

УДК 691.226

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КРУПНОСТИ ЧАСТИЦ ЗЕРНИСТЫХ  
МАТЕРИАЛОВ НА ИХ НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ**

Шаббаев С. Н., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой АДиГК  
Алексеев К. С., студент гр. СДм-161, II курс  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Существуют разные мнения относительно того, влияет ли крупность частиц зернистых материалов на их прочностные характеристики и несущую способность. Так в работах [1-3] отмечается, что угол внутреннего трения не зависит от крупности фракций крупнообломочного грунта. Другие же авторы [4, 5] утверждают, что угол внутреннего трения увеличивается с ростом крупности обломочной фракции от 0 до 20 мм, а далее практически прекращается. Из-за этого применительно к крупнообломочным грунтам принято оценивать только содержание частиц размером менее 2 и более 2 мм [6]. Наиболее полные исследования по влиянию максимальной крупности частиц щебеночно-песчаных смесей и их зернового состава на модуль упругости были проведены в СоюздорНИИ [7]. На основе выполненных исследований подготовлены и введены в действие нормы [8], проанализировав которые можно предположить, что модуль упругости щебеночно-песчаных смесей растет с увеличением размеров частиц (в интервале от 20 до 80 мм), а, значит, крупность частиц оказывает влияние на несущую способность зернистых материалов.

Действительно, если рассмотреть условные объекты, состоящие из крупных и мелких частиц (рисунок 1), то при передаче внешней нагрузки  $P$ , объект с более крупными частицами при заданной толщине будет иметь 3 промежуточные точки контакта, а объект с более мелкими частицами – 7.

При воздействии внешней нагрузки будет происходить сближение частиц, так как они все покрыты слоем воды (прочносвязанной и рыхлосвязанной), и эта вода просто будет отжиматься в стороны. Так как модуль упругости самих частиц приблизительно в 100 раз выше модуля упругости слоя, из которых он состоит, то модулем упругости частиц можно пренебречь. В случае более крупных частиц общая осадка слоя будет складываться из осадок трех промежуточных точек контакта, а в случае более мелких частиц – из семи. Если предположить, что осадка каждой точки контакта приблизительно одинаковая, то общая осадка слоя в первом случае будет меньше, чем во втором, а модуль упругости – соответственно больше.

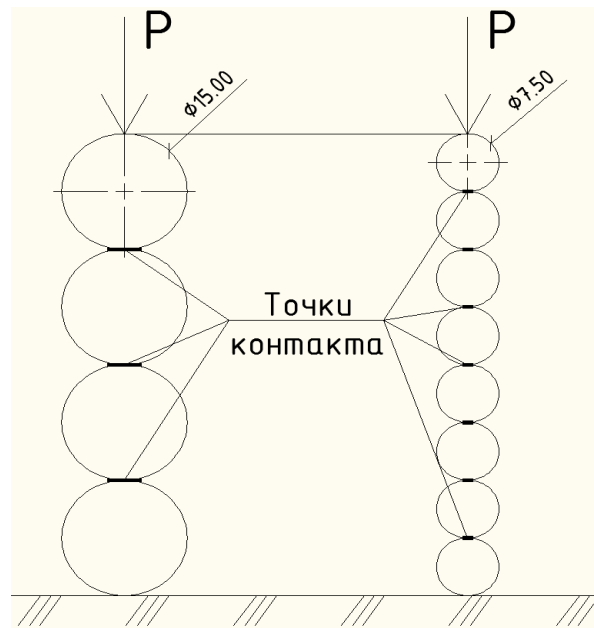


Рисунок 1 – Схема передачи нагрузки

Для оценки влияния крупности частиц зернистого материала на его несущую способность было поставлен следующий эксперимент. Были взяты 4 пробы зернистого материала со следующими размерами частиц:

- проба № 1 – размер частиц от 10 до 20 мм;
- проба № 2 – размер частиц от 5 до 10 мм;
- проба № 3 – размер частиц от 2,5 до 5 мм;
- проба № 4 – размер частиц от 1,25 до 2,5 мм.

Каждая проба была увлажнена до оптимальной влажности, составляющей 4 % при вибрационном методе уплотняющего воздействия, и 5 % - при статическом методе уплотняющего воздействия. Далее проба загружалась в цилиндрическую форму с последующим уплотнением. После уплотнения определялся статический модуль упругости зернистого материала по величине осадки слоя. Результаты эксперимента приведены в таблице и на рисунке 2.

Таблица - Результаты эксперимента по оценке статического модуля упругости зернистых материалов различной крупности

№ пробы	Размер частиц, мм	Средний размер частиц, мм	Модуль упругости зернистого материала (средние значения), МПа при методе уплотняющего воздействия:	
			статическом	вибрационном
1	10...20	15	167	174
2	5...10	7,5	150	151
3	2,5...5	3,75	122	126
4	1,25...2,5	1,875	104	108

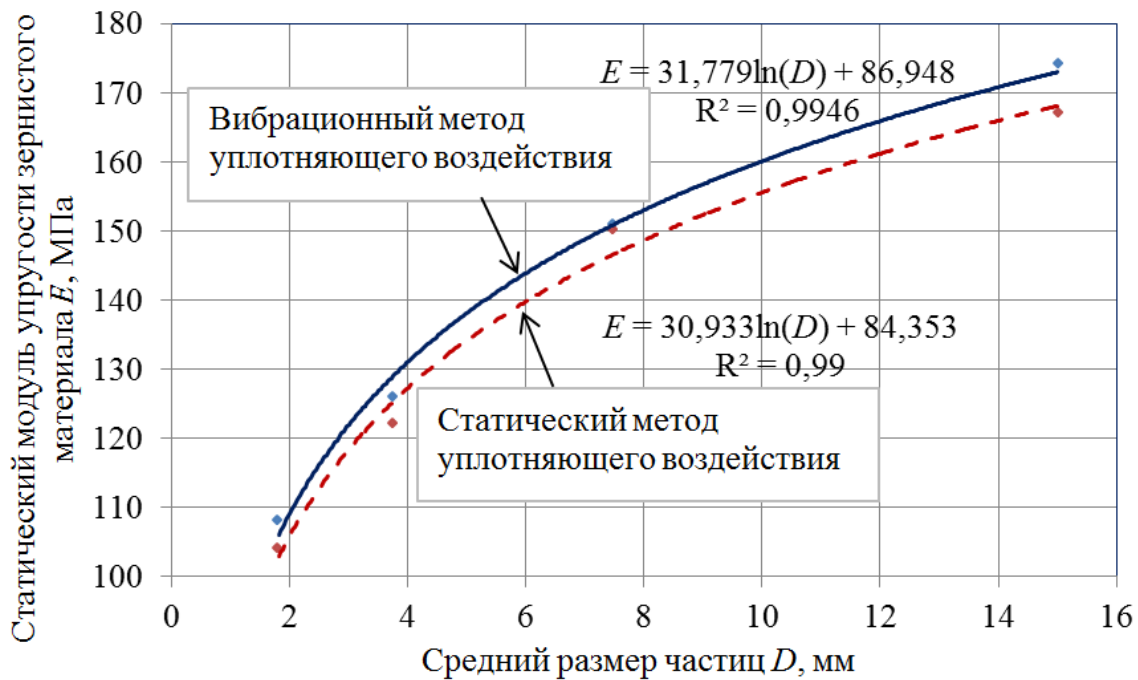


Рисунок 2 - Зависимость статического модуля упругости зернистых материалов от крупности частиц

Результаты проведенного эксперимента показывают, что модуль упругости зернистых материалов увеличивается с повышением размеров частиц, причем в случае экстраполяции можно предположить, что при дальнейшем увеличении размера частиц будет возрастать и модуль упругости, однако скорость роста будет постоянно снижаться. Данный факт подтверждает мнение тех ученых, которые считают, что модуль упругости зернистых материалов с увеличением размеров частиц растет, причем ограничений по размеру нет, а также коррелируется с нормативными значениями модуля упругости щебеночно-песчаных смесей, содержащих частицы различного размера.

Так как коэффициент детерминации  $R^2$  полученных зависимостей очень близок к единице, то можно говорить о высокой достоверности полученных результатов, которые могут послужить основой для создания математической модели формирования несущей способности щебеночно-песчаных смесей.

### Список литературы

1. Авакян, Л. А. Вопросы методики исследования физико-технических свойств крупнообломочных грунтов на основе опыта ТНИСГЭИ. – В кн.: Труды совещания по инженерно-геологическим свойствам горных пород и методам их изучения. Т. II. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – С. 245-249.
2. Маслов, Н. Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии. – М. : Высшая школа, 1968. – 629 с.

3. Сидоров, Н. Н. Лабораторные исследования механических свойств крупнообломочных грунтов / Н. Н. Сидоров, А. А. Лаврова, И. В. Ковалев // Труды ЛИИЖТ. Подземные сооружения, основания и фундаменты. – 1965. – Вып. 241. – С. 115-117.
4. Рассказов, Л. Н. Экспериментальные исследования сопротивляемости сдвигу крупнообломочных грунтов // Труды института ВОДГЕО. – 1968. – Вып. 19. – С. 92-97.
5. Тулинов, Р. Г. Методика исследования физико-механических свойств обломочно-глинистых грунтов. – В кн.: Материалы к научно-технической конференции ПНИИИСа. – М., 1968. – С. 244-247.
6. Кандауров, И. И. Механика зернистых сред и ее применение в строительстве. 2-е изд., испр. и перераб. – Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. – 280 с.
7. Васильев, А. П. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. 1 / А. П. Васильев, Б. С. Марышев, В. В. Силкин [и др.]; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А. П. Васильева. – М. : Информавтодор, 2005. – 646 с.
8. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. – М.: Информавтодор, 2001. – 143 с.