

## **НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ГЕОМАССИВА ИЗ ВЕРТИКАЛЬНЫХ АРМОДРЕНИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СЛАБОМ ГЛИНИСТОМ ГРУНТЕ**

**Кохан П. В., Каплич А. С.**

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

**Аннотация.** В данной статье описаны лабораторные исследования по изменению несущей способности и деформативности слабой водонасыщенной супеси при устройстве геомассива из армодренирующих элементов из сухой бетонной смеси.

### **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 способов улучшения свойств слабых водонасыщенных глинистых грунтов является применение армодренирующих элементов из сухой бетонной смеси [2].

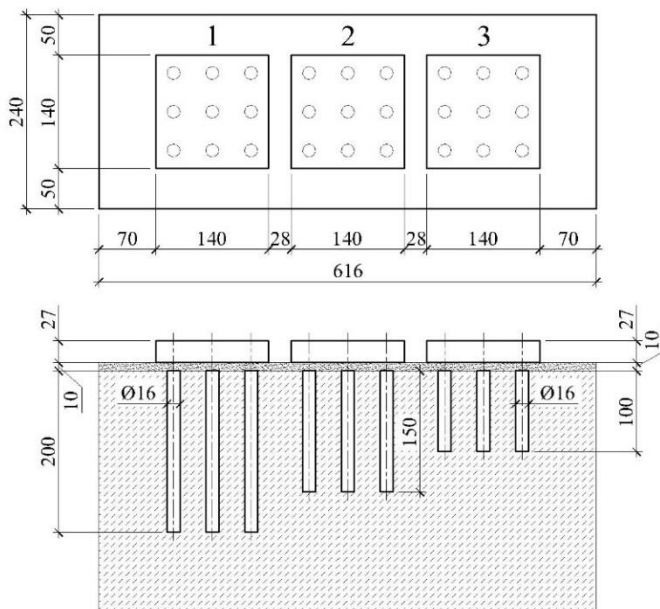
Ранее студентами БНТУ Жерносеком В. Л., Новиком С. А. и Хурсом И. Д. под руководством Тронда Т. В. были проведены исследования по набору прочности сухих бетонных смесей в водонасыщенном глинистом грунте и изменению влажности грунта [3, 4].

### **Цель работы**

Провести штамповые испытания моделей геомассива в слабой водонасыщенной супеси и определить изменение несущей способности и деформативности грунта.

## Исходные данные и материалы

В качестве моделей геомассива в грунте были подготовлены три фрагмента по 9 армодренирующих элементов в каждом диаметром  $\text{Ø}16$  мм и длиной  $l_{\text{эл}} = 10, 15$  и  $20$  см (рис. 1).



1) модель 1:  $l_{\text{эл}} = 20$  см; 2) модель 2:  $l_{\text{эл}} = 15$  см; 3) модель 3:  $l_{\text{эл}} = 10$  см  
Рисунок 1. – Схема расположения моделей геомассива

Армодренирующие элементы были изготовлены из сухой смеси на портландцементе марки ПЦ 500 в следующих пропорциях по массе: Ц:П = 1:9,1. Соотношение компонентов бетонной смеси бра-лось из расчёта получения бетона класса С8/10 в стандартных усло-виях.

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  $W_0=13,7\%$ ; число пластичности  $I_P=6,6$ ; показатель теку-чести  $I_L=0,7$ ; степень влажности  $S_r=1,0$ .

### Ход испытания

Лабораторные исследования проводились на базе кафедры «Геотехника и экология в строительстве» согласно ГОСТ 20276-2012 [5].

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

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

Армодренирующие элементы устраивались в грунте с помощью металлической трубки диаметром  $\varnothing 16$  мм, погружаемой вдавливанием на требуемую глубину равную длине элементов. Металлическая трубка заполнялась сухой смесью с уплотнением и затем извлекалась.

Элементы устраивались в два этапа. На первом этапе было установлено по пять элементов в каждой модели геомассива, т.е. всего 15 элементов. Затем, по истечении трех суток, были установлены оставшиеся 12 элементов (рис. 2).

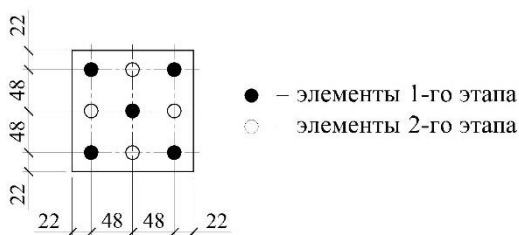


Рисунок 2. – Порядок устройства элементов

После устройства элементов 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 элементов и набором ими прочности были проведены штамповые испытания моделей геомассива. 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 три испытания штампом неармированно-го грунта и три испытания геомассива.

### Полученные результаты

На рис. 3 приведены полученные в результате испытаний графики зависимости осадок штампов от среднего давления под подошвой в зависимости от длины армодренирующих элементов. Для штамповых испытаний неармированного грунта приведен усредненный график.

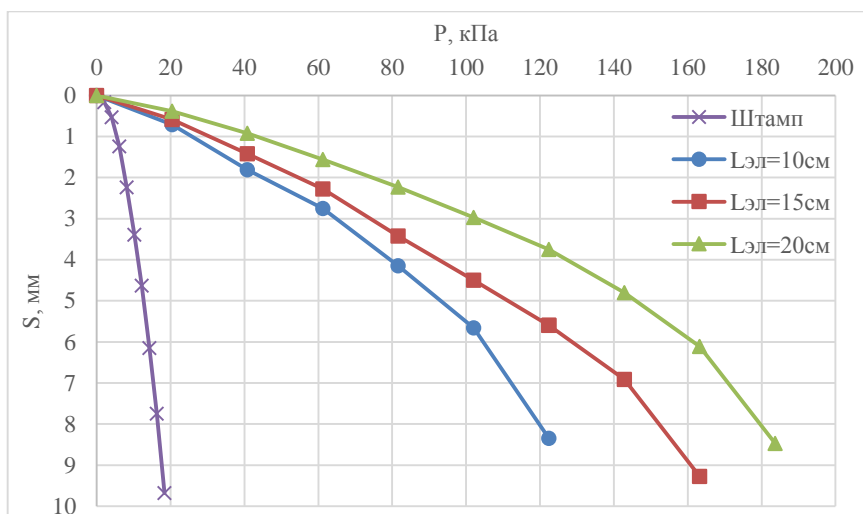


Рисунок 3. – График зависимости осадки штампа от давления,  $S=f(P)$

Таблица 1. – Среднее давление под подошвой штампа  $P_8$ , коэффициент упрочнения  $K_{упр}$ , модуль деформации  $E$  и коэффициент увеличения модуля деформации  $n$  в зависимости от длины элементов  $L$

| Показатель         | $L, \text{ см}$ |       |       |       |
|--------------------|-----------------|-------|-------|-------|
|                    | 0               | 10    | 15    | 20    |
| $P_8, \text{ кПа}$ | 16,6            | 119,8 | 152,2 | 179,6 |
| $K_{упр}$          | 1,0             | 7,2   | 9,2   | 10,8  |
| $E, \text{ МПа}$   | 0,28            | 3,7   | 4,4   | 6,8   |
| $n$                | 1,0             | 12,6  | 15,6  | 23,7  |

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 элементов  $L$  (табл. 1). За критерий несущей способности была принята осадка штампа равная 8 мм.

### **Заключение**

В ходе лабораторных исследований геомассива из вертикальных армодренирующих элементов было установлено значительное увеличение несущей способности и уменьшение деформативности грунта в зависимости от длины элементов. При этом коэффициент упрочнения  $K_{упр}$  (показатель увеличения несущей способности) составил 7,2, 9,2 и 10,8, коэффициент увеличения модуля деформации  $n$  (показатель уменьшения деформативности) – 12,6, 15,6 и 23,7 для элементов длиной 10, 15 и 20 см соответственно.

### **Литература**

1. Магушев, Р.А. Методы подготовки и устройства искусственных оснований: Учеб. пособие / Р.А. Магушев, Р.А. Усманов, С.В. Ланько, В.В. Конюшков – М. – СПб.: Изд-во АСВ, 2012. – 280 с.
2. Тронда, Т. В. Опыт применения геомассивов при строительстве многоэтажных зданий на слабых водонасыщенных грунтах / Т. В. Тронда // Актуальные проблемы геотехники, экологии и защиты населения в чрезвычайных ситуациях : материалы 67-й студ. науч.-техн. конф., секция «Геотехника и экология в строительстве», Минск, 6 мая 2011 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: М. И. Никитенко [и др.]. – Минск, 2011. – С. 68-73.
3. 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 // 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.
4. Жерносек, В. Л. Набор прочности армодренирующими элементами из сухой бетонной смеси в слабой водонасыщенной супеси / В. Л. Жерносек, С. А. Новик, И. Д. Хурс // 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.
5. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости : ГОСТ 20276-2012. – Взамен ГОСТ 20276-99 ; введ. 11.11.2014. – Минск : Госстандарт, 2015. – 48 с.