

Д.А. Прокин, В.М. Антонов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АРМИРОВАННЫХ ГРУНТОВ

Лабораторные испытания проводились в компрессионных и сдвиговых приборах на образцах песчаного грунта, взятых из карьера Красненькое города Тамбова. В соответствии с [1] песок мелкий, степень неоднородности по Хазену $C_u = d_{60}/d_{10} = 2,8$ – песок однородный.

ВЛАЖНОСТЬ ГРУНТА ОСНОВАНИЯ БЫЛА БЛИЗКА К ОПТИМАЛЬНОЙ $w = 10\%$. КОЭФФИЦИЕНТ ВОДОНАСЫЩЕНИЯ $S_r = 0,31$ – ГРУНТ МАЛОВЛАЖНЫЙ. ПЛОТНОСТЬ СУХОГО ГРУНТА $\rho_d = 1,35$ Г/СМ³, ПЛОТНОСТЬ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ $\rho_s = 2,59$ Г/СМ³.

Прочностные характеристики для неармированного основания: угол внутреннего трения $\varphi = 32^\circ$; удельное сцепление $c = 3,3$ кПа.

В ПРИБОРЕ ОДНОПЛОСКОСТНОГО СРЕЗА БЫЛИ ПРОВЕДЕНЫ ИСПЫТАНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С [2], ПО МЕТОДУ НЕКОНСОЛИДИРОВАННО-НЕДРЕНИРОВАННОГО СРЕЗА ПРИ НОРМАЛЬНЫХ ДАВЛЕНИЯХ: 0,1; 0,2; 0,3 МПа. ОБРАЗЦЫ-БЛИЗНЕЦЫ БЫЛИ ПОДГОТОВЛЕНЫ ОБЪЕМНЫМ МЕТОДОМ НЕПОСРЕДСТВЕННО В КАМЕРЕ СДВИГОВОГО ПРИБОРА ПРИ ПОСТОЯННОЙ ПЛОТНОСТИ $\rho = 1,55$ Г/СМ³,

В качестве армирующего материала использовались: сетки с размерами ячеек 1×1 см с диаметром стержней 1, 2, 3 мм; пластик толщиной 0,5, 1, 2, 3 мм; стержни диаметром 0,5, 1, 2, 3 мм, которые располагались с шагом 30, 15, 10 мм, и геотекстиль. Все армирующие элементы располагались перпендикулярно плоскости среза.

Результаты опытов на сдвиг представлены в табл. 1.

1 Прочностные характеристики армированного грунта

Вид арматуры	Процент армирования	Напряжения сдвига при вертикальной нагрузке Р, мПа			С, кПа	$\varphi, ^\circ$
		0,1	0,2	0,3		
Без арматуры	-	0,07 5	0,12 5	0,2	0,0 3	32
Сетка $d_s = 1$ мм	0,273	0,1	0,17 5	0,2 5	0,0 5	36,8
Сетка $d_s = 2$ мм	1,13	0,12 5	0,17 5	0,3	0,0 5	41,1
Сетка $d_s = 3$ мм	2,54	0,1	0,17 5	0,3 2	0,0 1	48,37
Пластик $t_s = 0,5$ мм	2	0,07 5	0,12 5	0,2 2	0,0 2	36,8

Пластик $t_s = 1$ мм	4	0,07 5	0,17 5	0,2 5	0,0 2	41,1
Пластик $t_s = 2$ мм	8	0,07 5	0,15	0,2 2	0,0 2	36,8
Пластик $t_s = 3$ мм	12	0,1	0,17 5	0,2 7	0,0 3	41,1
3 ст. $d_s = 0,5$ мм	0,014	0,07 5	0,15	0,2 2	0,0 2	36,8
3 ст. $d_s = 1$ мм	0,055	0,07 5	0,22 5	0,2 2	0,0 4	32
3 ст. $d_s = 2$ мм	0,22	0,07 5	0,15	0,2 2	0,0 2	36,8

Продолжение табл. 1

Вид арматуры	Про- цент арми- рова- ния	Напряжения сдвига при вер- тикальной на- грузке Р, мПа			С, кПа	$\varphi, ^\circ$
		0,1	0,17 5	0,2 5		
3 ст. $d_s = 3$ мм	0,495	0,1	0,17 5	0,2 5	0,0 5	36,8
5 ст. $d_s = 0,5$ мм	0,023	0,1	0,15	0,2 5	0,0 4	36,8
5 ст. $d_s = 1$ мм	0,092	0,1	0,15	0,2 2	0,0 5	32
5 ст. $d_s = 2$ мм	0,366	0,1	0,17 5	0,2 5	0,0 5	36,8
5 ст. $d_s = 3$ мм	0,824	0,07 5	0,17 5	0,2 5	0,0 1	41,1
7 ст. $d_s = 0,5$ мм	0,032	0,1	0,15	0,2 2	0,0 5	32
7 ст. $d_s = 1$ мм	0,128	0,1	0,17 5	0,2 5	0,0 5	36,8
7 ст. $d_s = 2$ мм	0,513	0,1	0,17 5	0,2 7	0,0 3	41,1
7 ст. $d_s = 3$ мм	1,15	0,1	0,2	0,2 7	0,0 4	41,1
Текстиль	8	0,07 5	0,17 5	0,2 5	0,0 1	41,1

На компрессионном приборе испытания проводились в соответствии с [2], нагрузка на рычаг прибора давалась ступенями в 0,03; 0,06; 0,09; 0,12; 0,15 кН, это соответствовало давлению на грунт в 50; 100; 150; 200; 250 кПа. Каждая ступень нагрузки выдерживалась до условного затухания деформаций. Армирующий элемент располагался перпендикулярно оси действия вертикальной нагрузки, на глубине 0,25, 0,5, 0,75 от высоты образца.

В табл. 2 представлены результаты испытаний проведенных на компрессионном приборе.

2 ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРМИРОВАННОГО ГРУНТА

Вид арматуры	Процент армирования	Глубина заложения	Значения модуля деформации при вертикальной нагрузке P , кПа			
			100	150	200	250
БЕЗ АРМАТУРЫ		–	1142	1582	2290	3164
Сетка $d_s = 1$ мм	0,49	1,8	1368	1444	1857	2167
		1,2	1300	2889	3250	3250
		0,6	1444	1625	1733	1857

Продолжение табл. 2

Вид арматуры	Процент армирования	Глубина заложения	Значения модуля деформации при вертикальной нагрузке P , кПа			
			100	150	200	250
Сетка $d_s = 2$ мм	1,96	1,8	2364	2889	2889	3714
		1,2	2167	2364	3250	3714
		0,6	2364	2889	3250	2364
Сетка $d_s = 3$ мм	4,42	1,8	2364	2889	2889	3250
		1,2	1733	1733	1857	2364
		0,6	1857	1857	2167	2364
Пластик $t_s = 0,5$ мм	2	1,8	3714	5200	5200	6500
		1,2	2167	3714	5200	6500
		0,6	1300	2600	3250	3714
Пластик $t_s = 1$ мм	4	1,8	3714	3714	5200	6500
		1,2	3714	3714	5200	5200
		0,6	2600	2600	3250	3714
Пластик $t_s = 2$ мм	8	1,8	2363	3250	5200	6500
		1,2	2167	3250	3714	5200
		0,6	2363	3250	5200	6500
Пластик $t_s = 3$ мм	12	1,8	2167	2600	3714	6500
		1,2	5200	6500	8667	8667
		0,6	2600	3250	3714	5200
3 ст. $d_s = 0,5$ мм	0,029	1,8	2167	3250	3250	5200
		1,2	2600	5200	6500	8667
		0,6	2363	3250	6500	8667
3 ст. $d_s = 1$ мм	0,115	1,8	1733	2364	3250	5200
		1,2	1300	3714	5200	6500
		0,6	2167	2364	2364	5200
3 ст. $d_s = 2$ мм	0,46	1,8	2364	5200	6500	8667
		1,2	3714	3714	6500	8667
		0,6	3250	3714	6500	6500
3 ст. $d_s = 3$ мм	1,04	1,8	2167	3250	3714	5200
		1,2	1625	6500	6500	6500
		0,6	1733	3250	5200	6500
5 ст. $d_s = 0,5$ мм	0,043	1,8	5200	5200	8667	8667
		1,2	1857	3714	6500	8667
		0,6	2364	5200	6500	8667

Продолжение табл. 2

Вид арматуры	Процент армирования	Глубина заложения	Значения модуля деформации при вертикальной нагрузке P , кПа			
			100	150	200	250
5 ст. $d_s = 1$ мм	0,172	1,8	1367	2167	3714	6500
		1,2	1444	1857	3250	3250
		0,6	1857	2364	3250	3250
5 ст. $d_s = 2$ мм	0,69	1,8	2364	3714	6500	6500
		1,2	3250	3714	6500	6500
		0,6	2364	3714	6500	8667
5 ст. $d_s = 3$ мм	1,55	1,8	2167	3714	6500	6500
		1,2	1083	3250	5200	8667
		0,6	2167	3714	6500	8667
7 ст. $d_s = 0,5$ мм	0,61	1,8	3714	5200	5200	8667
		1,2	1857	2600	5200	6500
		0,6	1625	3714	6500	8667
7 ст. $d_s = 1$ мм	0,24	1,8	1857	3250	5200	6500
		1,2	1625	2167	2600	3714
		0,6	2167	3250	3250	3714
7 ст. $d_s = 2$ мм	0,98	1,8	2167	3714	5200	6500
		1,2	3714	5200	8667	8667
		0,6	3250	5200	6500	8667
7 ст. $d_s = 3$ мм	2,2	1,8	6500	6500	8667	8667
		1,2	5200	6500	6500	8667
		0,6	3714	6500	6500	8667
Текстиль	8	1,8	765	1182	2167	3250
		1,2	813	1182	1625	2364
		0,6	1083	1444	1733	1857

По результатам экспериментов выявлено следующее:

1 Армирование значительно повышает прочностные характеристики грунтов (удельное сцепление возросло при армировании сетками и пластиком в 1,5 раза, угол внутреннего трения в 1,3 раза) и модуль общей деформации (в 2,74 раза при армировании пластиком и стержнями).

2 Армирование геотекстилем привело к увеличению ϕ в 1,3 раза; значения сцепления и модуля деформаций не изменялись.

3 Оптимальное значение процента армирования при стержневом армировании $\mu = 0,029$, сетчатом армировании $\mu = 0,273$, армировании пластиком $\mu = 0,075$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 25100–95 Грунты. Классификация.
- ГОСТ 12248–96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.