

СОПРОТИВЛЕНИЕ МЕЛКОГО ПЕСКА СДВИГУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОЦЕНТНОГО КОЛИЧЕСТВА В НЕМ ТВЕРДЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

Лапатин П. В.

(научный руководитель – Кравцов В.Н.)

РУП «Институт «БелНИИС»

Минск, Беларусь

Аннотация. В статье приведены результаты лабораторных исследований по определению влияния крупных включений (армирующих элементов) в мелком песке на его угол внутреннего трения.

Введение

В настоящее время в практике фундаментостроения Республики Беларусь широкое распространение получила технология упрочнения грунтовых оснований пониженной прочности способом вертикального армирования грунта (далее - «ВА»). На сегодняшний день она экономичнее и индустриальнее устройства фундаментов глубокого заложения, а так же виброударных технологий, применяемых в строительстве (замена слабого слоя с последующей виброукаткой, трамбовка и т.д) [1-2].

Метод ВА позволяет упрочнять основания плитных фундаментов до наперед заданных требуемых свойств грунтов (E , φ , c), с использованием дешевых материалов: как готовых сборных элементов из свай (забивных), так и набивных, в т.ч из местных материалов (щебень, крупный песок, грунтобетон), укладываемых в предварительно-разбуриваемые, раскатываемые или проколотые скважины. Для повышения точности расчета физико-механических характеристик проектируемых ВА выполнен комплекс соответствующих исследований по изучению особенностей упрочнения песчаных грунтов пониженной прочности с использованием набивных и забивных свай уплотнения. Одними из исследований являлись лабораторные испытания по определению влияния крупных включений на угол внутреннего трения мелкого песка.

Методика исследований и результаты

Исследования влияния процентного соотношения крупных включений в мелком песке на его угол внутреннего трения выполнены путем испытания образцов в условиях одноплоскостного среза на приборе ГПП-30 по стандартной методике ГОСТ 12248-2010 [3]. В процессе подготовки был составлен план однофакторного эксперимента (фактором являлось процентное содержание крупных включений), результаты которого затем были обработаны методами математической статистики [4]. Эксперимент состоял из четырех опытов, в которых испытывались образцы мелкого песка без и с армированием в процентном отношении от 8 до 30 %.

Для сопоставимости результатов испытаний образцы создавались с заданными наперед характеристиками: грунт – песок мелкий; плотность $\rho_0=1.70$ г/см³, влажность $\omega_0=7\%$. Затем в образцы для опытов 2-4 погружались армирующие элементы диаметром 15 мм, путем их вдавливания в предварительно созданные небольшие отверстия диаметром 8 мм.

При создании образцов определялись необходимые массы компонентов: грунта, воды, армоэлементов, исходя из следующих формул:

- масса высушенного грунта в кольце (без армирования):

$$m_{н.без} = V_{кол} \cdot \rho_0 / (1 + \omega_0), \quad (1)$$

где $V_{кол}$ – объем кольца для испытания образца, равный 140 см³;

- масса высушенного грунта и армоэлементов соответственно:

$$m_{н.ар} = V_{кол} \cdot (1 - a) \cdot \rho_0 / (1 + \omega_0) \quad (2)$$

$$m_{ар} = \frac{a \cdot V_{кол} \cdot \rho_{ар}}{(1 + \omega_0)}, \quad (3)$$

где $\rho_{ар}$ – плотности армоэлементов, г/см³;

a – процент армирования грунта твердыми включениями.

Образцы испытываемого грунта представлены на рисунке 1.

После проведения эксперимента для каждой серии опытов были построены графики зависимости предельного касательного напряжения от нормального давления. Их осредненные значения для опытов с различным процентом армирования приведены на рисунке 2.



Рисунок 1. - Общий вид образцов песчаного грунта для сдвиговых испытаний с различным процентом их армирования (8 — 30%)

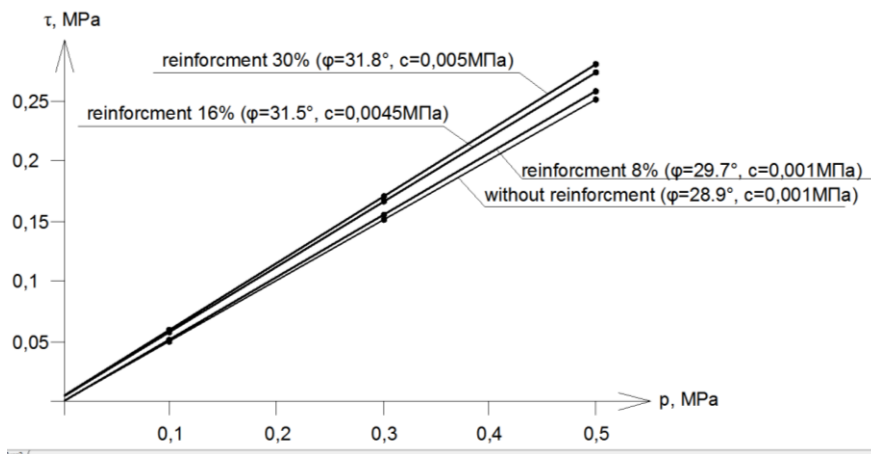


Рисунок 2. – Осредненные графики зависимости предельного касательного напряжения в образце от нормального давления

План однофакторного эксперимента и его результаты приведены в таблице 1.

Полученные результаты исследований в дальнейшем будут проверяться в условиях натурных испытаний. На их базе будут уточнены существующие расчетные методики по определению физико-механических характеристик ВА, а так же будет определен оптимальный процент армирования мелкого песка сваями уплотнения.

Таблица 1. – План факторного эксперимента по исследованию влияния процента армирования грунта на его угол внутреннего трения

№ Опыта	Фактор	Отклик (Угол внутреннего трения)						Коэффициент вариации
	X1	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Yn	
1	0%	29	28.8	29.3	28.5	28.7	28.86	0.30
2	8%	30	29.5	29.6	29.4	30.2	29.74	0.34
3	16%	31.1	31.3	31.7	31.7	31.6	31.48	0.27
4	30%	31.5	32	31.8	31.5	32	31.76	0.25

Коэффициент Стьюдента для выборки из 5 повторений для доверительной вероятности 95% равен 2,13, в этом случае показатель точности его среднего значения равен: для 1-го опыта - 0,29; 2-го опыта – 0,33; 3-го опыта - 0,26; 4-го опыта составили - 0,24

Заключение

Проведенные исследования показывают, что рост угла внутреннего трения в песчаных грунтах происходит до определенного значения процентного количества в нем твердых включений, равного примерно в песке мелком 16-20%.

Литература

1. Сеськов, В.Е. Упрочнение оснований методом вертикального армирования грунтобетонными микросваями в пробитых скважинах/ В.Е. Сеськов, В.Н. Кравцов, С.А. Якуненко // Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции: Сб. трудов межд. конф. редкол.: Р.А. Мангушев (отв. ред.) [и др.]. – СПб: СПбГАСУ, 2010. – с.295-300.
2. Кравцов, В.Н. Проектирование вертикально армированных оснований плитных фундаментов / В.Н. Кравцов // Труды международной конференции по геотехнике «Геотехника Беларуси: Наука и практика». – Минск: БНТУ, 2013. – 9стр.
3. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости : ГОСТ 12248-2010. – Введ. 01.11.2013. – Минск: БелГИСС, НИИОСП, 2013. – 84 с.
4. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер. - М: Метал., 1969. - 155с.