Раздел 5
Основания и фундаменты

Содержание

5.1 Анализ инженерно-геологический условий.....3
5.1.1 Определение наименования грунта по его расчетным характеристикам.....4
5.2 Анализ вариантов устройства фундамента.....10
Список литературы.....14

5.1 Анализ инженерно-геологических условий

Характеристики грунта взяты по результатам инженерно-геологических изысканий, выполненных на объекте: 16-ти этажного 3-х секционного жилого дома в г. Ростове-на-Дону предприятием ООО «Объемпроект» в августе 2015 года.

По данным скважин видно, что грунты в месте строительства имеют довольно сильный разброс. Для определения вида фундамента необходимо провести анализ геологических условий.

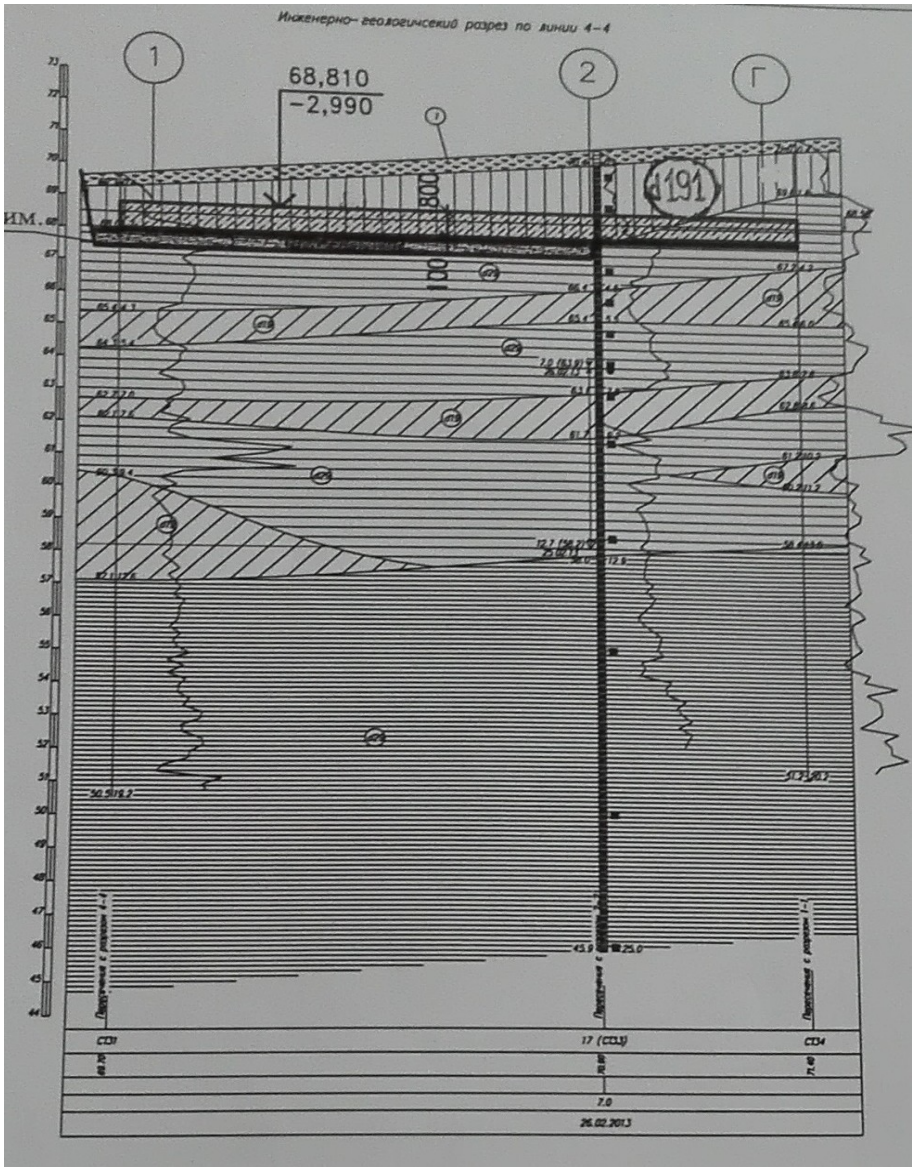


Рис. 3.1 Инженерно-геологический разрез

5.1.1 Определение наименования грунта по его расчетным характеристикам.

Инженерно-геологический элемент - 1

Почва темно-серая глинистая полутвердая, с корнями травы в качестве основания фундамента не подходит

Инженерно-геологический элемент - 2

1.) Удельный вес сухого грунта:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{II}}{1+W} = \frac{19,5}{1+0,16} = 16,8 кН/м^3$$

2.) Коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d} = \frac{25,4 - 16,8}{16,8} = 0,51$$

3.) Пористость:

$$n = \frac{e}{1+e} = \frac{0,51}{1+0,51} = 0,34$$

4.) Число пластичности:

$I_p = W_L - W_p = 0,27 - 0,17 = 0,1$ - суглинок

5.) Показатель текучести:

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} = \frac{0,16 - 0,17}{0,1} = -0,1$$ - твердый

6.) Коэффициент относительной сжимаемости:

$m_o = m_v \cdot (1+e) = 0,095 \cdot (1+0,51) = 0,144$

$m_v = \frac{\beta}{E} = \frac{0,62}{6,5} = 0,095 МПа^{-1}$ $\beta = 0,62$ - *для суглинка*. -среднесжимаемый

Вывод: суглинок твердый среднесжимаемый

Инженерно-геологический элемент - 3

1.) Удельный вес сухого грунта:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{II}}{1+W} = \frac{17,89}{1+0,16} = 16,0 кН/м^3$$

2.) Коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d} = \frac{20,1 - 16,0}{16,0} = 0,26$$

3.) Пористость:

$$n = \frac{e}{1+e} = \frac{0,26}{1+0,26} = 0,21$$

4.) Число пластичности:

$I_p = W_L - W_p = 0,21 - 0,13 = 0,08$ - суглинок

5.) Показатель текучести:

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} = \frac{0,12 - 0,13}{0,08} = -0,13$$ - твердый

6.) Коэффициент относительной сжимаемости:

$m_o = m_v \cdot (1+e) = 0,074 \cdot (1+0,26) = 0,093$

$m_v = \frac{\beta}{E} = \frac{0,62}{8,4} = 0,074 МПа^{-1}$ $\beta = 0,62$ - *для суглинка.* -среднесжимаемый

Вывод: суглинок твердый среднесжимаемый

Инженерно-геологический элемент - 4

1.) Удельный вес сухого грунта:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{II}}{1+W} = \frac{17,5}{1+0,2} = 14,6 кН/м^3$$

2.) Коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d} = \frac{23{,}1 - 14{,}6}{14{,}6} = 0{,}58$$

3.) Пористость:

$$n = \frac{e}{1+e} = \frac{0{,}58}{1+0{,}58} = 0{,}37$$

4.) Число пластичности:

$I_p = W_L - W_p = 0{,}39 - 0{,}21 = 0{,}18$ - глина

5.) Показатель текучести:

$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} = \frac{0{,}2 - 0{,}21}{0{,}18} = -0{,}06$ - твердая

6.) Коэффициент относительной сжимаемости:

$m_o = m_v \cdot (1+e) = 0{,}053 \cdot (1+0{,}58) = 0{,}084$

$m_v = \frac{\beta}{E} = \frac{0{,}8}{15} = 0{,}053 МПа^{-1}$ $\beta = 0{,}8$ - *для глины.* -среднесжимаемый

7.) Степень влажности:

$S_r = \frac{W \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w} = \frac{0{,}12 \cdot 16{,}5}{0{,}51 \cdot 10} = 0{,}46$ $\gamma_w = 10\, кН/м^3$;

Вывод: глина твердая среднесжимаемая

Инженерно-геологический элемент - 5

1.) Удельный вес сухого грунта:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{II}}{1+W} = \frac{19{,}2}{1+0{,}17} = 20{,}1 кН/м^3$$

2.) Коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d} = \frac{22{,}4 - 20{,}1}{20{,}1} = 0{,}11$$

3.) Пористость:

$$n = \frac{e}{1+e} = \frac{0{,}11}{1+0{,}11} = 0{,}1$$

4.) Число пластичности:

$I_p = W_L - W_p = 0{,}36 - 0{,}18 = 0{,}18$ - глина

5.) Показатель текучести:

$$I_L = \frac{W - W_p}{I_p} = \frac{017 - 0{,}18}{0{,}18} = -0{,}06$$ - твердая

6.) Коэффициент относительной сжимаемости:

$m_o = m_v \cdot (1 + e) = 0{,}042 \cdot (1 + 0{,}11) = 0{,}047$

$m_v = \frac{\beta}{E} = \frac{0{,}8}{19} = 0{,}042 МПа^{-1}$ $\beta = 0{,}8$ - *для глины.* -слабосжимаемый

Вывод: глина твердая слабосжимаемая

Физико-механические характеристики грунтов - Таблица 3.1

№ слоя	Наименование грунта	Для 1 п.с.			Для II п.с.			γ_s кН/м^3	E_0 МПа	W	W_L	W_p	I_p	I_L	γ_d кН/м^3	e	S_r	m_v МПа$^{-1}$
		γ_I кН/м^3	φ_I	c_I кПа	γ_{II} кН/м^3	φ_{II}	c_{II} кПа											
1	Почва темно-серая полутвердая	14,7	0	0	14	0	0											
2	Суглинок твердый среднесжимаемый	20,5	11,6	11,6	19,5	11	11	25,4	6,5	0,16	0,27	0,17	0,1	-0,10	16,8	0,51	0,80	0,095
3	Суглинок твердый среднесжимаемый	18,8	16,8	15,8	17,89	16	15	20,1	8,4	0,12	0,21	0,13	0,08	-0,13	16,0	0,26	0,93	0,074
4	Глина твердая, слабосжимаемая	18,4	18,9	25,2	17,5	18	24	23,1	15	0,2	0,39	0,21	0,18	-0,06	14,6	0,58	0,79	0,053
5	Глина твердая, слабосжимаемая	20,2	21,0	22,1	19,2	20	21	22,4	19	0,17	0,36	0,18	0,18	-0,06	20,1	0,11	3,33	0,042

На основании составленной таблицы проводим расчет несущей способности каждого слоя грунта на 1 погонный метр

Ориентировочное значение расчётного сопротивления основания для условного фундамента шириной подошвы 1,0 м. для каждого слоя грунта определяется по формуле:

$$R = \frac{\gamma_{C1} \cdot \gamma_{C2}}{k} \cdot \left[M_\gamma \cdot k_Z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_C \cdot c_{II} \right];$$

Расчетное значение давления на основание фундамента -Таблица 3.2

Наименование грунта	№ точки	h м	d_1 м	γ_{II} кН/м^3	γ'_{II} кН/м^3	γ_{c1}	γ_{c2}	φ_{II}	M_γ	M_g	M_c	c_{II} кПа	R МПа
Насыпной грунт		0,2		14									
Суглинок твердый среднесжимаемый	2 3	0,9	0,2 1,1	19,5	14 18,5	1,25	1,1	11	0,21	1,83	4,29	11	77,56 121,76
Глина твердая слабосжимаемая	4 5	2,7	1,1 3,8	17,5	18,5 17,79	1,25	1,1	18	0,43	2,73	5,31	24	261,97 439,33
Суглинок твердый среднесжимаемый	6 7	0,9	3,8 4,7	17,89	17,79 17,81	1,25	1,1	16	0,36	2,43	4,99	15	337,64 391,44
Глина твердая слабосжимаемая	8 9	1,2	4,7 5,9	17,5	17,81 17,75	1,25	1,1	18	0,43	2,73	5,31	24	499,77 578,6
Суглинок твердый среднесжимаемый	10 11	0,5	5,9 6,4	17,89	17,75 17,76	1,25	1,1	16	0,36	2,43	4,99	15	461,61 491,49
Глина твердая слабосжимаемая	12 13	3,5	6,4 9,9	17,5	17,76 17,67	1,25	1,1	18	0,43	2,73	5,31	24	612,18 842,09
Глина твердая слабосжимаемая	14 15	11,5	9,9 21,4	19,2	17,67 18,49	1,25	1,1	20	0,51	3,06	5,66	21	912,77 1841,79

Рассматривая расчетные значения давления на грунт необходимо отметить что на глубине 3,8 м и на глубине 5,9 м располагаются слои грунта суглинка твердого среднесжимаемого с меньшими прочностными характеристиками по сравнению с вышележащим. При этом необходимо отметить что грунты в месте строительства отличаются следующими особенностями:

1. Высокий разброс глубин залегания суглинков и глин до глубины 9,9 м. 2.

2. При исследовании грунтов в лабораторных условиях выявлено наличие во всех слоях присутствие карбонатов в процентном соотношении от

4 до 7%. Данные примеси при замокании образуют пустоты в грунте и также способствуют развитию нерасчетных осадок фундаментов.

3. Высокая твердость всех залегающих слоев грунта.

5.2 Анализ вариантов устройства фундамента

С учетом всех вышеозначенных особенностей рассмотрим наиболее возможные варианты устройства фундаментов:

1. Ленточный фундамент мелкого заложения на естественном основании

Необходимо сразу отметить что до глубины 9,9 м грунты имеют большой разброс по толщине слоев суглинков и глин. Такой разброс делает затруднительным устройство ленточных и столбчатых фундаментов мелкого заложения на естественном основании так как слои суглинка имеют расчетные показатели ниже глины твердой среднесжимаемой, а следовательно создается опасность развития нерасчетных деформаций под отдельными участками стен здания.

Так как здание расположено в районе с развитой инфраструктурой и нельзя исключить вероятность замокания грунтов при технологических авариях на системах водо- и теплоснабжениях, наличие карбонатов в структуре грунта требует отказаться от ленточного варианта устройства фундамента мелкого заложения.

2. Свайный фундамент.

На глубине 9,9 м от уровня спланированной поверхности земли расположена глина твердая слабосжимаемая, которая может стать хорошим основанием для свай – стоек (по таблице 7.2 СП 24.13330.2011 расчетное сопротивление грунта под нижним концом забивной сваи на глубине 10,0 м составляет 10500 кПа).

Основная проблема при этом заключается в том, что выше этого уровня лежат грунты суглинков и глин с высокой твердостью, поэтому чтобы забить сваю до проектной отметки потребуется дополнительные мероприятия: или предварительное бурение грунта до горизонта основания сваи (что не позволит отразить в журнале производства работ все особенности грунтов через которые прошла свая до горизонта, так как откат сваи будет практически одинаков) или применение свай из более прочного бетона с применением более мощных сваебойных установок.

В обоих случаях устройство свайного фундамента приведет к удорожанию работ по устройству фундаментов.

Устройство буронабивных фундаментов в данном случае также не является лучшим вариантом, так как бурение скважины будет проводиться в твердых грунтах что также потребует мощного оборудования, а трудоемкость и стоимость заливки свай глубиной около 10 м также окажется по стоимости близкой к устройству свайного фундамента на забивных сваях.

3. Вариант с заменой верхних слоев грунта с примесью карбонатов на песок в данном случае нельзя рассматривать, так как грунты плотные и их замена на глубину 2-3 м не спасет в случае технологической аварии на водо-тепло проводах и замокании нижележащих слоев, а стоимость земляных работ в данном случае тоже выйдет довольно затратным мероприятием

Из опыта крупных городов по устройству фундаментов в подобных ситуациях рекомендуется устраивать единую монолитную плиту под все проектируемое здание. В Москве данные требования изложены в ТСН 50-304-2000 «Основания, фундаменты и подземные учреждения» так как естественные и антропогенные процессы, происходящие на территории города Москвы, создают сосредоточенное воздействие на геологическую среду

города, вызывая в ней необратимые изменения. Возникающие в геологической среде опасные процессы приводят к деформации зданий и сооружений, ускоренному разрушению подземных коммуникаций, резкому ухудшению экологической обстановки, увеличивается риск возникновения чрезвычайных ситуаций, а почти на всей территории города развиты техногенные отложения. В центральной части Москвы на поверхности залегает толща техногенных отложений средней мощностью около 3 м на водоразделах и до 20 м в понижениях рельефа. Для этой толщи характерны слоистость, наличие включений, каменистость, загрязненность рядом химических элементов, щелочность. Местами этот слой насыщен остатками строительства: цементом, бетоном, металлическими предметами и перекрыта с фальтобетонным покрытием.

В данном случае устройство фундамента из единой железобетонной монолитной плиты является наилучшим выходом из положения.

Единый монолитный фундамент подходит как для легких построек, так и для домов с тяжелыми кирпичными стенами.

Благодаря большой площади опоры оказывает на грунт малое давление, что позволяет использовать этот тип фундамента на грунтах с малой несущей способностью.

Армированная по всей площади, монолитная плита представляет собой жесткую конструкцию, которая не только распределяет нагрузку стен дома, но и противодействует деформирующим силам морозного пучения грунта. Этому способствует песчано-гравийная подушка, на которой свободно «плавает» фундаментная плита. Эта особенность фундамента позволяет ей при замокании карбонатов в примыкающей к фундаментам зоне.

Фундамент по типу монолитной плиты прост в изготовлении.

Отшлифованная поверхность монолитной плиты служит полом нижнего подвального этажа. Отпадает необходимость делать дополнительные стяжки под напольные покрытия.

Относительная дешевизна изготовления по сравнению с вышерассмотренными фундаментами.

Недостатков у фундаментной плиты практически нет. Вызывает затруднение строительство такого фундамента на участках с наклонной поверхностью, так как существует опасность сползания плиты вниз по склону. Решение этой проблемы – несколько ребер обращенных вниз, которые отливаются заодно с плитой. Они и служат якорем, который предотвращает сползание. В нашем случае – площадка строительства довольно ровная и устройства дополнительных ребер не требуется

Заключение. В соответствии с вышеизложенными положениями выбираем в качестве фундамента единую монолитную плиту под все здание как наиболее оптимальный вариант. Опалубочный чертеж фундаментной плиты, армирование верхнего и нижнего ярусов а также схема расстановки каркасов изображены в Приложении 1.

Список литературы:

1. СП 20.13330.2014 «Нагрузки и воздействия»
2. СП 50.101.2004 «Проектирование и устройство оснований»
3. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений»
4. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции»
5. ТСН 50-304-2000 «Основания, фундаменты и подземные учреждения»