

Для выполнения расчётно-графической работы каждый студент получает индивидуальное задание, которое включает:

- 1) название города и области, где намечено строительство;
- 2) схему фундамента (рис. 1 или рис. 2);
- 3) вертикальную нагрузку на верхний обреза 1 пог.м фундамента (таблица 2);
- 4) данные инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства - основные показатели физико-механических свойств грунтов (таблица 3).

Конечной задачей проектирования является разработка фундамента мелкого заложения для одного несущего элемента здания.

1.2. Основные обозначения

Физические характеристики грунтов

ρ - плотность грунта, т/м³;

ρ_d - плотность грунта в сухом состоянии, т/м³;

ρ_s - плотность твердых частиц грунта, т/м³;

γ - удельный вес грунта, кН/м³; $\gamma = \rho \cdot g$

γ_d - удельный вес грунта в сухом состоянии, кН/м³; $\gamma_d = \rho_d \cdot g$

γ_s - удельный вес твердых частиц грунта кН/м³; $\gamma_s = \rho_s \cdot g$

γ_{sb} - удельный вес грунта с учетом взвешивающего действия воды, кН/м³;

γ_w - удельный вес воды, равный ~ 10 кН/м³;

W - влажность грунта природная, в долях единицы;

W_p - влажность на границе раскатывания;

W_L - влажность на границе текучести;

Физические характеристики грунтов определяют опытным путем в лабораторных условиях. $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения.

Классификационные показатели грунтов

e - коэффициент пористости грунта (используется для определения разновидности песчаных грунтов по плотности сложения);

S_r - степень влажности грунта;

I_p - число пластичности грунта;

I_L - показатель текучести грунта.

Классификационные показатели определяют по расчетным формулам на основе физических характеристик грунтов.

Показатели деформируемости грунтов при сжатии

m_v - относительный коэффициент сжимаемости грунта, МПа⁻¹;

m_0 - коэффициент сжимаемости грунта, МПа⁻¹;

E - модуль деформации, МПа;

ν - коэффициент Пуассона (коэффициент

Пуассона)

Показатели прочности грунтов (параметры сопротивления сдвигу)

φ - угол внутреннего трения, град;

σ_{II} - удельное сцепление, кПа.

Показатели деформируемости и прочности грунтов определяются опытным путем в лабораторных или полевых условиях.

**Условные обозначения при расчетах оснований фундаментов
(рис. 1÷2)**

DL - отметка планировки;

NL - отметка поверхности природного рельефа;

WL - уровень подземных вод;

 h - толщина слоя грунта, м;

h_f - высота фундамента;

d- глубина заложения подошвы фундамента;

d_f - расчетная глубина сезонного промерзания грунта, м;

d_w - глубина расположения уровня подземных вод, м;

A – площадь подошвы фундамента;

b – ширина подошвы фундамента;

l – длина подошвы фундамента (при расчетах ленточных фундамента принимается $l=1$ п.м.);

H_c - глубина сжимаемой толщи (от подошвы фундамента до нижней границы сжимаемой толщи (В.С.)), м;

R_0 – условное сопротивление грунта основания, кПа;

R - расчетное сопротивление грунта основания, кПа;

S - осадка основания, см;

S_u - предельное значение деформации (осадки) основания, см;

N_p – внешняя расчетная нагрузка, действующая на обрез фундамента, кН;

R_f – расчетная нагрузка от веса фундамента, кН;

P_g – расчетная нагрузка от веса грунта над уступами фундамента, кН;

М – момент от сочетания расчетных нагрузок, кН·м;

$P_{cp}(P_m)$ – среднее давление под подошвой фундамента от действующих нагрузок, кПа;

$P_{\max(\min)}$ – максимальное и минимальное давление под краем фундамента, кПа. [1, 2, 3, 4, 5]

В расчётно-графической работе все расчеты выполняются в размерности международной системы единиц (СИ). Ниже дан перевод механической системы единиц (МК ГСС) в систему СИ.

1. Сила, нагрузка, вес - I Н.

$$I_{\text{KTC}} = 9,81 \text{ H} \approx 10 \text{ H}.$$
$$I_{TC} = 9,81 \cdot 10^3 H \approx 10 kH = 0,01 \text{ MH}$$

2. Давление (напряжение):

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 10 \text{ тс/м}^2 \approx 100 \text{ кПа} (100 \text{ кН/м}^2) = 0,1 \text{ МПа}$$

3. Удельный вес

$$\Gamma_{TC/M3} \approx 10 \text{ kH/M3} = 0,01 \text{ MH/M3}.$$

Сертификат:
Владелец:

Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1.3. Исходные данные

В расчетно-графической работе на тему «Расчёт основания и фундамента мелкого заложения под здание» студенты оценивают грунты строительной площадки с позиции возможности устройства фундамента. Выполняют расчет и конструирование одного варианта фундамента на естественном основании. Определяют расход материалов для сооружения расчетного фундамента.

Вариант задания РГР выбирается на основании двух последних цифр зачётной книжки студента в таблице 1.

Таблица 1

Варианты	Нагрузка на фундамент и расчётная схема	Грунты строительной площадки	1	2	3	1	2	3	1	2	3
			21	1-1	10	48	4-2	1	75	8-1	4
			22	1-2	9	49	5-1	1	76	8-2	3
			23	2-1	8	50	5-2	2	77	9-1	2
			24	2-2	7	51	6-1	3	78	9-2	1
			25	3-1	6	52	6-2	4	79	10-1	2
			26	3-2	5	53	7-1	5	80	10-2	3
1	2	3	27	4-1	4	54	7-2	6	81	1-1	4
01	1-1	1	28	4-2	3	55	8-1	7	82	1-2	5
02	1-2	2	29	5-1	2	56	8-2	8	83	2-1	6
03	2-1	3	30	5-2	1	57	9-1	9	84	2-2	7
04	2-2	4	31	6-1	2	58	9-2	10	84	3-1	8
05	3-1	5	32	6-2	3	59	10-1	1	86	3-2	9
06	3-2	6	33	7-1	4	60	10-2	2	87	4-1	10
07	4-1	7	34	7-2	5	61	1-1	3	88	4-2	1
08	4-2	8	35	8-1	6	62	1-2	4	89	5-1	2
09	5-1	9	36	8-2	7	63	2-1	5	90	5-2	3
10	5-2	10	37	9-1	8	64	2-2	6	91	6-1	4
11	6-1	1	38	9-2	9	65	3-1	7	92	6-2	5
12	6-2	2	39	10-1	10	66	3-2	8	93	7-1	6
13	7-1	3	40	10-2	9	67	4-1	9	94	7-2	7
14	7-2	4	41	1-1	8	68	4-2	10	95	8-1	8
15	8-1	5	42	1-2	7	69	5-1	10	96	8-2	9
16	8-2	6	43	2-1	6	70	5-2	9	97	9-1	10
17	9-1	7	44	2-2	5	71	6-1	8	98	9-2	1
18	9-2	8	45	3-1	4	72	6-2	7	99	10-1	3
19	10-1	9	46	3-2	3	73	7-1	6			
20	10-2	10	47	4-1	2	74	7-2	5			

Вертикальная нагрузка ($F_{V,II}$) на верхний обрез фундамента приведена в таблице 2.

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_{V,II}, \text{кН}$	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700

Данные инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства по вариантам приведены в таблице 3.

Конструкции фундаментной части даны на схемах (Рис. 1, Рис. 2).

1-ая схема — фундамент мелкого заложения при наличии подвала;

2-ая схема – тоже, но с цокольной частью.
Высота подвала для всех вариантов 2 метра.

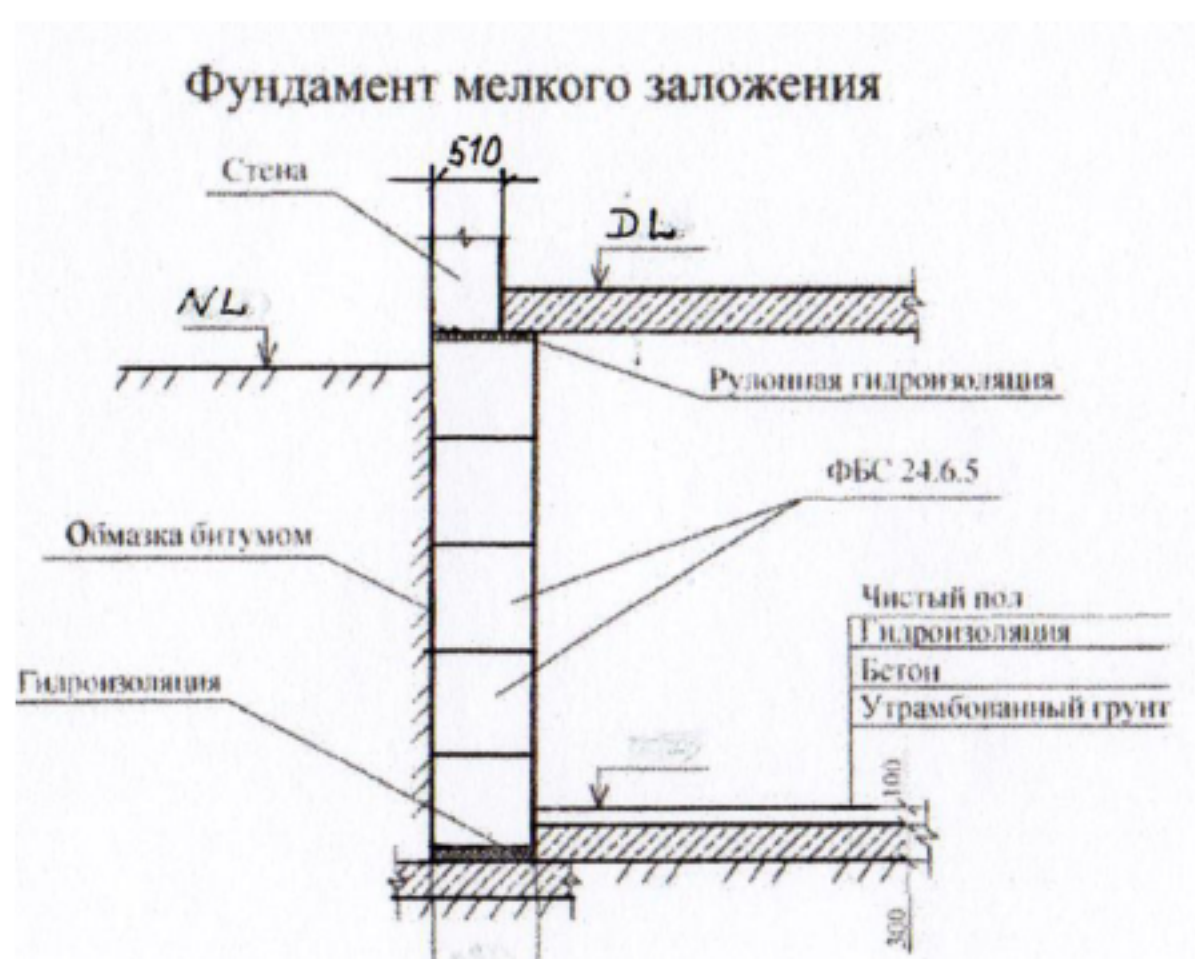


Рис. 1. Расчётная схема № 1
с подвалом.

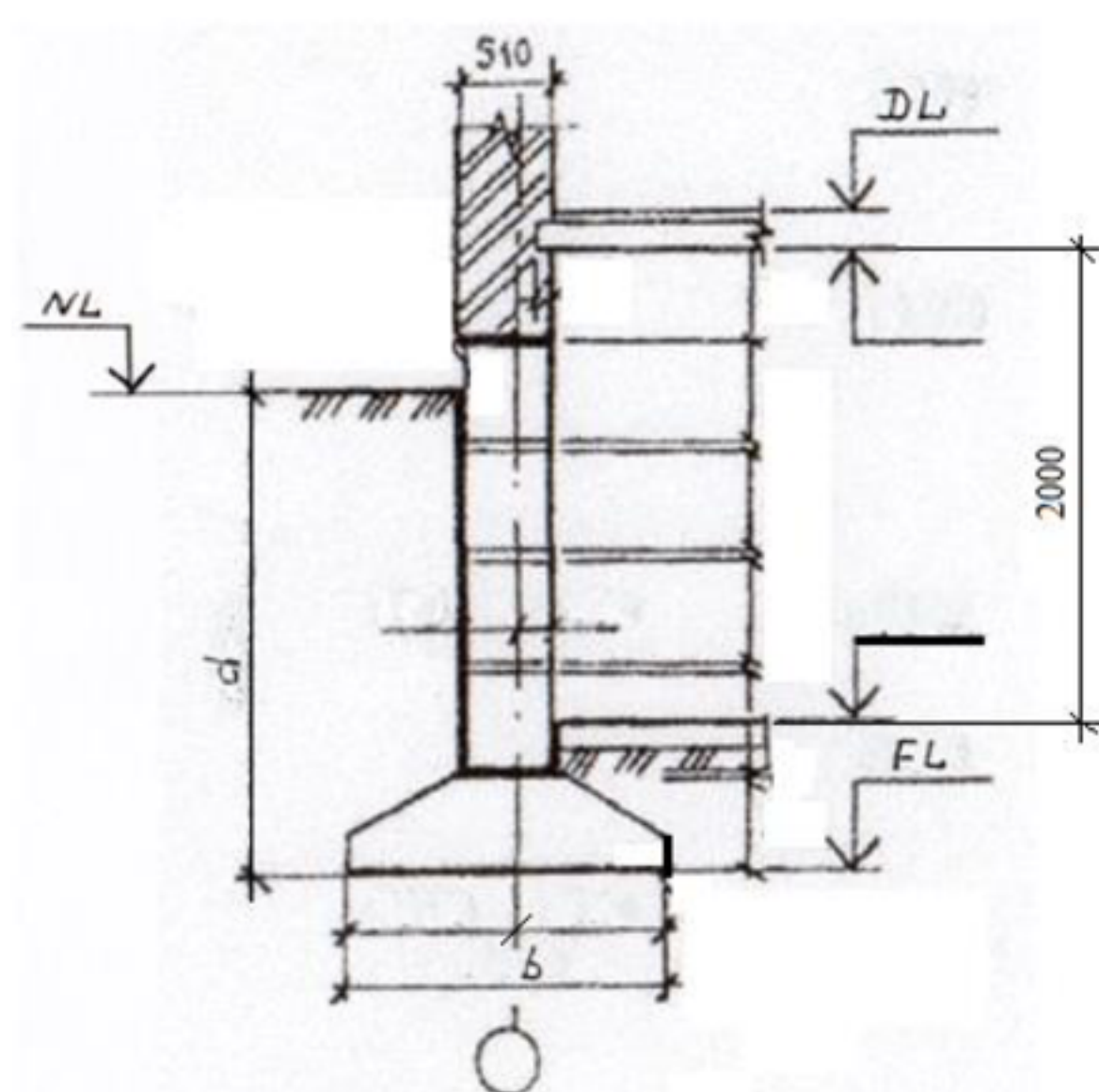


Рис. 2. Расчётная схема № 2
с полуподвалом.

Студент по двум последним цифрам зачётной книжки выбирает вариант по таблице № 1. Например: последние цифры зачётной книжки 18, следовательно задание будет 9-2 – 8. Это означает, что вертикальная сила (по таблице 2) равна $F_{V,II} = 650 \text{ кН}$; принимается расчетная схема № 2; данные инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства по таблице 3 – вариант № 8.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Таблица 3

№ Вариант	№ слоя	Наименование	Мощность слоя, м	Удельный вес грунта γ , кН/м ³	Удельный вес частиц γ_s , кН/м ³	Влажность грунта, w	Коэф. порист , e	Показатель текучести, I_L	Угол внутреннег о трения, фп, град.	Удельное сцепление , сп, кПа	Модуль деформации, Е Мпа	R ₀ , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вариант 1	1	Суглинок с чернозёмом	0,6	19,3	27,0	0,3	0,72	0,42	23	27	15	210
	2	Суглинок жёлто-бурый	4,2	19,5	27,1	0,24	0,74	0,53	21	23,0	12,0	200
	3	Песок жёлто-бурый	2,8	18,8	27,4	0,36	0,98		26	2,0	11,0	100
	4	Суглинок жёлто-бурый	4,2	19,8	27,1	0,27	0,74	0,8	14	41,0	12,0	200
	5	Глина коричневая	2,5	20,0	27,4	0,27	0,74	0,15	19	54,0	21,0	400
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м					5,5						
Вариант 2	1	Культурный слой	0,4	17,0								
	2	Песок пылеватый ср. плотности	2,6	19,0	26,6	0,24	0,78		26	4,0	11,0	250
	3	Суглинок бурый	2,8	18,2	26,9	0,24	0,83	0,36	19	19,0	11,0	228
	4	Песок светло-серый, ср. плотности, ср. крупности	2,0	18,4	26,9	0,26	0,84		19	18,0	11,6	227
	5	Суглинок буро-жёлтый	5,0	20,0	26,5	0,25	0,66	0,36	19	19,0	11,0	200
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м					6,0						
Вариант 3	1	Культурный слой	0,3	17,0								
	2	Суглинок с чернозёмом	0,4	19,0	26,6	0,14	0,89					210
	3	Суглинок светло-жёлтый	4,0	20,0	27,5	0,27	0,75	0,82	16	15,0	9,0	145
	4	Песок светло-серый	6,4	20,1	27,5	0,26	0,72		29	2,0	21,0	200
	5	Суглинок тёмно-бурый	3,5	19,8	27,1	0,27	0,74	0,75	18	20,0	12,0	350
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м					6,0						
Вариант 4	1	Насыпной грунт, культ. слой	0,7	17,0								
	2	Суглинок тёмно-бурый	3,3	18,5	27,2	0,26	0,85	0,64	16	16,0	8,0	300
	3	Глина бурая	2,0	18,6	27,2	0,25	0,83	0,45	16	45,0	16,0	400
	4	Супесь зелено-бурая	3,5	18,8	27,4	0,3	0,89	0,37	9	4,0	3,0	400

Сертификат 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060009043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен с 19.08.2021 по 19.08.2023

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

	5	Песок серо-бурый, ср. крупности, ср плотности	4,0	21,7	26,7	0,31	0,61		35	14,0	30,0	400
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м					6,5						
Продолжение таблицы 3												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вариант 5	1	Растительный слой	0,3	17,0								
	2	Суглинок светло-бурый	1,8	18,2	27,1	0,22	0,82	0,29	19	19,0	8,0	400
	3	Суглинок жёлто-бурый	2,7	18,7	27,0	0,26	0,82	0,54	19	17,0	8,8	160
	4	Супесь зелено-бурая	4,0	21,0	26,7	0,19	0,51	0,67	30	17,0	28,0	250
	5	Песок зелено-бурый, мелкий, ср. плотности	3,4	19,8	26,6	0,26	0,69		30	1,2	4,0	200
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м					5,5						
Вариант 6	1	Культурный слой	0,3	17,0	26,6	0,12	0,67		32	2	17	
	2	Песок жёлтый, мелкий, рыхлый	3,3	19,4	27,0	0,26	0,75		28	1,0	18,0	100
	3	Суглинок красно-бурый	3,6	19,8	27,1	0,27	0,74	0,62	18	21,0	13,0	180
	4	Песок ср. крупности, ср. плотности	2,5	20,0	26,6	0,25	0,66		35	1,0	30,0	400
	5	Глина тёмно-серая	5,2	19,2	27,3	0,32	0,88	0,29	15	41,0	14,0	400
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м					7,5						
Вариант 7	1	Культурный слой	0,3	17,0								
	2	Песок буровато-серый, пылеватый, ср. плотности	2,5	18,3	26,6	0,15	0,67		29	3,6	16,6	150
	3	Супесь жёлто-бурая	3,0	18,9	26,8	0,15	0,63	0,43	24	13,4	17,6	268
	4	Песок серый, мелкий, ср. плотности	2,8	20,0	26,6	0,25	0,66		32	2,0	28,0	200
	5	Глина коричнево-серая	4,3	20,0	27,4	0,27	0,74	0,22	19	54,7	21,3	360
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м					6,0						
Вариант 8	1	Растительный слой	0,4	17,0								
	2	Песок серовато-жёлтый, пылеватый, ср. плотности	3,4	20,0	26,6	0,25	0,66		24	13,4	17,6	270

Сертификат
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
5E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

3	Глина коричневатая-серая	3,9	20,0	27,5	0,27	0,75	0,35	32	2,0	28,0	200
4	Суглинок серый	5,0	21,0	27,0	0,2	0,54	0,75	19	54,7	21,3	360
5	Супесь серо-бурая	3,0	20,0	26,8	0,15	0,63	0,43	24	13,4	17,6	270
Уровень грунтовых вод от поверхности, м					3,5						

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вариант 9	1	Насыпь, культурный слой	0,7	17,0								
	2	Суглинок жёлто-бурый	3,3	19,3	27,0	0,23	0,72		23	27,2	15,5	200
	3	Глина бурая	2,0	19,2	27,4	0,36	0,94	0,26	14	36,7	8,3	220
	4	Супесь зелено-бурая	3,4	21,8	26,7	0,15	0,41	0,83	28	19,0	16,0	200
	5	Песок серо-бурый, мелкий, ср. плотности	5,0	20,0	26,6	0,25	0,66		32	2,0	27,0	200
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м					7,0						
Вариант 10	1	Насыпь песчаная со строительным мусором	1,0	18,0	26,5	0,12	0,65		30	4	18	250
	2	Песок жёлтый, пылеватый, ср. плотности	2,5	20,0	26,6	0,25	0,66		30	3,8	17,3	100
	3	Супесь жёлтая	2,5	20,8	26,7	0,19	0,53	0,67	26	15,8	21,0	300
	4	Глина коричневая	4,0	20,1	27,4	0,27	0,73	0,15	19	52,8	21,6	400
	5	Песок жёлтый, ср. крупности, ср. плотности	5,0	19,9	26,4	0,26	0,66		35	1,0	29,0	400
	Уровень грунтовых вод от поверхности, м					4,0						

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

2.4. Содержание работы

Расчетно-пояснительная записка включает следующие разделы.

1. Анализ исходных данных по надфундаментной конструкции.
2. Анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства.
3. Определение глубины заложения фундамента.
4. Определение ширины подошвы фундамента.
5. Расчет давления на подстилающий слой.
6. Расчёт осадок фундамента.
7. Заключение по работе.
8. Использованная литература (библиографический список).

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ НА СТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ

2.1. Определение глубины заложения подошвы фундамента

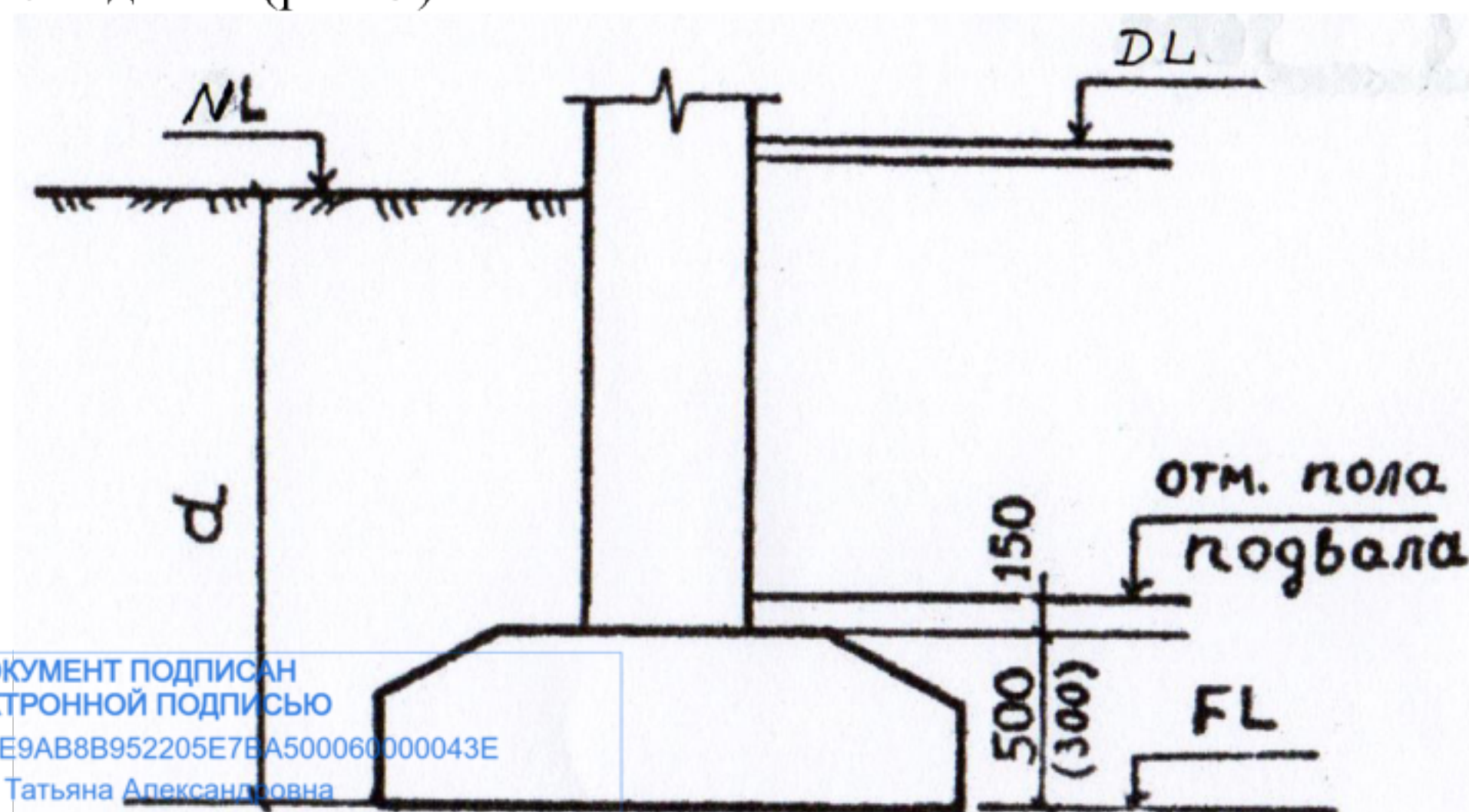
В практике строительства применяются фундаменты мелкого заложения следующих видов: столбчатые, ленточные, перекрестные и в виде сплошных железобетонных плит.

Наиболее же часто проектируются столбчатые и ленточные фундаменты; которые и рассматриваются в расчетно-графической работе.

Глубину заложения фундаментов следует определять с учетом [6, с. 278]:

- назначения и конструктивных особенностей проектируемого сооружения;
- величины и характеристики нагрузок, воздействующих на основание;
- инженерно - геологических условий площадки строительства (физико-механических свойств грунтов, характера напластований);
- гидрогеологических условий площадки и возможных их изменений в процессе строительства и эксплуатации сооружений;
- глубины сезонного промерзания грунтов.

Определяем глубину заложения подошвы фундамента, исходя из конструктивных особенностей здания (рис. 3)



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис.3. Схема для расчёта глубины заложения подошвы фундамента.

Глубина заложения подошвы фундамента (d), определяется по следующей формуле:

$$d = d_g + h_s + h_{cf} - h_u; \quad (2.1)$$

Где d_g - размер от чистого пола подвала до пола первого этажа, м;

h_s - величина заглубления подошвы фундамента от низа пола подвала, 0,2...0,5 м;

h_{cf} - высота принятой конструкции пола подвала, 0,1...0,15 м;

h_u - высота цокольной части здания.

Строительная площадка свободна от застройки, по нагрузкам и воздействиям на основания и фундаменты и инженерно-геологическим условиям площадки строительства ограничений нет (здесь необходимо рассмотреть грунтовые условия строительной площадки и уровень грунтовых вод от поверхности).

Место строительства - город Пятигорск.

Минимальное заглубление фундаментов в несущий слой: 10...50 см.

Проверка глубины заложения фундамента по глубине сезонного промерзания грунтов:

Определение расчетной глубины сезонного промерзания грунта у фундаментов здания d_f производят в случае залегания глинистых грунтов по следующей формуле:

$$d_f = K_h \cdot d_{fn} \quad (2.2)$$

где: K_h - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, и принимаемый: для наружных фундаментов отапливаемых сооружений по таблице 4 настоящих указаний; для наружных и внутренних фундаментов неотапливаемых сооружений - $K_h = 1,1$, кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой; в примере для здания с температурой в техническом подполье 5°C коэффициент $K_h = 0,7$.

Таблица 4

Коэффициент K_h при определении расчетной глубины сезонного промерзания грунта

Особенности сооружения	Коэффициент K_h при расчетной среднесуточной температуре воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, $^\circ\text{C}$				
Без подвала с полами, устраиваемыми:	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C и $>$
• по грунту	0,9	0,80	0,7	0,6	0,5
• на лагах по грунту	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
• по утепленному цокольному перекрытию	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
• с подвалом или техническим подпольем	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C00000043E9AB8B952205E7BA5000600000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Примечания:

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1. Приведенные в таблице значения коэффициента K_h относятся к фундаментам, у которых расстояние от внешней грани стены до края фундамента $S_{Lf} < 0,5$ м; если $a_f > 1,5$ м, значения коэффициента K_h повышаются на 0,1, но не более, чем до значения $K_h = 1$; при промежуточном размере a_f значения коэффициента K_h определяются по интерполяции.
 2. К помещениям, примыкающим к наружным фундаментам, относятся подвалы и технические подполья, а при их отсутствии - помещения первого этажа.
 3. При промежуточных значениях температуры воздуха коэффициент K_h принимается с округлением до ближайшего меньшего значения в таблице.
- d_{fn} - нормативная глубина промерзания, определяемая по формуле:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}, \quad (2.3)$$

M_t - безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе: для г.Пятигорска принимается равной 9°C [3].

d_0 - величина, принимаемая равной (м) для: суглинков и глин - 0,23; супесей, песков мелких и пылеватых - 0,28; песков гравелистых, крупных и средней крупности - 0,30; крупнообломочных грунтов - 0,34.

Значение d_0 для грунтов неоднородного сложения принимают как средневзвешенное по глубине в пределах зоны промерзания.

Глубину заложения фундамента окончательно назначают при определении площади подошвы и проверки напряжений под подошвой фундамента.

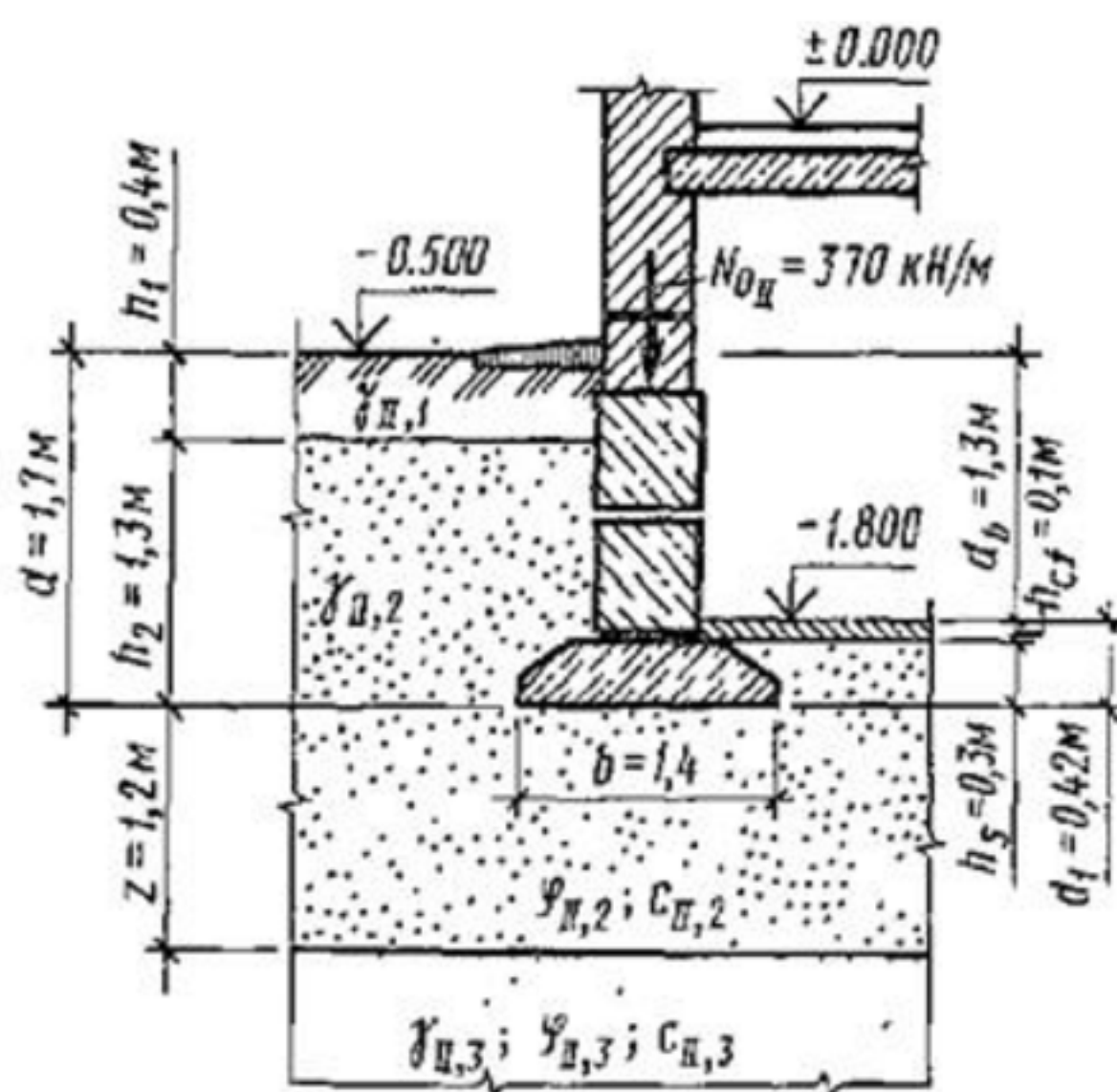


Рис. 4. Расчётная схема.

2.2 Определение ширины подошвы фундамента

Ширину подошвы фундамента определяют графически. Для грунтов, характеризующихся углом внутреннего трения φ_{II} , по табл. 6.1 [6, с.155] находят: M_γ ; M_q ; M_c - коэффициенты, зависящие от расчетного значения

Проверяют фактическое давление фундамента на основании по формуле (2.7) для принятого значения b .

В

Рис. 5. График для определения ширины подошвы фундамента.

Если выполняется условие (2.8) [6, с.285]

$$R_{II} \leq R_0 \quad (2.8),$$

То считают, что ширина подошвы фундамента выбрана правильно.

После вычисления значения b принимают размеры фундамента с учетом модульности и унификации конструкций, проверяют по формуле (2.9) [6, с.284] давление по подошве

$$R_{II} = (N_{oII} + G_{fII} + G_{gII})/A \quad (2.9)$$

где: N_{oII} – расчётная вертикальная нагрузка на уровне обреза фундамента;

G_{fII} и G_{gII} – расчётные значения веса фундамента и грунта на уступах;

A – площадь подошвы фундамента.

Найденная величина R_{II} должна не только удовлетворять условию (2.8), но и быть по возможности близка к значению расчетного сопротивления грунта R .

2.3 Определение предварительных размеров подошвы фундаментов мелкого заложения методом последовательного приближения

1. Вычисляют площадь подошвы A в первом приближении

$$A_1 = F_{v,II} / (R_0 - 0,85\gamma_{\text{бет}}d).$$

2. Выбирают форму подошвы. Известно, что самая оптимальная с точки зрения ведущих осадок – круглая, но она трудоемка в использовании. Поэтому подошву фундамента принимают квадратной, и только наличие большого по величине момента вынуждает принимать ее прямоугольной ($b_1/l_1 = 0,65 \dots 0,85$).

3. Исходя из A_1 , вычисляют ширину и длину фундамента при принятом отношении $K = b_1/l_1$. Например, для квадратной подошвы: $b_1 = \sqrt{A_1}$, для прямоугольной: $A_1 = K \cdot b_1^2$; $l_1 = b_1 / K$; $b_1 = \sqrt{A_1 / K}$.

Размеры фундамента в плане принимают кратными 30 см, а по высоте – 15 см.

4. Определяют расчетное сопротивление грунта основания (приложения 1)

$$R = \frac{\gamma_1 \gamma_2}{K} \left[M_q K b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}' + (M_q - 1) d_6 \gamma_{II}' + M_c C \right].$$

5. Вычисляют площадь подошвы во втором приближении

$$A_2 = F_{v,II} / (R - 0,85\gamma_{\text{бет}}\alpha).$$

6. Уточняют размеры подошвы b_2 и l_2 . Проверяют относительную разность двух значений «b» и если она превышает 10% уточнение необходимо продолжить.

7. Конструируют фундамент, назначая определенное количество и размеры ступеней.

2.4 Проверка давления на подстилающий слой слабого грунта

При наличии в пределах сжимаемой толщи основания слабых грунтов или грунтов с расчетным сопротивлением меньшим, чем давление на несущий слой, необходимо проверить давление на них, чтобы уточнить возможность применения при расчете основания теории линейной деформируемости грунтов. Последнее требует, чтобы полное давление на кровлю подстилающего слоя не превышало его расчётного сопротивления [6, с.287], т.е.

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zg} \leq R_z \quad (2.10)$$

где: σ_{zp} и σ_{zg} – вертикальные напряжения в грунте на глубине z от подошвы фундамента (соответственно дополнительное напряжение от нагрузки на фундамент и от собственного веса грунта);

R_z – расчётное сопротивление грунта на глубине кровли слабого слоя.

Величину R_z определяют по формуле (2.6) как для условного фундамента шириной b_z и глубиной заложения d_z . Коэффициенты условий работы γ_{c1} , γ_{c2} и надёжности k , а также коэффициенты M_γ , M_q , M_c находят применительно к слою слабого грунта.

Ширину условного фундамента b_z назначают с учётом рассеивания напряжений в пределах слоя толщиной z . Если принять, что давление σ_{zp} действует по подошве условного фундамента АВ, то площадь его подошвы должна составлять

$$A_z = N_{оп} / \sigma_{zp}, \quad (2.11)$$

где: $N_{оп}$ – вертикальная нагрузка на уровне обреза фундамента, кН.

Далее находят ширину условного фундамента по формулам (2.12) – для прямоугольного фундамента и (2.13) – для ленточного [6, с.288]:

$$b_z = \sqrt{A_z + a^2} - a, \quad (2.12);$$

где: $a = (l-b)/2$ (l и b – длина и ширина подошвы фундамента).

$$b_z = A_z / l, \quad (2.13).$$

Если условие (2.10) не соблюдается, то необходимо принять большие размеры подошвы фундамента.

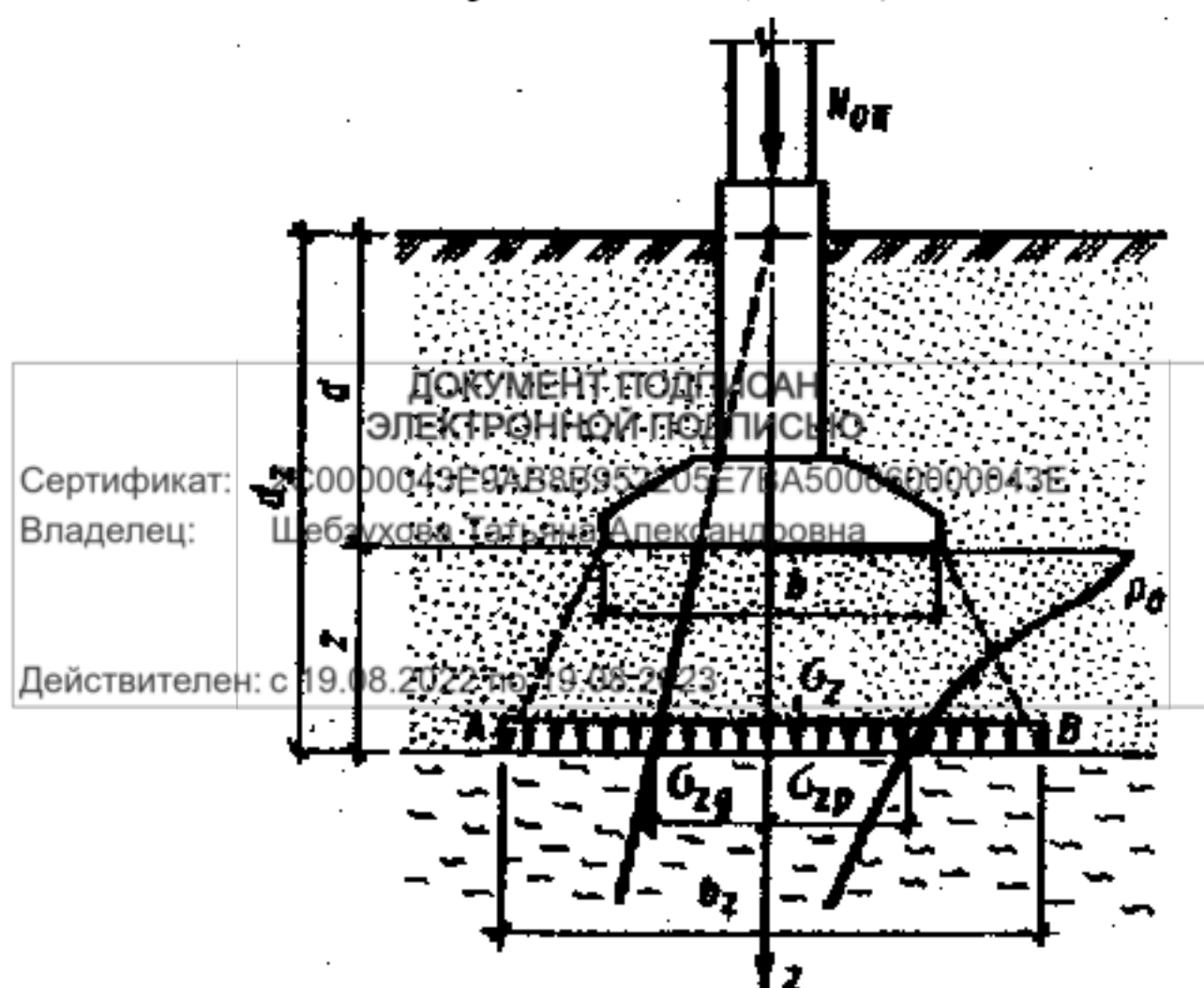


Рис. 6 Расчётная схема к проверки

*давления на подстилающий слой
слабого грунта*

4. РАСЧЁТ ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

Согласно [1] основания должны рассчитываться по двум группам предельных состояний: первой - по несущей способности и второй - по деформациям. Студент должен обосновать необходимые расчеты оснований по предельным состояниям, а также метод расчета осадок основания.

3.1 Расчёт осадок методом послойного суммирования (вторая группа предельных состояний).

Расчет оснований по деформациям производится, исходя из условия

$$S < S_u, \quad (3.1)$$

где S - величина совместной деформации основания и сооружения, определяемая расчетом;

S_u - предельное значение совместной деформации основания и сооружения, устанавливаемое по [6, табл.9.2, с.263] или по приложению 6 настоящих указаний.

Расчет осадки основания фундамента мелкого заложения осуществляют в следующей последовательности:

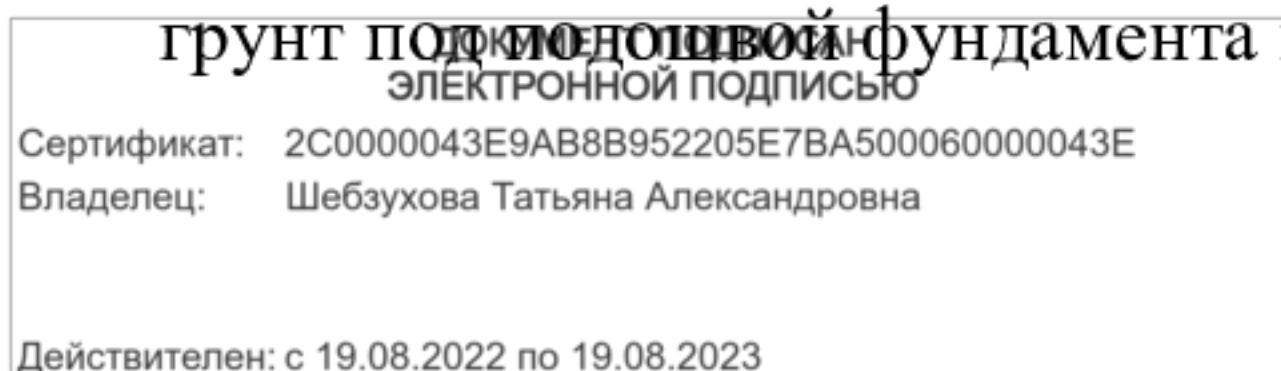
1. Вычерчивают расчетную схему (Рис. 7).
2. Вычисляют вертикальные нормальные напряжения от собственного веса грунта по формуле:

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_{II,i} * h_i, \quad (3.2)$$

и строят эпюру природного давления σ_{zg} слева от оси z и вспомогательную эпюру $0,2 \sigma_{zg}$ справа. Ниже уровня, грунтовых вод необходимо учитывать взвешивающее действие воды на скелет песчаного грунта и супеси.

Если на некоторой глубине ниже уровня подземных вод залегает водоупорный слой (плотные глины или суглинки), то на его кровле необходимо учитывать также и давление от столба выше лежащей воды [6, с.144]:

3. Определяют величину дополнительного (осадочного) давления на грунт под подошвой фундамента по формуле:



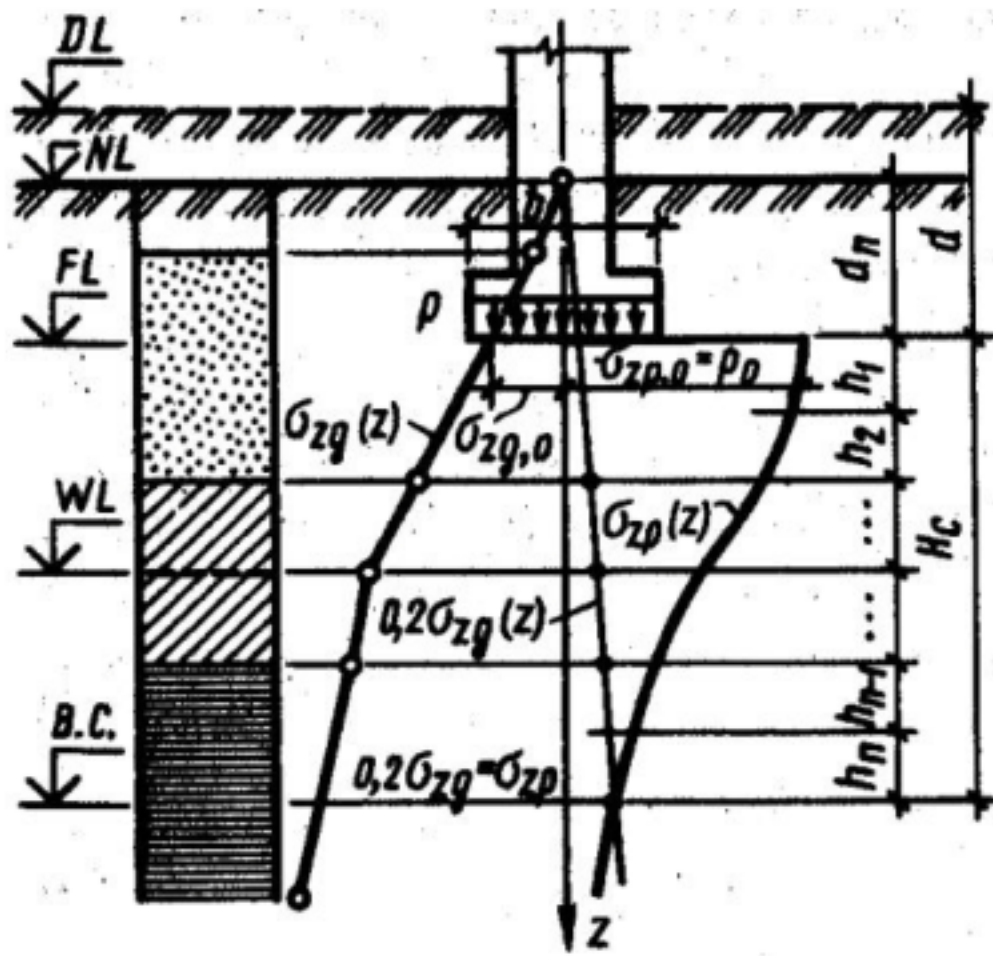


Рис.7 Литологическая колонка и расчётная схема для определения осадок методом послойного суммирования: DL – отметка планировки; NL – отметка поверхности природного рельефа; FL – отметка подошвы фундамента; WL – уровень подземных вод; В.С. – нижняя граница сжимаемой толщи.

$$P_o = P - \sigma_{zg}, \quad (3.3)$$

где:

$$P = (F_{v,II} + G_{ф,II} + \sigma_{zp,II})/A. \quad (3.4)$$

4. Разбивают толщу основания на элементарные слои толщиной h_i , исходя из условия $h_i \leq 0,2b$.

Граница элементарных слоев должны совпадать с границами естественных напластований. Определяют координату подошвы элементарных слоев, причем $z = 0$ соответствует подошве фундамента, и приступают к заполнению таблицы 6.

5. Вычисляют дополнительные вертикальные нормальные напряжения на границах слоев грунта по формуле:

$$\sigma_{zp} = \alpha P_o, \quad (3.5)$$

где: α - коэффициент, учитывающий уменьшение дополнительного давления по глубине (приложение 5).

Строят эпюру σ_{zp} . Точка пересечения эпюр σ_{zp} и $0,2\sigma_{zg}$ соответствует нижней границе сжимаемой толщи (В.С.).

6. Определяют величину средних дополнительных давлений в каждом из элементарных слоев

$$\bar{\sigma}_{zp,i} = (\bar{\sigma}_{zp,i-1} + \bar{\sigma}_{zp,i})/2. \quad (3.6)$$

7. Определяют величины осадок каждого элементарного слоя

$$S_i = \bar{\sigma}_{zp}^{cp} \cdot h_i \cdot \beta_i / E_i, \quad (3.7)$$

где: S - конечная осадка основания;

h_i - толщина i -го слоя грунта;

E_i - модуль деформации i -го слоя грунта;

$\sigma_{zp,i}$ - среднее значение дополнительного вертикального нормального напряжения в i -ом слое грунта;

β - коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения при деформировании грунтов в условиях компрессии. Назначают в зависимости от коэффициента Пуассона ν (таблица 5).

Таблица 5

Среднее значение коэффициента Пуассона ν и коэффициента β

Грунт	ν (μ)	$\beta = 1 - 2\nu^2 / (1 - \nu)$
Песок и супесь	0,30	0,74
Суглинок	0,35	0,62
Глина	0,42	0,40

По результатам расчётов заполняют таблицу 6.

Таблица 6

Таблица расчёта осадок фундамента методом послойного суммирования

$N_{\text{точек}}$	$Z, \text{ м}$	$2Z/b$	α	$\sigma_{zp} = \alpha P_0$	$N_{\text{слоя}}$	$\sigma_{\text{гр}}^{\text{ср}}$ кПа	$h_i, \text{ м}$	β_i	$E_i, \text{ кПа}$	$S_i = \sigma_{\text{зр}}^{\text{ср}} \cdot h_i \cdot \beta_i / E_i, \text{ м}$
0										
1										
...										
n										

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Перечень основной литературы:

4. Барменкова Е.В. Расчет системы здание - фундамент - основание с использованием модели двухслойной балки на упругом основании винклеровского типа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Барменкова Е.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 35 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40439>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Основания и фундаменты [Электронный ресурс]: методическое пособие к выполнению курсового проектирования для студентов по направлению подготовки 270800.62 «Строительство» профиль («Промышленное и гражданское строительство»)/ — Электрон. текстовые данные.— Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014.— 97 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27214>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Черныш А.С. Расчет оснований и фундаментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Черныш А.С., Калачук Т.Г., Куликов Г.В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014.— 83 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28392>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Перечень дополнительной литературы

6. Алексеев С.И. Механика грунтов, основания и фундаменты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев С.И., Алексеев П.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014.— 332 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45278>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. – М., 2011.
8. СП 26.13330.2012. Фундаменты машин с динамическими нагрузками. - М., 2012.
9. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. – М., 2012.
10. СП 47.1333.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М., 2016

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

5. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

КОЭФФИЦИЕНТЫ M_y , M_q , M_c ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАСЧЕТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА ОСНОВАНИЯ (СП 22.13330.2011)

φ_n град.	коэффициенты			φ_n град.	коэффициенты		
	M_y	M_q	M_c		M_y	M_q	M_c
0	0	1,00	3,14	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	32	1,34	6,34	8,55
10	0,18	1,73	4,17	34	1,55	7,22	9,22
12	0,23	1,94	4,42	36	1,81	8,24	9,97
14	0,29	2,17	4,69	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	5,00	40	2,46	10,85	11,73
18	0,43	2,72	5,31	42	2,88	12,51	12,79
20	0,51	3,06	5,66	44	3,38	14,50	13,98
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

КОЭФФИЦИЕНТЫ УСЛОВИЯ РАБОТЫ (СП 22.13330.2011)

Грунты	коэфф. γ_{c1}	Коэффициент γ_{c2} для зданий и сооружений с жесткой конструктивной схемой при отношении длины здания (сооружения), или его отсека к высоте L/H , равном	
		4 и более	1,5 и менее
Крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем и песчаные грунты, кроме мелких и пылеватых	1,4	1,2	1,4
Пески мелкие: маловлажные и влажные насыщенные водой	1,3	1,1	1,3
	1,25	1,0	1,2
	1,1	1,0	1,2
Пески пылеватые: маловлажные и влажные насыщенные водой	1,25	1,0	1,2
	1,1	1,0	1,2
Крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем и глинистые грунты с показателем текучести грунта или заполнителя $I_L \leq 0,25$	1,25	1,0	1,1
То же, $0,25 < I_L \leq 0,5$	1,2	1,0	1,0
То же, при $I_L > 0,5$	1,0	1,0	1,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. К сооружениям с жесткой конструктивной схемой относятся сооружения, конструкции которых специально приспособлены к восприятию усилий от деформаций оснований, в том числе за счет применения мероприятий, указанных в п. 2.70 б.
2. Для зданий с гибкой конструктивной схемой значение коэфф. γ_{c2} принимается равным единице.
3. При промежуточных значениях L/H коэффициент γ_{c2} определяется по интерполяции.
4. Для фундаментов γ_{c1} и γ_{c2} принимают равным единице.

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ФЛ 10.24.2-0 (из бетона особо плотного).

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7B6300000204-24
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Приложение 2

**ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПЛИТЫ ИЗ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА
ДЛЯ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ (ГОСТ 13580-85)**

Марка плиты	Размеры плиты, мм				Масса плиты т	
	ширина В	длина L	высота Н	скос		
				Х		У
ФЛ 6. 24	600	2380	300	—	—	1,00
ФЛ 6. 12		1180				0,52
ФЛ 8. 24	800	2380		—	—	1,40
ФЛ 8. 12		1180				0,69
ФЛ 10. 30	1000	2980		200	200	1,75
ФЛ 10. 24		2380				1,50
ФЛ 10. 12		1180				0,75
ФЛ 10. 8		780				0,50
ФЛ 12. 30	1200	2980				2,05
ФЛ 12. 24		2380				1,8
ФЛ 12. 12		1180				0,87
ФЛ 12. 8		780				0,57
ФЛ 14. 30	1400	2980		300	200	2,40
ФЛ 14. 24		2380				2,10
ФЛ 14. 12		1180				1,00
ФЛ 14. 8		780				0,69
ФЛ 16. 30	1600	2980				2,71
ФЛ 16. 24		2380				2,50
ФЛ 16. 12		1180				1,20
ФЛ 16. 8		780				0,80
ФЛ 20. 30	2000	2980		500	300	5,10
ФЛ 20. 24		2380				4,05
ФЛ 20. 12		1180				2,40
ФЛ 20. 8		780				1,60
ФЛ 24. 30	2400	2980	500			5,98
ФЛ 24. 24		2380				4,75
ФЛ 24. 12		1180				2,80
ФЛ 24. 8		780				1,90
ФЛ 28. 24	2800	2380		700	300	5,90
ФЛ 28. 12		1180				3,40
ФЛ 28. 8		780				2,20
ФЛ 32. 12	3200	1180				4,00
ФЛ 32. 8		780				2,60

ПРИМЕЧАНИЕ. Пример условного обозначения (марки) плиты шириной 1000 мм, длиной 2380 мм, 2-й группы по несущей способности (на среднее давление 0,25 мПа при толщине стены 160 мм):

Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205B5A5100624004E
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

ФЛ 10. 24-2. В условиях воздействия агрессивных вод;
ФЛ 10. 24-2-0 (из бетона повышенной плотности) и
ФЛ 10. 24-2-0 (из бетона особо плотного).

Приложение 3

**БЛОКИ БЕТОННЫЕ ДЛЯ СТЕН ПОДВАЛОВ
(ГОСТ 13579-78)**

Марка блока	Размеры блока, мм			Класс бетона по прочности на сжатие	Расход материалов		Масса блока тс
	длина l	ширина b	высота h		бетон м³	сталь кг	
ФБС 24.3.6-Т	2380	300	580	В 7,5	0,406		0,97
ФБС 24.4.6-Т		400			0,503	1,46	1,30
ФБС 24.5.6-Т		500			0,679		1,63
ФБС 24.6.6-Т		600			0,815	2,36	1,96
ФБС 12.4.6-Т	1180	400	0,265			0,64	
ФБС 12.5.6-Т		500	0,331		1,46	0,79	
ФБС 12.6.6-Т		600	0,398			0,96	
ФБС 12.4.3-Т		400	0,127			0,31	
ФБС 12.5.3-Т	500	0,159	0,74			0,38	
ФБС 12.6.3-Т	600	0,191				0,46	
ФБС 9.3.6 -Т	880	300			0,146		0,35
ФБС 9.4.6 -Т		400			0,195	0,76	0,47
ФБС 9.5.6 -Т		500	0,244		0,59		
ФБС 9.6.6 -Т		600	0,293		1,46	0,70	
ФБВ 9.4.6 -Т		400	0,161			0,39	
ФБВ 9.5.6 -Т		500	0,202		0,76	0,49	
ФБВ 9.6.6 -Т		600	0,243			0,58	
ФБП 24.4.6-Т	2380	400	580	В 12,5	0,439		1,05
ФБП 24.5.6-Т		500			0,526	1,46	1,26
ФБП 24.6.6-Т		600			0,583		1,40

ПРИМЕЧАНИЕ. 1. В таблице приводится спецификация бетонных блоков для стен подвала, изготовленных из тяжелого бетона – Т (объемная масса 2400 кгс/м³). В ГОСТ 13579-78 приведены так же спецификации бетонных блоков для стен подвалов, изготовленных из бетона на пористых заполнителях (керамзитобетон) - П (объемная масса 1800 кгс/м³) и из бетона плотного силикатного – С (объемная масса 2000 кгс/м³).

2. Блоки подразделяются на три типа:

ФБС - сплошные;

ФБВ - сплошные с вырезом для укладки перемычек и пропуска коммуникаций;

ФБП - пустотелые (с открытыми внизу пустотами).

Сертификат: Владелец:	ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

Приложение 4

ГРУППЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ
(ГОСТ 13580-85)

Ширина плиты, мм	Толщина стены, мм не менее	Наиболее допускаемое давление на основание, мПа, для грунтов по несущей способности			
		1	2	3	4
600	160	0,45			
	300, 500	0,60			
800	160	0,25	0,35	0,45	
	300	0,41	0,57	0,60	
	500	0,60			
1000	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,22	0,36	0,50	0,60
	500	0,42	0,60		
1200	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,21	0,35	0,48	0,60
	500	0,33	0,55	0,60	
1400	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,19	0,31	0,44	0,57
	500	0,26	0,46	0,60	
1600	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,18	0,30	0,42	0,56
	500	0,25	0,43	0,60	
2000	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,17	0,29	0,40	0,52
	500	0,22	0,37	0,52	0,60
2400	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,17	0,28	0,40	0,51
	500	0,21	0,34	0,48	0,60
2800	160	0,15	0,25	0,35	0,45
	300	0,16	0,27	0,39	0,50
	500	0,19	0,32	0,45	0,59
3200	160	0,15	0,25	0,35	-
	300	0,16	0,27	0,37	-
	500	0,19	0,31	0,43	-

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA5000600000043E
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

Приложение 5

КОЭФФИЦИЕНТ α ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОСАДКИ ОСНОВАНИЯ
(СНИП 2.02.01 - 83*)

$\frac{2z}{m} = b$	Коэффициент α для фундаментов							ленточных при $\eta > 10$
	круглых	прямоугольных с соотношением сторон $\eta = l/b$, равным						
		1	1,4	1,8	2,4	3,2	5	
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,949	0,960	0,972	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977
0,8	0,756	0,800	0,848	0,866	0,875	0,879	0,881	0,881
1,2	0,547	0,606	0,682	0,717	0,740	0,749	0,754	0,755
1,6	0,390	0,449	0,532	0,578	0,612	0,630	0,639	0,642
2,0	0,285	0,336	0,444	0,463	0,505	0,529	0,545	0,550
2,4	0,214	0,257	0,325	0,374	0,419	0,449	0,470	0,477
2,8	0,165	0,201	0,260	0,304	0,350	0,383	0,410	0,420
3,2	0,130	0,160	0,210	0,251	0,294	0,329	0,360	0,374
3,6	0,106	0,130	0,173	0,209	0,250	0,285	0,320	0,337
4,0	0,087	0,108	0,145	0,176	0,214	0,248	0,285	0,306
4,4	0,073	0,091	0,122	0,150	0,185	0,218	0,256	0,280
4,8	0,067	0,077	0,105	0,130	0,161	0,192	0,230	0,258
5,2	0,053	0,066	0,091	0,112	0,141	0,170	0,208	0,239
5,6	0,046	0,058	0,079	0,099	0,124	0,152	0,189	0,223
6,0	0,040	0,051	0,070	0,087	0,110	0,136	0,172	0,208
6,4	0,036	0,045	0,062	0,077	0,098	0,122	0,158	0,196
6,8	0,032	0,040	0,055	0,069	0,088	0,110	0,144	0,184
7,2	0,028	0,036	0,049	0,062	0,080	0,100	0,133	0,175
7,6	0,024	0,032	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,166
8,0	0,022	0,029	0,040	0,051	0,066	0,084	0,113	0,158
8,4	0,021	0,026	0,037	0,046	0,060	0,077	0,105	0,150
8,8	0,019	0,024	0,034	0,042	0,053	0,070	0,098	0,144
9,2	0,017	0,022	0,031	0,039	0,051	0,065	0,091	0,137
9,6	0,016	0,020	0,028	0,036	0,047	0,060	0,085	0,132
10,0	0,015	0,019	0,026	0,033	0,043	0,056	0,079	0,126
10,4	0,014	0,017	0,024	0,031	0,040	0,052	0,074	0,122
10,8	0,013	0,016	0,022	0,029	0,037	0,049	0,069	0,117
11,2	0,012	0,015	0,021	0,027	0,035	0,045	0,065	0,113
11,6	0,011	0,014	0,020	0,025	0,033	0,042	0,061	0,109
12,0	0,010	0,013	0,018	0,023	0,031	0,040	0,058	0,106

ПРИМЕЧАНИЕ. .

1. В табл. обозначено: b - ширина или диаметр фундамента, ℓ - длина фундамента.
2. Для фундаментов, имеющих подошву в форме правильного многоугольника с площадью A , значения α принимаются как для круглых фундаментов радиусом
3. Для промежуточных значений η и η коэффициент α определяется по интерполяции.

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Чебукина Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

