

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению практических работ по
дисциплине: «Основания и фундаменты» для студентов
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»**

Ставрополь

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа 1.	3
Практическая работа 2.	8
Практическая работа 3.	15
Практическая работа 4.	22
Практическая работа 5.	27
Практическая работа 6.	35
Практическая работа 7.	45
Практическая работа 8.	49
Список рекомендуемой литературы	57

Практическая работа 1. Характеристики физических свойств грунтов

1.1 Общие замечания

Физические свойства грунтов можно подразделить на следующие:

- общие физические (плотность, удельный вес) частиц грунта, (удельный вес, плотность) сухого и влажного грунта, пористость, удельная поверхность;
- физико-механические (прочность, деформативность, пластичность, липкость, усадка, набухание и связность);
- водные (водоудерживающая, водопропускная (водопроницаемость), водоподъемная (капиллярная) способность грунта);
- тепловые (теплоемкость, теплопроводность, теплопоглощительная способность (способность поглощать лучистую энергию солнца).

1.2 Зерновой состав

Прочностные и деформационные свойства грунта в значительной степени определяются зерновым составом - количественным составом фракций в определенной навеске грунта. При этом фракция рассматривается как частицы грунта, близкие между собой по размерам и свойствам. Для определения состава грунтов выполняют гранулометрический анализ. Для песчаных грунтов его выполняют ситовым методом, который заключается в просеивании песка через сита с различными размерами отверстий. Для тонкозернистых грунтов такой метод не применим из-за предельной тонкости ситовой ткани (0,1 мм) и сложности разделения в сухом виде агрегатов на отдельные зерна, поэтому полный анализ выполняется в 2 этапа. На первом определяют процентное содержание зерен в породе с размером частиц $> 0,1$ мм, на втором процентное содержание зерен $< 0,1$ мм способом измерения скорости осаждения частиц грунта в воде (метод отмучивания). Так, частицы размером 0,05 мм осаждаются со скоростью, равной 1 см в 5 секунд, а 0,001 мм – 3 часа 28 минут.

Наиболее простым методом анализа глинистых грунтов является ареометрический. Он основан на измерении ареометром плотности суспензированного раствора, которая меняется во времени в связи с выпадением из раствора взвешенных частиц грунта. По специальной монограмме ведут пересчет показаний ареометра с учетом поправок на процентное содержание в грунте фракций того или иного размера.

Гранулометрический анализ можно проводить пипеточным методом Сабанина. Он основан на отборе из водного раствора проб через определенные промежутки времени с известной глубины и определении

сухого остатка путем выпаривания и взвешивания.

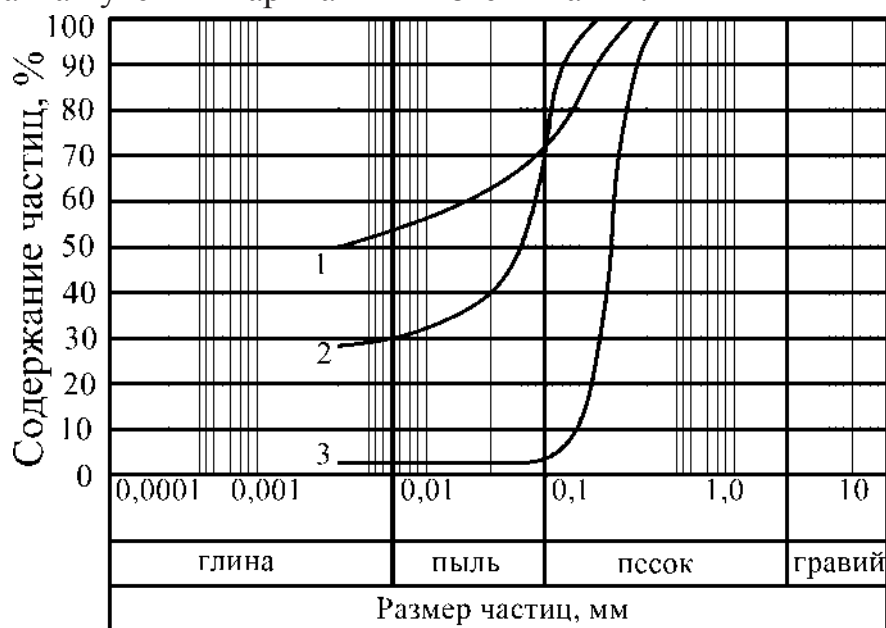


Рис. 1.1 – Кривые гранулометрического анализа в полулогарифмическом виде: 1 – глина; 2 – пылеватый суглинок; 3 – песок

Метод более трудоемок, требует больше времени и большого количества дистиллированной воды.

Результаты гранулометрического анализа изображают графически в полулогарифмической шкале с помощью кривой однородности (рис. 1.1).

Крупнообломочные и песчаные грунты дополняют сведениями об их неоднородности. Степень неоднородности C_n определяют по формуле

$$C_n = d_{60} / d_{10}, \quad (1)$$

где d_{60} и d_{10} – диаметры частиц, меньше которых в данном грунте содержится по массе соответственно 60 и 10 %. Грунты считаются однородными при $C_n \leq 3$ и неоднородными при $C_n > 3$. О степени неоднородности можно судить по характеру кривой гранулометрического состава. Чем круче кривая, тем более однородным является грунт.

1.3 Общие физические свойства грунтов

Они подразделяются на 2 группы: основные – определяемые на основе лабораторных исследований; расчетные – определяемые расчетом.

В лабораторных условиях определяются:

1. Удельный вес – вес единицы объема грунта в естественном состоянии. Если обозначить: V_1 – объем твердых частиц, V_2 – объем пор, q_1 – вес твердых частиц, q_2 – вес воды в порах грунта (вес воздуха не учитывается), (рис. 1.2), то удельный вес γ можно выразить так:

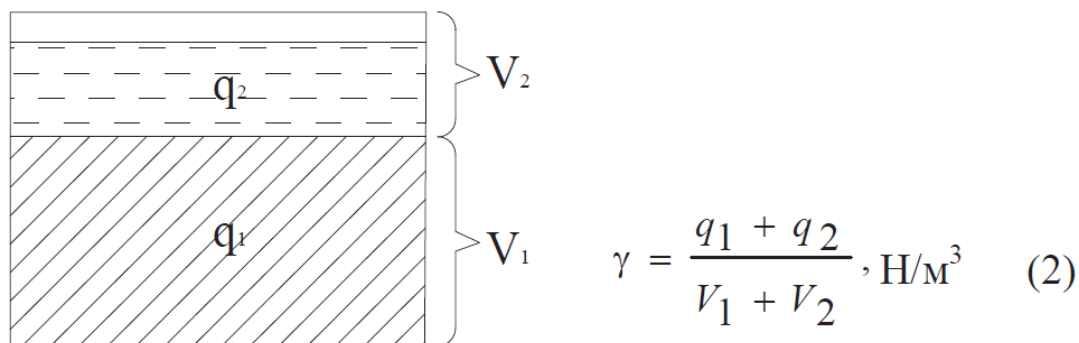


Рис. 1.2 - Схема составных частей грунта

Иногда используют термин плотность – масса единицы объема грунта в естественном состоянии. Если обозначить m_1 – масса твердых частиц, m_2 – масса воды в порах грунта, то плотность ρ можно выразить так:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}, \text{ кг/м}^3. \quad (3)$$

Для большей части грунтов ρ находится в пределах 1200-2400 кг/м³, торфа < 1000 кг/м³.

Удельный вес грунта и его плотность связаны отношением плотности и ускорения свободного падения:

$$\gamma = \rho \cdot g, \quad (4)$$

где g – ускорение свободного падения.

2. Удельный вес (плотность_с) частиц грунта γ_s — отношение веса (массы) сухого грунта к объему, занимаемому частицами грунта:

$$\gamma_s = q_1 / V_1, \text{ н/м}^3. \quad (5)$$

$$\rho_s = m_1 / V_1, \text{ кг/м}^3. \quad (6)$$

Значения плотности частиц грунта приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1.

Грунты	Средние значения $\rho_s \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	Наиболее часто встречающиеся значения $\rho_s \cdot 10^{-3}$, кг/м ³
Пески	2,66	2,65...2,67
Супеси	2,70	2,68...2,72
Суглинки	2,71	2,69...2,73
Глины	2,74	2,71...2,76
Гумусовые, горизонты черноземов	2,50	2,40...2,60
Торфы	1,60	1,50...1,80

3. Влажность грунтов (весовая) W – отношение массы (m_v) воды к массе твердых частиц (m_c):

$$W = m_v / m_c. \quad (7)$$

Влажность большинства рыхлых грунтов меняется в пределах

0,01...0,4, однако встречаются грунты (например, илы, торфы), у которых влажность может значительно превышать единицу.

Расчетные характеристики грунтов:

1. Коэффициент пористости e – отношение объема пор к объему минеральной части грунта:

$$e = V_2 / V_1. \quad (8)$$

$$e = n / m,$$

где n – объем пор в единице объема грунта (пористость),

$$n = \frac{V_2}{V_i + V_2} \quad (9)$$

где m – объем твердых частиц в единице объема грунта,

$$m = \frac{V_1}{V_1 + V_2},$$

$$m + n = 1 \quad (10)$$

Объем твердых частиц в единичном объеме грунта можно определить и по формуле

$$m = \gamma_d / \gamma_s, \quad (11)$$

где γ_d - удельный вес (плотность) сухого грунта, равный весу сухого грунта в общем объеме грунта.

$$\gamma_d = \frac{q_1}{V_1 + V_2}. \quad (12)$$

$$\rho_d = \frac{m_1}{V_1 + V_2}. \quad (13)$$

Выполнив простейшие преобразования, получим

$$n = 1 - m = 1 - \frac{\gamma_d}{\gamma_s}. \quad (14)$$

Подставив полученные выражения (11) и (14) в формулу (9), получим

$$e = \gamma_s / \gamma_d - 1. \quad (15)$$

2. Удельный вес сухого грунта – можно определить из условия

$$W = (\gamma - \gamma_d) / \gamma_d, \quad (16)$$

откуда

$$\gamma_d = \gamma / (1 + W), \quad (17)$$

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W}. \quad (18)$$

Решая систему уравнений (15) и (16), получим

$$n = e / (1 + e); \quad (19)$$

$$m = 1 / (1 + e) \quad (20)$$

3. Пористость грунта можно определить по формуле

$$n = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_s} \quad (21)$$

Пористость грунтов зависит от степени дисперсности и условий формирования грунта, например, у лессов она может достигать 60-70 %, а у большинства используемых в строительстве грунтов, пористость (n) изменяется от 20 до 50 %. Для одного и того же грунта она не является постоянной и уменьшается при увеличении давления на грунт, поэтому при инженерных расчетах используют коэффициент пористости (e). Величина его изменяется в довольно широких пределах от 0,2 до 1,5, а для органоминеральных до 2-12. Для достаточно уплотненных грунтов $e < 1$, если же $e > 1$, то это показывает, что грунт весьма рыхлого, неуплотненного сложения, и строительство на таких грунтах зданий, сооружений требует специальных мер по их упрочнению. Это свидетельствует о том, что объем пор больше объема твердых частиц.

4. Коэффициент водонасыщения грунта S_r – отношение природной влажности грунта к его полной влагоемкости (W_{sat}):

$$S_r = W / W_{sat}. \quad (22)$$

Полная влагоемкость – представляет собой такую влажность, когда все поры заполнены водой:

$$W_{sat} = \frac{e \cdot \gamma_w}{\gamma_s}, \quad (23)$$

где γ_w - удельный вес воды, равный $1 \cdot 10^4$ Н/м³.

После подстановки значений W_{sat} в формулу (22) получим

$$S_r = \frac{W \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}. \quad (24)$$

По ГОСТ 25100-95 крупнообломочные и песчаные грунты по степени влажности подразделяются на: малой степени водонасыщения $0 < S_r \leq 0,5$; средней степени водонасыщения $0,5 < S_r \leq 0,8$; насыщенные водой $0,8 < S_r \leq 1$.

Грунты, залегающие ниже уровня подземных вод, находятся в состоянии грунтовой массы и испытывают взвешивающее воздействие воды, удельный вес грунта, облегченного весом вытесненной воды определяется по следующей формуле:

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}. \quad (25)$$

Далее в расчетах необходимо применять значения удельного веса с учетом взвешивающего воздействия воды.

Практическая работа 2. Оценка природного состояния глинистых и песчаных грунтов

Природное состояние во многом определяет строительные свойства грунтов. Для оценки природного состояния глинистых грунтов вводится показатель текучести (консистенции):

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}, \quad (26)$$

где W_p , W_L - соответственно влажность на границе раскатывания и текучести; W — природная влажность; W_p называется такая влажность, при которой грунт теряет пластичность. Ее называют нижней границей пластичности. W_L — влажность на границе текучести, это верхняя граница пластичности. При такой влажности грунт переходит в текучее состояние. Разность между ними, выраженная в процентах, называется числом пластичности I_p :

$$I_p = W_L - W_p. \quad (27)$$

В зависимости от I_p по ГОСТ 25100-95 глинистые грунты подразделяются на следующие виды: супеси $1 < I_p < 7$; суглинки $7 < I_p < 17$; глины $I_p > 17$. По показателю текучести I_L в соответствии с ГОСТ 25100—95 глинистые грунты подразделяются: на супеси: твердые — $I_L < 0$, пластичные $0 < I_L < 1$, текучие $I_L > 1$; суглинки и глины: твердые $I_L < 0$, полутвердые $0 < I_L < 0,25$, тугопластичные $0,25 < I_L < 0,50$, мягкопластичные $0,5 < I_L < 0,75$, текучепластичные $0,75 < I_L < 1,0$, текучие $I_L > 1$. Для оценки природного состояния

песчаных грунтов определяется их плотность, в соответствии с ГОСТ 25100-95, они подразделяются на плотные, средней плотности и рыхлые (табл. 2).

Таблица 2

Разновидность песков	Коэффициент пористости		
	пески гравелистые и средней крупности	пески мелкие	пески пылеватые
Плотный	< 0,55	< 0,60	< 0,60
Средней плотности	0,55-0,70	0,60-0,75	0,60-0,80
Рыхлый	>0,70	>0,75	>0,80

Плотность песчаных грунтов можно определить и по степени плотности:

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}, \quad (26)$$

где $e_{\max}$, $e_{\min}$ — соответственно $\max$ и $\min$ коэффициенты пористости грунта в наиболее рыхлом и плотном состоянии; e — коэффициент пористости при заданном состоянии.

По степени плотности I_D пески подразделяют согласно табл. 2.1.

Таблица 2.1

Разновидность песков	Степень плотности I_D
Слабоуплотненный	0-0,33
Среднеуплотненный	0,33-0,66
Сильноуплотненный	0,66-1,00

2.1 Физико-механические свойства грунтов

Связность грунтов – способность сопротивляться внешнему усилию (нагрузкам), стремящемуся разъединить частицы грунта. Связность грунтов – это способность тонкодисперсных грунтов образовывать после смачивания их водой и последующего высушивания компактную массу, не распадающуюся на отдельные элементарные частицы. По этому признаку грунты разделяют на связные (глины, суглинки, супеси) и несвязные (пески, крупнообломочные грунты).

Липкость грунтов – способность прилипать к поверхности различных предметов, приходящих с ними в соприкосновение при определенном содержании влаги, она измеряется в паскалях. Начинает проявляться лишь при влажности, несколько большей влажности на границе раскатывания и достигает максимума при влажности, несколько меньшей границы текучести.

Набухаемость грунтов – способность грунтов увеличивать свой объем в процессе смачивания водой или другими жидкостями. Характеризуется числом набухания – приращение объема набухшего грунта в процентах от объема сухого.

Усадка грунтов – способность влажных грунтов уменьшать свой объем при высыхании. Обладают ей только связные грунты, при этом уменьшение объема до известного предела равно количеству испарившейся воды. При определенной влажности, называемой пределом усадки, объем образца перестает уменьшаться, но испарение воды продолжается и, следовательно, масса образца убывает. В результате грунт становится плотнее, что увеличивает его сопротивление деформациям. Усадка характеризуется уменьшением размеров или объема.

2.2 Схемы одно-, двух- и трехфазных грунтов

Поры грунта могут быть заполнены влагой и воздухом (или газом), объемы которых находятся в обратной зависимости друг от друга. В большинстве случаев грунт представляет собой тело, состоящее из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной (воздушной). Однако он может быть и в состоянии двух или однофазной системы.

Твердая фаза состоит из частиц различных минералов или обломков горных пород, реже из слабо разложившихся растительных остатков

(торфяные массивы - болота).

Жидкая фаза представлена различными формами воды. Свободная вода обычно представляет собой водный раствор, который содержит в себе различные растворенные вещества в большем или меньшем количестве.

Газообразная фаза – это воздух, заполняющий поры (частично или полностью в зависимости от содержания в порах жидкой фазы). По своему составу он всегда отличается от атмосферного. Твердая, жидкая, газообразная фазы грунта обладают различной подвижностью и сжимаемостью при передаче на грунт механических нагрузок. Учет особенностей поведения и свойства грунтов в связи с соотношением твердых, жидких и газообразных фаз весьма сложен.

2.3 Механические свойства грунтов

В рыхлых горных породах при действии внешней нагрузки возникают как общие деформации (присущие всем твердым телам), так и деформации, вызванные взаимными перемещениями твердых минеральных частиц. Если при действии внешних сил структурные связи между минеральными частицами не нарушаются, то грунты деформируются как сплошное тело. При нарушении структурных связей грунта деформации будут обусловлены главным образом взаимными перемещениями его частиц. Поэтому кроме общих закономерностей, которым подчиняются деформации сплошных тел, грунты обладают рядом особенностей и закономерностей, обусловленных природой рыхлых горных пород как минерально-дисперсных образований. Эти закономерности носят название основные закономерности механики грунтов. К ним относятся: сжимаемость грунтов, обусловленная изменением пористости и, следовательно, общего их объема; водопроницаемость, изменяющаяся в процессе уплотнения; контактная сопротивляемость сдвигу; деформируемость. При статической нагрузке, большей прочности структурных связей в грунте возникают упругие (восстанавливающиеся) и остаточные деформации.

2.4 Расчет осадок сооружений

В связи с расчетом оснований сооружений по предельным деформациям определение деформации грунтов под действием внешних сил имеет большое практическое значение. Расчет оснований фундаментов производят с целью ограничения абсолютных или относительных перемещений фундаментов, чтобы обеспечить нормальную эксплуатацию зданий и сооружений, долговечность которых не снижается вследствие возникновения недопустимых осадок, кренов, подъемов и т.д.

Все деформации основания можно разделить на несколько видов:

- 1) осадки - деформации, которые не вызывают коренного изменения структуры грунта и происходят вследствие уплотнения грунта под влиянием внешних нагрузок или (в отдельных случаях) собственного веса грунта;
- 2) просадки - деформации в результате коренного изменения структуры грунта под воздействием внешних нагрузок, собственного веса грунта и влиянием дополнительных факторов (замачивание просадочного грунта, оттаивание ледовых прослоек в грунте и т.д.);
- 3) подъемы и осадки - деформации, обусловленные изменением объемов некоторых грунтов при изменении их влажности или воздействии химических веществ (набухание и усадка), замерзании воды и оттаивании льда в порах грунта (морозное пучение и оттаивание грунта);
- 4) оседание – деформации поверхности грунта в результате разработки полезных ископаемых, понижения уровня грунтовых вод и т.д.;
- 5) горизонтальные перемещения – деформации в результате воздействия горизонтальных нагрузок на основание (подпорные стены) или, как следствие, значительных вертикальных перемещений поверхностей грунта при оседаниях, просадках грунта от собственного веса и т.п.

Расчет оснований фундаментов по деформациям производят по СНиП 2.02.01-83 в соответствии с условием

$$S \leq S_{\text{пр}}, \quad (29)$$

где S – совместная деформация основания и сооружения; $S_{\text{пр}}$ – предельное значение совместной деформации основания и сооружения.

2.5 Расчет осадки фундамента методом послойного суммирования

Для расчета необходимо иметь следующие данные:

- инженерно-геологические условия строительной площадки с указанием мощности слоев грунта (литологический разрез);
- физико-механические свойства грунтов основания в пределах активной зоны и уровень грунтовых вод;
- размер и форму фундаментов, чувствительность здания к неравномерным осадкам;
- данные о глубине заложения фундаментов и нагрузке на грунт от надфундаментных конструкций.

Расчет осадок методом послойного суммирования заключается в том, что осадку грунта под действием сооружения определяют как сумму осадок элементарных слоев грунта такой толщины, для которой можно принимать

без особых погрешностей средние значения действующих напряжений и характеристик грунтов.

В соответствии со СНиП 2.02.01-83 расчет осадок отдельно стоящих фундаментов методом послойной суммирования производится с использованием расчетной схемы основания в виде однородного линейно-деформируемого полупространства с условным ограничением глубины сжимаемой толщи (рис. 2.1).

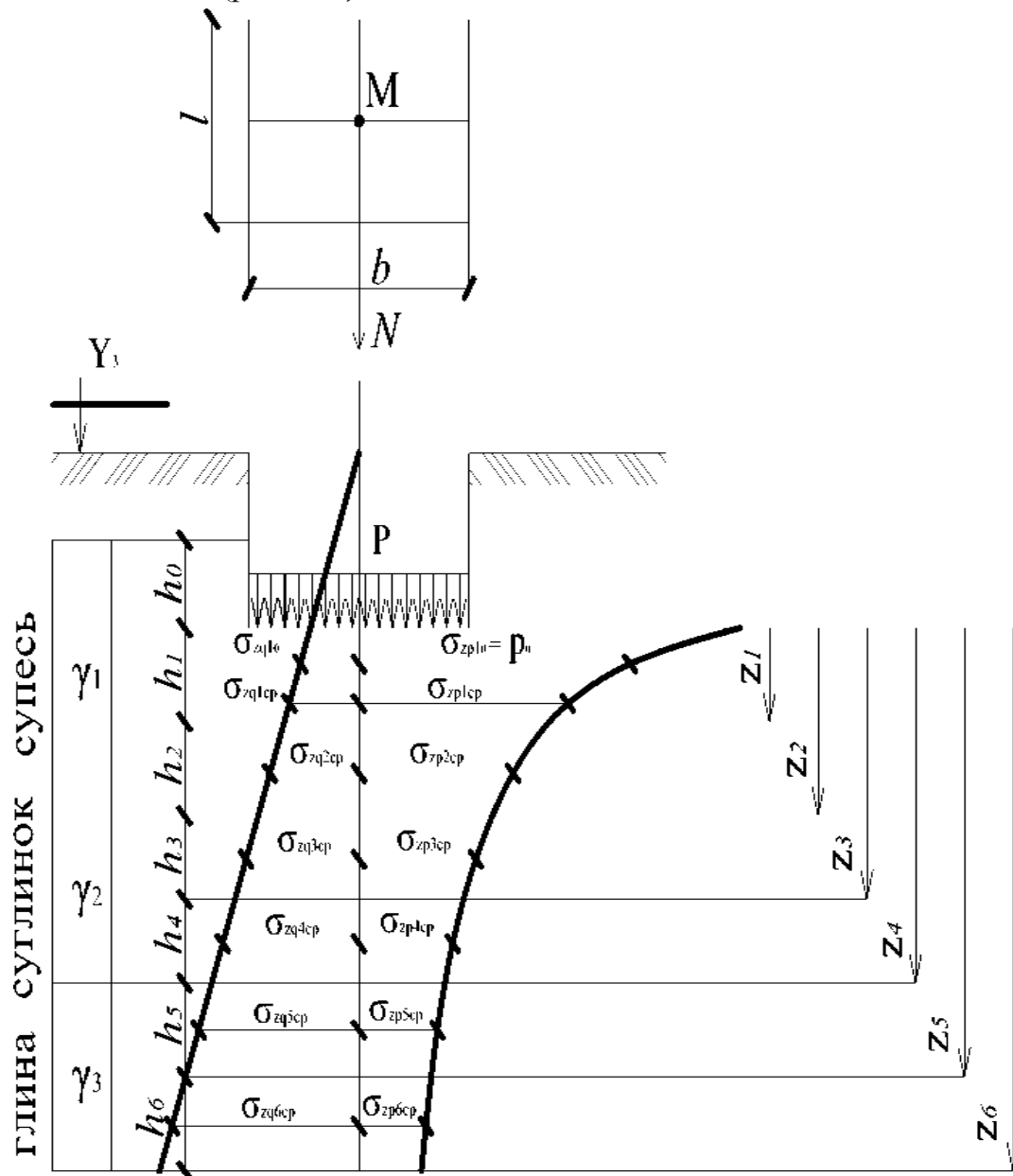


Рис. 2.1 – Схема для определения нижней границы сжимаемой толщи

Рекомендуется следующий порядок расчета:

- 1) толщу грунта под фундаментом разбивают на полосы толщиной $h_i \leq 0,4b$, до глубины, равной примерно $5b$;
- 2) вычисляют природное давление на уровне подошвы фундамента и на границах полосок и строят эпюру природных давлений (рис. 2.1, слева);

3) определяют природные давления в серединах полосок как полусумму граничных значений в следующем порядке (табл. 2.2):

Таблица 2.2

Граничные значения σ_q	Средние значения σ_q
$\sigma_{zq_0} = \gamma_1 h_0$ $\sigma_{zq_1} = \sigma_{zq_0} + \gamma_1 h_1$ $\sigma_{zq_2} = \sigma_{zq_1} + \gamma_1 h_2$	$\sigma_{zq_{1cp}} = \frac{\sigma_{zq_0} + \sigma_{zq_1}}{2}$ $\sigma_{zq_{2cp}} = \frac{\sigma_{zq_1} + \sigma_{zq_2}}{2}$ и т.д.

1) вычисляют дополнительное давление на грунт от сооружения в уровне подошвы фундамента по формуле $\sigma_{zpo} = P - \sigma_{zq_0}$, если $b < 10$ м; если $b > 10$ м, то принимают $\sigma_{zpo} = P$, где $P = \frac{N}{eb}$ – среднее расчетное давление по подошве фундамента;

2) определяют расстояния Z_i от подошвы фундамента до границ полосок hi ;

3) определяют параметры $\eta = \frac{l}{b}$; $\varepsilon = \frac{2z}{b}$ и затем по таблице 1 СНиП 2.02.01-83 стр. 30 находят значение коэффициентов α_i ;

4) Вычисляют дополнительные давления на границах полосок и находят их значения в серединах полос (табл. 2.3):

Таблица 2.3

Граничные значения σ_{zp}	Средние значения σ_{zp}
$\sigma_{zpo} = P - \sigma_{zq_0}$, если $b \geq 10$ м $\sigma_{zpo} = P$ $\sigma_{zp_1} = \alpha_1 \sigma_{zpo}$ $\sigma_{zp_2} = \alpha_2 \sigma_{zpo}$ и т.д.	$\sigma_{zp_{1cp}} = \frac{\sigma_{zpo} + \sigma_{zp_1}}{2}$ $\sigma_{zp_{2cp}} = \frac{\sigma_{zp_1} + \sigma_{zp_2}}{2}$ и т.д.

5) строят эпюру дополнительных напряжений (рис. 2.1, справа);

6) путем сопоставления σ_{zqi} и σ_{zpi} находят ту глубину, где существует соотношение $\sigma_{zpi} \leq 0,2\sigma_{zqi}$, это и есть нижняя граница сжимаемой толщи – граница основания, если найденная нижняя граница сжимаемой толщи заканчивается в слое грунта с модулем общей деформации $E < 5$ МПа или слой залегает непосредственно ниже этой границы, то он включается в ее

состав и при этом определяется соотношением $\sigma_{zp} = 0,1\sigma_{zq}$.

5) определяют осадку фундамента по формуле:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} h_i}{E_i}, \quad (30)$$

где n – число слоев, на которые разделена по глубине сжимаемая толща основания; h_i – толщина i -го слоя грунта; E_i – модуль деформации i -го слоя грунта; σ_{zpi} – среднее дополнительное вертикальное напряжение в i -м слое грунта; β – безразмерный коэффициент, равный 0,8.

Практическая работа 3. Общие сведения об основаниях и фундаментах

3.1. Основные понятия и определения

Основанием называют часть массива грунта, воспринимающего нагрузку от здания или сооружения*. Оно бывает скальное и нескальное.

Скальные основания представляют собой массивные горные породы с жесткими связями между частицами грунта. Они имеют значительную прочность при сжатии ($R_c \geq 5$ МПа).

Нескальные (грунтовые) основания – это толща несвязных или связных горных пород, у которых прочность связей между отдельными частицами во много раз меньше прочности самих минеральных частиц. К ним относят основания из крупнообломочных, песчаных, пыле-ватоглинистых и других видов грунтов.

По условиям напластования и мощности грунтов основания можно разделить на однородные (рис. 3.1, а), сжимаемая толща которых включает только один вид грунта, и слоистые (рис. 3.1, б, в) с различными по составу и свойствам грунтами. Слоистое основание, в свою очередь, может иметь согласное (рис. 3.1, б) или несогласное (рис. 3.1, в) залегание грунтов. Залегание считают согласным, если уклон отдельных слоев грунта не превышает 2%, и несогласным, если пласты залегают не выдержанно, т.е. имеют больший уклон, выклинивание и прочее.

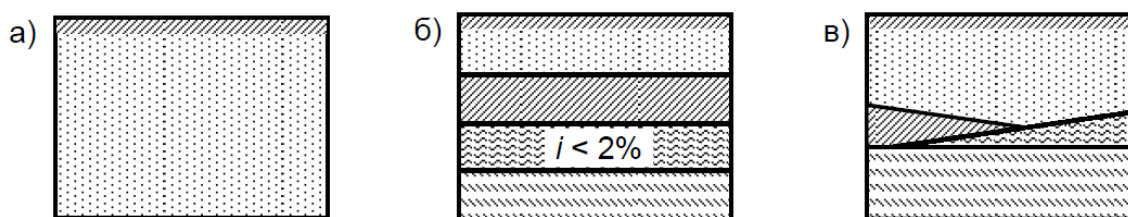


Рис. 3.1. – Схемы естественных оснований

Наиболее надежными являются однородные основания и слоистые с согласно залегающими мало сжимаемыми грунтами. Далее вместо термина «здания и сооружения» используется термин «сооружения».

К неблагоприятным относят основания, имеющие слабые прослойки, из-за которых могут возникнуть значительные равномерные и неравномерные осадки.

Фундаментом называют подземную часть сооружения, которая служит для передачи нагрузки на основание. На рис. 3.2 показаны основные элементы фундамента и его основания.

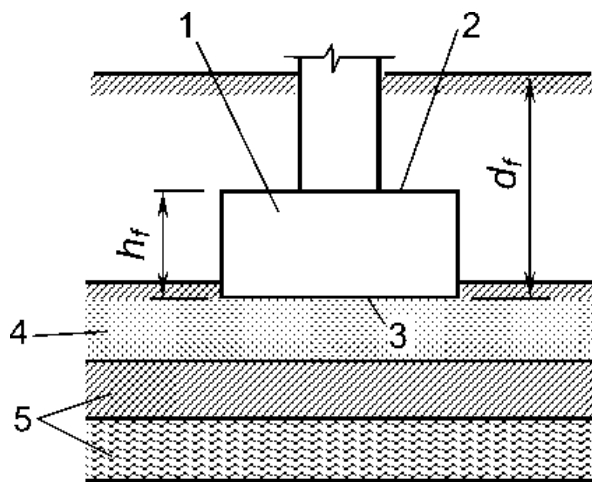


Рис. 3.2. Схема фундамента и его основания: 1 – фундамент;
2 – обрез фундамента; 3 – подошва фундамента; 4 – несущий слой;
5 – подстилающие слои; h_f – высота фундамента;
 d_f – глубина заложения фундамента

Расстояние от спланированной отметки земли до подошвы фундамента называется *глубиной заложения фундамента* (d_f).

Слой, на который опирается фундамент, называют несущим, а слои, расположенные ниже, – подстилающими. Прочность основания в целом определяется совместной прочностью несущего и подстилающих слоев грунта.

Фундаменты подразделяют на три основные категории: возводимые в открытых котлованах, глубокого заложения и свайные (рис. 3.3, а, б, в).

Фундаменты, возводимые в открытых котлованах (мелкого заложения) (рис. 3.3, а), после возведения в котловане засыпаются грунтом и практически передают давление на основание только по подошве. При этом в грунте возникают сжимающие напряжения R_1 .

Фундаменты глубокого заложения (рис. 3.3, б) изготавливают и погружают в грунт с поверхности земли при помощи специальных механизмов и устройств. Они заземлены в грунте, передают нагрузку на основание по подошве и частично за счет сил трения R_f по боковой поверхности фундамента.

Свайный фундамент (рис. 3.3, в) включает группу свай, совместная работа которых обеспечивается с помощью плит или балок, называемых ростверком.

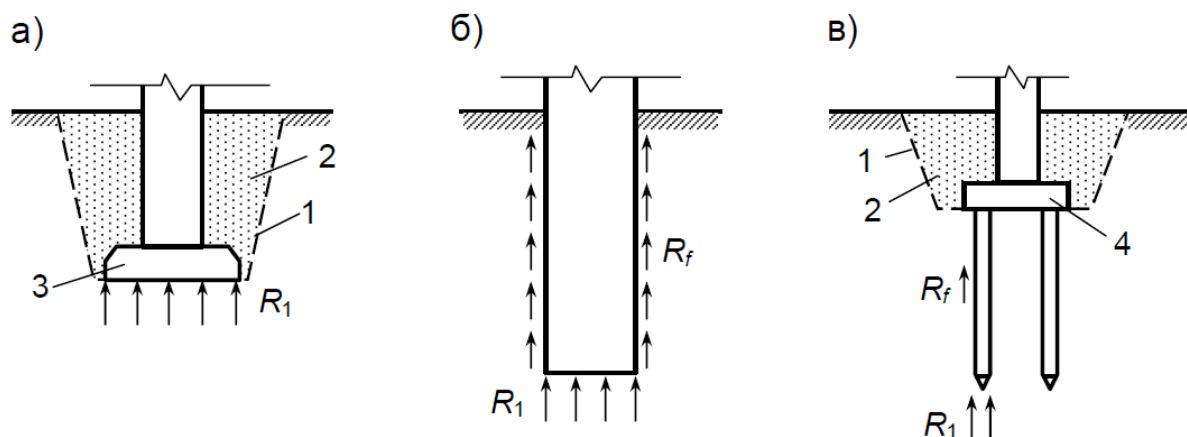


Рис. 3.3. Схемы фундаментов: 1 – котлован; 2 – грунт обратной засыпки; 3 – фундамент; 4 – ростверк

В результате воздействия нагрузки в основании фундамента формируется деформируемый объем грунта, который называют сжимаемой толщей, или рабочей зоной основания (рис. 3.4).

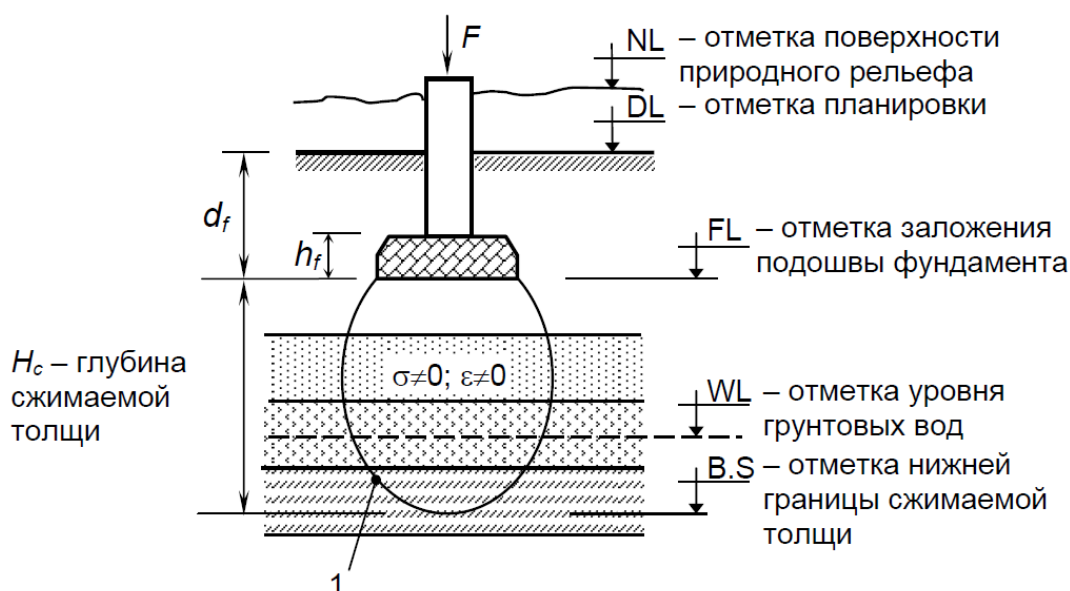


Рис. 3.4. Схема сжимаемой толщи (1) основания

Этот объем непостоянен и зависит от условий нагружения (величины, направления, глубины приложения и изменения во времени действующих нагрузок), размеров и формы площади, через которую передаются нагрузки, свойств и напластования грунтов, их напряженного состояния и деформируемости. Его параметры устанавливают применительно к каждому конкретному случаю: для сооружения в целом, отдельного фундамента или группы фундаментов, если они оказывают взаимное влияние друг на друга.

При проектировании по деформациям (осадкам) за основание принимают ту часть грунта, в которой развиваются напряжения σ и деформации ϵ , влияющие на его работу. Если в пределах сжимаемой толщи

залегает скала, то мощность сжимаемой толщи ограничивается поверхностью скалы.

Значительные по величине нагрузки могут привести к потере устойчивости основания, которая, как правило, сопровождается выдавливанием грунта из-под подошвы фундамента. В этом случае при расчете по устойчивости за основание принимают объем грунта, который выдавливается из-под сооружения, перемещаясь относительно неподвижного массива (рис. 3.5).

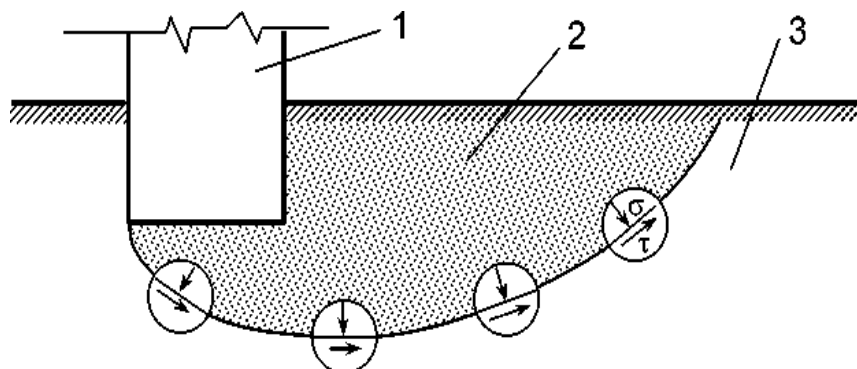


Рис. 3.5. Схема основания при развитии областей сдвига: 1 – сооружение; 2 – перемещающаяся часть массива грунта; 3 – неподвижная часть массива; стрелки в кружках указывают направления нормальных σ и касательных τ напряжений

3.2. Свойства грунтов основания

Грунты – это горные породы, из которых состоят верхние слои земной поверхности. Они практически не работают на растяжение и сопротивляются только сжимающим и сдвигающим усилиям.

В строительной практике, в основном, приходится сталкиваться с осадочными породами, которые образовались в результате разрушения (выветривания) ранее существовавших горных пород. Это глины, суглинки, пески, гравий, галечник.

Физико-механические свойства грунтов. Грунты представляют собой трехфазную систему, состоящую из минеральных частиц, воды и воздуха.

Основными характеристиками физического состояния грунтов являются: плотность грунта ненарушенной структуры ρ , плотность твердых частиц ρ_s и природная влажность w , которые определяют на основании опытных данных по формулам:

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad \rho_s = \frac{m_s}{V_s}; \quad w = \frac{m_w}{m_s}, \quad (3.1)$$

где m – масса образца, включающая массу твердых частиц (m_s) и воды (m_w); V – объем образца, включающий объем твердых частиц (V_s), воды (V_w) и воздуха (V_g).

В природных условиях грунты представляют собой смесь различных по крупности частиц, количественное содержание которых может колебаться в больших пределах. Поэтому использование только основных характеристик не позволяет получить исчерпывающее представление о природном состоянии грунта, что обуславливает необходимость использования дополнительных физических показателей. К числу последних относятся: гранулометрический состав, плотность грунта в сухом состоянии, коэффициент пористости, степень влажности, число пластичности и показатель текучести, которые согласно стандарту [3] классифицируются следующим образом.

Таблица 3.1 – *Классификация твердых частиц*

Частицы	Размеры частиц, мм	Частицы	Размеры частиц, мм
Галечниковые	>20	Пылеватые	0,05 - 0,005
Гравелистые	20-2	Глинистые	< 0,005
Песчаные	2-0,05		

Гранулометрический состав характеризует содержание по массе групп частиц (фракций) грунта различной крупности по отношению к общей массе абсолютно сухого грунта (табл. 3.1). Если грунты состоят из смеси глинистых, пылеватых и песчаных частиц, то их различают по содержанию глинистых частиц (табл. 3.2).

Таблица 3.2 – *Классификация грунтов по содержанию глинистых частиц*

Грунт	Содержание глинистых частиц по массе, %	Число пластичности I_p
Глина	>30	>0,17
Суглинок	30 - 10	0,17 - 0,07
Супесь	10 - 3	0,07 - 0,01
Песок	< 3	0

Крупнообломочные и песчаные грунты по гранулометрическому составу подразделяют следующим образом (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – *Классификация грунтов по крупности частиц*

Грунты	Размеры частиц, мм	Содержание частиц по массе, %
Крупнообломочные:		
валунные	>200	>50
галечниковые	> 10	>50
гравийные	>2	>50
Песчаные:		
гравелистые	>2	>25

крупные	>0,5	>50
средней крупности	>0,25	>50
мелкие	>0,1	>75
пылеватые	>0,1	< 75

Плотность грунта в сухом состоянии (ρ_d) – это отношение массы твердых частиц к общему объему образца ненарушенной структуры:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w}. \quad (3.2)$$

Коэффициент пористости (e) - отношение объема пор к объему твердых частиц:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}, \quad (3.3)$$

используется для оценки плотности сложения песков (табл.3.4).

Таблица 3.4 – Значения коэффициентов пористости песков

Пески	Значение e для песков		
	плотных	средней плотности	рыхлых
Гравелистые, крупные, средней крупности	$e < 0,55$	$0,55 < e < 0,7$	$e > 0,7$
Мелкие	$e < 0,6$	$0,6 < e < 0,75$	$e > 0,75$
Пылеватые	$e < 0,6$	$0,6 < e < 0,8$	$e > 0,8$

Степень влажности – отношение естественной влажности к влажности, соответствующей полному заполнению пор водой:

$$S_r = \frac{w\rho_s}{e\rho_w}, \quad (3.4)$$

где ρ_w - плотность воды.

По степени влажности крупнообломочные и песчаные грунты подразделяют следующим образом (табл. 3.5).

Таблица 3.5 Классификация грунтов по степени влажности

Крупнообломочные и песчаные грунты	Степень влажности
Маловлажные	$0 < S_r < 0,5$
Влажные	$0,5 < S_r < 0,8$
Насыщенные водой	$0,8 < S_r < 1$

Удельный вес грунта и его твердых частиц в сухом состоянии определяют соответственно по формулам:

$$\gamma = \rho g; \gamma_s = \rho_s g, \quad (3.5)$$

где g – ускорение свободного падения.

Уменьшение удельного веса грунта в результате взвешивающего действия воды для грунта, залегающего ниже уровня грунтовых вод, находят

из выражения

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}, \quad (3.6)$$

где γ_w - удельный вес воды.

Число пластичности характеризует степень пластичности глинистых грунтов:

$$Ip = W_L - W_p, \quad (3.7)$$

где W_L – влажность грунта на границе текучести (предельное значение влажности, при котором глинистый грунт приобретает свойства вязкой жидкости); W_p – влажность грунта на границе раскатывания (влажность, при которой глинистый грунт начинает приобретать свойства твердого тела).

По числу пластичности грунты подразделяют в соответствии с данными табл. 3.2.

Показатель текучести позволяет установить состояние глинистого грунта по консистенции

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}. \quad (3.8)$$

По этому показателю глинистые грунты подразделяют в соответствии с данными табл. 3.6.

Таблица 3.6 – *Классификация глинистых грунтов по показателю текучести*

Глинистый грунт	Показатель текучести I_L
Супеси: твердые	$I_L < 0$
пластичные	$0 < I_L < 1$
текучие	$I_L > 1$
Суглинки и глины:	
твердые	$I_L < 0$
полутвердые	$0 < I_L < 0,25$
тугопластичные	$0,25 < I_L < 0,5$
мягкопластичные	$0,5 < I_L < 0,75$
текучепластичные	$0,75 < I_L < 1$
текучие	$I_L > 1$

К основным *механическим* характеристикам относятся: сопротивление грунтов сдвигу, сжимаемость и водопроницаемость.

Практическая работа 4. Инженерно-геологические условия площадки строительства и их влияние на работу грунтов оснований фундаментов

4.1. Деформации в грунтах оснований

Методы расчета оснований основываются в основном на результатах экспериментальных данных, которые получают путем нагружения внешней нагрузкой жесткого штампа, установленного на горизонтальную поверхность основания. При увеличении нагрузки N грунт основания будет деформироваться и получать осадку S (рис. 4.1).

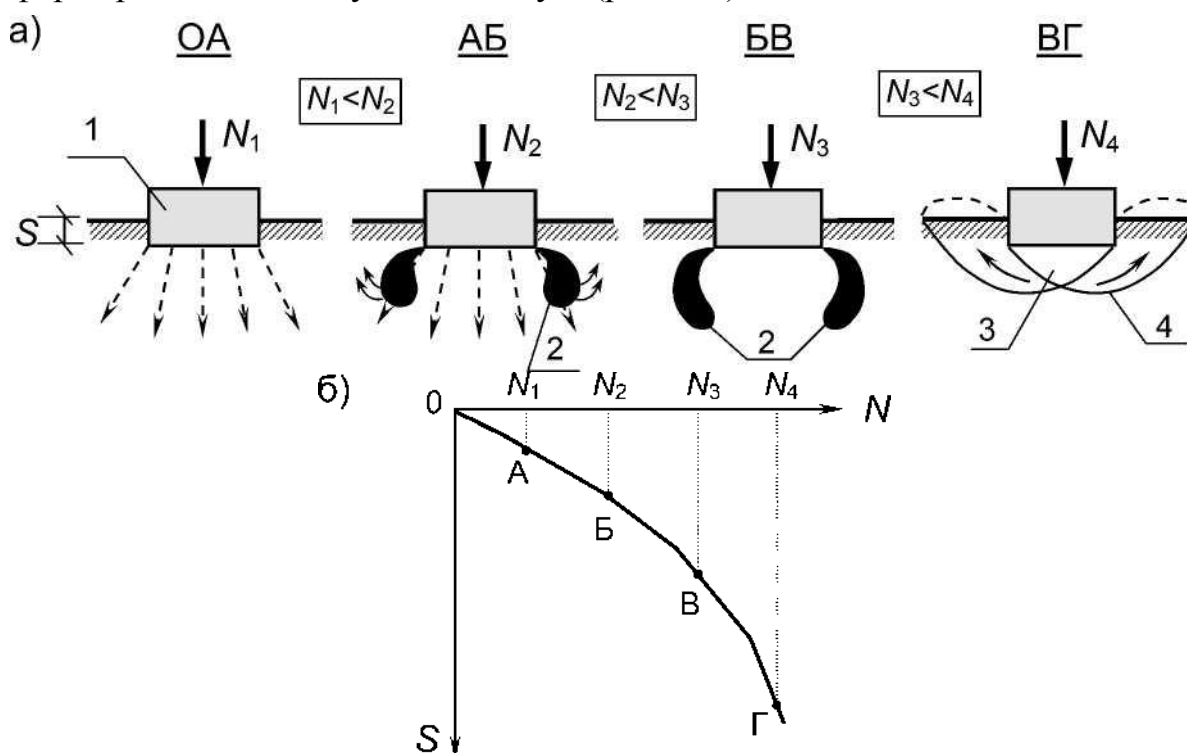


Рис. 4.1. Схема развития деформаций в грунтах оснований (а) и графическая зависимость $S = f(N)$ – (б): 1 – жесткий штамп; 2 – зоны пластической деформации; 3 – упругое жесткое ядро; 4 – поверхность скольжения

При этом грунт основания будет претерпевать следующие фазы деформированного состояния.

Фазе уплотнения соответствует участок OA , на котором при сравнительно небольшой внешней нагрузке происходит доуплотнение грунта и его частицы перемещаются в основном вниз. Зависимость между N и S условно принимается линейной, т.е. осадка S прямо пропорциональна N .

Фаза уплотнения и локальных сдвигов (участок AB) связана с дальнейшим повышением нагрузки до N_2 , в результате чего под краями штампа появляются зоны пластических деформаций. При этом линия AB будет кривой. Однако кривизна ее незначительна и ей пренебрегают. В силу этого считают, что грунт деформируется линейно, т.е. кривая AB заменяется

прямой линией.

Фаза развития значительных сдвигов и уплотнения грунта (участок БВ) происходит при увеличении внешней нагрузки до N_3 . Ранее образовавшиеся зоны пластических деформаций развиваются в стороны и вовлекают в пластическую деформацию все большие объемы грунта под краями штампа. При этом кривизна линии БВ увеличивается.

Фаза выпора (участок ВГ) обусловлена дальнейшим увеличением нагрузки до N_4 , что приводит к формированию под подошвой штампа *упругого жесткого ядра*. Это ядро, перемещаясь вместе со штампом, расклинивает грунт и способствует еще большему развитию областей сдвига, что вызывает резкую осадку штампа с одновременным выпором грунта вверх и в стороны. График зависимости $S = f(N)$ приближается к вертикальной линии.

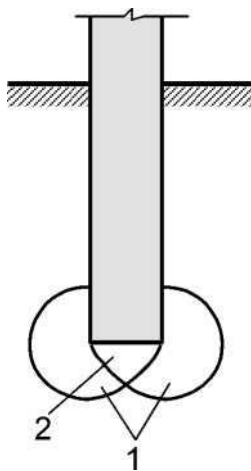


Рис. 4.2. Схема развития деформаций грунта для фундамента глубокого заложения: 1 – зоны пластических деформаций; 2 – упругое ядро

В фундаментах глубокого заложения уплотнение грунта и образование упругого ядра происходят в условиях ограниченного бокового расширения (рис. 4.2). При этом выпору минеральных частиц из-под фундамента препятствует давление от грунта, залегающего выше его подошвы, что не позволяет наблюдать явную потерю устойчивости грунтов основания. Однако нарастание осадки будет свидетельствовать о вдавливании фундамента вместе с упругим ядром в нижележащие слои, то есть о потере устойчивости основания.

4.2. Контактные давления

Взаимное влияние оснований и фундаментов в расчетах заменяют контактными давлениями по подошве фундамента и на поверхности основания (рис. 4.3). Очертание эпюры этих давлений зависит от жесткости конструкций, условий нагружения и напряженного состояния грунтов. Чем

жестче конструкция, тем больше она влияет на очертание эпюры контактных давлений.

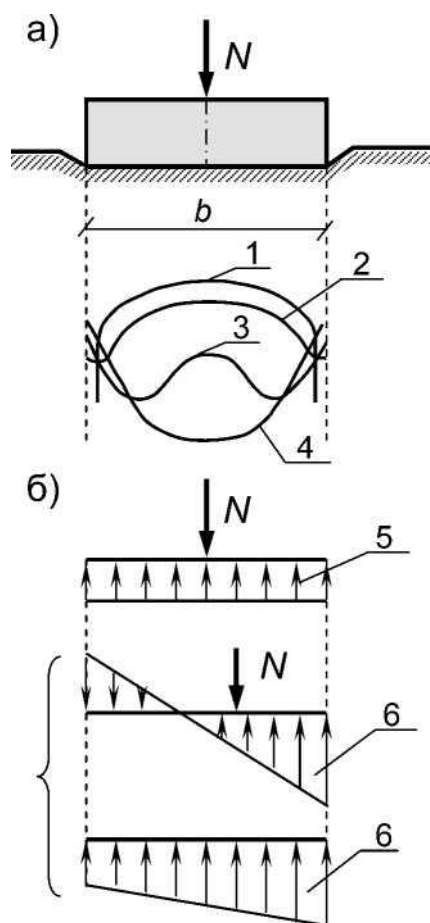


Рис. 4.3. Эпюры контактных давлений: экспериментально-теоретические (а) и расчетные (б): 1 – по теории упругости; 2 – по опытным данным при малом давлении; 3 – то же, при значительном давлении; 4 – при давлениях, близких к предельным; 5 – при центральной нагрузке; 6 – при внецентренной нагрузке

Теоретически установлено, что в пределах небольших давлений, когда грунт условно считается линейно деформируемым телом, минимальное значение эпюры давлений наблюдается в центре, а по краям – бесконечно большое (кривая 1). Однако это решение не отвечает реальной несущей способности грунтов, которые, как известно, не способны воспринимать бесконечно большие давления.

Экспериментально установлено, что эпюра контактных давлений имеет сложное очертание, которое по мере увеличения внешней нагрузки постоянно изменяется (кривые 2-4). Последнее обусловлено тем, что под краями штампа происходит развитие зон пластических деформаций, что, в свою очередь, приводит к перераспределению напряжений под подошвой фундамента.

В целях упрощения расчетов оснований напряжения под подошвой фундамента условно осредняют и принимают равномерно распределенными.

При центральной нагрузке эпюра напряжений имеет прямоугольный вид (линия 5), а при внецентренной нагрузке напряжения распределяются по закону трапеции (линия 6).

4.3. Напряжения в грунтах оснований

Для оценки несущей способности и деформаций грунтового основания необходимо знать напряженное состояние в массиве грунта от действия природного давления, а также внешних нагрузок, которые могут прикладываться к основанию по-разному и иметь различный характер (сосредоточенная сила или распределенная нагрузка).

Наиболее важными для расчетов фундаментов и их оснований являются *вертикальные напряжения*.

4.3.1. Напряжения от природного давления грунтов

Природным (бытовым) давлением называют напряжения от давления массы вышележащих грунтов в естественных условиях.

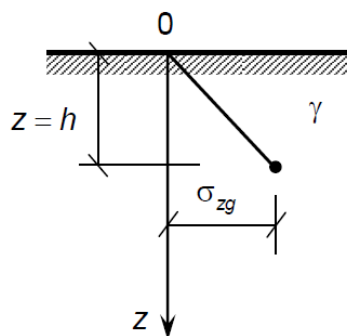
В общем виде вертикальное напряжение в любой точке основания определяется по формуле:

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i, \quad (4.1)$$

где n - число слоев грунта; γ_i и h_i - удельный вес и толщина i -го слоя грунта соответственно.

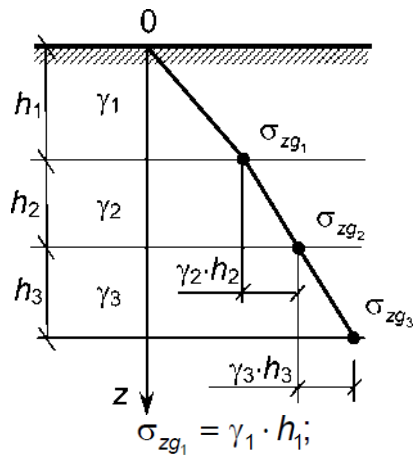
Рассмотрим следующие частные случаи.

а) Природное давление в однородном грунте на глубине h :



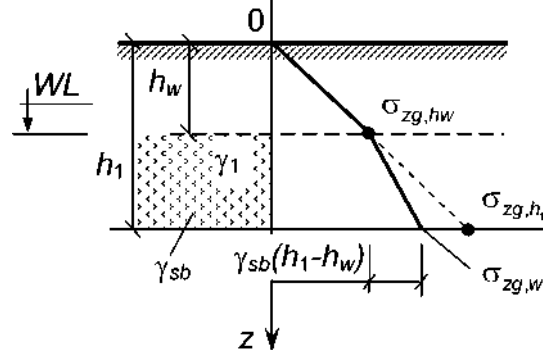
$$\sigma_{zg} = \gamma \cdot h. \quad (4.2)$$

б) Природное давление в неоднородном грунте:



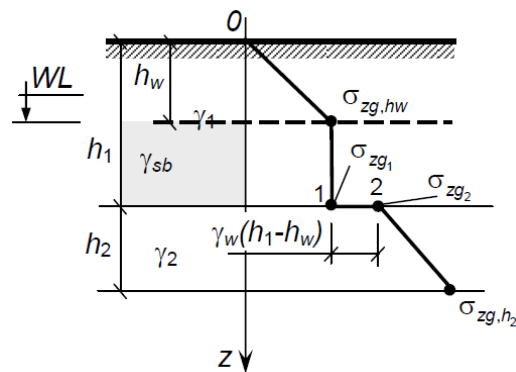
$$\begin{aligned}\sigma_{zg_1} &= \gamma_1 \cdot h_1; \\ \sigma_{zg_2} &= \sigma_{zg_1} + \gamma_2 \cdot h_2; \\ \sigma_{zg_3} &= \sigma_{zg_2} + \gamma_3 \cdot h_3.\end{aligned}\quad (4.3)$$

в) Природное давление, если имеется уровень грунтовых вод:



$$\begin{aligned}\sigma_{zg,h_w} &= \gamma_1 \cdot h_w; \\ \sigma_{zg,h_1} &= \gamma_1 \cdot h_1; \\ \sigma_{zg,w} &= \gamma_{sb} (h_1 - h_w).\end{aligned}\quad (4.4)$$

г) Природное давление, если имеется водонепроницаемый слой (например, глина):



$$\begin{aligned}\sigma_{zg,h_w} &= \gamma_1 \cdot h_w; \\ \sigma_{zg_1} &= \gamma_1 \cdot h_w + \gamma_{sb} \cdot (h_1 - h_w); \\ \sigma_{zg_2} &= \sigma_{zg_1} + \gamma_w \cdot (h_1 - h_w); \\ \sigma_{zg,h_2} &= \sigma_{zg_2} + \gamma_2 \cdot h_2.\end{aligned}\quad (4.5)$$

Практическая работа 5. Расчет оснований и фундаментов по предельным состояниям

Цель расчета по предельным состояниям заключается в определении таких параметров оснований и фундаментов, при которых возникающие в них усилия и деформации были бы близки к установленным предельным значениям, но не превышали их. При этом конструкции оснований и фундаментов должны быть надежными и экономичными. Повышение надежности фундаментов за счет увеличения размеров фундаментов, а следовательно, и расхода материалов, приводит, как правило, к увеличению стоимости строительства. В то же время, уменьшение материалоемкости может привести к снижению надежности.

Различают две группы предельных состояний.

Первая группа - по несущей способности. Расчеты по этой группе предельных состояний должны осуществляться с учетом всех возможных форм разрушений, которые могут произойти в результате потери прочности или устойчивости при действии силовых факторов или в результате неблагоприятных воздействий внешней среды.

Вторая группа - по деформациям. Расчеты по данной группе проводят с учетом факторов, затрудняющих нормальную эксплуатацию сооружений.

Передаваемые сооружением нагрузки на грунты оснований через фундаменты в силу разных причин могут привести к появлению неравномерных осадок оснований. В результате развития последних произойдет перераспределение усилий в конструкциях сооружения и в некоторых из них возникнут дополнительные усилия, которые, в свою очередь, могут привести, например, к образованию трещин с недопустимой шириной раскрытия. Вместе с тем, осадки основания достигают предельно допустимых значений раньше, чем происходит потеря несущей способности грунтов основания. Поэтому *расчет оснований выполняют, прежде всего, по второй группе предельных состояний.*

Для фундаментов определяющими являются расчеты по первой группе предельных состояний, так как деформации фундаментов в момент перед потерей ими несущей способности (разрушение), как правило, не превышают предельно допустимых значений.

5.1. Расчет оснований по первой группе предельных состояний

Цель расчета оснований по первой группе (по несущей способности)

состоит в том, чтобы была обеспечена необходимая прочность и устойчивость оснований, включая недопущение возможного сдвига фундамента по подошве и его опрокидывания [8, 9].

Расчет по первой группе производят только в следующих случаях:

- на основание передаются значительные горизонтальные нагрузки (подпорные стены, фундаменты распорных конструкций и т.п.), в том числе сейсмические;
- сооружение расположено на откосе или вблизи откоса;
- основание сложено скальными грунтами (то есть отсутствуют деформации);
- на фундамент действуют выдергивающие нагрузки;
- основание сложено слабыми грунтами, в частности водонасыщенными заторфованными и пылевато-глинистыми, имеющими мягкопластичную и текучепластичную консистенцию.

Расчет оснований по несущей способности выполняют, исходя из условия:

$$F \leq \frac{\gamma_c F_u}{\gamma_n}, \quad (5.1)$$

где F - расчетная нагрузка на основание; γ_c и γ_n - соответственно коэффициенты условий работы и надежности по назначению сооружения; F_u - сила предельного сопротивления основания.

Коэффициент условий работы γ_c учитывает благоприятные или неблагоприятные условия работы оснований, фундаментов и всего сооружения в целом, а в некоторых случаях и отдельных слоев грунта (табл. 5.1).

Таблица 5.1. – Коэффициенты условий работы [11, 12]

Вид грунта	γ_c
Пески, кроме пылеватых	1,0
Пески пылеватые, пылевато-глинистые грунты в стабилизированном состоянии	0,9
Пылевато-глинистые грунты в нестабилизированном состоянии	0,85
Скальные грунты: неветрелые и слабоветрелые	1,0
выветрелые	0,9
сильновыветрелые	0,8

Коэффициент надежности по назначению сооружения γ_n учитывает степень долговечности и капитальности проектируемого сооружения, а также возможное несоответствие расчетных схем реальным условиям работы оснований, фундаментов и всего сооружения в целом. Принимается равным 1,2; 1,15 и 1,1 для сооружений I, II и III классов соответственно.

5.2. Расчет оснований по второй группе предельных состояний

Целью расчета является ограничение абсолютных или относительных перемещений фундаментов такими значениями, при которых гарантируется нормальная эксплуатация сооружения и не снижается его долговечность [8, 9].

Деформации основания подразделяются на:

- осадки - деформации, происходящие в результате уплотнения грунта под воздействием внешних нагрузок;
- просадки - деформации, происходящие в результате уплотнения и, как правило, коренного изменения структуры грунта под воздействием как внешних нагрузок и собственного веса грунта, так и дополнительных факторов (например, замачивание просадочного грунта);
- подъемы и осадки - деформации, связанные с изменением объема некоторых грунтов при изменении их влажности или воздействии химических веществ (набухание и усадка), при замерзании воды и оттаивании льда в порах грунта (морозное пучение и оттаивание грунта);
- оседания - деформации земной поверхности, которые вызваны разработкой полезных ископаемых, изменением гидрогеологических условий, понижением уровня подземных вод;
- горизонтальные перемещения - деформации, связанные с действием горизонтальных нагрузок на основание (фундаменты распорных систем, подпорные стены и т.д.);
- провалы - деформации земной поверхности с нарушением сплошности грунтов, которые образуются в результате обрушения толщи грунтов над карстовыми полостями или горными выработками.

Деформации основания в зависимости от причин возникновения подразделяются на два вида:

- первый — деформации от внешней нагрузки на основание (осадки, просадки, горизонтальные перемещения);
- второй — деформации, не связанные с внешней нагрузкой на основание и проявляющиеся в виде вертикальных и горизонтальных перемещений

поверхности основания (оседания, просадки грунтов от собственного веса, подъёмы и т.п.).

Расчет оснований по деформациям должен производиться из условия совместной работы сооружения и основания.

Совместная деформация основания и здания может характеризоваться:

- абсолютной осадкой основания S отдельного фундамента;
- средней осадкой основания сооружения S ;
- относительной неравномерностью осадок двух фундаментов $\Delta S/L$ (здесь L – длина сооружения);
- креном фундамента (сооружения) i ;
- относительным прогибом или выгибом f/L (f – абсолютный прогиб или выгиб);
- кривизной изгибаемого участка сооружения ρ ;
- относительным углом закручивания сооружения ζ ;
- горизонтальным перемещением фундамента (сооружения) u .

Расчет оснований по деформациям производится исходя из условия:

$$S \leq S_u, \quad (5.2)$$

где S – совместная деформация основания и сооружения; S_u – предельное значение совместной деформации основания и сооружения (табл. 3.2).

Таблица 5.2 – *Предельные деформации основания*

Сооружения	Предельные деформации основания		
	Относительная разность осадок ($\Delta S/L$)	Крен i	Средняя S_u (в скобках максимальная $S_{\max}$ осадка, см)
1. Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом: железобетонным стальным	0,002	–	(8)
	0,004	–	(12)
2. Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок	0,006	–	(15)
3. Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из: крупных панелей крупных блоков или кирпичной кладки без армирования	0,0016	0,005	10
	0,0020	0,005	10
то же, с армированием, в том числе с устройством			

железобетонных поясов	0,0024	0,005	15
--------------------------	--------	-------	----

5.2.1. Определение расчетного сопротивления грунта основания

Для определения совместной деформации (S) системы «фундамент – основание» в качестве модели грунтового основания нормами рекомендуется применять схему линейно-деформируемого полупространства. При этом должно выполняться условие

$$p \leq R, \quad (5.3)$$

где p - среднее давление по подошве фундамента от основного сочетания расчетных нагрузок; R - расчетное сопротивление грунта основания соответствующее давлению, при котором в грунте под подошвой фундамента не нарушается линейная зависимость между деформациями и напряжениями.

Расчетное сопротивление грунта основания под подошвой фундамента определяется по формуле (3.3), в которой индекс II означает, что она используется в расчетах по второй группе предельных состояний:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II} \right], \quad (5.4)$$

где γ_{c1} - коэффициент условий работы грунтов основания (табл. 3.3); γ_{c2} - то же, сооружения во взаимодействии с грунтами основания (табл. 3.3); k - коэффициент, принимаемый равным: $k = 1$, если прочностные характеристики грунта (ϕ и c) определены непосредственными испытаниями, и $k = 1,1$, если они приняты по табл. 1.7-1.9; M_{γ} , M_q и M_c - безразмерные коэффициенты (табл. 3.4); γ_{II} - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, расположенных ниже подошвы фундамента (при наличии грунтовых вод определяется с учетом взвешивающего действия воды); γ'_{II} - то же, залегающих выше подошвы, в случае однородного основания принимается $\gamma'_{II} = \gamma_{II}$; d_1 - глубина заложения фундаментов от уровня планировки для бесподвальных зданий или приведенная глубина (d_{red}) заложения наружных и внутренних фундаментов от пола подвала (рис. 3.1); d_b - глубина подвала (расстояние от уровня планировки до пола подвала (см. рис. 3.1); для сооружений с подвалом шириной $B < 20$ м и глубиной более 2 м принимается $d_b = 2$ м; при ширине подвала $B > 20$ м принимается $d_b = 2$; при отсутствии подвала $d_b = 0$); k_z - коэффициент, принимаемый равным: при $b < 10$ м $k_z = 1$; при $b > 10$ м $k_z = z_0/b + 0,2$ (здесь $z_0 = 8$ м); b - меньшая сторона подошвы фундамента; c_{II} - расчетное значение удельного сцепления грунта,

залегающего непосредственно под подошвой фундамента.

Величины γ'_{II} и d_{red} определяются по формулам:

$$\gamma'_{II} = \frac{\gamma_{II,1} \cdot h_1 + \gamma_{II,2} \cdot h_2 + \dots + \gamma_{II,n} \cdot h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}, \quad (5.5)$$

$$d_{red} = h_s + h_{cf} \frac{\gamma_{cf}}{\gamma'_{II}}, \quad (5.6)$$

в которых $h_1 \dots h_n$ - толщины слоев выше подошвы фундамента (см. рис. 5.1); в случае однородного основания $\gamma'_{II} = \gamma_{II}$; h_s - толщина слоя грунта, залегающего выше подошвы фундамента со стороны подвала; h_{cf} - толщина конструкции пола подвала; γ_{cf} - расчетный удельный вес конструкции пола подвала.

Если в результате расчета окажется, что $d_{red} > d_1$, то в формуле (3.4) принимают $d_b = 0$, а глубину заложения фундамента (d_1) принимают как для бесподвальных сооружений.

При наличии в пределах сжимаемой толщи основания на глубине z от подошвы фундамента слоя грунта меньшей прочности, чем прочность грунта вышележащих слоев, размеры фундамента должны назначаться такими, чтобы в слабом слое обеспечивалось условие

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zg} \leq R_z. \quad (5.7)$$

Таблица 5.3 – Коэффициенты условий работы

Грунты	Коэф- фициент γ_{c1}	Коэффициент γ_{c2} для сооружений с жесткой конструктивной схемой при отношении длины сооружения или его отсека к высоте L/H , равном	
		4 и более	1,5 и менее
Крупнообломочные с песчаным заполнителем и пески, кроме мелких и пылеватых	1,4	1,2	1,4
Пески мелкие	1,3	1,1	1,3
Пески пылеватые: маловлажные и влажные насыщенные водой	1,25	1,0	1,2
	1,1	1,0	1,2
Глинистые, а также крупнообломочные с глинистым заполнителем с показателем текучести	1,25	1,0	1,1

грунта или заполнителя IL — 0,25			
То же, при $0,25 < IL$ — 0,5	1,2	1,0	1,1
То же, при $IL > 0,5$	1,0	1,0	1,0

Примечания. 1. К сооружениям с жесткой конструктивной схемой относят сооружения, конструкции которых специально приспособлены к восприятию усилий от деформаций оснований, а именно: здания панельные, блочные и кирпичные, в которых междуэтажные перекрытия опираются по всему контуру на поперечные и продольные стены или только на поперечные несущие стены при малом их шаге. 2. Для зданий с гибкой конструктивной схемой значение коэффициента γ_{c2} принимают равным единице. 3. При промежуточных значениях L/H коэффициент γ_{c2} определяют интерполяцией. 4. Для рыхлых песков γ_{c1} и γ_{c2} принимают равными единице.

Таблица 5.4 – Коэффициенты $M\gamma$, Mq и Mc

Угол внутреннего трения $\phi_{п}$, град.	Коэффициенты			Угол внутреннего трения $\phi_{п}$, град.	Коэффициенты		
	$M\gamma$	Mq	Mc		$M\gamma$	Mq	Mc
0	0	1,00	3,14	23	0,69	3,65	6,24
1	0,01	1,06	3,23	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	25	0,78	4,11	6,67
3	0,04	1,18	3,41	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	27	0,91	4,64	7,14
5	0,08	1,32	3,61	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	29	1,06	5,25	7,67
7	0,12	1,47	3,82	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	31	1,24	5,95	8,24
9	0,16	1,64	4,05	32	1,34	6,34	8,55
10	0,18	1,73	4,17	33	1,44	6,76	8,88
11	0,21	1,83	4,29	34	1,55	7,22	9,22
12	0,23	1,94	4,42	35	1,68	7,71	9,58
13	0,26	2,05	4,55	36	1,81	8,24	9,97
14	0,29	2,17	4,69	37	1,95	8,81	10,37
15	0,32	2,30	4,84	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	4,99	39	2,28	10,11	11,25
17	0,39	2,57	5,15	40	2,46	10,85	11,73
18	0,43	2,73	5,31	41	2,66	11,64	12,24
19	0,47	2,89	5,48	42	2,88	12,51	12,79
20	0,51	3,06	5,66	43	3,12	13,46	13,37
21	0,56	3,24	5,84	44	3,38	14,50	13,98
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

Практическая работа 6. Этапы проектирования оснований и фундаментов

Проектирование оснований и фундаментов сопряжено с решением двух основных задач, первая из которых связана с обеспечением необходимой прочности и устойчивости сооружения, а вторая – с принятием наиболее экономичного конструктивного решения с точки зрения расхода материалов, объема и трудоемкости строительных работ.

Процесс проектирования оснований и фундаментов, по сути, представляет выполнение в определенной последовательности конкретных видов работ. Краткое содержание основных из них представлено ниже.

1. Инженерно-геологические изыскания. Для выяснения геологических условий строительной площадки собирают и анализируют информацию, используя для этого имеющиеся литературные источники, отчеты и архивные материалы специализированных организаций, и прочие исследования, ранее проводившиеся в пределах территории строительства; изучают рельеф строительной площадки и производят ее топографическую съемку с нанесением ситуации существующей застройки. Для выявления реального геологического строения осуществляют разведочные работы, которые реализуются в виде геологических профилей. При этом устанавливают уровень грунтовых вод и прогнозируют возможность его изменения в процессе эксплуатации сооружения; исследуют агрессивность воды по отношению к материалу фундамента; отбирают образцы грунта природного сложения и в полевых или лабораторных условиях определяют их физико-механические свойства. На основании проведенных работ дается общая оценка инженерно-геологических условий площадки строительства.

Приведенный ниже пример такой оценки является лишь одной из ее составляющих.

Пример 6.1. Требуется оценить геологические условия строительной площадки (рис. 6.1), данные о грунтах которой приведены в табл. 6.1,6.2.

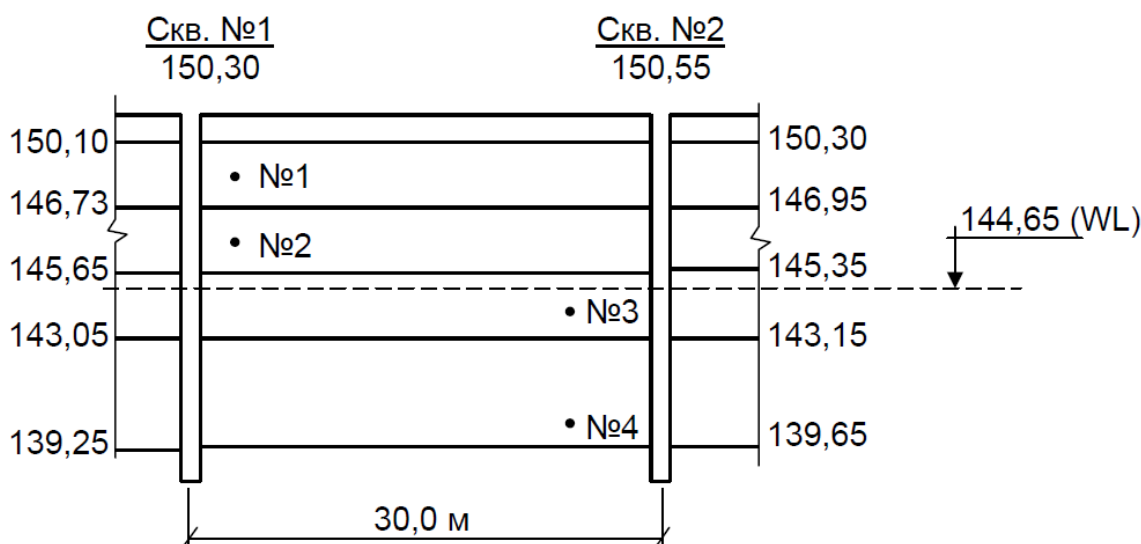


Рис. 6.1. Схема геологического разреза строительной площадки: №1...4 – номер образца

Решение. Послойно определяем вид грунта, его состояние и свойства.

Первый слой грунта (скважина №1, образец №1). По формуле (1.7) с использованием данных табл. 6.2 определяем число пластичности: $I_p = 0$. Следовательно, грунт песчаный.

Содержание в грунте частиц размером 0,1 мм составляет 65% (табл. 4.1), что меньше 75%, то есть согласно табл. 4.3 песок пылеватый.

По формуле (1.3) определяем коэффициент пористости

$$e = \frac{25,3}{18,5}(1 + 0,155) - 1 \cong 0,6,$$

что по табл. 1.4 соответствует песку средней плотности.

Таблица 6.1 – Результаты рассева исследуемого грунта

№ скважины	№ образца	Глубина отбора образца, м	Содержание (%) частиц размером, мм							
			10–2	2–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	<0,005
1	1	2,0	2,5	19,5	25,0	18,0	22,0	10,5	1,5	1,0
	2	4,0	–	3,5	12,5	34,0	26,0	9,0	13,0	2,0
2	3	6,0	–	4,0	12,0	68,5	12,0	1,5	1,5	0,5
	4	8,0	–	0,1	0,4	0,4	9,0	2,5	6,0	81,6

Таблица 6.2 – Физико-механические свойства исследуемого грунта

№ скважины	№ образца	Глубина отбора образца, м	Плотность, кН/м ³		Влажность, %			k_f , м/с	m_v , МПа ⁻¹	E , МПа
			твердых частиц ρ_s	естественная ρ	w	w_L	w_p			
1	1	2,0	25,3	18,5	15,5	0	0	$6,5 \cdot 10^{-9}$	0,0502	13,0
	2	4,0	27,9	19,3	16,2	18,5	14,0	$2,4 \cdot 10^{-11}$	0,0495	18,0
2	3	6,0	26,9	19,9	21,0	0	0	$7,0 \cdot 10^{-9}$	0,0296	35,0
	4	8,0	28,1	20,1	26,0	34,0	22,0	$2,0 \cdot 10^{-9}$	0,0198	36,0

По формуле (1.4) определяем степень влажности

$$S_r = \frac{0,155 \cdot 25,1}{0,61 \cdot 10,0} = 0,64,$$

что по табл. 1.5 соответствует песку влажному.

Таким образом, первый слой грунта состоит из песка пылеватого, средней плотности, влажного.

Результаты исследований свойств слоев 2...4 сведены в табл. 6.3. *Общая оценка строительной площадки.* Согласно абсолютным отметкам (150,3 – 150,55; рис. 6.1) рельеф площадки ровный. Грунты имеют согласное слоистое залегание. Грунты каждого слоя могут служить естественным основанием.

Таблица 6.3 – Результаты исследования образцов грунта

№ сква- жины	№ об- разца	Глубина отбора образца, м	I_p	Количество частиц	e	IL	S_r	Вид грунта
				размер (мм)				
1	1	2,0	0	<u>65,0</u> 0,1	0,60	–	0,64	Песок пылеватый, средней плотности, влажный
	2	4,0	0,045	–	0,68	0,45	0,66	Супесь в пластичном состоянии
2	3	6,0	0	<u>96,5</u> 0,1	0,64	–	0,88	Песок мелкий, средней плотности, насыщенный водой
	4	8,0	0,12	–	0,76	0,33	0,96	Суглинок тугопластичный

Примечание. Значения IL определены по формуле (1.8).

2. Оценка конструктивного решения проектируемого сооружения.

На этом этапе выясняют технические характеристики проектируемого сооружения (геометрические размеры, количество этажей, форма в плане, высота подвала, размеры и материал несущих и ограждающих конструкций), функциональное назначение, статическую схему, эксплуатационные характеристики и т.д.

Оценивается чувствительность сооружения к возможным неравномерным осадкам. Степень чувствительности определяется в основном жесткостью сооружения в целом, а в некоторых случаях жесткостью отдельных его конструкций.

По жесткости все сооружения подразделяют на три типа: *гибкие*,

абсолютно жесткие и обладающие конечной жесткостью.

Гибкие сооружения следуют за перемещением оснований, при этом в случае возникновения неравномерных осадок в конструкциях таких сооружений не возникает значительных дополнительных усилий. К ним относят сооружения с цельнометаллическим каркасом, гибкие днища резервуаров, сооружения со статически определимой схемой несущих конструкций (эстакады с разрезными пролетными строениями), покрытия дорог и аэродромов. Предельные деформации гибких сооружений назначают исходя из требований нормальной эксплуатации.

В абсолютно жестких сооружениях при неравномерных осадках в конструкциях возникают дополнительные усилия, которые в большинстве случаев не опасны, потому что такие здания имеют значительный запас прочности. К ним относят дымовые трубы, водонапорные башни, опоры мостов и др.

К сооружениям конечной жесткости относится большинство зданий и сооружений современного массового строительства. В несущих конструкциях данного класса сооружений при неравномерных осадках возникают дополнительные усилия, которые необходимо учитывать при проектировании.

Они чувствительны к неравномерным осадкам и, деформируясь вместе с основаниями, оказывают влияние на величину осадок и частично их выравнивают. В конструкциях происходит перераспределение напряжений и изменение усилий, действующих на основание. К этому типу относят здания и сооружения с несущими стенами и железобетонными перекрытиями, кирпичные, крупноблочные и крупнопанельные здания.

В зависимости от жесткости и характера развития неравномерных осадок в сооружениях могут возникнуть следующие виды деформаций.

Прогиб или выгиб связан с искривлением сооружений в результате неравномерной податливости основания (рис. 4.2, а, б).

Здание большой протяженности в зависимости от грунтовых условий на одном участке может получить прогиб, а на другом - выгиб. При прогибе наиболее опасная зона деформаций растяжения находится в нижней части сооружения; при выгибе, наоборот, - в верхней части.

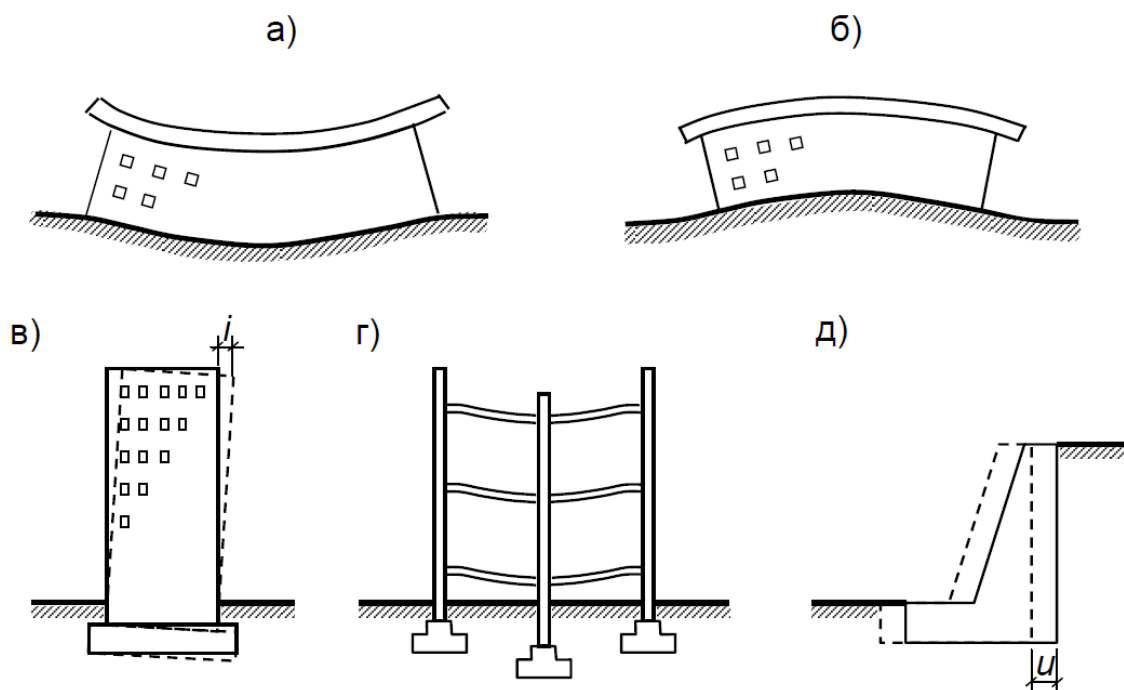


Рис. 6.2. Формы деформаций сооружений

Крен происходит относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести площади подошвы фундамента (рис. 6.2, в). Эти деформации наиболее опасны для внецентренно нагруженных высоких зданий и сооружений (водонапорных башен, дымовых труб) и имеющих несимметричное напластование грунтов. В результате крена возникает дополнительный момент, способствующий, в свою очередь, дальнейшему нарастанию крена, что в конечном результате может привести к потере устойчивости сооружения и его опрокидыванию.

Перекося (рис. 6.2, г) образуется при неравномерных осадках, происходящих на участках небольшой протяженности, при сохранении относительно вертикального положения конструкций.

Кручение возникает при различных кренах сооружения по его длине или если крен развивается в разные стороны в двух соседних сечениях сооружения. При такой форме деформирования перераспределение усилий в конструкциях происходит как в вертикальной, так и горизонтальной плоскостях. Элементы перекрытий, например, могут испытывать изгиб или перемещение в горизонтальном направлении.

Горизонтальные смещения (сдвиг) возможны в фундаментах, на которые передаются значительные горизонтальные усилия. Подобный вид деформации возникает в подпорных стенках (рис. 6.2, д), мостовых опорах и

опорах распорных конструкций.

3. **Сбор нагрузок** на уровне спланированной отметки земли или подошвы фундамента [10] производится на основании статической расчетной схемы сооружения. При этом для каждой из групп предельных состояний с учетом соответствующих коэффициентов определяется самая невыгодная комбинация нагрузок, которая и будет исходной величиной для основного расчета.

4. **Предварительный выбор вида и конструкции фундамента** осуществляют на основании результатов п. 1 и 2. Здесь же определяют глубину заложения подошвы фундамента, которая должна назначаться с учетом:

- ^ назначения и конструктивных особенностей проектируемого сооружения, нагрузок и воздействий на его фундаменты;
- / глубины заложения фундаментов примыкающих сооружений, а также глубины прокладки инженерных коммуникаций;
- / существующего и проектируемого рельефа застраиваемой территории;
- ^ инженерно-геологических условий площадки строительства (физико-механических свойств грунтов, характера напластований, наличия слоев, склонных к скольжению, и пр.);
- ^ гидрогеологических условий площадки и возможных их изменений в процессе строительства и эксплуатации сооружения;
- ^ глубины сезонного промерзания грунтов.

Следует отметить, что в результате промерзания в грунтах могут развиваться силы пучения, достигающие значительной величины. Однако не все грунты испытывают пучение при промерзании, поэтому различают пучинистоопасные и непучинистоопасные грунты. К *пучинистоопасным* грунтам относятся пылевато-глинистые грунты, а также мелкие и пылеватые пески. Пески средней крупности, крупные и гравелистые, а также гравий и скальные породы не являются пучинистоопасными грунтами.

Пучинистоопасные грунты не проявляют пучения при следующих условиях:

- если уровень грунтовых вод находится ниже глубины промерзания не менее чем на 2 м;
- если глины и суглинки имеют твердое и полутвердое состояние, а супеси

– твердое.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта принимается равной средней из ежегодных максимальных глубин сезонного промерзания грунтов (по данным наблюдений за период не менее 10 лет) на открытой, оголенной от снега горизонтальной площадке при уровне подземных вод, расположенном ниже глубины сезонного промерзания грунтов.

Нормативную глубину сезонного промерзания грунта d_{fn} при отсутствии данных многолетних наблюдений следует определять на основе теплотехнических расчетов. Для районов, где глубина промерзания не превышает 2,5 м, ее нормативное значение допускается определять по формуле

$$d_{fn} = d_0 * Mt, \quad (4.1)$$

где Mt – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемых по нормам [3], а при их отсутствии для конкретного района строительства – по результатам наблюдений гидрометеорологической станции, находящейся в аналогичных условиях с районом строительства; d_0 – величина, принимаемая 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.

Расчетная глубина сезонного промерзания грунта d_f определяется по формуле

$$d_f = k_h \cdot d_{fn}, \quad (4.2)$$

где d_{fn} – нормативная глубина промерзания; k_h – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый: для наружных фундаментов отапливаемых сооружений – по табл. 4.4; для наружных и внутренних фундаментов неотапливаемых сооружений $k_h = 1,1$, кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой.

Таблица 6.4 – Значения коэффициента k_h

Особенности сооружения	Коэффициент k_h при расчетной среднесуточной температуре воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, °С				
	0	5	10	15	20 и более
Без подвала с полами, устраиваемыми: по					
грунту	0,9	0,8	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	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

техническим подпольем					
--------------------------	--	--	--	--	--

Примечания. 1. Приведенные в таблице значения коэффициента kh относятся к фундаментам, у которых расстояние от внешней грани стены до края фундамента $af < 0,5$ м; если $af > 1,5$ м, значения коэффициента kh повышают на 0,1, но не более чем до значения $kh = 1$; при промежуточном значении af значения коэффициента kh определяют интерполяцией. 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 kh принимают с округлением до ближайшего меньшего значения, указанного в таблице.

Глубина заложения фундаментов отапливаемых сооружений по условиям недопущения морозного пучения грунтов основания должна назначаться:

- для наружных фундаментов (от уровня планировки) по табл. 6.5;
- глубина заложения фундамента под внутренние стены отапливаемых зданий не зависит от глубины промерзания грунта и назначается не менее 0,5 м от уровня земли или пола подвала.

В непучинистых грунтах глубина заложения фундамента не зависит от глубины промерзания; однако она не должна быть менее 0,5 м, считая от природного уровня грунта при планировке подсыпкой и от планировочной отметки при планировке срезкой.

Глубину заложения наружных и внутренних фундаментов отапливаемых сооружений с холодными подвалами и техническими подпольями (имеющими отрицательную температуру в зимний период) следует принимать по табл. 6.5.

Таблица 6.5 – Значения глубины промерзания для наружных фундаментов

Грунты под подошвой фундамента	Глубина заложения фундаментов в зависимости от глубины расположения уровня подземных вод dw , м, при	
	$dw < df + 2$	$dw > df + 2$
Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные и средней крупности	Не зависит от df	Не зависит от df
Пески мелкие и пылеватые	Не менее df	То же
Супеси с показателем текучести $I_L < 0$	То же	
То же, при $I_L > 0$		Не менее df
Суглинки, глины, а также крупнообломочные грунты с гли-		То же

нистым заполнителем при показателе текучести грунта или заполнителя $I_L > 0,25$		
То же, при $I_L < 0,25$		Не менее 0,5df

Глубина заложения наружных и внутренних фундаментов неотопливаемых сооружений должна назначаться по табл. 6.5. При этом глубина исчисляется: при отсутствии подвала или технического подполья - от уровня планировки, а при наличии - от пола подвала или технического подполья.

Глубину промерзания суглинистых и глинистых грунтов, выраженную в см, допускается определять по схематической карте (рис. 6.3, [3]), на которой нанесены линии нормативных глубин промерзания. Пунктирными линиями на карте обозначены мало исследованные районы, для которых глубина промерзания приводится приближенно. Карта нормативных глубин промерзания грунтов не распространяется на горные районы, где глубина промерзания определяется по метеорологическим справочникам.

Нормативная глубина промерзания пылеватых глин и суглинков, мелких и пылеватых песков и супесей принимается также по карте, но с коэффициентом 1,2.

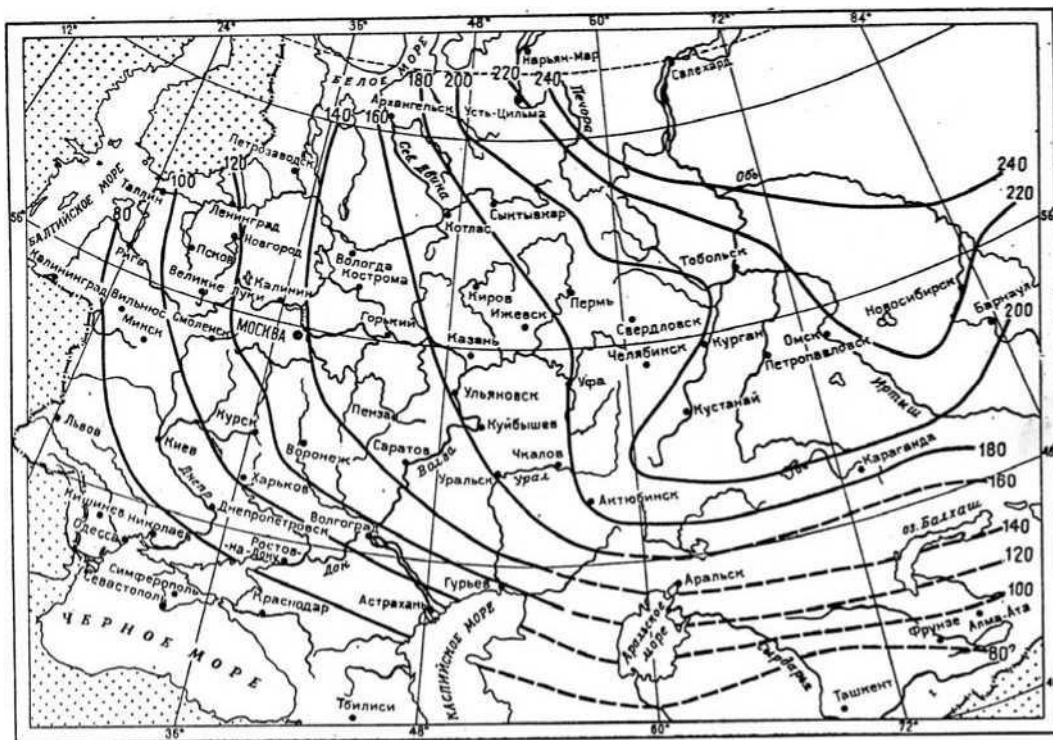


Рис. 6.3. – Схематическая карта глубины промерзания глинистых и суглинистых грунтов

Пример 6.2. Требуется определить глубину заложения для отопливаемого здания без подвала с полами, устраиваемыми на лагах по грунту. Район строительства - г. Саратов. Среднесуточная температура в помещениях,

примыкающих к наружным фундаментам, $t = 18^{\circ}\text{C}$. Ориентировочная ширина фундамента $b = 1,5$ м, толщина стены (фундаментных блоков) $b_b = 60$ см. Грунт основания – песок пылеватый, средней плотности, влажный. Уровень грунтовых вод находится на глубине 6,0 м от поверхности земли.

Решение. Принимаем $d_0 = 0,28$, а Mt для г. Саратова, согласно [3], составит 31,9. Используя формулу (4.1), определяем нормативную глубину сезонного промерзания:

$$d_{fn} = 0,28\sqrt{31,9} = 1,58 \text{ м.}$$

Определяем вылет наружной части фундамента от внешней грани стены:

$$a_f = \frac{b - b_b}{2} = \frac{1,5 - 0,6}{2} = 0,45 < 0,5 \text{ м.}$$

По табл. 4.4 для принятой конструкции полов и a_f находим значение коэффициента влияния теплового режима здания: $kh = 0,6$.

Расчетная глубина промерзания определяется по формуле (4.2):

$$d_f = 0,6 \cdot 1,58 = 0,948 \text{ м}$$

5. **Расчет основания** по деформациям осуществляют для фундамента с предварительно назначенными размерами: определяют осадку основания и сравнивают ее с допустимой величиной. Если осадка основания окажется больше допустимой, то изменяют размеры фундамента и расчет проводят заново.

6. **Расчет на устойчивость** основания совместно с сооружением. По его результатам может возникнуть необходимость в корректировке размеров фундаментов, полученных в п. 5.

7. Расчет и конструирование фундамента сводятся к определению его геометрической формы (высота, количество ступеней и т.д.) и армирования.

Практическая работа 7. Расчет и конструирование свайных фундаментов

Свайные фундаменты и их основания рассчитываются по предельным состояниям двух групп.

По первой группе:

- по прочности конструкций свай, свайных ростверков;
- несущей способности грунта основания свайных фундаментов и свай;
- устойчивости (несущей способности) оснований сборных фундаментов в целом, если на них передаются горизонтальные нагрузки (подпорные стены, фундаменты распорных конструкций и др.) или если основания ограничены откосами либо сложены крутопадающими слоями грунта.

По второй группе:

- по осадкам оснований свайных фундаментов от вертикальных нагрузок;
- перемещениям свай (вертикальным, горизонтальным и углам поворота головы свай) совместно с грунтом оснований от действия вертикальных, горизонтальных нагрузок и моментов;
- образованию или раскрытию трещин в элементах железобетонных конструкций свайных фундаментов.

7.1. Классификация свай и свайных ростверков

Сваи представляют собой забитые в грунт или изготовленные в грунте стержни, передающие нагрузки от сооружения на более плотные слои грунта. В практике строительства известно более 150 видов свай, которые классифицируются:

- по материалу:
 - а) железобетонные;
 - б) бетонные;
 - в) деревянные;
 - г) металлические;
- по способу заглубления в грунт:
 - а) забивные – забивают в грунт без выемки с помощью молотов, вибропогружателей, вибровдавливающих и вдавливающих устройств, а также железобетонные сваи-оболочки – заглубляют вибропогружателями без выемки или с частичной выемкой грунта и не заполняются бетонной смесью;
 - б) сваи-оболочки железобетонные – заглубляемые вибропогружателями с выемкой грунта и заполняемые частично или полностью бетонной смесью;
 - в) набивные бетонные или железобетонные – заполняют

бетонной смесью скважины, образованные в результате принудительного отжатия (вытеснения) грунта;

г) буровые железобетонные, устраиваемые в грунте путем заполнения пробуренных скважин бетонной смесью или установки в них железобетонных элементов;

д) винтовые;

– по условиям взаимодействия с грунтом основания:

а) сваи–стойки, передающие нагрузку на грунт нижним концом и опирающиеся на скальные и малосжимаемые грунты, к которым относятся крупнообломочные грунты с песчаным заполнением средней плотности и плотным, а также глины твердой консистенции в водонасыщенном состоянии с модулем деформации $E \geq 50000$ кПа (50 МПа; 500 кг/см²);

б) висячие сваи, опирающиеся на сжимаемые грунты и передающие нагрузку на грунты основания боковой поверхностью и нижним концом.

7.2. Забивные сваи и сваи-оболочки

Общие требования на изготовление и применение наиболее распространенных конструкций забивных свай изложены в соответствующих ГОСТах и приведены в табл. 12 методических указаний [9].

Забивные сваи размером поперечного сечения до 0,8 м включительно и сваи-оболочки диаметром 1 м и более следует подразделять:

а) по способу армирования – на сваи и сваи-оболочки с ненапрягаемой продольной арматурой с поперечным армированием и на предварительно напряженные со стержневой или проволочной продольной арматурой (из высокопрочной проволоки и арматурных канатов) с поперечным армированием и без него;

б) по форме поперечного сечения – на сваи квадратные, прямоугольные, таврового и двутаврового сечений, квадратные с круглой полостью, полые круглого сечения;

в) по форме продольного сечения – на призматические, цилиндрические и с наклонными боковыми гранями (пирамидальные, трапецеидальные, ромбовидные);

г) по конструктивным особенностям – на сваи цельные и составные (из отдельных секций);

д) по конструкции нижнего конца – на сваи с заостренным или плоским нижним концом, с плоским или объемным уширением (булаво-видные) и на полые сваи с закрытым или открытым нижним концом или с камуфлетной пятой.

7.3. Набивные сваи

Набивные сваи изготавливают непосредственно на строительной площадке. Они имеют размер поперечного сечения до 1,2 м включительно и длину до 50 м. Их подразделяют:

- по форме поперечного сечения – на круглые сплошные и кольцевые;
- по форме продольного сечения – на цилиндрические, гофрированные, конические, пирамидальные;
- по способу образования скважин;
- по конструктивным особенностям;
- без уширения ствола сваи;
- с уширением ствола сваи в любом сечении, чаще у нижнего конца, устраиваемого механическими способами или камуфлетным взрывом.

Набивные сваи по способу устройства подразделяются на:

а) набивные, устраиваемые путем погружения инвентарных труб, нижний конец которых закрыт оставляемым в грунте башмаком или бетонной пробкой, с последующим извлечением этих труб по мере заполнения скважин бетонной смесью;

б) набивные виброштампованные, устраиваемые в пробитых скважинах путем заполнения скважин жесткой бетонной смесью, уплотняемой виброштампом в виде трубы с заостренным нижним концом и закрепленным на ней вибропогружателем;

в) набивные в выштампованном ложе, устраиваемые путем выштамповки в грунте скважин пирамидальной или конусной формы с последующим заполнением их бетонной смесью.

7.4. БУРОВЫЕ СВАИ

Буровые сваи, также как и набивные, изготавливают непосредственно на строительной площадке. Они имеют размер поперечного сечения до 1,2 м и длину до 50 м. По форме поперечного и продольного сечения и по способу армирования буровые сваи аналогичны набивным. По способу устройства их подразделяют согласно СНиПу [2]. Номенклатура и типовые размеры буронабивных свай представлены в табл. 7.1.

Таблица 7.1 – Номенклатура и типоразмеры буронабивных свай

Марка свай	Способ устройства	Основные размеры			Класс бетона
		Диаметр свай d , мм	Длина свай L , м	Диаметр уширения D , мм	
БСС	Бурением без за-крепления стенок скважин	500	10 – 30	1200	В15 » » » В22,5 » »
		500		1400	
		500		1600	
		600		1600	
		800		1800	

		1000 1200			
БСВг	Бурением с за- креплением стенок скважин глини- стым раствором	600	10 – 20	1600	B15
БСВо	То же, с обсадными трубами в грунте	600 800	10 – 30	1600 1800	B15 B22,5
БСИ	То же, с извлече- нием обсадных труб	880 980 1080 1180	10 – 50	—	B15 » » »
БССм	Бурение без за- крепления стенок скважин	400 500	2 – 4	—	B15 »

7.5. Пирамидальные сваи

Пирамидальные сваи различных конструкций как забивные, так и набивные, в выштампованном основании применяются в рыхлых и близких к ним песках, маловлажных тугопластичных глинистых грунтах, лессовых грунтах I типа по просадочности мощностью до 5 м при глубине промерзания до 1 м. Такие сваи могут применяться для фундаментов жилых домов до 9 этажей, производственных зданий (при количестве свай в кусте не более четырех). Характеристика пирамидальных свай приведена в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Характеристика пирамидальных свай

Длина свай, м	Ширина сечения, см		Площадь боковой поверхности, м ²	Объем свай, м ³	Масса свай, т
	Верхнего торца	Нижнего торца			
1,5	70	10	2,45	0,29	0,71
2			3,65	0,49	1,22
2,5			4,55	0,61	1,52
3			5,43	0,73	1,82
3,5	70	10	6,31	0,85	2,12
4			7,23	0,97	2,47
5			9,06	1,22	3,02
6			10,90	1,46	3,66

Практическая работа 8. Проектирование искусственно улучшенных оснований

8.1. Виды искусственно улучшенных оснований

Искусственными называют основания, улучшенные по сравнению с естественными посредством замены, уплотнения или закрепления грунта природного сложения в пределах части или всей активной зоны основания.

К устройству искусственного основания прибегают в тех случаях, когда естественное оказывается недостаточно прочным или сильно сжимаемым и его использование технически или экономически нецелесообразно. Вид искусственного основания и способ его устройства выбирают в результате технико-экономического сравнения вариантов.

В табл. 8.1 указаны наиболее распространенные виды искусственных оснований.

8.2. Проектирование и устройство грунтовых подушек

При передаче нагрузки от фундамента на грунт основания наибольшие нормальные напряжения возникают непосредственно под подошвой фундамента. С глубиной и в стороны от площади загрузки напряжения быстро уменьшаются, вследствие их рассеивания в окружающем грунте. Наибольшие касательные напряжения, приводящие к образованию зон пластических деформаций (зон сдвигов), возникают под краями фундаментов. Эти зоны распространяются на некоторую глубину и частично в стороны. Если в пределах области распространения значительных нормальных и касательных напряжений заменить слабый грунт на более прочный и малосжимаемый с относительно высоким сопротивлением сдвигу, то работа грунтов основания существенно улучшается. Примером такого решения является устройство под фундаментами подушек из песка, гравия, щебня, связного грунта и других материалов (шлака, отходов различных производств и т.п.).

К материалу подушек предъявляют следующие требования: удобоукладываемость с заданной плотностью, малая сжимаемость, относительно высокое сопротивление сдвигу, устойчивость структуры грунта при его увлажнении и движении подземных вод.

Таблица 8.1 - Искусственные основания и способы их устройства

Наименование методов устройства оснований	Вид основания или способ его устройства	Грунтовые условия, при которых может применяться данный способ
Конструктивные	Песчаные подушки (замена грунта)	Слабые сильносжимаемые грунты (илы, связные грунты в текучем состоянии, торфы и насыпные грунты)
	Грунтовые подушки из местного связного грунта	Слабые (перечисленные выше) и просадочные грунты
	Каменные, песчано-гравийные и другие отсыпки	Илы и другие слабые грунты, залегающие под слоем воды
Механическое уплотнение	Поверхностное уплотнение грунтов	
	Тяжелыми трамбовками	Макропористые просадочные, рыхлые песчаные, свежееуложенные связные и насыпные грунты при степени влажности $S_r < 0,7$
	Катками, легкими трамбовками и другими механизмами и транспортными средствами	То же при послойной укладке
	Виброуплотнение (виброкатками, самоходными и переставными вибротрамбовками)	Рыхлые песчаные грунты при послойной укладке
	Вытрамбовывание котлованов под отдельные фундаменты	Макропористые просадочные грунты (I тип по просадочности)
	Глубинное уплотнение грунтов	
	Грунтовыми сваями из местного связного грунта	Макропористые просадочные грунты
	Песчаными сваями	Рыхлые пылеватые и мелкозернистые пески, слабые сильно сжимаемые глинистые грунты и заторфованные грунты
	Виброуплотнением или гидровиброуплотнением	Рыхлые песчаные грунты
	Предварительным замачи-	Макропористые просадоч-

	ванием; предварительным замачиванием и глубинными взрывами	ные грунты
	Предварительное обжатие грунтов	
	Предварительное обжатие грунтов посредством понижения уровня грунтовых вод	Слабые сильносжимаемые водонасыщенные грунты (при снятии взвешивающего действия воды)
	Предварительное обжатие грунтов посредством внешней пригрузки и устройством вертикальных дрен	Слабые сильносжимаемые глинистые заторфованные грунты
Инъекционные	Силикатизация	Пески и макропористые просадочные грунты
	Закрепление синтетическими смолами	То же
	Цементация	Трещиноватая скала, гравелистые и песчаные грунты
	Закрепление известью	Слабые сильносжимаемые водонасыщенные глинистые и заторфованные грунты
Электрические	Электрохимическое закрепление	Слабые глинистые грунты (при коэффициенте фильтрации менее 0,01 м/сутки)
	Электроосмос	То же
	Электроискровой способ	Пески рыхлые, водонасыщенные
Термические	Термическое закрепление (обжиг)	Макропористые просадочные грунты

Песчаные подушки являются простейшим видом искусственно улучшенных оснований. При их устройстве слабый грунт заменяют крупным или средней крупности песком, укладываемым с заданной плотностью сложения. Применение подушек способствует уменьшению и выравниванию осадок сооружения и более быстрому их затуханию, а также уменьшению объема и глубины заложения фундаментов.

Расчет песчаных подушек сводится к определению их размеров и осадок возводимых на них фундаментов. Высота песчаной подушки выбирается таким образом, чтобы давление, передаваемое на подстилающий слой, не превышало расчетного сопротивления R_z этого грунта, определенного по формуле

$$R_z = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_\gamma k_z b_\gamma \gamma_{cлII} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_B \gamma'_{II} + M_c c_{cлII}], \quad (8.1)$$

где b_γ – ширина условного фундамента, м;

$\gamma_{cлII}$ – удельный вес слабого грунта, кН/м³;

$c_{cлII}$ – расчетное значение сцепления слабого слоя грунта, кПа.

Остальные обозначения даны к формуле (7) СП [3].

Ширину условного ленточного фундамента определяют по формуле

$$b_\gamma = \frac{A_z}{l}, \quad (8.2)$$

где l – длина участка ленточного фундамента, в пределах которого действует нагрузка N_{0II} , м.

При прямоугольной подошве фундамента

$$b_\gamma = \sqrt{A_z + a^2} - a, \quad (8.3)$$

где $a = 0,5(l-b)$ – половина разности длины l и ширины b подошвы прямоугольного фундамента, м.

Площадь подошвы условного фундамента определяют по формуле

$$A_z = \frac{N_{0II}}{\sigma_{zp}}. \quad (8.4)$$

При этом $\sigma_{zp} = \alpha(p_{II} - \gamma_{II}d) = \alpha p_0$.

Применительно к формуле (3.4) площадь условного фундамента под колонну при определении размеров песчаной подушки определяется по формуле

$$A_z = \frac{(N_{0II} + A_\phi \gamma_{cp} d)}{\sigma_{zp}}, \quad (8.5)$$

где $A_\phi \gamma_{cp} d$ – ориентировочное значение веса фундамента и грунта на его уступах.

По полученному значению R_z проверяют условие

$$\sigma_{zII} = \sigma_{zp} + \sigma_{zg} \leq R_z. \quad (8.6)$$

Если это условие не удовлетворяется, то увеличивается высота подушки, а иногда и площадь подошвы. Для обеспечения устойчивости основания песчаная подушка должна иметь также достаточную ширину.

Опыт строительства показывает, что устойчивость подушки заведомо обеспечивается при распределении давления в ней под углом α , равным $30 - 45^\circ$ (рис. 8.1).

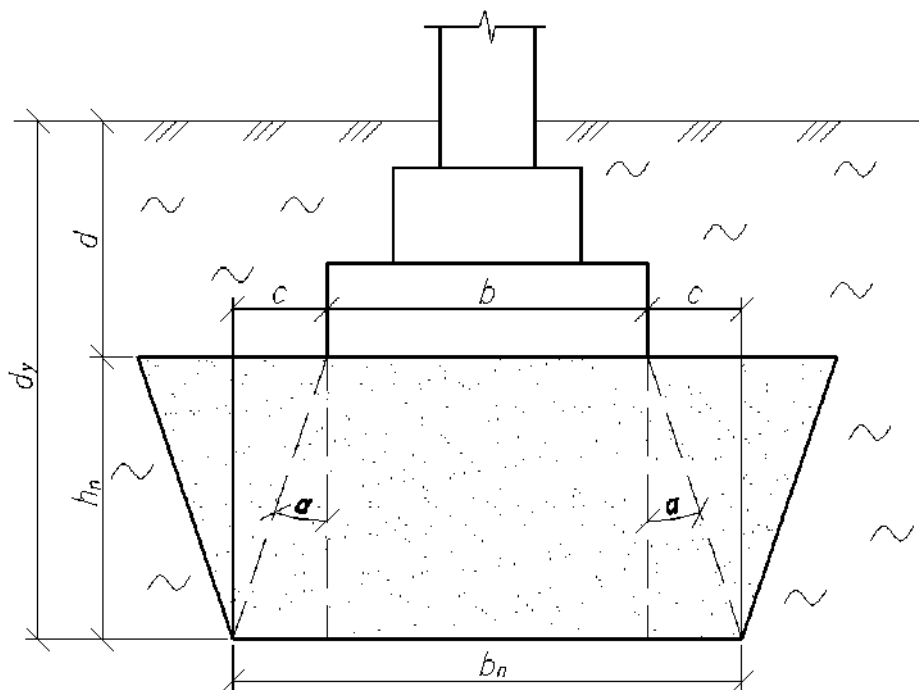


Рис. 8.1. Расчетная схема песчаной подушки

При этом чем больше различие в деформационных и прочностных свойствах слабого грунта и песка, используемого для подушки, тем угол α принимается больше.

Ширина подушки понизу в данном случае

$$b_{\text{п}} = b + 2h_{\text{п}} \cdot \text{tg } \alpha, \quad (8.7)$$

где b – ширина фундамента;

$h_{\text{п}}$ – высота подушки;

α – угол распределения давления в подушке (рис. 8.1).

Меньшая ширина подушки $b_{\text{п}}$, а следовательно, более экономичное решение может быть получено при проектировании песчаной подушки по методу Б.И. Далматова.

При отсутствии подземных вод для устройства подушек можно использовать местные связные грунты. Проектирование подушек при этом ведется аналогично изложенному выше. Укладку в подушку связного грунта ведут при его оптимальной влажности с весьма тщательным контролем за однородностью и плотностью сложения грунта.

8.3. Глубинное уплотнение грунтов

8.3.1. Общие положения

Глубинное уплотнение грунтов производят на всю глубину слабого слоя или на всю глубину активной зоны, влияющей на осадку фундамента, если эта зона меньше, чем мощность слабого слоя. Метод глубинного уплотнения грунтов выбирают в зависимости от особенностей уплотняемого грунта. Этим способом чаще всего производят уплотнение рыхлых песков, слабых водонасыщенных и просадочных грунтов в условиях, указанных в табл. 3.1, для увеличения несущей способности грунтов основания, ускорения процессов консолидации грунтов в основаниях сооружений и устранения просадочных свойств грунтов.

8.3.2. Проектирование песчаных свай

Этот способ чаще всего используют для уплотнения рыхлых и слабых мелких и пылеватых песков, в том числе с прослойками и линзами супесей, суглинков, глин и илов, когда расчетные осадки фундаментов превышают предельные значения деформаций оснований.

При устройстве песчаных свай в грунте с помощью вибропогружателя внедряется инвентарная свая диаметром 325-500 мм, снабженная раскрывающимся наконечником. При погружении сваи (с закрытым башмаком) грунт вокруг сваи уплотняется, затем внутрь трубы засыпается крупный или средней крупности песок, и при работающем вибраторе свая постепенно извлекается из грунта. При этом наконечник раскрывается, и песок высыпается в образовавшуюся скважину, в результате чего она полностью заполняется песком, т.е. образуется песчаная свая. Песчаные сваи не являются прочными несущими стержнями, как, например, бетонные сваи, а служат лишь средством уплотнения и улучшения грунтов основания. Иногда вместо песка используют песчано-гравийную смесь.

Сваи в плане размещают в шахматном порядке по такой сетке, чтобы цилиндрические зоны уплотненного грунта перекрывались, образуя сплошной массив уплотненного грунта. На нем фундамент возводят как на естественном основании. Порядок проектирования при этом принимается следующий.

1. По образцам, отобранным из скважины, или посредством зондирования определяют коэффициент пористости грунта природного сложения e .

2. Производят пробное уплотнение грунта на строительной площадке. Для этого определяют коэффициент пористости $e_{уп}$, модуль деформации и расчетное сопротивление $R_{уп}$, а при необходимости и другие характеристики.

При предварительных расчетах среднее значение коэффициента пористости грунта после его уплотнения $e_{уп}$ принимают в пределах, указанных в табл. 8.2, а $R_{уп}$ в 2-3 раза более расчетного сопротивления грунта природного

сложения (до его уплотнения).

Таблица 8.2 – Ориентировочные значения коэффициента пористости грунта после его уплотнения

Наименование грунтов	$e_{уп}$
Пески мелкозернистые	0,55 – 0,7
Пески пылеватые и супеси	0,60 – 0,75
Суглинки и глины	0,65 – 0,85
Илы и заторфованные грунты	0,85 – 1,10

Для связных грунтов значение влажности после их уплотнения находится в интервале между W_L и W_p . За наиболее вероятное значение этой влажности после уплотнения грунта можно принять

$$W_{уп} = \frac{W_L + W_p}{2}. \quad (8.8)$$

Тогда за проектное значение коэффициента пористости уплотненного водонасыщенного грунта можно принять

$$e_{уп} = \gamma_s \frac{W_L + W_p}{2}. \quad (8.9)$$

В дальнейшем $e_{уп}$ уточняют по результатам испытания грунтов после их пробного уплотнения на строительной площадке.

3. Определяют ориентировочное значение площади уплотненного основания:

$$A_{уп} = 1,4b(l+0,4b), \quad (8.10)$$

где l и b – соответственно длина и ширина фундамента, м.

В дальнейшем площадь уплотненного основания уточняется из условия размещения песчаных свай. Число рядов песчаных свай принимается не менее трех, при этом центры крайних рядов свай должны выступать за грани фундамента не менее чем на $1,5d_c$ (d_c – диаметр инвентарной трубы и свай).

Расчетная площадь уплотненного основания (площадь искусственного основания) может быть также определена по формуле

$$A_{уп} = (l+2c')(b+2c'), \quad (8.11)$$

где l и b – соответственно длина и ширина фундамента, м;

c' – уширение уплотняемого слоя в каждую сторону от фундамента, м.

В первом приближении принимают $c'=0,2$ ширины фундамента, а в дальнейшем его уточняют из условия размещения песчаных свай и их длины (см. выше).

Длину песчаных свай принимают не менее 5-6 м, считая от подошвы фундамента, и не больше мощности сжимаемой толщи грунтов основания. На уплотненном песчаными сваями грунте предусматривают песчаную (0,25 м) или щебенчатую (0,1 – 0,15 м) подготовку с тщательной ее трамбовкой.

4. Устанавливают расстояние L между сваями из условия, чтобы грунт в процессе его уплотнения приобрел проектную плотность во всем уплотненном массиве. В этом случае

$$L = 0,952d_c \sqrt{\frac{e - e_{уп}}{1 + e}}, \quad (8.12)$$

где e – коэффициент пористости грунта до его уплотнения;

$e_{уп}$ – коэффициент пористости грунта после его уплотнения, задаваемый проектировщиком в пределах указанных выше значений.

5. Определяют число свай:

$$n = \Omega \cdot \frac{A_{уп}}{A_{св}}, \quad (8.13)$$

где $\Omega = \frac{e - e_{уп}}{1 + e};$

$A_{св}$ – площадь поперечного сечения сваи, м²;

Ω – площадь отверстий от инвентарной сваи на 1 м² уплотняемой площади основания.

Оптимальное размещение песчаных свай возможно способом, изложенным ниже, а также с использованием современных технологий.

После расчетов на чертеж наносят сетку размещения песчаных свай с принятым в проекте расстоянием между ними, затем на сетку накладывают кальку, на которой вычерчена в том же масштабе подошва фундамента с дополнительной уплотненной полосой шириной c' по его периметру. Перемещая кальку по указанной сетке, устанавливают оптимальное размещение песчаных свай в уплотненном основании и уточняют их число.

Эффект глубинного уплотнения обеспечивается, когда в скважину засыпают необходимую массу песка для достижения проектной плотности уплотняемого грунта, которую на 1 м длины песчаной сваи определяют по формуле:

$$G = A_{св} \rho_s \frac{1 + W}{1 + e_{уп}}, \quad (8.14)$$

где ρ_s – плотность твердых частиц грунта;

W – влажность грунта;

$A_{св}$ – площадь сечения сваи.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Павлюк Е.Г. Конструкции городских зданий и сооружений: основания и фундаменты, металлические конструкции: учебное пособие / Е.Г. Павлюк, Н.Ю. Ботвинёва, А.С. Марутян; Министерство образования и науки Российской Федерации; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь: СКФУ, 2016. - 293 с.
2. Кашкинбаев И.З. Механика грунтов, основания и фундаменты Электронный ресурс: учебно-методическое пособие / Т.И. Кашкинбаев / И.З. Кашкинбаев. - Алматы: Нур-Принт, 2016. - 27 с.
3. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
4. Механика грунтов: учеб. для вузов / Р. А. Мангушев, В. Д. Карлов, И.И. Сахаров; рец. А. К. Бугров, А. И. Осокин. - М.: Изд-во АСВ, 2015. - 264 с.

Дополнительная литература

1. СНиП 2.02.05-87. Фундаменты машин с динамическими нагрузками / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. 32 с.
2. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 44 с.
3. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 79 с.
4. СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений / Минземстрой России. М.: ГУП ЦПП, 1998. 48 с.
5. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии. / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 48 с.
6. СНиП 2.02.04-88. Основания зданий и сооружений на вечномёрзлых грунтах / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 44 с.7
7. Передельский, Л. В. Инженерная геология: учебник / Л. В.

Передельский, О. Е. Приходченко. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 448 с.

8. Ананьев, В. П. Инженерная геология: учебник для вузов / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2000. – 511 с.

9. Добровольский, В. В. Геология. Минералогия, динамическая геология, петрография: учебник для вузов / В. В. Добровольский. – М.: ВЛАДОС, 2008. – 320 с.

10. Геология: учебник для вузов / Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 448 с.: ил.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации самостоятельной работы**

Содержание

Введение

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса
2. Цели и основные задачи самостоятельной работы
3. Виды самостоятельной работы
4. Организация самостоятельной работы
5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы
6. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы
7. Критерии оценки самостоятельной работы

Введение

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности профессионала, способного к саморазвитию, самообразованию и инновационной деятельности.

Успешное усвоение дисциплин по различным образовательным программам предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной не только аудиторной, но и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Самостоятельная работа – это процесс активного, целенаправленного приобретения обучающимися новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Объем самостоятельной работы (в часах) определен учебным планом.

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов (далее – СРС) являются обязательной частью учебно-методических комплексов учебных дисциплин.

Методические указания по организации самостоятельной работы для студентов, наряду с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ, практических занятий и работе с лекционным материалом; по формам текущего, промежуточного и итогового контроля; по выполнению курсовых работ/проектов, расчетно-графических работ, контрольных работ; по подготовке и защите выпускных квалификационных работ, составляют единый комплекс методического обеспечения УМК каждой учебной дисциплины.

Цель методических указаний СРС – определить роль и место самостоятельной работы студентов в учебном процессе; конкретизировать ее уровни, формы и виды; обобщить методы и приемы выполнения определенных типов учебных заданий; объяснить критерии оценивания.

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

Самостоятельная работа обучающихся является важным видом учебной и научной деятельности. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи высшего образования – «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности».

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы обучающихся над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста обучающихся, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень

требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, лабораторных работах, выполнение контрольных и расчетно-графических работ, написание курсовых работ (проектов) и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа обучающихся играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант-плюс», «Гарант», глобальной сети «Интернет»;
- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2. Цели и основные задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для деятельности.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Основными задачами СРМ являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к промежуточной

аттестации - зачетам и экзаменам.

3. Виды самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента включает:

- самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы;
- подготовка к лекциям;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- написание рефератов;
- выполнение контрольной работы;
- выполнение курсовой работы (проекта);
- выполнение расчетно-графической работы;
- подготовка исследовательской работы (написание статьи, доклада);
- подготовка выпускной квалификационной работы;
- подготовка к текущей и промежуточной аттестации;
- подготовка к государственной итоговой аттестации.

Для выполнения самостоятельной работы студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, с графиком консультаций преподавателей кафедры, с перечнем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

4. Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента – способ активного, целенаправленного приобретения новых знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей.

Организационные мероприятия, обеспечивающие развитие навыков самостоятельной работы студентов, воспитание их творческой активности и инициативы, а также, в целом, обеспечивающие нормальное функционирование самостоятельной работы студентов, должны основываться на следующих предпосылках:

- самостоятельная работа должна быть конкретной по своей предметной направленности;
- самостоятельная работа должна сопровождаться эффективным, непрерывным контролем и оценкой ее результатов.

Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки, основной образовательной программой, учебным планом, рабочими программами дисциплин.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуются как единство двух форм:

- самоконтроль и самооценка;
- внешний контроль и оценка со стороны преподавателей, государственных экзаменационных комиссий и др.

5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы студентов направлена на решение следующих задач:

- а) закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала; применение полученных знаний в традиционных педагогических ситуациях и при решении

задач высокого уровня неопределенности;

б) совершенствование умений и навыков по изучаемой дисциплине; формирование межпредметных, общеучебных, исследовательских умений;

в) активизация учебной и научно-исследовательской деятельности обучающихся, ее максимальная индивидуализация с учетом индивидуальных особенностей и академической успеваемости студентов;

г) формирование готовности студентов к самообразованию в течение всей жизни.

Видами занятий для самостоятельной работы могут быть:

Для овладения знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, конспектов лекций);

- составление плана текста, графическое изображение структуры текста;

- конспектирование текста; выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами;

- учебно-исследовательская работа, использование аудио и видеозаписей, компьютерной техники, интернета и др.

Для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций, повторная работа над материалом;

- составление плана и тезисов ответа;

- составление таблиц для систематизации учебного материала;

- ответы на контрольные вопросы;

- аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, контент-анализ);

- подготовка сообщения для выступления на конференции;

- подготовка рефератов, докладов;

- составление библиографии.

Для формирования умений:

- выполнение контрольных работ;

- выполнение чертежей, схем, расчетно-графических работ;

- проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности.

- подготовка курсовых и дипломных работ (проектов);

Для формирования компетенций:

- принятие решений по конкретной ситуации;

- грамотная формулировка задания для исполнения;

- организация контроля по сферам деятельности.

6. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы

Система вузовского обучения подразумевает значительную самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности.

6.1 Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы

Работа с литературой является основным методом самостоятельного овладения знаниями. Это сложный процесс, требующий выработки определенных навыков, поэтому студенту нужно обязательно научиться работать с книгой.

Осмысление литературы требует системного подхода к освоению материала. В работе с литературой системный подход предусматривает не только тщательное (иногда многократное) чтение текста и изучение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента, поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем

самостоятельно оперировать теоретическими категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода работа с литературой обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение контрольной работы и т.д.).

Выбор литературы для изучения делается обычно по предварительному списку литературы, который выдал преподаватель, либо путем самостоятельного отбора материалов. После этого непосредственно начинается изучение материала, изложенного в книге.

Наиболее надежный способ собрать нужный материал – составить план или конспект. *Конспект, план-конспект* – это последовательная фиксация отобранной и обдуманной в процессе чтения информации.

Цель – зафиксировать, переработать тот или иной научный текст. Они позволяют восстановить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

План – это «скелет» текста, он компактно отражает последовательность изложения материала. План как форма записи обычно более подробно передает содержание частей текста, чем оглавление книги или подзаголовки статей. Самые важные места в книге отмечайте, используя для этого легко стирающийся карандаш или вкладки листки. Запись любых планов следует делать так, чтобы ее легко можно было охватить одним взглядом.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

6.2 Подготовка к лекциям и работа с конспектом лекций

При подготовке к лекции студенты должны предварительно ознакомиться с учебным материалом по данной теме и при конспектировании лекции акцентировать внимание на новых теоретических положениях, правовых и иных данных, не нашедших отражения в учебной литературе.

Лекция имеет цель – систематизация основы научных знаний по дисциплине, сконцентрировать внимание обучающихся на наиболее актуальных проблемах.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Дает рекомендации на практические занятия и указания на самостоятельную работу.

Предварительное не углубленное знакомство с материалом очередной лекции дает многое. Студенты получают общее представление о ее содержании и структуре, о главных и второстепенных вопросах, о терминах и определениях. Все это облегчает работу на лекции и делает ее целеустремленной.

Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта.

Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим обучающимся.

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.

Самостоятельную работу следует начинать с доработки конспекта, желательно в тот же день, пока время не стерло содержание лекции из памяти. С целью доработки необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой

литературе, разрешая в ходе чтения, возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополнения и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

6.3 Подготовка к практическим занятиям

Целью практических занятий является получение базовых навыков по применению теоретических знаний. Это необходимо при решении всевозможных задач на различных этапах практической деятельности.

Задачи подготовки и проведения практических занятий:

- закрепление и углубление знаний;
- создание практических навыков и умений в практической деятельности и повседневной жизни для: поиска, первичного анализа и использования информации;
- анализа конкретных ситуаций и условий их реализации;
- изложения и аргументации собственных суждений по практической ситуации;
- развитие стремления и способности к самостоятельному исследованию изучаемых реальностей, их критической оценки.

Подготовка к практическим занятиям включает: изучение нормативных актов, учебной литературы, лекционного материала; подготовка рефератов.

Практические занятия по дисциплине проводятся в форме различных дискуссий (семинарских занятий) и (или) анализа конкретных ситуаций (выполнение практических заданий).

6.4 Подготовка к лабораторным работам

Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов. Они направлены на формирование учебных и профессиональных практических умений.

На лабораторных занятиях задания выполняются по материалам согласно плану.

До начала лабораторных занятий обучающиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности.

Перед выполнением лабораторной работы обучающийся должен изучить теоретический материал по теме лабораторной работы по основной и дополнительной литературе, ознакомиться с ресурсами информационно - телекоммуникационной сети «Интернет». При этом обучающийся должен учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо ознакомиться с методическими указаниями; с порядком ее выполнения; освоить основные понятия; изучить алгоритмы; методы и технологии, необходимые для реализации этих алгоритмов; ответить на контрольные вопросы.

После выполнения работы производится обработка полученных результатов, составляется и защищается отчет. Без защиты отчета студент, как правило, не допускается к очередной работе.

6.5 Написание рефератов

Реферат представляет собой краткое изложение в письменной форме содержания научного труда по определенной теме, возможно выходящего за рамки учебной программы, а также изложение книги, статьи, исследования. Иными словами, реферат – это индивидуальная научная работа, раскрывающая содержание исследуемой проблемы с различных позиций и точек зрения, с формированием самостоятельных выводов.

Целью написания реферата является сообщение определенной информации для развития навыков научно-исследовательской работы.

В процессе подготовки реферата, обучающиеся, глубже постигают вопросы изучаемого предмета, поскольку:

- анализируются различные точки зрения, факты и события;
- ведется научно обоснованная полемика;
- обобщается материал;
- лаконично излагаются мысли;
- правильно оформляется работа с составлением плана, библиографии и систематизацией информации.

Подготовка реферата включает в себя:

- выбор и формулирование темы, которая должна обладать новизной, актуальностью и оригинальностью;
- подбор литературы и изучение основных источников;
- составление содержания, раскрывающего название работы;
- выписки из литературных источников с целью накопления теоретического и практического материала;
- написание реферата и его оформление;
- составление списка использованной литературы.

6.6 Выполнение контрольной работы

Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области теплогазоснабжения и вентиляции. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины.

Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя.

Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовка контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

6.7 Выполнение курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) - это самостоятельное исследование обучающимся определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов, касающихся конкретной профессиональной ситуации.

Курсовая работа (проект) не должна состояться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в курсовой работе (проекте) должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки курсовой работы (проекта).

Выполнение курсовой работы (проекта) начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана;
- составление графика выполнения курсовой работы (проекта).

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература

подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания курсовой работы (проекта). Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют написать первую (теоретическую) главу.

Выполнение курсовой работы (проекта) предполагает проведение определенного исследования. На основе разработанного плана обучающийся осуществляет сбор фактического материала, необходимых цифровых данных. Затем полученные результаты подвергаются анализу, статистической, математической обработке и представляются в виде текстового описания, таблиц, графиков, диаграмм. Программа исследования и анализ полученных результатов составляют содержание второй (аналитической) главы.

В третьей (рекомендательной) части должны быть отражены мероприятия, рекомендации по рассматриваемым проблемам.

Рабочий вариант текста курсовой работы (проекта) предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки курсовая работа (проект) сдается на кафедру для ее оценивания руководителем.

Защита курсовой работы (проекта) обучающихся проходит в сроки, установленные графиком учебного процесса.

При подготовке к защите курсовой работы (проекта) обучающийся должен знать основные положения работы, выявленные проблемы и мероприятия по их устранению, перспективы развития рассматриваемой экономической ситуации.

Защита курсовой работы (проекта) проводится на кафедре при наличии у обучающегося курсовой работы (проекта). Оценка - дифференцирована. Преподаватель оценивает защиту курсовой работы (проекта) и заполняет графу "оценка" в ведомости и в зачетной книжке.

Не допускаются к защите варианты курсовых работ (проектов), найденные в Интернет, сканированные варианты учебников и учебных пособий, а также копии ранее написанных работ.

6.8 Выполнение расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа является важным элементом учебного процесса, предусмотрена учебным планом.

Цель расчетно-графической работы – систематизация и закрепление теоретических знаний, и развитие практических навыков по решению задач в области теплогазоснабжения и вентиляции, выработка навыков анализа данных и формулирования выводов по полученным результатам.

Задачами расчетно-графической работы являются:

- развитие навыков самостоятельной работы в области решения практических задач;
- подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для решения практической задачи, развитие навыков самостоятельной работы с учебной и методической литературой;
- проведение расчетов показателей по исходным данным и анализ полученных значений;
- формулирование выводов по полученным результатам.

Выполнение расчетно-графической работы проводится студентом по конкретному варианту задания, который необходимо уточнить у преподавателя.

Содержанием расчетно-графической работы является краткое изложение теоретического материала к каждой задаче, решение задачи по индивидуальному варианту, включающее в себя расчет основных показателей, анализ полученных результатов, формулирование выводов.

Расчетно-графическая работа должна содержать:

1. Титульный лист.
 2. Условие задачи.
 3. Теоретическая часть по каждой задаче (1-3 страницы).
 4. Практическая часть и выводы по каждой задаче.
 5. Библиографический список (не менее 5 источников).
- Условие задачи оформляется по центру заголовком «Задача №».

Текст условия задачи должен совпадать с текстом в методических указаниях, включая таблицы, при их наличии.

Далее излагается теоретический материал, лежащий в основе решения задачи, включающий в себя основные определения, формулы расчетов показателей и др.

В практической части излагается подробное решение задачи. При необходимости результаты оформляются в виде сводной таблицы.

К каждой задаче необходимо сформулировать выводы, проанализировав полученные результаты.

Расчетно-графическая работа должна выполняться в соответствии с установленным графиком. В процессе выполнения расчетно-графической работы допускаются консультации у преподавателя на практических занятиях.

Выполнение основных этапов контролируется преподавателем и учитывается при проведении текущего контроля по дисциплине и при оценке расчетно-графической работы.

6.9 Подготовка исследовательской работы (написание статьи, научного доклада)

Научный доклад представляет собой исследование по конкретной проблеме, изложенное перед аудиторией слушателей. Работа по подготовке научного доклада включает не только знакомство с литературой по избранной тематике, но и самостоятельное изучение определенных вопросов.

Научный доклад может быть подготовлен для выступления на семинарском занятии, конференции научного общества, или в рамках круглого стола. В любом случае успешное выступление во многом зависит от правильной организации самого процесса подготовки научного доклада.

Подготовка научного доклада включает несколько этапов работы:

- выбор темы доклада;
- подготовка материалов;
- работа над текстом доклада;
- подготовка к выступлению.

Подготовка к научному докладу начинается с выбора темы Вашего будущего выступления.

Не следует выбирать слишком широкую тему научного доклада. Это связано с ограниченностью докладчика во времени. Доклад должен быть рассчитан на 7-15 минут.

Работа по подбору материалов для доклада связана с изучением соответствующей тематике литературы.

В процессе работы над текстом доклада обучающиеся глубже постигают вопросы изучаемого предмета, поскольку:

- анализируются различные точки зрения, факты и события; ведется научно обоснованная полемика;
- обобщается материал; лаконично излагаются мысли;

- правильно оформляется работа с составлением плана, библиографии и систематизацией информации.

Текст научного доклада должен включать три основные части:

- введение – краткое знакомство слушателей с обсуждаемой в докладе проблемой;
- основную часть – логическое продолжение вопросов, обозначенных автором во введении. В этой части доклада раскрывается тема выступления, приводятся необходимые доказательства (аргументы);

- заключение – обобщение основной мысли и идеи выступления. В заключении можно кратко повторить основные выводы и утверждения, прозвучавшие в основной части доклада.

Научный доклад представляет собой устное произведение и чтение вслух подготовленного текста недопустимо.

К секретам хорошего выступления можно отнести следующие моменты:

- до и после важных мыслей следует делать паузу;
- для большего акцента сказанного необходимо менять тон голоса и тембр речи. Это сделает Вашу речь более выразительной;
- необходимо иметь контакт с аудиторией.

6.10 Подготовка выпускной квалификационной работы

ВКР представляет собой самостоятельное логически завершенное исследование, связанное с решением научной или научно-практической задачи. При его выполнении студент должен показать способности и умения, опираясь на полученные знания, решать на современном уровне задачи профессиональной деятельности, грамотно излагать специальную информацию, докладывать и отстаивать свою точку зрения перед аудиторией.

Цель защиты ВКР – установление уровня подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями ФГОС ВО к квалификационной характеристике и уровню подготовки выпускника.

Студенту предоставляется право самостоятельного выбора темы ВКР. Для подготовки ВКР назначается научный руководитель и, при необходимости, консультанты.

ВКР состоит из текста (рукописи) и графических материалов, отражающих решение профессиональных задач в соответствии с избранной тематикой. Структура ВКР включает:

- титульный лист;
- задание, включая календарный план;
- содержание;
- введение;
- основной текст;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Руководитель выпускной работы выдает задание; оказывает помощь в организации и выполнении работы; проводит систематические консультации обучающегося; проверяет выполнение работы; дает письменный отзыв о работе.

Представление иллюстративного материала к публичной защите возможно в виде:

- плакатов и чертежей;
- раздаточного материала с иллюстрациями; с использованием:
- проекционной техники;
- компьютерной презентации.

Конкретные требования к содержанию, структуре, формам представления и объемам устанавливаются в соответствующих Положениях о выпускных квалификационных работах и методических указаниях по их подготовке и оформлению.

6.11 Подготовка к текущей и промежуточной аттестации

Система контроля включает в себя текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль должен быть непрерывным. Формы текущего контроля устанавливаются по усмотрению преподавателя. Промежуточный контроль – это итог работы студента за семестр с учетом всех видов учебной работы.

Текущий контроль. Текущий контроль успеваемости обучающихся – это систематическая проверка учебных достижений обучающихся, проводимая в целях оценивания хода освоения дисциплин в соответствии с рабочей программой.

Текущий контроль успеваемости студентов очной формы обучения проводится по всем дисциплинам учебного плана в течение семестра:

- на лабораторных, семинарских, практических занятиях, по которым рабочими программами дисциплин предусмотрены отчетности;
- по всем формам самостоятельной работы студентов в заранее установленное время.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется преподавателями кафедр, за которыми закреплены дисциплины учебного плана, и может проводиться в следующих формах:

- собеседование,
- контрольная работа,
- защита лабораторной работы,
- реферата,
- расчетно-графическая работа, и др.

Виды и сроки проведения текущего контроля успеваемости студентов устанавливаются рабочей программой дисциплины.

Текущий контроль успеваемости является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки обучающихся и способствует активизации познавательной деятельности студентов в ходе аудиторных занятий, при выполнении программ самостоятельной и индивидуальной работы.

Текущий контроль успеваемости должен учитывать выполнение обучающимися всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, самостоятельную, исследовательскую работу и посещаемость учебных занятий.

Анализ результатов текущего контроля студентов, обучающихся на основе рейтинговой оценки знаний, проводится 2 раза в семестр:

- в первом полугодии - на 1 ноября, на 10 декабря;
- во втором полугодии - на 1 апреля, на 20 мая.

Анализ результатов текущего контроля студентов, не участвующих в рейтинговой системе оценки знаний, проводится в институтах: к указанным выше датам итоги текущего контроля и количество пропущенных занятий (в часах) преподаватели, ведущие занятия, проставляют в листы текущего контроля успеваемости, которые анализируются и хранятся в институтах.

Промежуточная аттестация. Промежуточная аттестация призвана оценить уровень сформированности компетенций, полученных студентами в процессе изучения дисциплины, курсового проектирования и обеспечить контроль качества освоения образовательных программ.

Промежуточная аттестация проводится по завершении изучения какой - либо дисциплины.

Формами промежуточной аттестации являются зачет и экзамен.

При явке на промежуточную аттестацию обучающийся обязан предъявить зачетную книжку. Фамилия обучающегося должна значиться в зачетно-экзаменационной ведомости.

Зачеты студентам по изучаемым дисциплинам выставляются преподавателем, проводившим практические, семинарские или лабораторные занятия группы (подгруппы), на последнем занятии по результатам работы в семестре. Для студентов, обучающихся на основе рейтинговой системы оценки знаний, зачет выставляется автоматически при

условии сдачи всех контрольных мероприятий, предусмотренных текущим контролем успеваемости.

6.12 Подготовка к государственной итоговой аттестации

В соответствии с образовательным стандартом по направлению подготовки и образовательной программой по направлению подготовк, в состав государственной итоговой аттестации входят:

- государственный экзамен;
- защита выпускной квалификационной работы.

Подготовка к государственному экзамену

Цель государственного экзамена – оценить глубину полученных знаний, практические навыки применения этих знаний при решении профессиональных задач (компетентность).

В связи с необходимостью объективной оценки степени сформированности компетенций выпускника, тематика экзаменационных вопросов и заданий должна быть комплексной и соответствовать избранным разделам из различных учебных дисциплин, формирующих конкретные компетенции.

Например, в экзаменационное задание (вопрос) могут входить элементы нескольких дисциплин (модулей) общенаучного, и профессионального циклов.

На государственном экзамене могут контролироваться как отдельные компетенции, так и элементы различных компетенций.

Государственный экзамен может проводиться в письменной, устной и смешанной форме. Экзаменационные билеты включают несколько вопросов из представленного перечня дисциплин. Один из вопросов рекомендуется делать комплексным, ситуационным или представляющим задание практического характера. Перед итоговым экзаменом предполагается предэкзаменационная консультация и выделение времени на подготовку к экзамену не менее 7 дней. Для подготовки студентов к государственному экзамену разрабатывается программа, где должна быть отражена процедура подготовки и проведения государственного экзамена, критерии оценки.

В содержание программы включается перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен, и позволяющих оценить результаты обучения.

Подготовка к защите ВКР

Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой самостоятельную и логически завершённую выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида (видов) деятельности, к которым готовится студент (научно-исследовательской, научно-педагогической, проектной, технологической, исполнительской, творческой, организаторской и другим).

Выпускник должен не только подготовить ВКР, но и уметь защитить ее на итоговой государственной аттестации.

При подготовке к защите необходимо:

- повторить основные требования руководящих документов на текущий год по теме ВКР;
- подготовить все графические иллюстрации; составить доклад для устного изложения;
- изучить отзыв и рецензию на ВКР, подготовить ответы на замечания рецензента и окончательно уточнить свой доклад;
- ознакомиться с новыми руководящими документами и литературой по вопросам ВКР, а также с последними изменениями по вопросам теплогазоснабжения и вентиляции;
- провести предварительную защиту.

Демонстрационные материалы представляются по согласованию с руководителем.

Подготовка выпускником доклада по выполненной ВКР является важным этапом подготовки к защите. К подготовке доклада приступают после оформления пояснительной записки (текстуальной части) ВКР, запланированных в задании графических документов и разработки иллюстративного материала.

По времени доклад должен занимать 10...12 минут. За это время можно изложить 5...8 страниц машинописного текста доклада.

В докладе отражается: актуальность темы работы; теоретические положения, на которых базируется ВКР; результаты проведенного анализа изучаемой проблемы; конкретные предложения по деятельности соответствующих органов; дается разъяснение и убедительное обоснование положений и выводов по этим вопросам, исходя из полученных результатов. Особое внимание необходимо сосредоточить на собственных разработках и предложениях.

Доклад при защите ВКР может быть построен по следующей схеме: вначале излагается наименование темы, актуальность, раскрывается цель и задачи исследования, затем в необходимой логической последовательности докладывается содержание важнейших узловых вопросов темы и делается заключение. При изложении основного содержания ВКР следует показать постановку задач на исследование заданных вопросов, методику решения поставленных задач, основные результаты и выводы, к которым пришел выпускник в ходе выполнения выпускной квалификационной работы.

Основные выводы и предложения обосновываются необходимыми расчетами и примерами из практики.

В заключительной части доклада указывается, как достигнуты цели ВКР, что сделано и разработано, что нового выпускник предложил в результате выполнения ВКР, основные результаты работы и где они могут быть использованы.

Доклад строят с учетом графического материала (Чертежи, схемы, диаграммы и т.д.). Текст доклада согласовывается с руководителем.

Написанный доклад представляется руководителю для просмотра.

Текст доклада отрабатывают таким образом, чтобы его можно было излагать на память. Чтение доклада нежелательно, оно может привести к снижению оценки выпускной квалификационной работы.

7. Критерии оценки самостоятельной работы

Компетенции (знания, умения и навыки) студентов оцениваются оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «зачтено»;
- «не зачтено».

Зачеты оцениваются отметкой: «зачтено», «не зачтено».

Зачеты с оценкой оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

По курсовым работам (проектам) в обязательном порядке выставляется зачет с оценкой.

Экзамены оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Основные критерии оценивания компетенций:

Отметка «зачтено» ставится студентам, успешно обучающимся по данной дисциплине в семестре и не имеющим задолженностей по результатам текущего контроля успеваемости.

Отметка «не зачтено» ставится студенту, имеющему задолженности по результатам текущего контроля успеваемости по данной дисциплине.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при

видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Отметка «неудовлетворительно» выставляется также, если обучающийся после начала экзамена отказался его сдавать.

Оценка «неудовлетворительно» проставляется только в экзаменационную ведомость, в зачетную книжку студента проставлять отметку «неудовлетворительно» не разрешается.

Критерии оценки уровня обученности и уровня сформированности компетенций по дисциплине устанавливает кафедра и отражает их в рабочей программе и фондах оценочных средств дисциплины.

Ответственность за единообразие требований, предъявляемых на экзаменах, несет заведующий кафедрой. По дисциплинам, изучаемым в течение двух и более семестров, итоговой оценкой является оценка, полученная на последнем экзамене.

Заключение

Самостоятельная работа всегда завершается какими-либо результатами. Таким образом, широкое использование методов самостоятельной работы, побуждающих к мыслительной и практической деятельности, развивает столь важные интеллектуальные качества человека, обеспечивающие в дальнейшем его стремление к постоянному овладению знаниями и применению их на практике.