{ м/с}^2$
- ▲— $w = 30 \text{ Гц}, n = 0,3 \text{ м/с}^2$
- $w = 40 \text{ Гц}, n = 0,67 \text{ м/с}^2$
- †— $w = 60 \text{ Гц}, n = 2,8 \text{ м/с}^2$

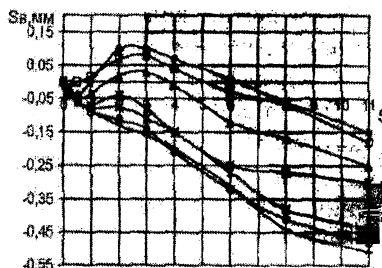


Рисунок 3 – График зависимости "Дилатантное перемещение S_B - сдвиговое перемещение S "

- ◆— кривая 1
- $w = 5 \text{ Гц}, n = 0,003 \text{ м/с}^2$
- ▲— $w = 10 \text{ Гц}, n = 0,021 \text{ м/с}^2$
- ×— $w = 20 \text{ Гц}, n = 0,178 \text{ м/с}^2$
- *— $w = 30 \text{ Гц}, n = 0,298 \text{ м/с}^2$
- $w = 40 \text{ Гц}, n = 0,673 \text{ м/с}^2$
- †— $w = 60 \text{ Гц}, n = 2,83 \text{ м/с}^2$

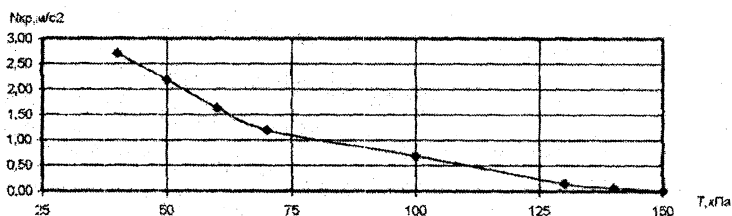


Рисунок 4 – График зависимости "Мобилизованно контактное сопротивление T – критическое ускорение $N_{кр}$ "

На основании данных исследований сделаны следующие выводы:

1. После достижения предельного контактного сопротивления сдвигу происходит его уменьшение вследствие уменьшения дилатантного распора к плоскости сдвига. Таким образом, наличие пикового сопротивления сдвигу в песках обусловлено тем фактом, что дилатансия по мере развития сдвигового перемещения сменяется контракцией.

2. Мобилизации предельного контактного сопротивления сдвигу соответствует определенный диапазон сдвиговых перемещений (для песчаных грунтов 2.6-3.3 мм), независящий от величины действующего, нормального к плоскости сдвига, давления;

3. После достижения предельного сопротивления сдвигу, на нисходящем участке кривой зависимости "мобилизованное контактное напряжение - сдвиговое перемещение", отношение мобилизованного контактного сопротивления сдвигу к соответствующему ему нормальному напряжению остается постоянным и численно равным коэффициенту внешнего трения, определенному стандартным методом. Величина указанного коэффициента зависит от интенсивности вибраций.

4. Снижение величин мобилизованного контактного сопротивления сдвигу при вибрациях по сравнению со статическими значениями обусловлено двумя факторами:

- более интенсивной контракцией пограничного слоя грунта и снижением дилатантного распора;
- изменением коэффициента внешнего трения грунта.

5. Величина критического ускорения колебаний определяется как величиной нормального к плоскости сдвига давления, так и величиной мобилизованного контактного сопротивления сдвигу. При достижении предельного сопротивления сдвигу достаточно незначительных по интенсивности вибраций, чтобы проявилось интенсивное снижение мобилизованного значения сдвигового напряжения и развитие сдвигового перемещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Д. Красников. Динамические свойства грунтов и методы их определения. Л., Издательство литературы по строительству, 1970.

УДК 504.43

О.Б. Корбут, Хусейн Сафаа (БНТУ)

ВОЗМОЖНОСТЬ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЛОКАЛЬНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Развитие индустриального общества неизменно сопровождается загрязнением окружающей среды, К концу двадцатого столетия уровень загрязнения воды существенно повысился.

Из всех компонентов окружающей среды лишь вода является незаменимым продуктом природы. Чистая вода необходима для обеспечения жизни людей, животных, растений, для всех видов хозяйственной и промышленной деятельности человека.

Проблемы сохранения флоры и фауны, здоровья и жизни людей, обеспечения пресной водой промышленности и сельского хозяйства приобрели всеобщий, глобальный характер.

Снабжение населения чистой, доброкачественной водой в достаточном количестве является неременным условием обеспечения гигиены, предохраняет людей от всевозможных эпидемических заболеваний. Даже во многих промышленно развитых странах уже ощущается недостаток чистой воды, пригодной для потребления, поэтому питьевая вода становится стратегическим сырьем.

Одним из основных источников пресной воды на Земле являются подземные воды. В республике Беларусь около 70 % воды добывают из подземных источников, что требует особо пристального внимания к их охране.

Загрязнение подземных вод происходит вследствие различных антропогенных факторов, прежде всего, утилизации промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов – это создание захоронений радионуклидов, пестицидов и других вредных химических элементов, полигонов бытовых отходов, отведение стоков от