

Оглавление

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1 | 6 |
| 1.1. Привязка здания к конкретному инженерно-геологическому разрезу | 6 |
| 1.2. Предварительное определение глубины заложения фундаментов мелкого заложения и свайных фундаментов..... | 8 |
| 1.3. Методы расчета по предельным состояниям, выполнение предварительных расчетов | 10 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2 | 13 |
| 2.1. Основы проектирования фундаментов мелкого заложения, особенности расчета по предельным состояниям | 13 |
| 2.2. Обеспечение устойчивости стенок котлованов..... | 16 |
| 2.3. Методы расчета ограждений котлованов и защиты от подтопления..... | 17 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3 | 25 |
| 3.1. Освоение основных принципов проектирования фундаментов глубокого заложения | 25 |
| 3.2. Методы расчета свайных фундаментов по первой и второй группам предельных состояний..... | 25 |
| 3.3. Практические методы расчета конечных деформаций оснований свайных фундаментов..... | 27 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4 | 30 |
| 4.1. Освоение практических методов расчета оснований на структурно-неустойчивых грунтах, в том числе на преобразованных основаниях..... | 30 |
| 4.2. Особенность ведения инженерно-изыскательских работ в районах распространения просадочных грунтов..... | 31 |
| 4.3. Специфические особенности проектирования оснований и фундаментов на просадочных грунтах | 32 |
| 4.4. Особенность распространения воды в грунтовом массиве, виды замачивания и характер его влияния на величину общей осадки фундаментов | 33 |
| 4.5. Выбор мероприятий, уменьшающих величину просадки грунта, и типа фундамента в зависимости от типа грунтовых условий по просадочности..... | 35 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5 | 37 |
| 5.1. Освоение методов исследований (испытаний), применяемых при обследовании оснований и фундаментов | 37 |
| 5.2. Составные части геотехнического мониторинга..... | 38 |
| 5.3. Методика проведения геотехнического мониторинга..... | 39 |
| СОСТАВ ТИПОВОГО ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА..... | 41 |
| Тема курсового проекта: «Проектирование фундамента мелкого заложения в открытом котловане и свайных фундаментов» | 41 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 42 |

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей дисциплины «Основания и фундаменты» является изучение общих положений по проектированию оснований и фундаментов, основных принципиальных положений о проектировании фундаментов мелкого заложения и свайных фундаментов, методов расчета осадок (согласно действующим нормативно-техническим документам), принципов проектирования котлованов и обеспечения устойчивости стенок котлованов. Отдельное внимание уделяется общим принципам строительства на структурно-неустойчивых грунтах и обследованию действительного состояния оснований и фундаментов зданий и сооружений.

Приведены основные характеристики просадочных грунтов, указан порядок проектирования оснований и фундаментов на просадочных грунтах и даны некоторые технические и технологические способы улучшения оснований.

Практические вопросы и примеры решения задач, рассматриваемые в учебно-методическом пособии, будут способствовать освоению и закреплению материала, помогут организовать самостоятельную работу обучающихся в процессе практических занятий.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

1.1. Привязка здания к конкретному инженерно-геологическому разрезу

Проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений предшествует проведение инженерно-геологических и инженерно-гидрометеорологических изысканий. Объем и состав изысканий зависят от конструктивных и эксплуатационных особенностей строящегося объекта и от сложности инженерно-геологических условий на участке строительства.

Для построения инженерно-геологического разреза рекомендуется принимать горизонтальный масштаб 1:200 и вертикальный 1:100. Отметки, соответствующие одинаковым типам грунта, соединяются прямыми линиями. Каждый слой грунта заштриховывается в соответствии с принятыми обозначениями.

Пример 1.1

На фрагменте, представленном на рис. 1.1, изображен контур здания и три скважины. Построить инженерно-геологический разрез между осями 1 и 2 вдоль оси А. Литологические колонки по скважинам приведены в табл. 1.1. Расстояние между скважинами 10–15 и 15–20 равны 24 и 34 м соответственно.

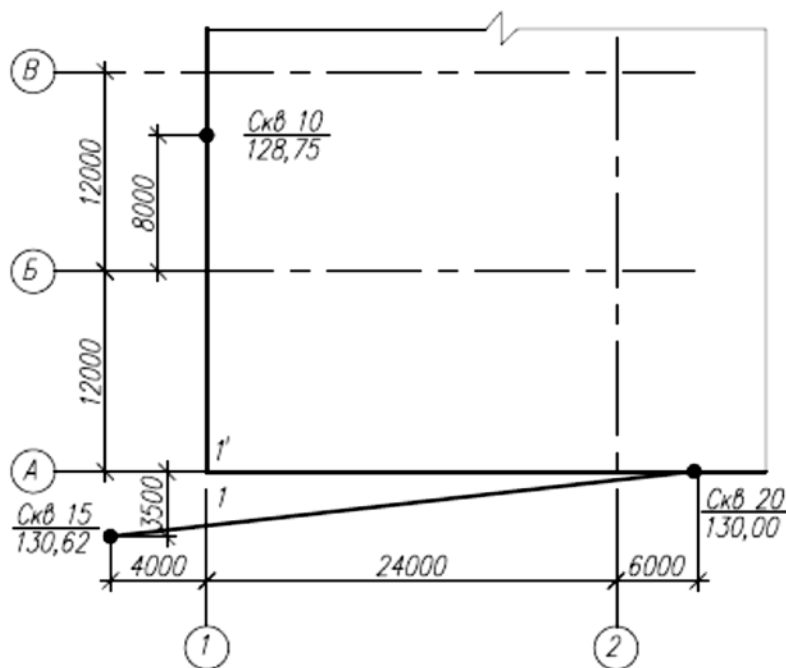


Рис. 1.1. Фрагмент плана участка

Таблица 1.1

Литологические колонки по скважинам

| Номер слоя | Наименование грунта | Отметки подошвы слоев по данным бурения, м | | |
|------------|-----------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| | | Скв. $\frac{10}{128,75}$ | Скв. $\frac{15}{130,62}$ | Скв. $\frac{20}{130,00}$ |
| 1 | Почвенно-растительный | 128,05 | 129,94 | 129,5 |
| 2 | Суглинок | 127,52 | 128,14 | 127,68 |
| 3 | Супесь | 126,52 | 127,34 | 125,85 |
| 4 | Песок | 115,62 | 118,15 | 116,5 |

Найдем отметки кровли слоев в опорной точке 1, которая находится между скважинами 15 и 20 на расстояниях 4,0 и 30,0 м соответственно. Вычислим относительное превышение, приходящееся на метр длины, как разность отметок, деленную на расстояние между скважинами:

$$\Delta = \frac{NL_{15} - NL_{20}}{L} = \frac{130,62 - 130,00}{34,0} = \frac{0,62}{34} = 0,0182.$$

Тогда отметка точки 1 будет вычислена как разность отметки скважины 15 и относительного превышения, умноженного на расстояние от скважины 15 до точки 1:

$$130,62 - 0,0182 \cdot 4 = 130,55 \text{ м.}$$

Аналогично находятся отметки для всех слоев грунта по рассматриваемой вертикали.

Для построения геологического разреза по оси А необходимо провести интерполяцию между точкой 1 и скважиной 10, т.е. найти отметки для точки 1, расположенной на расстоянии 3,5 м от точки 1' и 20,5 м от скважины 10. Результаты вычислений приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Результаты вычислений по скважинам

| Номер слоя | Наименование грунта | Отметки подошвы слоев | | |
|------------|-----------------------|-----------------------|---------|----------|
| | | Точка 1 | Скв. 10 | Точка 1' |
| | | 130,54 | 128,75 | 130,28 |
| 1 | Почвенно-растительный | 129,92 | 128,05 | 129,65 |
| 2 | Суглинок | 128,08 | 127,52 | 127,99 |
| 3 | Супесь | 127,14 | 126,52 | 127,05 |
| 4 | Песок | 117,93 | 115,62 | 117,59 |

По данным вычислений необходимо построить геологический разрез (рис. 1.2).

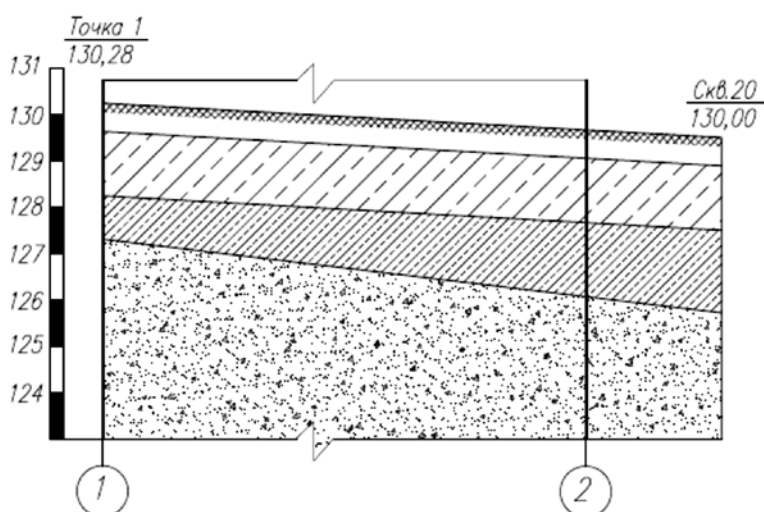


Рис. 1.2. Геологический разрез

Следующим этапом после построения инженерно-геологического разреза и классификации грунтов основания (практическое занятие 1) является непосредственная оценка каждого из грунтовых слоев с прогнозом возможного изменения свойств грунтов и выводом о возможности использования их в качестве основания.

Илы, торфы, заторфованные грунты, рыхлые пески, глинистые грунты в текучем состоянии и с коэффициентами пористости у супесей $e > 0,7$, суглинков $e > 1$ и глин $e > 1,1$ при возведении сооружений обладают малой несущей способностью или дают большие осадки и не могут использоваться в качестве естественных оснований сооружений. Грунты с $R_0 \leq 0,1$ МПа также относятся к «слабым» грунтам, которые без конструктивных мероприятий или мероприятий по искусственному улучшению не могут назначаться в качестве оснований.

Для определения мощностей слоев грунта по оси фундамента производится привязка здания или сооружения к геологическому разрезу (рис. 1.3).

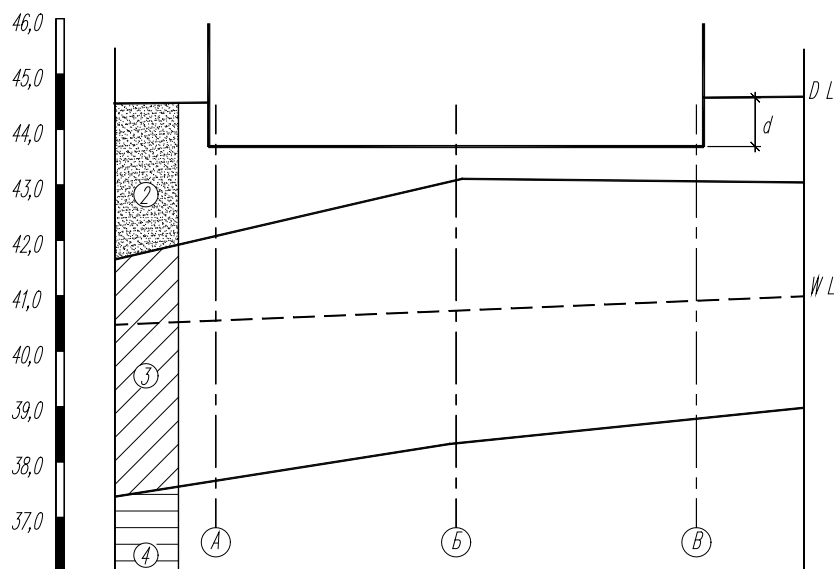


Рис. 1.3. Схема привязки здания к инженерно-геологическому разрезу

Выбор типа оснований и конструктивных решений фундаментов выполняется по результатам сравнений технико-экономических показателей, получаемых на основе данных вариантного проектирования.

1.2. Предварительное определение глубины заложения фундаментов мелкого заложения и свайных фундаментов

Назначение предварительной глубины заложения фундаментов мелкого заложения

Глубина заложения подошвы фундаментов назначается в соответствии с требованиями СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» с учетом конструктивных особенностей здания, рельефа поверхности участка, геологических и гидрогеологических условий площадки строительства, глубины сезонного промерзания грунтов. Во всех случаях минимальная глубина заложения фундамента должна быть не менее 0,5 м.

Учитывая конструктивные особенности (рис. 1.4) возводимого сооружения, глубина заложения подошвы фундамента должна быть не менее:

– для столбчатого фундамента под железобетонную колонну:

$$d = h_f + h_4; \quad h_f = h_1 + h_2 + h_3,$$

где h_f — высота фундамента, м;

h_1 — толщина бетонной плиты под стаканом, принимается не менее 0,2 м;

h_2 — рихтовочный зазор под колонну, принимается равным 0,05 м;

h_3 — глубина заделки колонны в стакан, принимается не менее большей стороны сечения колонны, м;

h_4 — толщина конструкции пола, принимается равной 0,15 м;

– для ленточного фундамента с подвалом:

$$d = d_b + h_{cf} + h_s,$$

где d_b — расстояние от уровня планировки до пола подвала, м;

h_{cf} — толщина конструкции пола подвала, м;

h_s — толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала (при этом $h_{cf} + h_s \geq 0,5$ м).

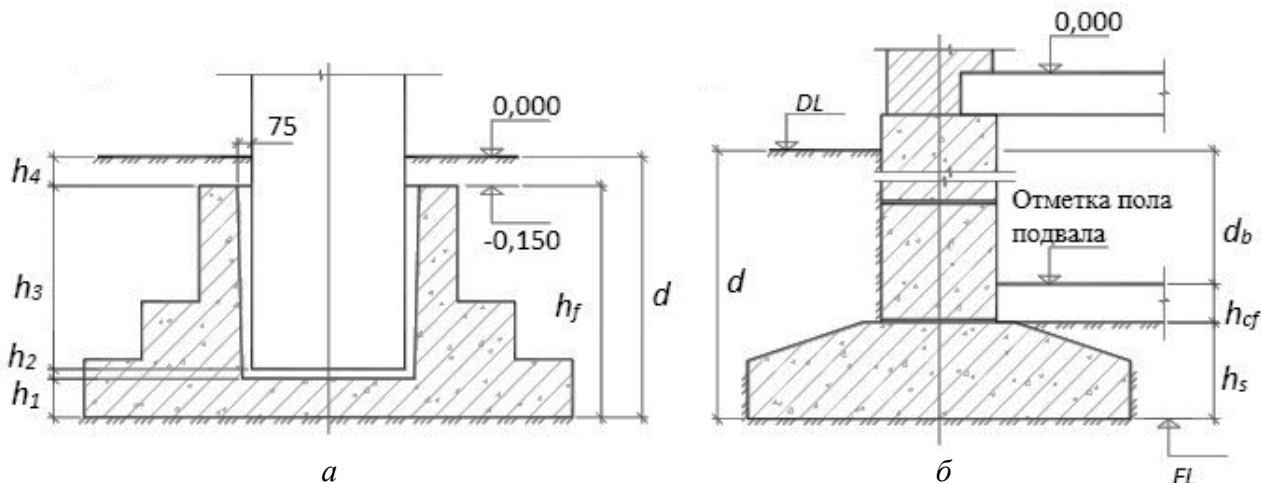


Рис. 1.4. Схема определения глубины заложения фундамента в зависимости от конструктивных особенностей: *а* — для столбчатого фундамента без подвала; *б* — для ленточного фундамента с подвалом

Влияние глубины сезонного промерзания грунтов

В соответствии с нормами на проектирование оснований нормативная глубина промерзания грунта d_{fn} определяется одним из следующих способов:

- 1) по данным наблюдений как средняя величина из ежегодных (не менее 10 лет) максимальных глубин сезонного промерзания под оголенной от снега поверхностью при уровне подземных вод, расположенном ниже глубины сезонного промерзания грунта;
- 2) по карте нормативных глубин сезонного промерзания условного грунта, в качестве которого принята глина, с последующей корректировкой этой величины по виду грунта;
- 3) по формуле для районов, где глубина промерзания грунта не превышает 2,5 м:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}, \quad (1.1)$$

где M_t — безразмерный коэффициент, равный сумме абсолютных среднемесячных отрицательных температур за зимний период в районе строительства;

d_0 — глубина промерзания при $M_t = 1$, принимаемая равной 0,23 м — для глин и суглинков; 0,28 м — для супесей и песков пылеватых и мелких; 0,3 м — для песков средней крупности, крупных и гравелистых; 0,34 м — для крупнообломочных грунтов.

Расчетное значение глубины промерзания определяется по формуле

$$d_f = k_h \cdot d_{fn}, \quad (1.2)$$

где k_h — коэффициент влияния температурного режима здания на промерзание грунта у наружной стены, для наружных и внутренних фундаментах неотопливаемых сооружений $k_h = 1,1$, кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой, для наружных фундаментах отапливаемых сооружений — по табл. 5.2 СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».

В качестве окончательной глубины заложения фундамента принимается наибольшая из величин, полученных при анализе вышеуказанных факторов.

Назначение предварительной глубины ростверка

Глубину заложения подошвы ростверка назначают с учетом конструктивных особенностей подземной части здания (наличия подвала, технического подполья и т.д.), высоты ростверка и глубины сезонного промерзания грунтов.

Верх ростверков бесподвальных зданий принимается на 150 мм ниже планировочной отметки. В жилых и общественных зданиях с подвалом отметка подошвы ростверка под наружные стены равна отметке пола подвала, а под внутренние стены отметка верха ростверка — отметке пола подвала. В производственных зданиях с подвалом отметка верха ростверка принимается равной отметке пола подвала.

Глубина заложения подошвы ростверка, в зависимости от глубины сезонного промерзания грунтов, принимается в соответствии с требованиями для фундаментов мелкого заложения. Высота ростверка под стену принимается для предварительных расчетов равной 300–500 мм, ширина — не менее 400 мм. В ростверках свайных фундаментов каркасных зданий устраивается стакан под колонну, при этом высота ростверка должна быть такой, чтобы слой бетона ниже дна стакана был не менее 500 мм.

1.3. Методы расчета по предельным состояниям, выполнение предварительных расчетов

Основания и фундаменты рассчитываются по двум группам предельных состояний.

Первая группа предельных состояний — расчет по несущей способности. Целью расчетов по группе I являются обеспечение прочности и устойчивости основания, а также недопущения сдвига фундамента по его подошве и опрокидывания.

Основания рассчитываются по несущей способности в случаях, оговоренных ниже:

- а) на основание передаются большие горизонтальные нагрузки (подпорные стены, распорные конструкции);
- б) сооружение расположено на откосе или вблизи откоса;
- в) основание сложено медленно уплотняющимися водонасыщенными пылевато-глинистыми или биогенными грунтами (при коэффициенте консолидации $C_v \leq 107 \text{ см}^2/\text{год}$, коэффициенте водонасыщения $S_r \geq 0,85$; показателе текучести $I_L > 0,5$);
- г) на фундамент действует выдергивающая нагрузка;
- д) в толще основания имеется слой крутопадающих пластичных глинистых грунтов.

Расчет оснований и фундаментов по первой группе предельных состояний производится исходя из условия

$$F \leq \frac{\gamma_c \cdot F_u}{\gamma_n},$$

где F — расчетная нагрузка на основание;

F_u — сила предельного сопротивления основания;

γ_c — коэффициент условий работы, принимаемый в диапазоне 0,8–1,0 в зависимости от вида грунта;

γ_n — коэффициент надежности по назначению сооружения, принимаемый равным 1,2; 1,15; 1,10 соответственно для зданий и сооружений I, II, III классов.

Вторая группа предельных состояний — расчет по деформациям.

Целью расчета по группе II предельных состояний является ограничение абсолютных и относительных перемещений фундаментов определенными условиями, при которых гарантируется нормальная эксплуатация здания или сооружения на протяжении всего срока службы.

Для большинства промышленных и гражданских зданий и сооружений основным, как правило, является расчет оснований по деформациям, так как они устанавливаются исключительно из условий нормальной эксплуатации самих сооружений.

Расчет оснований по деформациям производится из условия

$$s \leq s_u,$$

где s — совместная деформация основания и сооружения, определяемая расчетом;

s_u — предельное значение совместной деформации основания и сооружения, рекомендуемое в СП 22.13330.2016.

Неравномерные осадки сооружения проверяют исходя из условия

$$(\Delta s / L) \leq (\Delta s / L)_u,$$

где Δs — разность между осадками соседних фундаментов, определяемая расчетом;

L — расстояние между осями рассматриваемых соседних фундаментов;

$\Delta s / L$ — относительная разность осадок;

$(\Delta s / L)_u$ — предельно допустимое значение относительной неравномерности осадки, рекомендуемое в СП 22.13330.2016.

Крен здания или сооружения проверяют исходя из условия

$$i \leq i_u,$$

где i — крен сооружения по расчету;

i_u — предельно допустимый крен сооружения, рекомендуемый в СП 22.13330.2016.

Фундаменты должны быть запроектированы так, чтобы не допустить возникновения ни первого, ни второго предельных состояний.

Выполнение предварительных расчетов

Проектирование фундаментов и оснований выполняется в следующей последовательности.

1. Оценка результатов инженерно-геологических, инженерно-геодезических и инженерно-гидрометеорологических изысканий для строительства.

2. Анализ проектируемого здания и сооружения. В соответствии с заданием на проектирование определяются плановые и высотные размеры сооружения, устанавливаются его конструктивная и расчетная схемы, материалы элементов конструкций, способы передачи нагрузок на основание. Исходя из конструктивных и эксплуатационно-технологических требований определяется чувствительность сооружения или отдельных его частей к неравномерным осадкам, назначаются предельные значения деформаций основания.

Важным этапом является определение нагрузок, действующих на сооружение (ветровых, световых, особых и т.п.), а также нагрузок от несущих конструкций сооружения, перекрытий, различного рода оборудования и эксплуатационных условий, передающихся на фундаменты.

3. Выбор типа основания и конструкций фундаментов. Имея приведенные выше данные, осуществляют привязку проектируемого сооружения к строительной площадке, т.е. совмещение осей сооружения с инженерно-геологическими разрезами и выбор глубины заложения подошвы фундаментов. С этого, собственно, и начинается проектирование оснований и фундаментов.

4. Расчеты оснований по предельным состояниям, технико-экономический анализ вариантов и принятие окончательного решения.

Пример 1.2

Определить предварительную ширину подошвы ленточного фундамента глубиной заложения $d = 2,1$ м. Расчетная нагрузка по второй группе предельных состояний на обрезе фундамента $N_{II} = 450$ кН/м. Отметка DL совпадает с отметкой NL .

ИГЭ-1: мощность слоя 1,0 м. Насыпь не слежавшаяся, R_0 не нормируется.

ИГЭ-3: мощность слоя 3,5 м. Песок средней крупности, плотный, маловлажный, $R_0 = 400$ кПа (табл. Б.2 СП 22.13330.2016).

Определим площадь подошвы фундамента $A = bl$ (для ленточного фундамента $l = 1$ м):

$$A = \frac{N_{II}}{R_0 - \gamma_{cp} \cdot d}, \quad (1.3)$$

где γ_{cp} — усредненное значение удельного веса материала фундамента и грунтовой пригрузки, принимается равным 20 кН/м³;

$$A = \frac{450}{400 - 20 \cdot 2,1} = 1,26 \text{ м}^2.$$

Так как для ленточного фундамента длина $l = 1$ м, то ширина подошвы ленточного фундамента $b = 1,26$ м. Принимаем согласно ГОСТ 13580-85 ближайшее в большую сторону значение ширины фундаментной плиты, равное $1,4$ м.

Пример 1.3

Определить предварительную ширину подошвы столбчатого фундамента глубиной заложения $d = 2,7$ м. Расчетная нагрузка по второй группе предельных состояний на обрезе фундамента $N_{II} = 500$ кН. Отметка DL совпадает с отметкой NL .

Грунтовые условия аналогичны примеру 1.2.

Применяя формулу (1.3), определим площадь подошвы столбчатого фундамента:

$$A = \frac{500}{400 - 20 \cdot 2,1} = 1,397 \text{ м}^2.$$

Для столбчатого фундамента $A = bl$, где b и l — ширина и длина фундамента. Примем согласно ГОСТ 24476-80* фундамент квадратной формы в плане. Тогда

$$b = \sqrt{\frac{500}{400 - 20 \cdot 2,1}} = 1,18 \text{ м}.$$

Окончательно примем $b = 1,2$ м по ГОСТ 24476-80*.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

2.1. Основы проектирования фундаментов мелкого заложения, особенности расчета по предельным состояниям

Согласно действующим нормам СП 22.13330.2016 предусматривается проектирование оснований и фундаментов по предельным состояниям с учетом совместной работы системы основание – фундаменты – надземные конструкции.

Во всех случаях основания фундаментов рассчитывают по второй группе предельных состояний.

На рис. 2.1 представлена расчетная схема одиночного столбчатого фундамента, возводимого в толще многослойного грунтового основания. Фундамент и основание работают совместно под действием показанных на схеме нагрузок N_{II} , M_{IIx} , Q_{IIx} , M_{IIy} , Q_{IIy} , к которым приводятся воздействия от надземной части здания.

Среднее давление под подошвой фундамента P не должно превышать расчетное сопротивление грунта основания R :

$$P \leq R. \quad (2.1)$$

Давление на грунт у краев подошвы P_{\max} , P_{\min} и в угловых точках фундамента P_{\max}^c , P_{\min}^c должны удовлетворять соотношениям

$$\begin{aligned} P_{\max} &\leq 1,2R; \\ P_{\min} &> 0; \\ P_{\max}^c &\leq 1,5R; \\ P_{\min}^c &> 0. \end{aligned} \quad (2.2)$$

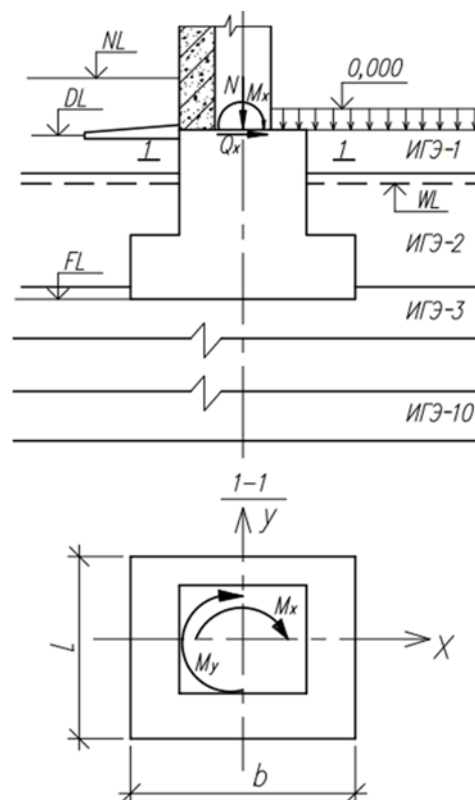


Рис. 2.1. Расчетная схема

Для определения размеров подошвы фундаментов необходимо выполнять условия (2.1) – (2.2). Согласно формуле (5.7) СП 22.13330.2016 расчетное сопротивление R может быть определено по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \left(M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II} \right). \quad (2.3)$$

Среднее давление под подошвой фундамента можно определить по формуле

$$P = \frac{N_{II}}{A} + \gamma_{cp} d, \quad (2.4)$$

где N_{II} — вертикальная нагрузка на верхнем обрезе фундамента, кН;

d — разность планировочной отметки и отметки подошвы фундамента, м;

A — площадь подошвы фундамента, m^2 , $A = b l$ (b — ширина подошвы фундамента, l — длина фундамента);

γ_{cp} — усредненное значение удельного веса грунта обратной засыпки и конструкции фундамента, принимаемое равным 20 кН/м^3 .

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru