

Таблица 1

Задание

к практической работе № 3 «Расчет устойчивости столбчатого и ленточного фундаментов на действие касательных сил пучения грунтов»

Номер варианта	Число пластич- ности, I_p	Показатель текучести, I_L	Степень водонасы- щения, S_r	Показа- тель дис- персно- сти, D	Глубина заложения фундамента, d , м	Расчетная глубина промерза- ния, d_f , м	Сторона сечения стойки фундамен- та, a , м	Сторона квадратной анкерной плиты, b , м	Расчетная постоянная нагрузка, на столбчатый фунда- мент, F , кН	Расчетная постоянная нагрузка, на ленточный фунда- мент, F_l , кН/м	Ширина подшвы сборного ленточного фундамен- та, b_l , м	Ширина сборных бетонных стенowych блоков, b_2 , м	Вид поверхности столбчатого фундамен- та	Вид поверхности ленточ- ного фундамента	Вид грунта в пре- делах глубины заложения фунда- мента
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,04	0,10			2,5	1,6	0,4	1,2	500	80	0,8	0,4	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	
			0,15	1,5	2,7	1,8	0,6	1,3	550	90	1,0	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	Песок мелкий
2	0,06	0,15			2,6	1,7	0,5	1,4	600	100	1,2	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Гладкая	
			0,20	2,0	2,8	1,9	0,7	1,6	650	110	1,4	0,4	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	Песок пылеватый
3	0,08	0,20			2,9	2,0	0,8	1,5	700	120	1,6	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	
			0,25	2,5	3,1	2,2	1,0	1,7	750	130	2,0	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Гладкая	Песок мелкий
4	0,10	0,25			3,0	2,1	0,9	1,8	800	140	2,4	0,4	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	
			0,30	3,0	3,2	2,3	1,1	2,0	850	150	3,2	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	Песок пылеватый
5	0,12	0,30			3,3	2,4	1,2	2,1	900	160	0,8	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Гладкая	
			0,35	3,5	3,5	2,6	1,4	2,3	950	170	1,0	0,4	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	Песок мелкий
6	0,14	0,35			3,4	2,5	1,3	2,2	1000	180	1,2	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	
			0,40	4,0	3,6	2,7	1,5	2,4	1100	190	1,4	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Гладкая	Песок пылеватый
7	0,16	0,40			3,7	2,8	1,6	2,5	1200	200	1,6	0,4	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	
			0,50	4,5	3,9	3,0	1,8	2,6	1300	210	2,0	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	Песок мелкий
8	0,18	0,45			3,8	2,9	0,4	1,5	800	220	2,4	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Гладкая	
			0,60	5,0	4,0	3,1	0,6	1,7	850	240	3,2	0,4	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	Песок пылеватый
9	0,20	0,50			4,1	3,2	0,5	1,8	1000	140	0,8	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	
			0,70	5,5	4,3	3,4	0,7	2,0	1100	150	1,0	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Гладкая	Песок мелкий
10	0,22	0,60			4,2	3,3	0,8	2,1	1200	160	1,2	0,4	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	
			0,80	6,0	4,4	3,5	1,0	2,3	1300	170	1,4	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	Песок пылеватый
11	0,23	0,75			4,5	3,6	0,9	2,2	1400	180	1,6	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Гладкая	
			0,85	7,0	4,7	3,8	1,1	2,4	1500	190	2,0	0,4	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	Песок мелкий
12	0,24	0,80			4,6	3,7	1,2	2,5	1600	200	2,4	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	
			0,90	8,0	4,8	3,9	1,4	2,6	1700	210	3,2	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Гладкая	Песок пылеватый
13	0,25	0,85			4,9	4,0	1,3	2,7	1800	220	1,6	0,4	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	
			0,95	9,0	5,1	4,2	1,5	2,9	1900	240	2,0	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	Песок мелкий
14	0,26	0,90			5,0	4,1	1,6	2,8	2000	250	2,4	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Гладкая	
			0,98	10,0	5,2	4,3	1,8	3,0	2100	260	3,2	0,5	Гладкая	Шероховатая, до 5 мм	Песок пылеватый
15	0,28	0,95			5,3	4,2	1,7	3,1	2200	270	2,8	0,6	Шероховатая, до 20 мм	Шероховатая, до 5 мм	
			0,92	12,0	5,5	4,4	1,9	3,2	2300	280	3,2	0,5	Шероховатая, до 5 мм	Шероховатая, до 20 мм	Песок мелкий

Таблица 2. Номера вариантов у студентов группы СУС-17

№ вариан- та	ФИО
1	Акинфеева Ксения Витальевна
2	Аленина Дарья Андреевна
3	Асланян Рафаэл Арменович
4	Захаров Алексей Романович
5	Колобова Инна Викторовна
6	Косичкин Артём Алексеевич
7	Леонов Алексей Сергеевич
8	Обухов Никита Александрович
9	Соколов Дмитрий Юрьевич
10	Хуторная Дарья Алексеевна
11	Шелеметьев Кирилл Сергеевич
12	Шемелина Анастасия Васильевна

2.148. При строительстве на пучинистых грунтах расчет фундаментов и оснований по устойчивости и прочности на воздействие касательных сил морозного пучения, действующих вдоль боковой поверхности фундамента, следует производить если грунты сезоннопромерзающего слоя имеют свойства, указанные в табл. 41.

Таблица 41

Грунты и степень водонасыщения	Значение расчетной удельной касательной силы пучения τ_{fh} , кПа, при глубине сезонного промерзания грунта, м		
	до 1,5	2,5	3 и более
1. Супеси, суглинки, глины при показателе текучести $I_L > 0,5$; крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при показателе дисперсности $D > 5$ и степени влажности $S_r > 0,95$	110	90	70
2. Супеси, суглинки, глины при $0,25 < I_L \leq 0,5$; крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при $D > 1$ и $0,8 < S_r \leq 0,95$	90	70	55
3. Супеси, суглинки, глины при $I_L \leq 0,25$; крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые при $D > 1$ и $0,6 < S_r \leq 0,8$	70	55	40

Примечания: 1. Для промежуточных глубин промерзания значение τ_{fh} принимается по интерполяции.

2. Значение τ_{fh} для грунтов, используемых при обратной засыпке котлованов, принимается по 1-й строке таблицы.

3. В зависимости от вида поверхности фундамента приведенные в таблице значения τ_{fh} умножаются на коэффициент: при гладкой бетонной не обработанной - 1; при шероховатой бетонной с выступами и кавернами до 5 мм - 1,1-1,2 до 20 мм - 1,25-1,5; при деревянной антисептирования - 0,9; при металлической без специальной обработки - 0,8.

Устойчивость фундамента на действие касательных сил пучения грунтов, прилегающих к его боковой поверхности, проверяется по формуле

$$\tau_{fh} A_{fh} - F \leq \frac{\gamma_c F_{rf}}{\gamma_n}, \quad (24)$$

где τ_{fh} - значение расчетной удельной касательной силы пучения, кПа, принимаемое по п. 2.149;

A_{fh} - площадь боковой поверхности фундамента, находящейся в пределах расчетной глубины сезонного промерзания, м²;

F - расчетная постоянная нагрузка, кН, при коэффициенте надежности по нагрузке $\gamma_n = 0,9$;

F_{rf} - расчетное значение силы кН, удерживающий фундамент от выпучивания вследствие трения его боковой поверхности о талый грунт, лежащий ниже расчетной глубины промерзания;

γ_c - коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,1;

γ_n - коэффициент надежности, принимаемый равным 1,1.

2.149. Значение расчетной удельной касательной силы пучения τ_{fh} , кПа, определяется опытным путем, а при отсутствии опытных данных - по табл. 2.41 в зависимости от вида и влажности грунта; при этом для зданий I и II классов значения, приведенные в таблице, принимаются с коэффициентом 1, для зданий III класса - с коэффициентом 0,9.

2.150. Расчетное значение силы F_{rf} , кН, удерживающей фундамент от выпучивания за счет трения его о талый грунт, для фундаментов, имеющих вертикальные грани, определяется по формуле

$$F_{rf} = \sum_{j=1}^n R_{fj} A_{fj}, \quad (25)$$

где R_{fj} - расчетное сопротивление талых грунтов сдвигу по боковой поверхности фундамента в j -том слое, кПа, допускается принимать согласно указаниям СНиП по проектированию свайных фундаментов;

A_{fj} - площадь вертикальной поверхности сдвига в j -том слое грунта ниже расчетной глубины промерзания, м²; значение A_{fj} для столбов без анкерной плиты принимается равным произведению толщины j -того слоя на периметр их сечения, для фундаментов с анкерной плитой - произведению j -того слоя на периметр анкерной плиты;

n - число слоев.

2.151. Для уменьшения воздействия сил морозного пучения грунта на фундаменты сооружений в необходимых случаях в проекте предусматриваются противопучинные мероприятия: устройство защиты сезоннопромерзающего грунта вблизи фундамента от избыточного увлажнения, покрытие поверхности фундамента в пределах слоя промерзающего грунта консистентной смазкой, полимерной пленкой, засыление грунтов веществами, не вызывающими коррозии бетона и арматуры, и др.

Для приспособления надземной части сооружений к неравномерным деформациям морозоопасных грунтов рекомендуется применять конструктивные мероприятия по п. 2.294(2.70).

2.152. Проверка всех типов фундаментов с вертикальными гранями на прочность при воздействии касательных сил морозного пучения производится по формуле

$$F_{fn} = \tau_{fn} A_{fn} - F, \quad (26)$$

где F_{fn} - расчетное усилие, кН, разрывающее фундамент;

τ_{fn}, A_{fn}, F - обозначения те же, что и в п. 2.148.

2.153. Проверка фундамента на действие касательных сил морозного пучения грунтов должна производиться как для законченного, так и для незавершенного к началу зимнего периода строительства сооружения. Если при этой проверке сила пучения окажется более удерживающей силы анкера, массы фундамента и возведенной части сооружения, то в проекте должны быть предусмотрены мероприятия, в том числе физико-химические по предохранению грунта от промерзания.

2.154. При проектировании в пучинистых грунтах малонагруженных столбчатых фундаментов с опорно-анкерными плитами необходимо учитывать силы, возникающие в процессе пучения на верхней поверхности плиты и препятствующие выпучиванию фундамента. В этом случае расчет фундамента на выпучивание уточняется введением коэффициента k_f к расчетной удельной касательной силе τ_{fn}

$$k_f = 1 - \frac{1,75 \left(\frac{\beta_1}{a} + \frac{\beta_2}{b} \right) (b^2 - a^2)}{d_f - h}, \quad (27)$$

где d_f - расчетная глубина промерзания;

a - сторона сечения стойки фундамента;

b - сторона квадратной анкерной плиты;

β_1, β_2 - коэффициенты, определяемые по табл. 42 в зависимости от

$$m_1 = \frac{d-h}{a}; n_1 = \frac{d_f}{a} - \text{для } \beta_1;$$

$$m_2 = \frac{d-h}{b}; n_2 = \frac{d_f}{b} - \text{для } \beta_2.$$

d - глубина заложения фундамента;

h - высота нижней ступени анкерной плиты.

Таблица 42

$m_{1,2}$	Значения $\beta_{1,2}$ при $n_{1,2}$ равном						
	0,5	1	2	3	4	5	6
1	0,029	0,058	0,088	0,087	0,082	0,077	0,074
2	0,015	0,031	0,067	0,085	0,082	0,078	0,075
3	0,007	0,015	0,034	0,059	0,075	0,074	0,07
4	0,004	0,008	0,019	0,032	0,052	0,066	0,067
5	0,003	0,006	0,012	0,02	0,029	0,047	0,058
6	0,002	0,004	0,008	0,013	0,020	0,028	0,043
7	0,002	0,003	0,006	0,009	0,013	0,018	0,025
8	0,001	0,002	0,005	0,007	0,01	0,013	0,018
9	0,001	0,002	0,004	0,005	0,008	0,018	0,013
10	0,001	0,001	0,003	0,004	0,006	0,008	0,000
9							

Таблица 2

Средняя глубина расположения слоя грунта, м	Расчетные сопротивления на боковой поверхности забивных свай и свай-оболочек f_i , кПа (тс/м ²)								
	песчаных грунтов средней плотности								
	крупных и средней крупности	мелких	пылеватых	-	-	-	-	-	-
	пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести I_L равном								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	35(3,5)	23 (2,3)	15(1,5)	12(1,2)	8(0,8)	4(0,4)	4(0,4)	3(0,3)	2(0,2)
2	42(4,2)	30 (3,0)	21(2,1)	17(1,7)	12(1,2)	7(0,7)	5(0,5)	4(0,4)	4(0,4)
3	48 (4,8)	35(3,5)	25 (2,5)	20 (2,0)	14(1,4)	8(0,8)	7(0,7)	6(0,6)	5(0,5)
4	53(5,3)	38(3,8)	27 (2,7)	22 (2,2)	16(1,6)	9(0,9)	8(0,8)	7(0,7)	5(0,5)
5	56 (5,6)	40(4,0)	29 (2,9)	24 (2,4)	17(1,7)	10(1,0)	8(0,8)	7(0,7)	6(0,6)
6	58(5,8)	42(4,2)	31 (3,1)	25 (2,5)	18(1,8)	10(1,0)	8(0,8)	7(0,7)	6(0,6)
8	62(6,2)	44(4,4)	33 (3,3)	26 (2,6)	19(1,9)	10(1,0)	8(0,8)	7(0,7)	6(0,6)
10	65 (6,5)	46 (4,6)	34(3,4)	27 (2,7)	19(1,9)	10(1,0)	8(0,8)	7 (0,7)	6(0,6)
15	72(7,2)	51 (5,1)	38(3,8)	28 (2,8)	20 (2,0)	11(1,1)	8(0,8)	7(0,7)	6(0,6)
20	79(7,9)	56 (5,6)	41 (4,1)	30(3,0)	20 (2,0)	12(1,2)	8(0,8)	7 (0,7)	6(0,6)
25	86(8,6)	61 (6,1)	44 (4,4)	32(3,2)	20 (2,0)	12(1,2)	8(0,8)	7(0,7)	6(0,6)
30	93 (9,3)	66(6,6)	47 (4,7)	34(3,4)	21 (2,1)	12(1,2)	9(0,9)	8(0,8)	7(0,7)
35	100(10,0)	70 (7,0)	50(5,0)	36(3,6)	22 (2,2)	13(1,3)	9(0,9)	8 (0,8)	7(0,7)

Примечания: 1. При определении расчетного сопротивления грунта на боковой поверхности свай f_i [табл. 2](#) следует учитывать требования, изложенные в примеч. 2 и 3 к [табл. 1](#).

2. При определении по [табл. 2](#) расчетных сопротивлений грунтов на боковой поверхности свай f_i пла-

Средняя глубина расположения слоя грунта, м	Расчетные сопротивления на боковой поверхности забивных свай и свай-оболочек f_i , кПа (тс/м ²)								
	песчаных грунтов средней плотности								
	крупных и средней крупности	мелких	пылеватых	-	-	-	-	-	-
	пылевато-глинистых грунтов при показателе текучести I_L равном								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

сты грунтов следует расчленять на однородные слои толщиной не более 2 м.

3. Значения расчетного сопротивления плотных песчаных грунтов на боковой поверхности свай f_i следует увеличивать на 30 % по сравнению со значениями, приведенными в [табл. 2](#).

4. Расчетные сопротивления супесей и суглинков с коэффициентом пористости $e < 0,5$ и глин с коэффициентом пористости $e < 0,6$ следует увеличивать на 15 % по сравнению со значениями, приведенными в [табл. 2](#), при любых значениях показателя текучести.

Т а б л и ц а 5

Сваи и способы их устройства	Коэффициент условий работы свай γ_{cf}			
	в песках	в супесях	в суглинках	в глинах
1. Набивные по п. 2.5 , а при забивке инвентарной трубы с наконечником	0,8	0,8	0,8	0,7
2. Набивные виброштампованные	0,9	0,9	0,9	0,9
3. Буровые, в том числе с уширением, бетонируемые:				
а) при отсутствии воды в скважине (сухим способом), а также при использовании обсадных инвентарных труб	0,7	0,7	0,7	0,6
б) под водой или под глинистым раствором	0,6	0,6	0,6	0,6
в) жесткими бетонными смесями, укладываемыми с помощью глубинной вибрации (сухим способом)	0,8	0,8	0,8	0,7
4. Бурунабивные, полые круглые, устраиваемые при отсутствии воды в скважине с помощью вибросердечника	0,8	0,8	0,8	0,7
5. Свай-оболочки, погружаемые вибрированием с выемкой грунта	1,0	0,9	0,7	0,6
6. Свай-столбы	0,7	0,7	0,7	0,6
7. Буруинъекционные, изготавливаемые под защитой обсадных труб или бентонитового раствора с опрессовкой давлением 200-400 кПа (2-4 атм)	0,9	0,8	0,8	0,8