

2.1.2 (0523.02) ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ» РАЗДЕЛ «МЕХАНИКА ГРУНТОВ»

1. Состав, строение и состояние грунтов

1.1. Грунтовые основания. Происхождение грунтов. Состав, структура и текстура грунтов. Скальные и нескальные грунты.

1.2. Состав грунтов. Твердая, жидккая и газообразная составляющие грунтов. Форма, размеры, взаимное расположение и свойства минеральных частиц. Классификация минеральных частиц по размерам. Органические примеси. Виды воды в грунтах и их свойства. Роль газообразной составляющей.

1.3. Структурные связи между минеральными частицами. Кристаллизационные и водно-коллоидные связи. Понятие о внутреннем трении в грунтах.

1.4. Трещины и их влияние на свойства грунтов.

2. Физические характеристики и классификация грунтов. Геологическое строение оснований

2.1. Основные физические характеристики грунтов: плотность грунта, плотность минеральных частиц, влажность.

2.2. Классификационные показатели грунтов: гранулометрический состав, верхний и нижний пределы пластичности, число пластичности, показатель текучести, коэффициент пористости, коэффициент водонасыщения. Строительная классификация грунтов. Связь физических и механических характеристик грунтов. Понятие об условном расчетном сопротивлении фунтов.

2.3. Геологическое строение оснований. Понятие о геологическом теле. Форма и размеры геологических тел в основании сооружений. Границы между геологическими телами. Значение данных о геологическом строении основания для строительства.

2.4. Особые виды грунтов с неустойчивыми структурными связями: мерзлые и вечномерзлые, лессовые, набухающие, засоленные, насыпные, слабые водонасыщенные глинистые и заторфованные грунты.

3. Механические свойства грунтов

3.1. Характеристики механических свойств грунтов. Основные схемы лабораторных испытаний. Режимы испытания образцов.

3.2. Деформируемость грунтов. Физические представления. Одноосные испытания. Компрессионные испытания: компрессионная кривая, коэффициент сжимаемости. Модуль деформации грунта, коэффициент бокового расширения, коэффициент бокового давления.

3.3. Прочность грунтов. Физические представления. Методы испытаний. Одноосное испытание. Испытание на одноплоскостной сдвиг.

4. Определение напряжений в массивах грунтов

4.1. Расчетные схемы взаимодействия сооружений и оснований. Задачи расчета напряжений.

4.2. Определение напряжений по подошве фундаментов и сооружений (контактная задача). Классификация фундаментов и сооружений по жесткости. Контактные модели основания: местных упругих деформаций, упругого полупространства, упругого слоя ограниченной мощности.

4.3. Определение напряжений в грунтовом массиве от действия местной нагрузки на его поверхности. Общие положения. Распределение напряжений от сосредоточенной силы (задача Буссинеска) и распределенной сосредоточенной нагрузки (задача Фламана). Приближенное определение напряжений от местной нагрузки методом суммирования. Плоская задача: равномерно распределенная и треугольная нагрузки. Главные напряжения, эллипсы напряжений.

4.4. Определение напряжений от собственного веса грунтов.

5. Прочность и устойчивость оснований сооружений

5.1. Значение вопроса. Основные положения теории предельного напряженного состояния. Характеристика методов решения задач теории предельного напряженного состояния: строгие, приближенные, инженерные методы.

5.2. Фазы напряженного состояния грунтов в основании фундаментов. Физические представления. Понятия о начальной критической, предельной критической нагрузках и расчетном сопротивлении основания.

5.3. Практические способы расчета несущей способности и устойчивости оснований и фундаментов. Расчет несущей способности основания в соответствии с рекомендациями СП 22.13330.2016. Расчет фундаментов на плоский сдвиг по подошве. Понятие о коэффициенте устойчивости: нормативное и расчетное значения. Расчет устойчивости фундаментов методом круглоцилиндрических поверхностей сколь-

жения. Проверка фундаментов и сооружений на опрокидывание.

6. Устойчивость откосов и склонов

6.1. Общие положения. Причины и формы потери устойчивости откосов и склонов. Характеристика и область применения строгих и приближенных методов расчета устойчивости.

6.2. Простейшие задачи. Устойчивость откоса в идеально сыпучих грунтах. Понятие об угле естественного откоса. Влияние на устойчивость фильтрационных сил. Устойчивость вертикального откоса в идеально связных грунтах и грунтах, обладающих трением и сцеплением. Проектирование откосов с заданным нормативным коэффициентом устойчивости.

6.2. Строгие решения теории предельного напряженного состояния. Расчет предельного давления на горизонтальную поверхность, ограничивающую откос. Определение формы равноустойчивого откоса. Проектирование откосов с заданным нормативным коэффициентом устойчивости.

6.3. Инженерные методы расчета устойчивости откосов и склонов. Расчет устойчивости в предположении плоской поверхности скольжения. Метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения. Расчетная схематизация, основные зависимости, техника расчета.

6.4. Мероприятия по повышению устойчивости откосов и склонов.

7. Давление грунтов на ограждающие конструкции

7.1. Общие положения. Конструктивные типы подпорных стенок. Понятие о жестких (массивных) и гибких подпорных стенках.

7.2. Особенности взаимодействия подпорных стенок с массивом грунта. Активное и пассивное давление. Давление грунта в состоянии покоя. Влияние характера и величины смещений подпорных стенок, их жесткости на распределение давления грунта.

7.3. Аналитические методы определения активного давления грунта на вертикальную гладкую стенку. Давление сыпучих и связных грунтов.

7.4. Аналитическое определение пассивного давления в предположении плоской поверхности скольжения.

7.5. Определение активного и пассивного давления на ограждающие конструкции методами теории предельного напряженного состояния.

7.6. Расчет устойчивости массивных подпорных стенок на сдвиг и опрокидывание.

8. Деформации оснований и расчет осадок сооружений

8.1. Значение вопроса. Основные положения. Этапы строительства и эксплуатации сооружений, изменение нагрузок и деформаций основания. Виды деформаций оснований и сооружений. Понятие о стабилизированных и нестабилизированных деформациях.

8.2. Теоретические основы расчета стабилизированных деформаций оснований. Постановка задачи. Осадки линейно-деформируемого полупространства и слоя грунта ограниченной мощности.

8.3. Основные предпосылки приближенных методов определения осадок. Понятие о глубине сжимаемой толщи. Идея метода послойного (элементарного) суммирования. Допущения, принимаемые в расчетах. Сжатие элементарного слоя грунта без учета и с учетом возможности бокового расширения. Определение глубины сжимаемой толщи.

8.4. Практические методы расчета стабилизированных деформаций оснований. Расчет осадки методом послойного суммирования. Учет влияния соседних фундаментов и загруженных площадей. Расчет осадки однородных и неоднородных оснований методом эквивалентного слоя (расчетные зависимости, техника расчета). Определение неравномерных осадок, кренов и горизонтальных смещений сооружений.

8.5. Практические методы расчета осадок оснований во времени. Основные предпосылки теории фильтрационной консолидации.

8.6. Особые случаи расчета осадок оснований. Сопоставление расчетных осадок и результатов натурных наблюдений. Учет разуплотнения фундаментов при разработке котлованов. Расчет деформаций за пределом линейной зависимости между давлениями и осадками.

РАЗДЕЛ «ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ»

9. Общие положения по проектированию оснований и фундаментов

9.1. Основные понятия и определения. Классификация оснований и фундаментов. Вариантность в выборе типа оснований (естественные, искусственные) и вида фундаментов. Технико-экономические факторы, определяющие выбор типа оснований, вида и глубины заложения фундаментов.

9.2. Исходные данные для проектирования оснований и фундаментов. Характе-

ристика строящихся сооружений. Нагрузки и воздействия. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия строительной площадки. Природно-климатические условия региона.

9.3. Основные положения проектирования оснований и фундаментов по предельным состояниям. Виды предельных состояний.

9.4. Первая группа предельных состояний. Предельная несущая способность оснований при вертикальной и других видах нагрузок.

9.5. Вторая группа предельных состояний. Виды деформаций зданий и сооружений. Причины развития неравномерных осадок оснований. Предельные деформации для различных категорий зданий и сооружений.

10. Фундаменты, возводимые в открытых котлованах

10.1. Виды и конструкции фундаментов. Конструкции ленточных фундаментов. Конструкции фундаментов под железобетонные и металлические колонны гражданских и промышленных зданий. Сопряжение фундаментов и надфундаментных конструкций. Фундаментные балки, стеновые блоки и цокольные панели ограждающих конструкций подвалов.

10.2. Назначение глубины заложения фундаментов с учетом инженерно-геологических и климатических условий, конструктивных характеристик сооружений и эксплуатационных требований. Особенности строительства вблизи существующих зданий и сооружений. Выбор типа, конструкции и материала фундаментов.

10.3. Определение предварительных размеров подошвы жестких, фундаментов при действии центральной и внецентренно приложенной вертикальной нагрузки. Конструктивные мероприятия по уменьшению неравномерных осадок сооружений. Конструирование фундаментов. Расчет ограждений подвальных помещений зданий на боковое давление грунта.

10.4. Основные положения проектирования гибких фундаментов. Конструктивные решения. Теоретические предпосылки расчета гибких фундаментов как конструкций на сжимаемом основании.

11. Свайные фундаменты

11.1. Область применения свайных фундаментов.

11.2. Классификация свай по способам изготовления, форме поперечного и продольного сечений, материалу, условиям передачи нагрузки на грунты.

11.3. Забивные сваи. Конструктивные решения. Способы погружения забивных свай: забивка, вибропогружение, вдавливание, ввинчивание. Взаимодействие свай с грунтом в процессе погружения. Понятия: отказ, ложный и истинный отказы. Подбор оборудования для погружения свай. Определение расчетного отказа.

11.4. Сваи, изготавливаемые в грунте (набивные). Типы набивных свай по способу изготовления: сваи без оболочек, с извлекаемой оболочкой, с неизвлекаемой оболочкой. Технология устройства скважин и изготовления свай.

11.5. Особенности взаимодействия с грунтом свай-стоеч и висячих свай.

11.6. Определение несущей способности свай-стоеч при действии вертикальной нагрузки по прочности материала и прочности грунта.

11.7. Методы определения несущей способности висячих свай при действии вертикальной сжимающей нагрузки по прочности грунта. Определение несущей способности свай по результатам полевых исследований: динамический метод; испытание свай вертикальной статической нагрузкой; использование результатов статического зондирования грунтов и испытаний эталонных свай. Учет отрицательного трения по боковой поверхности свай. Определение несущей способности свай при действии выдергивающих нагрузок.

11.8. Определение несущей способности свай при действии горизонтальной нагрузки.

11.9. Классификация свайных фундаментов по характеру расположения свай: одиночные сваи, ленточные свайные фундаменты, кусты свай, свайные поля. Типы и реконструкции ростверков.

11.10. Расчет свайных фундаментов с низким ростверком при действии центральных и внецентренных нагрузок по предельным состояниям. Определение числа свай и размещение их в плане. Назначение типа и глубины заложения подошвы ростверка. Проверка напряжений в уровне нижних концов свай и расчет свайных фундаментов по второй группе предельных состояний. Определение размеров и конструктирование ростверков.

11.11. Основы расчета свайных фундаментов с низким и высоким ростверком на действие горизонтальной нагрузки.

12. Фундаменты глубокого заложения

12.1. Виды фундаментов глубокого заложения.

12.2. Сваи-оболочки, тонкостенные железобетонные оболочки, буровые опоры,

металлические сваи-опоры под сооружения на шельфе. Условия применения, конструкции, технологии устройства. Определение несущей способности из условий прочности материала и грунтов основания. Конструирование фундаментов. Сопряжение с надфундаментными конструкциями.

12.3. Устройство фундаментов глубокого заложения методом опускного колодца. Конструктивные решения.

12.4. Основы кессонного метода устройства глубоких фундаментов. Конструкция кессонов, методы опускания, применяемое оборудование. Производство кессонных работ. Основы расчета. Техника безопасности при производстве кессонных работ.

13. Методы преобразования строительных свойств оснований

13.1. Конструктивные методы улучшения условий работы грунтов. Грунтовые подушки: область применения, технология устройства, расчет. Шпунтовые ограждения. Армирование грунтов. Боковые пригрузки.

13.2. Классификация методов уплотнения естественных и искусственных оснований.

13.3. Поверхностное уплотнение грунтов катками, виброкатками, виброплитами, трамбующими машинами, тяжелыми трамбовками, подводными взрывами. Вытрамбовывание котлованов.

13.4. Глубинное уплотнение грунтов песчаными, грунтовыми и известковыми сваями. Глубинное виброуплотнение. Уплотнение замачиванием, взрывами в скважинах, с использованием водопонижения.

13.5. Закрепление грунтов. Инъекционное закрепление грунтов способами цементации, силикатизации, смолизации. Глинизация и битумизация. Закрепление грунтов известковыми и цементно-грунтовыми сваями.

14. Проектирование котлованов. Защита подвальных помещений и фундаментов от подземных вод и сырости

14.1. Определение размеров котлованов с учетом плановых размеров фундаментов, способа производства работ (в том числе водопонижения), пространства при необходимости крепления откосов котлованов.

14.2. Обеспечение устойчивости откосов котлованов. Определение необходимости крепления откосов в зависимости от инженерно-геологических, гидрогеоло-

гических условий, глубины котлованов, прилегающей застройки, технологических условий. Определение максимальной крутизны естественных откосов, возможности устройства котлованов с вертикальными стенками. Основы расчета шпунтовых стенок. Устройство ограждений котлованов способом «стена в грунте», в виде разреженного ряда свай.

14.3. Защита котлованов от затопления. Поверхностный отвод воды от котлованов. Открытый водоотлив из котлованов и глубинное водопонижение. Основы расчета водопонижающих систем. Устройство противофильтрационных завес замораживанием и битумизацией грунтов.

14.4. Разбивка осей котлованов и привязка осей фундаментов. Подготовка оснований к заложению фундаментов. Мероприятия по предотвращению нарушения естественной структуры грунтов основания вследствие промерзания, размокания, перемятия, усадки и т.д.

14.5. Защита подвальных помещений, фундаментов и надфундаментных строений от подземных вод и сырости. Горизонтальная гидроизоляция. Обмазочная гидроизоляция стен подвалов и фундаментных конструкций.

15. Строительство в сложных грунтовых условиях.

Учет динамических воздействий на фундаменты

15.1. Основные принципы проектирования, расчета, строительства оснований и фундаментов в районах залегания просадочных грунтов.

15.2. Основные принципы проектирования, расчета, строительства оснований и фундаментов в районах распространения вечномерзлых грунтов.

15.3. Основные принципы проектирования, расчета, строительства оснований и фундаментов на слабых водонасыщенных глинистых и заторфованных грунтах.

15.4. Основные принципы проектирования, расчета, строительства оснований и фундаментов на насыпных грунтах.

15.5. Особенности проектирования, расчета и строительства оснований и фундаментов в сейсмических районах.

16. Реконструкция фундаментов и усиление оснований.

Строительство в стесненных условиях

16.1. Особенности строительных работ в условиях реконструкции и стесненной застройки. Причины, вызывающие необходимость реконструкции фундаментов и

усиления оснований (изменение конструктивной схемы зданий, увеличение нагрузок на фундаменты, износ фундаментов, изменение свойств грунтов оснований и гидрогеологических условий, развитие недопустимых деформаций сооружений, проведение строительных работ вблизи существующих зданий и т.д.).

16.2. Обследование оснований и фундаментов, состояния строительных конструкций. Особенности инженерно-геологических изысканий при реконструкции объектов.

16.3. Расчет оснований и фундаментов при реконструкции зданий и сооружений. Особенности определения расчетного сопротивления грунтов и расчета осадок оснований реконструируемых объектов.

16.4. Методы усиления оснований и фундаментов. Увеличение прочности фундаментов инъектированием цементного раствора; устройством железобетонных обойм и т.д. Уширение фундаментов, устройство промежуточных опор, подводка свай. Укрепление оснований с использованием инъекционных методов, гидроструйной, термической технологий.

16.5. Устройство фундаментов под конструкции и оборудование внутри действующих предприятий и вблизи существующих зданий. Деформации зданий при проведении рядом с ними строительных работ, передаче на основание дополнительных нагрузок. Определение предельно допустимых дополнительных деформаций. Конструктивные решения (укрепление грунтов, шпунтовые ограждения, консольные фундаменты и т.д.).

16.6. Техника безопасности и природоохранные мероприятия при реконструкции фундаментов и усилив оснований.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса . 2 издание дополненное и переработанное. / Г.Г. Болдырев. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 811 с.
2. Тер-Мартиросян З.Г. Механика грунтов Изд. АСВ 2009, 552 с.
3. Мангушев Р.А., Карлов В.Д., Сахаров И.И. Механика грунтов. АСВ М., 2009г. – 264 с.
4. Малышев М.В., Болдырев Г.Г. Механика грунтов, основания и фундаменты. АСВ М., 2009г. – 319 с.
5. Дмитриев В.В., Ярг Л.А. Методы и качество лабораторного изучения грунтов/Учебное пособие. – М.: КДУ, 2008. – 542 с.

6. Мангушев Р.А., Сахаров И.И. Основания и фундаменты. АСВ М., 2019 г. – 468 с.
7. Тетиор А.Н. Фундаменты: Учебное пособие для студентов учреждений высшего проф. образования/ А.Н. Тетиор. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.
8. Цытович Н.А. и др. Основания и фундаменты, М., В.Ш., 1970.
9. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов, М., Стройиздат, 1978.
10. Малышев М.А., Фурсов В.В., Балюра М.В., Рождественская Л.А. Основания и фундаменты зданий в условиях глубокого сезонного промерзания грунтов - Томск: Изд-во ТГУ, 1992.
11. СП.45. 13330.2017 Земляные сооружения основания и фундаменты (актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения основания и фундаменты) .- 211с.
12. СП 22.13330.16 Основания зданий и сооружений (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений).- 220 с.
13. СП 24.13330.2021 Свайные фундаменты (актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты).- 113 с.