

ЗАКРЕПЛЕНИЕ СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ СУПЕСЕЙ ИЗВЕСТКОВЫМИ СВАЯМИ

Каплич А. С.

Научный руководитель – Сернов В. А., Тронда Т. В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Беларусь

Аннотация. В данной статье описаны лабораторные исследования по изменению несущей способности и деформативности слабой водонасыщенной супеси при устройстве известковых и песчано-известковых свай.

Введение

В связи с увеличением этажности строительства и соответственно ростом нагрузок и осадок зданий и сооружений в условиях слабых грунтов актуальным является вопрос устройства улучшенных искусственных оснований. Существует множество различных методов и способов улучшения грунтов [1], однако все они имеют ограниченную область применения.

Одним из эффективных, но давно забытых способов улучшения свойств слабых водонасыщенных глинистых грунтов является применение и устройство известковых свай.

Ранее студентами БНТУ под руководством Сернова В. А. и Тронда Т. В. были проведены исследования моделей слабого глинистого грунта, закрепленного сваями и армодриенирующими элементами из сухой песчано-цементной смеси [2-5].

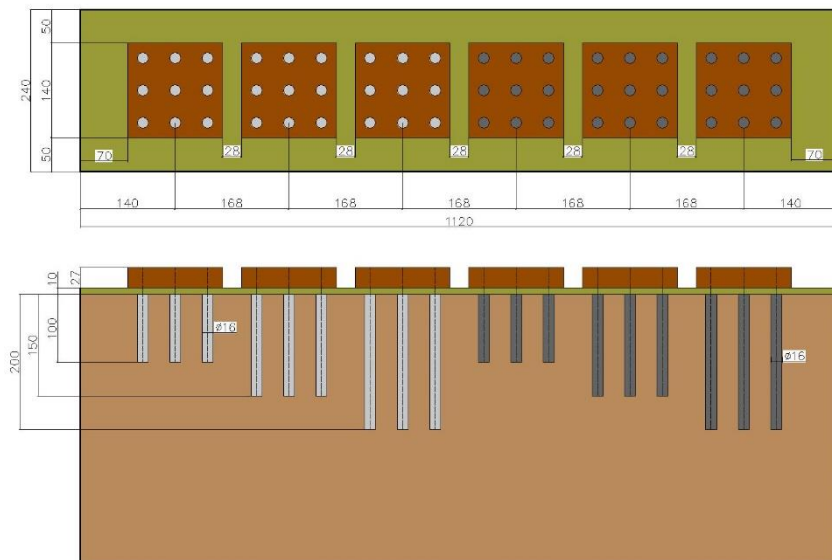
Цель работы

Провести штамповые испытания грунта, закрепленного известковыми и песчано-известковыми сваями. Определить изменение несущей способности и деформативности слабого водонасыщенного глинистого грунта.

Исходные данные и материалы

В качестве моделей были подготовлены шесть фрагментов

грунта, закрепленного 9 сваями каждый. Диаметр свай – $\varnothing 16$ мм и длина $l_{св} = 10, 15$ и 20 см (рис. 1).



- 1) модель 1: $l_{св} = 10$ см; 2) модель 2: $l_{св} = 15$ см; 3) модель 3: $l_{св} = 20$ см
 4) модель 1: $l_{св} = 10$ см; 5) модель 2: $l_{св} = 15$ см; 6) модель 3: $l_{св} = 20$ см
Рисунок 1. – Схема расположения моделей усиления грунта

Сваи были изготовлены из извести и извести с песком в следующих пропорциях по массе: И:П = 1:11,1. Соотношение компонентов смеси бралось как для бетона класса С8/10 в стандартных условиях.

В качестве штампов были подготовлены пластины из дерева размером 140x140x27 мм.

Для испытаний использовалась слабая водонасыщенная супесь со следующими характеристиками: влажность на границе текучести $W_L=15,7\%$; влажность на границе раскатывания $W_P=9,1\%$; начальная влажность $W_0=14,9\%$; число пластичности $I_P=6,6$; показатель текучести $I_L=0,9$; степень влажности $S_r=1,0$.

Ход испытания

Лабораторные исследования проводились на базе кафедры «Геотехника и экология в строительстве» согласно ГОСТ 20276-2012 [6].

Для испытания моделей использовался заполненный грунтом стеклянный лоток размерами 112х24х60 см.

Изначально были испытаны только модели штампов для определения несущей способности и деформативности незакрепленного грунта. Затем в тех же местах в грунте были изготовлены модели.

Сваи устраивались в грунте с помощью металлической трубки диаметром $\varnothing 16$ мм, погружаемой вдавливанием на требуемую глубину равную их длине. Металлическая трубка заполнялась сухой известью или известковой смесью с уплотнением и затем трубка извлекалась.

Сваи устраивались в два этапа. На первом этапе было установлено по пять свай в каждой модели, т.е. всего 30 свай. Затем, по истечении трех суток, были установлены оставшиеся 24 сваи (рис. 2).

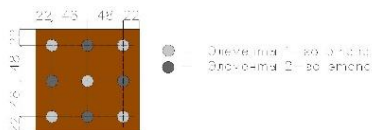


Рисунок 2. – Порядок устройства элементов

После устройства свай над ними была изготовлена песчаная подушка толщиной 1 см из песка средней крупности с диаметром частиц менее 2 мм. Для предотвращения испарения влаги и высыхания грунта лоток герметично закрывался пленкой.

По истечении 28 суток после устройства свай и набором прочности были проведены штамповые испытания моделей. Нагрузка к штампам прикладывалась ступенями с шагом 0,2-0,4 кН с помощью рычага с передаточным числом 1:10. Для измерения осадок штампов на каждой модели было установлено по два индикатора часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм.

Всего было проведено шесть испытаний штампом незакрепленного грунта и шесть испытаний грунта, закрепленного известковыми и песчано-известковыми сваями.

Полученные результаты

На рис. 3 приведены полученные в результате испытаний графики зависимости осадок штампов от среднего давления под подошвой в зависимости от длины свай. Для штамповых испытаний незакрепленного грунта приведен осредненный график.

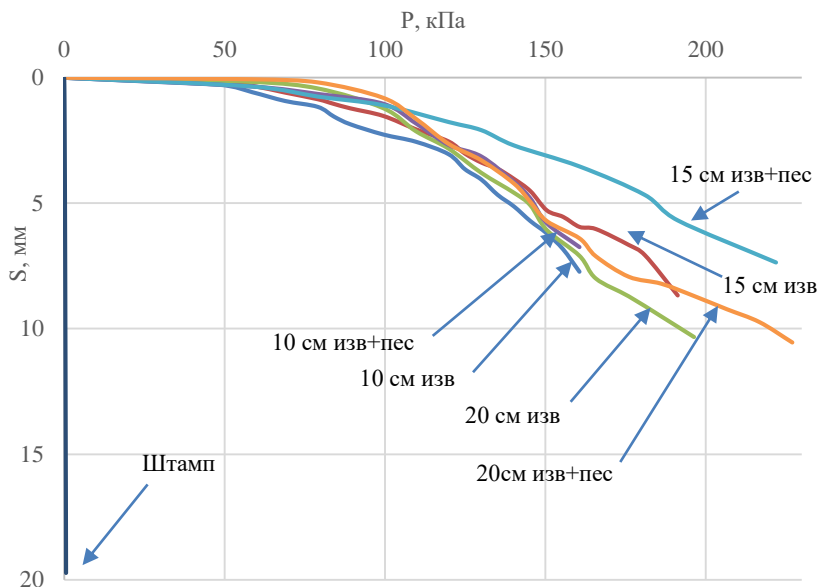


Рисунок 3. – График зависимости осадки штампа от давления, $S=f(P)$

Таблица 1. – Среднее давление под подошвой штампа P_8 , коэффициент упрочнения $K_{упр}$

Показатель	L , см			
	0	10	15	20
$P_{изв}$, кПа	15,27	156,55	180,20	159,77
$P_{изв + пес}$, кПа	15,27	221,94	215,36	165,00
$K_{упр}$	1,00	14,54	14,11	10,81

На основании графиков была определена условная несущая способность грунта P_8 , коэффициент упрочнения $K_{упр}$, модуль деформации E и коэффициент увеличения модуля деформации n в зависимости от длины свай L (табл. 1). За критерий несущей способности была принята осадка штампа равная 8 мм.

Заключение

В ходе лабораторных исследований закрепления грунта известковыми и песчано-известковыми сваями было установлено значительное увеличение несущей способности и уменьшение деформативности грунта в зависимости от длины свай, а именно, от объема закрепляемого грунта. При этом коэффициент упрочнения $K_{упр}$ (показатель увеличения несущей способности) составил 14,54, 14,11 и 10,81 для свай длиной 10, 15 и 20 см соответственно.

Стоит отметить, что в проведенном эксперименте песок в песчано-известковой смеси выступил в качестве крупного заполнителя, что повлияло на результаты эксперимента и грунт, закрепленный известковыми сваями показал несущую способность меньше несущей способности грунта, закрепленного песчано-известковыми сваями, однако значительно выше несущей способности незакрепленного грунта.

По результатам проведенных испытаний можно судить только о качественной картине, а для получения точной количественной картины необходимо проведение полномасштабных исследований.

Литература

1. Магушев, Р.А. Методы подготовки и устройства искусственных оснований: Учеб. пособие / Р.А. Мангушев, Р.А. Усманов, С.В. Ланько, В.В. Конюшков – М. – СПб.: Изд-во АСВ, 2012. – 280 с.
2. Жерносек, В.Л. Изменение влажности слабой водонасыщенной супеси при устройстве армодренирующих элементов из сухой бетонной смеси / В. Л. Жерносек, С. А. Новик, И. Д. Хурс ; науч. рук. Т. В. Тронда // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 73-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 28 апреля 2017 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Сернов, Т. В. Тронда. – Минск, 2017. – С. 33-36.

3. Жерносек, В.Л. Набор прочности армодриенирующими элементами из сухой бетонной смеси в слабой водонасыщенной супеси / В. Л. Жерносек, С. А. Новик, И. Д. Хурс Хурс ; науч. рук. Т. В. Тронда // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 73-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 28 апреля 2017 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Сернов, Т. В. Тронда. – Минск, 2017. – С. 37-40.

4. Кохан, П. В. Несущая способность и деформативность геомассива из вертикальных армодриенирующих элементов в слабом глинистом грунте / П. В. Кохан, А. С. Каплич ; науч. рук. В. А. Сернов, Т. В. Тронда // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 74-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 25 апреля 2018 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Сернов, Т. В. Тронда. – Минск, 2018. – С. 58-62.

5. Полещук, Е. В. Исследование взаимодействия элементов модели свайно-плитного фундамента в моренной супеси / Е. В. Полещук, С. А. Нудный ; науч. рук. В. А. Сернов, А. В. Балыш // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 74-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 25 апреля 2018 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Сернов, Т. В. Тронда. – Минск, 2018. – С. 63-67.

6. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости : ГОСТ 20276-2012. – Взамен ГОСТ 20276-99 ; введ. 11.11.2014. – Минск : Госстандарт, 2015. – 48 с.