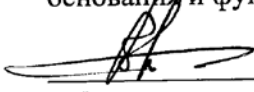


Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

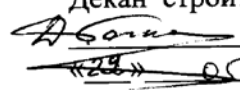
Строительный факультет

Кафедра «Строительные конструкции, основания и фундаменты»

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
«Строительные конструкции,
основания и фундаменты»


В.В. Талецкий
« 17 » 01 2017 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан строительного факультета

 Д.И. Бочкарев
« 22 » 05 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**«ГЕОЛОГИЯ, МЕХАНИКА ГРУНТОВ,
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ»**

для специальности

1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

Составитель:

Беспалова Марина Вячеславовна, старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

Рассмотрено и утверждено
на заседании кафедры «17» января 2017 г.
протокол № 1

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета
строительного факультета «22» 05 2017 г.
протокол № 4

2 СПИСОК РЕЦЕНЗЕНТОВ

Г.А. Литвин – ведущий геолог ОАО «Гомельгеосервис»

Е.Ю. Трацевская – доцент кафедры «Геология и география» учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» канд. геол.-минер. наук

ОГЛАВЛЕНИЕ

Пояснительная записка.....	4
1 Теоретический раздел.....	7
1.1 Краткое изложение тем.....	8
1.2 Перечень презентаций (раздел «Геология»).....	111
1.3 Основная и дополнительная литература.....	113
1.4 Учебно-методическая литература.....	114
2 Практический раздел.....	115
2.1 Содержание лабораторных работ.....	116
2.2 Примеры оформления графической части лабораторных работ.....	119
2.3 План практических занятий.....	122
2.4 Задания на РГР.....	125
2.5 Пример выполнения расчетно-графической работы.....	129
3 Раздел контроля знаний.....	137
3.1 Перечень вопросов к экзамену.....	138
3.2 Перечень вопросов для промежуточного контроля знаний по темам.....	143
3.3 Критерии оценки уровня знаний студентов.....	157
4 Вспомогательный раздел.....	163
4.1 Учебная программа по дисциплине.....	

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Краткая характеристика. Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине (далее УМКД) – совокупность нормативно-методических документов и учебно-программных материалов, обеспечивающих реализацию дисциплины в образовательном процессе и способствующих эффективному освоению студентами учебного материала, а также учебные задания для тренинга, средства контроля знаний и умений обучающихся.

Любое здание или сооружение строится на грунтовом основании, возводится из грунта как строительного материала или располагается в толще грунта. Если конструкционные материалы в конце процесса их создания обладают заданными прочностными и деформационными свойствами, то грунты основания на каждой строительной площадке состоят из разных сочетаний слоев со своими отличными характеристиками и историей формирования. В связи с вышеизложенным, возведение зданий и сооружений невозможно без знания основ инженерной геологии, истории формирования грунтовой толщи, а также взаимного влияния основания и фундамента, на котором возведено здание. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты» способствует эффективному освоению знаний о Земле, основанных на базе современных достижений геологической науки. Использование в учебном процессе учебно-методического комплекса по дисциплине нацелено на формирование у студентов научного подхода к изучению [окружающего мира](#).

УМКД представляет собой совокупность учебно-методических материалов, необходимых и достаточных для организации учебного процесса по дисциплине «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты». УМКД определяет содержание, порядок и методы изучения учебной дисциплины, входящей в учебный план образовательной программы.

Требования, которые учитывались при разработке УМКД

Цель дисциплины – дать студентам знания об инженерно-геологических условиях территории, подземных водах и их связи с горными породами, а также представления о рациональном использовании и охране геологической среды. Научить студентов определять физико-механические характеристики грунтов, классифицировать их по нормативным документам. Обучить студентов применению практических методов расчета, привить навыки практических расчетов оснований и фундаментов по группам предельных состояний в соответствии с нормативными документами и пособиями к ним, действующим в Республики Беларусь.

Задачи дисциплины:

- изложить основные научные направления инженерной геологии как науки о геологической среде, ее свойствах, динамике, рациональном использовании и охране в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека;
- научить принимать инженерные решения в случае заболачивания территорий, для рационального использования водных ресурсов, а также осу-

ществлять меры борьбы с негативными свойствами подземных вод (коррозия, агрессивность и т. д.);

- дать представление о мониторинге и на основе контроля и системы наблюдений научить составлять надежные прогнозы взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой;

- научить быстро и качественно определять основные физико-механические и прочностные характеристики грунтов основания;

- научить правильно оценивать несущую способность грунта основания существующего или реконструируемого сооружения;

- научить правильно определить или проверить размеры фундамента сооружения;

- научить прогнозировать поведение основания сооружения после возведения или при изменении характеристик свойств грунтов основания в процессе эксплуатации.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- основные классы минералов и горных пород, содержание методы построения инженерно-геологических и гидрогеологических разрезов и карт, водно-физические свойства грунтов и методы их определения, грунтовые и артезианские воды;

- основные геодинамические процессы: карстовые, суффозионные, геотермические, эрозионные, оползневые и методы борьбы с ними;

- основы динамики подземных вод;

- назначение и состав инженерно-геологических и геоэкологических изысканий в различных по сложности инженерно-геологических условиях;

- физико-механические свойства грунтов и способы их определения; методы и технические средства экспериментального исследования и математического описания поведения оснований и грунтовых массивов под нагрузкой;

- закономерности механики грунтов, иметь четкое представление о путях совершенствования методов инженерно-строительные изысканий, исследований свойств грунтов, проектирования и способов возведения фундаментов;

- основную нормативно-техническую документацию и справочную литературу по проектированию сооружений гидротехнического назначения;

- методы обеспечения надежной и безопасной эксплуатации сооружений водохозяйственного назначения, а также способы их ремонта, восстановления, усиления;

уметь:

- определять основные классы породобразующих минералов и горных пород, строить геологические колонки, инженерно-геологические разрезы и карты, определять и рассчитать напорный градиент и расход подземного потока;

- применять геологическую и гидрогеологическую документацию при оценке геоэкологических условий строительства и добыче нерудных строительных материалов;

- составлять краткое описание инженерно-геологических условий объекта строительства и определять содержание и объемы инженерно-геологических изысканий.

- оценить инженерно-геологические условия строительной площадки, строительные свойства региональных видов грунтов;

- выбрать рациональный тип фундамента, запроектировать их;

- разработать методы возведения фундаментов и подземных сооружений и реализовать их на практике;

- пользоваться нормативной, справочной и специальной литературой.

При создании УМК по дисциплине «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты» использовались следующие нормативные документы:

- Положение об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденным постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26.07.2011 № 167;

- Положение об учебно-методическом комплексе специальности (направлению специальности) и дисциплины на уровне высшего образования учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» от 24.10.2013 № П-49-2013;

- Образовательный стандарт ОСВО 1-70 04 03-2013 по специальности «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»;

- учебная программа по дисциплине «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты» от 07.07.2014 № УД-24.46/р.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ТЕМ

Тема 1. Общие сведения

Курс состоит из трех частей. В первой части рассматриваются элементы общей геологии и инженерное грунтоведение. Во второй части «Механика грунтов» рассматриваются вопросы распределения напряжений в грунтах, деформации и условия устойчивости массивов грунтов, а в третьей – «Основания и фундаменты», вопросы проектирования и устройства фундаментов в различных грунтовых условиях.

Надежность зданий и сооружений зависит от многих факторов, но наиболее важным из них является работа основания и фундамента. Для обеспечения надежности основания и фундамента сооружения требуются весьма существенные затраты. Так, они могут составлять 20 % стоимости сооружений, а при строительстве плотин, шлюзов, мостовых устоев, башен, подпорных стен, резервуаров стоимость устройства основания и фундамента достигает 40...60 %.

Правильность проектирования и устройства основания и фундамента в значительной степени зависит от умения оценивать свойства грунтов в основаниях и их совместную работу с фундаментами и надземными конструкциями, от рациональности выбранных типов оснований и фундаментов и размеров последних, от качества выполнения этих работ.

В практике строительства известно много примеров опасной недооценки значимости знаний об основаниях и фундаментах различных сооружений.

Дисциплина "Геология, механика грунтов, основания и фундаменты" содержит важную информацию, необходимую в строительстве. В то же время известные литературные издания отличаются значительной объемностью и сложностью изложения материала. Последнее существенно затрудняет изучение сущности основных явлений и свойств грунтов, а также овладение принципами проектирования фундаментов. Это затруднение еще более усугубляется при самостоятельном изучении дисциплины.

Распределение учебных часов по видам занятий: лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 8 часов, практические занятия – 6 часов, самостоятельная работа – 22 часа.

Грунтоведение – это наука о грунтах.

Грунтоведение делится на три раздела, которые имеют самостоятельное научное значение и преподаются как отдельные дисциплины: **общее грунтоведение** (изучает состав, структуру, текстуру и свойства наиболее распространенных и типичных горных пород и почв применительно к запросам инженерного строительства), **учение о технической мелиорации грунтов** (занимается теоретической и экспериментальной разработкой методов искусственного улучшения свойств грунтов) и **региональное грунтоведение** (изучает основные инженерно-геологические особенности и закономерности пространственного размещения отдельных горных пород и почв).

Механика грунтов является комплексной дисциплиной, изучающей как особенности поведения грунтов под нагрузкой, так и способы передачи нагрузок от сооружений на основание.

Грунт – горная порода, почва или искусственное образование (твердые отходы производства и бытовые), представляющие собой многокомпонентные си-

стемы, изменяющиеся во времени, используемые как основание, среда или материал при строительстве.

Грунтовое основание воспринимающее нагрузку, является обязательным элементом каждого инженерного сооружения. Грунт в основании промышленных и гражданских зданий работает в более постоянных условиях водного и температурного режимов по сравнению со сложной работой грунта в земляном полотне железных и автомобильных дорог.

Задачи грунтоведения: 1) изучение состава и строения грунтов; 2) изучение свойств грунтов в зависимости от их состава и структурно-текстурных особенностей; 3) характеристика основных типов грунтов.

Горная порода – это плотные или рыхлые агрегаты, слагающие земную кору и состоящие из однородных или различных минералов, а также обломков других пород, образующиеся в результате геологических процессов внутри земной коры или на ее поверхности.

Наука, изучающая горные породы (их происхождение, вещественный состав, структуру и текстуру и условия залегания), называется **петрографией** (петра - гр - скала, утес, камень).

Минерал – природное тело, однородное по химическому составу и физическим свойствам, образующиеся в результате физико-химических процессов в глубинах и на поверхности Земли.

Наука о минералах, их составе, строении, свойствах, условиях образования и изменения, называется **минералогия**. (“*minera*” – лат. – руда, рудник, рудная жила)

Основанием – называют толщу грунтов, непосредственно воспринимающих нагрузку от сооружения. Основание является естественным, если грунты, слагающие его, не нарушены и искусственным, если свойства грунтов искусственно улучшаются, например, путем упрочения или замены.

Фундаментом – является нижняя часть сооружения, предназначенная для передачи нагрузки от сооружения основанию. Фундамент должен рассматриваться в сочетании с основанием и с вышележащими конструкциями сооружения.

Нижняя опорная поверхность фундамента называется **подошвой**. Расстояния ее от поверхности земли определяют глубину заложения фундамента. Верхняя граница фундамента называется **обрезом фундамента**. Фундамент оказывает наиболее существенное влияние в пределах определенной зоны основания, называемой **активной зоной**.

Осадка фундамента – понижение отметки фундамента в результате проявления различных свойств основания: сжимаемости грунта, его усадки, проявления просадочности и др.

Выпор – перемещение грунта из-под подошвы фундамента к открытой поверхности грунта в результате разрушения основания. Происходит в случаях превышения допустимых нагрузок на грунт.

Устойчивость фундамента – способность фундамента сохранять свое пространственное положение при воздействии на него нагрузок. Устойчивость фундамента может потеряться из-за разрушения грунта под подошвой фундамента, при этом фундамент может сдвинуться, получить крен, опрокинуться.

Устойчивость основания – способность грунта сохранить свою пространственную структуру при нагружении. Устойчивые основания имеют большую *прочность* – способность противостоять нагрузкам не разрушаясь.

Тема 2. Основные сведения о Земле, минералах, магматических, осадочных и метаморфических горных породах

Форма Земли близка к шару, сплюснутому у полюсов (к этому выводу пришли французские ученые 17 века). Такую форму называют сфероидом. В связи с тем, что земная поверхность усложнена глубокими океаническими впадинами и высокими горными системами, эту истинную, присущую только Земле форму, назвали **геоидом**. Таким образом, **геоид** («землеподобный») - воображаемая уровенная поверхность, совпадающая с уровнем воды в Мировом океане, и характеризующаяся тем, что направление силы тяжести к ней всюду перпендикулярно.

Средняя плотность Земли $5,52 \text{ г/см}^3$. Плотность земной коры, слагающей верхние части нашей планеты, не превышает $2,7 \text{ г/см}^3$.

Теплота Земли обуславливается двумя источниками тепловой энергии: внешним – солнечной радиацией и внутренним – представляющим собой энергию, освобождаемую в результате радиоактивного и химического распада веществ в недрах планеты и других процессов.

Магнитность – Земля представляет собой могучий магнит с хорошо выраженной магнитной осью и двумя полюсами — южным и северным.

Оболочки Земли. Земля сложена из концентрических оболочек – геосфер, как бы вложенных друг в друга.

Первой наружной геосферой является **атмосфера** – воздушная оболочка Земли. Атмосфера состоит из нескольких оболочек.

<i>Название слоя</i>	<i>Краткая характеристика</i>
Тропосфера	Образование облаков, циклонов, антициклонов. С высотой температура понижается
Стратосфера	Большое содержание озона (макс. кол-во на высоте 20-25 км). Температура повышается до 10°C
Мезосфера	Температура понижается, характерен лучистый теплообмен
Термосфера	характерна ионизация воздуха под действием солнечной радиации
Экзосфера	Состав – атомы водорода, гелия и кислорода

Переходные слои между основными слоями называются соответственно **тропопауза, стратопоауза, мезопоауза**.

Выделяют четыре наружные геосферы – атмосферу, гидросферу, земная кора, биосферу – и 2 внутренние – мантия и ядро.

Атмосфера – это воздушная оболочка, окружающая Землю и вращающаяся вместе с ней вокруг оси (мощность - $\approx 20000 \text{ км}$).

Состав атмосферы (у поверхности Земли, в % по объему):

азот - 78,08%

инертные газы – 0,94

кислород – 20,95

углекислый газ - 0,03

Гидросфера – водная прерывистая оболочка земного шара, представляющая собой совокупность океанов, морей, ледяных покровов, озер и рек.

Земная кора – внешняя слоистая оболочка Земли.

Мощность земной коры в высокогорных районах – 60-70 км, на равнинах – 30-35 км, под дном океана – 5-6 км.

Типы и строение земной коры



Земная кора	Слои	Плотность	Мощность слоя
	осадочные породы	2,4-2,5 г/см ³	5 м ÷ 30 км
	гранитно-метаморфические	2,7-2,8 г/см ³	10 ÷ 40 км
	базальтовые	2,9-3,0 г/см ³	–

Биосфера. Особая сфера Земли, населенная организмами; охватывает часть воздушной оболочки, гидросферу и поверхностные слои земной коры на глубину до 3 км.

Кроме перечисленных оболочек выделяют:

Литосфера – твердая оболочка Земли, включающая земную кору и верхнюю часть мантии (до глубины 50-100 км)

Астеносфера – слой повышенной пластичности вещества (близкий к точке плавления), который расположен внутри мантии на глубине от 100-250 до 400 км под континентами и на глубине от 50-100 до 400 км под океанами.

Характеристика внутренних слоев

Наименование слоя		Состояние	Плотность
Ядро	Внутреннее	Твердое	12,5-13,0 г/см ³
	Внешнее	Жидкое	верхняя граница 9,7-10,0 г/см ³ нижняя граница 11,0-11,5 г/см ³
Мантия	Нижняя	Твердое	5,5-5,7 г/см ³ Нижняя граница слоя
	Средняя	Твердое	
	Верхняя	Жидкое	3,3-3,4 г/см ³ Верхняя граница слоя

Минерал – природное тело, однородное по химическому составу и физическим свойствам, образующиеся в результате физико-химических процессов в глубинах и на поверхности Земли.

Наука о минералах, их составе, строении, свойствах, условиях образования и изменения, называется **минералогия**. (“*minera*” – лат. – руда, рудник, рудная жила)

Основными физическими свойствами минералов являются: цвет, цвет черты (цвет минерала в порошке), блеск, твердость, плотность, спайность, излом и некоторые другие.

Ряду минералов присущи особые, только им характерные свойства: магнитность, реакция с соляной кислотой, вкус, запах и др.

Для того чтобы распознать минералы по внешним признакам и определить приблизительно их состав, надо знать *физические свойства* каждого минерала.

Цвет. Практически цвет минерала определяют на глаз, давая общепризнанные названия окраски или сравнивая с хорошо знакомыми предметами (соломенно-желтый, кирпично-красный).

Цвет черты (цвет минерала в порошке). Многие минералы в растертом состоянии имеют другой цвет, чем в монолите. Порошок можно получить, проводя образцом минерала черту на белой шероховатой фарфоровой пластинке, при условии, что твердость его меньше твердости фарфора (если твердость минерала выше твердости фарфора, то минерал образует на фарфоре царапину). Например, гематит, лимонит и магнетит в монолитах часто имеют одинаковый цвет, а цвет черты – красновато-бурый, желтовато-коричневый и черный соответственно.

Блеск является результатом отражения света от поверхности минерала. Различают минералы с металлическим и неметаллическим блеском. Иногда выделяют еще металловидный блеск.

Металлический блеск, напоминающий блеск поверхности металла, имеют минералы, дающие в большинстве случаев черную черту (самородные металлы – золото, серебро, платина; сульфиды – пирит, галенит, сфалерит).

Металловидный (или полуметаллический) блеск характерен для минералов, поверхность которых имеет вид потускневшего металла (графит, гематит).

Неметаллический блеск свойствен подавляющей части всех известных минералов. Среди неметаллических блесков обычно различают: а) стеклянный (кварц, кальцит, гипс); б) жирный – как бы смазанный маслом (нефелин); в) перламутровый (слюда, тальк); г) шелковистый – при тонковолокнистом строении (асбест, тремолит); д) алмазный (галенит, сфалерит); е) матовый – практически не блестит, часто с пористой, неровной поверхностью (каолинит);

Прозрачность – способность минерала пропускать свет. По прозрачности минералы подразделяют: а) на прозрачный (горный хрусталь, топаз); б) полупрозрачный (халцедон, опал); в) просвечивающий – пропускающий свет лишь в очень тонких пластинах (полевые шпаты, нефрит); г) непрозрачный (пирит, магнетит).

Излом – вид поверхности, образующейся при раскалывании минерала. Излом может быть: а) *раковистый* – имеющий вид вогнутой и концентрически-волнистой поверхности, напоминающий поверхность раковин (кварц); б) *занозистый* – с поверхностью, покрытой ориентированными в одном направлении «занозами» (гипс,

роговая обманка); в) *неровный* (нефелин, берилл); г) *землистый* – с матовой шероховатой поверхностью (каолинит, лимонит); д) *зернистый* – встречающийся часто у минеральных агрегатов.

Спайность – способность минералов раскалываться по блестящим параллельным плоскостям по определенным кристаллографическим направлениям. Не следует путать плоскости спайности с природными гранями кристаллов. Виды спайности: а) *весьма совершенная* – минерал очень легко (ногтем) расщепляется на отдельные тончайшие пластинки, образуя зеркально-блестящие плоскости спайности (слюда, гипс); б) *совершенная* – минерал раскалывается при слабом ударе молотком на гладкие параллельные пластинки, кубы или другие формы (галит, кальцит, полевой шпат); в) *средняя* – образует по плоскости спайности при расколе *неровный* угол (апатит); г) *несовершенная* – обнаруживается с трудом, при расколе образуется поверхность с неправильным изломом (оливин); д) *весьма несовершенная* – не обладает спайностью (кварц, золото).

Твердость – степень сопротивляемости минерала внешним механическим воздействиям (царапанию, резанию). Для определения твердости принята шкала Мооса, в которой используются минералы с известной и постоянной твердостью.

Плотность минералов колеблется в широких пределах: от значений примерно равных единице до $23,0 \text{ г/см}^3$. Плотность зависит от химического состава и структуры минералов. Подавляющая масса минералов имеет плотность от $2,5$ до $3,5 \text{ г/см}^3$.

Минералы классифицируются по хим.составу на 8 классов:

I Самородные элементы. Они составляют менее 0,1 % массы земной коры. В целом самородные элементы делятся на металлы: серебро, золото, медь, платиноиды, иридий, осмий, рублидий, палладий; и неметаллы: сера, графит, алмаз, висмут.

II Сульфиды (соли сероводородной кислоты) – основной представитель пирит, имеет большую плотность $5,2 \text{ г/см}^3$, является вредной примесью к строительным материалам. Так, если он входит в состав мрамора, то при выветривании на поверхности последнего образуются бурые пятна, которые быстро выкрашиваются. Пирит – основное сырье для производства серной кислоты.

III Оксиды, гидроксиды: самый распространенный – кварц, другие представители – опал, халцедон, лимонит, корунд (разноводности: красный – рубин, синий – сапфир, темный – наждак).

IV Силикаты - наиболее распространенный класс, по весу составляет около 75 % земной коры. Представители – оловин, пироксен, тальк, слюда, полевые шпаты, топаз.

V Фосфаты – соли фосфорной кислоты. Представители – апатит, широко распространенный минерал, встречается в большинстве типов горных пород.

VI Сульфаты – соли серной кислоты. Представители – гипс, ангидрит, барит.

VII Карбонаты – соли угольной кислоты. Представители – кальцит, магнезит, доломит, малахит.

VIII Галоиды – соли соляной, фтористоводородной, бромистоводородной и др. кислот. По окраске эти минералы светлые, многие из них растворяются в воде. Представители – галит или поваренная соль, сильвин.

Наука, изучающая горные породы (их происхождение, вещественный состав, структуру и текстуру и условия залегания), именуется петрографией (петра - гр - скала, утес, камень). Горная порода – это плотные или рыхлые агрегаты, слагающие земную кору и состоящие из однородных или различных минералов, а также обломков других пород. Образуются в результате геологических процессов внутри земной коры или на ее поверхности.

В составе горной породы различают главные породообразующие минералы (в сумме составляющие 95 % объема породы) и второстепенные, слагающие менее 5 % горной породы.

Внутреннее строение горных пород характеризуется структурой и текстурой.

Структура – особенность внутреннего строения горных пород, связанная со степенью ее кристалличности, размерами минеральных зерен, слагающих породу, их формой.

Текстура – особенность внешнего строения горных пород, размещения минеральных зерен, их ориентировкой и окраской.

По своему происхождению горные породы делятся на три генетические группы: магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические – горные породы, образовавшиеся в результате остывания огненно-жидкого силикатного расплава – магмы в недрах Земли и на ее поверхности.

Классифицируются:

А) в зависимости от условий образования на:

- глубинные (интрузивные) – гранит, габбро
- излившиеся (эффузивные) – пемза, базальт

Б) содержания двуоксида кремния SiO_2 или химсостава

1. содержание двуоксида кремния менее 42 % – ультраосновная (дунит, кимберлит)
2. $42 \% < \text{SiO}_2 < 52 \%$ – основная (габбро, базальт)
3. $52 \% < \text{SiO}_2 < 65 \%$ – средняя (сиенит, андезит)
4. более 65 % кислая (гранит, пемза)

Формы залегания магматической горных пород по способу их образования разделяют на *интрузивные* (батолиты, лакколлиты, лополиты, штоки, жилы) и *эффузивные* (купола, потоки, покровы).

1. **Батолиты** – крупное секущее интрузивное тело овальной или округлой формы размером от сотен до тысяч квадратных км.

2. **Лакколлиты** – грибообразное интрузивное тело, образующееся в результате внедрения магмы между слоями вмещающих пород, при котором вышележащие слои приподнимаются.

3. **Лополиты** – крупное линзовидное интрузивное тело, вогнутое в центральной части наподобие блюдца или чаши.

4. **Штоки** – неправильное крутопадающее более или менее изометричное в плане интрузивное тело.

5. **Жилы** – плитообразное тело, образовавшееся в результате выполнения трещинной полости жильной породой или метасоматического замещения горных пород вдоль трещин минеральными веществами.

6. **Купола** – сводообразное залегание магматических горных пород, которые образовались в результате периодической деятельности вулканов и имеют характер напластований.

7. **Потоки** – массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность земли. Длина потоков больше ширины.

8. **Покровы** – массивы эффузивных горных пород, которые образовались в результате излияния магмы на поверхность земли. Длина и ширины потоков соразмерны.

Осадочными считаются породы, возникшие в условиях поверхностной температуры и давления из продуктов разрушения любых пород, выпавших в осадок на поверхности Земли или на дне моря.

Подразделяются по происхождению на обломочные (песок, глина, конгломерат), органогенные (мел, известняк), хемогенные (ангидрит, гипс) и смешанные (мергель)

Обломочные породы – произошли в результате дробления более крупных массивов или цементации окатанных и неокатанные обломков

Обломочные породы классифицируются по: величине зерен (крупнообломочные, песчаные, глинистые, пылеватые); степени окатанности (форм зерен) (окатанные, неокатанные); степени сцементированности (сцементированные, несцементированные).

По величине зерен различают грубообломочную (псефитовую), песчаную (псаммитовую), пылеватую (алевритовую) и глинистую (пелитовую) структуры. Для пород смешанного состава, типа валунного суглинка (морены), выделяют смешанные структуры.

Химические породы (хемогенные) образуются как химические осадки (соли) в замкнутых бассейнах, мелководьях, морских заливах и соленых озерах (каменная соль, гипс, ангидрит, известняки)

Органические (органогенные) формируются в результате жизни и деятельности живых организмов (известняки, мел, опока, трепел).

Породы смешанного происхождения. Довольно широко распространены у поверхности земли. Образуется частично из органогенного или обломочного материала, а частично из органогенного или хемогенного материала. Наиболее распространенной породой является мергель. Он состоит из глины и углекислого кальция (до 20–80 % CaCO_3). При меньшем содержании кальция порода называется известковой или мергелистой глиной, а при большем – глинистым известняком. Мергель – основное сырье для изготовления порландцемента.

Метаморфические – породы, образующиеся в земной коре из осадочных и магматических пород под воздействием значительного давления, высоких температур и химически активных веществ (газов и растворов). Например, органогенный пористый известняк превращается в мрамор, рыхлый песок – кристаллический кварцит, глины – в сланцы.

Типы метаморфизма

1. Контактный (на контакте интрузии с боковыми породами)
2. Гидротермальный (при воздействии горячих вод на породы, слагающие стенки трещин, по которым вода перемещается)
3. Динамометаморфизм (в результате огромных давлений, возникающих на глубине)
4. Региональный (при участии всех этих факторов на огромных пространствах (на глубине 8 км))

Классифицируются по текстуре

1. Массивные (кварцит, мрамор);
2. Полосчатая (гнейсы, сланцы)

Тема 3. Основные сведения о геохронологии и стратиграфии

Наука, изучающая историю развития Земли, – *называется исторической геологией*.

Основная задача исторической геологии – восстановление последовательного хода развития земной коры и жизни на ней, и последовательности образования различных горных пород.

Основные методы определения относительного возраста пород

1. Стратиграфический метод
2. Палеонтологический метод

Стратиграфический метод: Осадочные горные породы, слагающие земную кору, расположены слоями один над другим; чем глубже залегает слой, тем он древнее.

Палеонтологический метод: Каждому пласту горной породы или их группе соответствуют определенные окаменелости.

Недостатки методов: невозможность определения возраста древнейших напластований и возраста магматических горных пород.

Абсолютный возраст горных пород определяется посредством изучения процессов радиоактивного распада некоторых элементов (уран, торий, калий, углерод).

Методы определения абсолютного возраста горных пород:

1. **Свинцовый** – Минерал уранит (закись урана) в процессе радиоактивного распада превращается в гелий и свинец; гелий в значительной мере улетучивается, а нерадиоактивный свинец накапливается. Скорость образования свинца из урана известна; произведя химический анализ уранита и установив в нем содержание урана и свинца, по соотношению количества совместно находящегося исходного урана и свинца определяют возраст вмещающей их пород.

2. **Аргоновый** – основан на том, что изотоп калия с атомным весом 40 в результате радиоактивного распада переходит в газ аргон с тем же атомным весом. Определяя содержание изотопа аргона и калия устанавливают возраст горной породы, включающей калиевые минералы.

3. **Углеродный метод** – в атмосфере имеются радиоактивные изотопы углерода, образующиеся под воздействием космических лучей. Растения в процессе своей жизнедеятельности поглощают из атмосферы вместе с углекислотой и радиоактивный углерод. По соотношению в ископаемых растительных остатках количества радиоактивного и неактивного углерода определяется время отмирания растений, а следовательно и возраст горной породы.

Геологическая история Земли разделяется на ряд отрезков времени, для каждого из которых характерно образование определенных комплексов пород. Это и позволило составить *геохронологическую и стратиграфическую шкалу*. Возраст земной коры (литосферы) определяется 3–4 млрд. лет. Земля же как планета имеет возраст порядка 5–7 млрд. лет. Данная шкала уточняется. Цифры абсолютного возраста помогают достовернее составлять геологические карты и более обоснованно устанавливать закономерности развития земной коры, что в свою очередь дает возможность точнее определять закономерности распространения полезных ископаемых.

Определение возраста горных пород при инженерно-геологических исследованиях имеет существенное значение. Породы, образовавшиеся в одно и то же время и в одинаковых условиях, обычно обладают и одинаковыми строительными свойствами. Сведения об условиях строительства и эксплуатации каких-либо сооружений, в основании которых залегают породы определенного возраста и состава можно использовать при проектировании и строительстве новых объектов в других районах, где залегают породы того же возраста и состава, не проводя всего комплекса инженерно-геологических исследований.

Тема 4. Процессы внутренней динамики Земли (эндогенные процессы)

Тектоника – отрасль геологии, изучающая движение и деформацию земной коры и особенности ее строения – так называемые геологические структуры, которые этим движением и деформацией создаются.

Осадочные породы, накапливаясь в морях, озерах и на поверхности континентов, образуют более или менее горизонтальные слои, или *пласты*. В результате тектонических движений они изменяют свое начальное горизонтальное положение, приобретая новую, более сложную ориентировку в пространстве. При этом пласты могут изгибаться, образовывать различные складки или перемещаться с разрывами сплошности. Подобные измененные формы залегания пластов носят название *дислокации* (франц – перемещение).

На горные породы действуют:

1. вертикальные силы – сила тяжести вышележащих толщ
2. горизонтальные силы – движение коровых плит.

Эти силы создают в породах напряжения, т.е. упругие и неупругие деформации.

Тектонические движения подразделяются на:

1. Колебательные – медленные вертикальные перемещения (поднятие и опускание) отдельных участков земной коры
2. Складчатые – более интенсивные, проявляющиеся в подвижных, более ограниченных по площади зонах земной коры.

Основной формой нарушения являются *складки* – волнообразные изгибы пластов осадочных пород, которые обычно встречаются в природе группами и тянутся нередко на десятки и сотни километров.

Основные формы складок:

Антиклиналь – выпуклая складка, в центральной части которой – ядре – расположены более древние породы.

Синклинали – вогнутая складка, в ядре которой расположены наиболее молодые породы.

Моноклиналь – пласты однообразно наклонены к горизонту в одну сторону под одинаковым, обычно небольшим углом

Разрывные формы нарушений характеризуются разрывом сплошности пластов, сопровождающимся опусканием или поднятием одной части земной коры по отношению к другой. Наиболее распространенные формы разрывных нарушений – это сбросы, взбросы, сдвиги, надвиги, грабены, горсты.

Если часть земной коры опустилась, образуется *сброс*, если приподнялась – *взброс*, когда наблюдается смещение одной части масс горных пород относительно другой в горизонтальном направлении, происходит *сдвиг*, причем, если часть земной коры опустилась – *грабен*, если приподнялась – *горст*.

Примером грабенов являются впадины озер Байкала, Иссык-Куля, Красного моря, долина реки Рейн. Примерами горстовых поднятий могут служить хребты Алтая, Тянь-Шаня, Саян, Памирское и Тибетское плато.

Колебательные движения земной коры – это медленное неравномерное поднятие и опускание земной коры, происходящие повсеместно и непрерывно в течении всей истории Земли, они представляют собой основной тип тектонических движений, на фоне которых развиваются складчатые и разрывные дислокации, а также магматизм.

Магматизмом (от греческого *магма* – тесто) называется совокупность процессов, возникающих под действием сил внутренней динамики Земли и выражающихся в том, что расплавленные глубинные массы проникают в земную кору или изливаются на ее поверхности.

Основными структурными формами развития земной коры с древнейших времен являются геосинклинали и платформы.

Геосинклинали. Вытянутые в длину на тысячи километров участки земной коры, где колебательные движения разного знака (поднятие и опускание) характеризуется большой амплитудой, относительно большой скоростью и тесным расположением зон поднятия и прогибания, что сопровождается раздроблением геосинклинальной области на отдельные глыбы, движущиеся с весьма различной скоростью и иногда в различных направлениях

На первом этапе развития геосинклинали преобладает опускание земной коры, геосинклиналь заливается морем. На фоне общего опускания земная кора в геосинклиналях испытывает также и поднятия. Опускания и поднятия происходят циклично. По зонам разлома происходит подводное излияние, преимущественно базальтовых лав.

Второй этап характеризуется преобладанием поднятий литосферы с образованием горных хребтов. Поднятие сопровождается трансформацией слоев осадочных пород в складки. На этом этапе интенсивно проявляется вулканическая деятельность. Геосинклиналями на второй стадии развития являются Альпы, Карпаты, Балканы, Крым, Кавказ. Опустившимися плитами в рассматриваемой геосинклинали являются впадины Средиземного и Черного морей. Везувий, Этна и другие вулканы действуют и ныне, а Эльбрус, Казбек, Арарат прекратили свою деятельность в самом недалеком прошлом.

Третий этап в развитии геосинклиналей характеризуется затуханием и прекращением вулканической деятельности, сейсмические явления (землетрясения) также не проявляются, образовавшиеся горы разрушаются, рельеф постепенно выравнивается и геосинклиналь из подвижной зоны литосферы превращается в более спокойную платформу.

Платформы. Это области земной коры, которым свойственна малая интенсивность тектонических движений и магматических проявлений. Для платформ характерны очень пологие и обширные прогибы – *синеклизы* и поднятия – *антеклизы*, имеющие сотни и тысячи километров в поперечнике при амплитуде колебаний 2–3 км, изредка даже 5–6 км.

Примерами платформ могут служить Русская и Сибирская возвышенности. Для платформ характерно двухъярусное строение. Верхний ярус собственно платформенный, сложен осадочными породами, залегающими спокойно. Нижний ярус, именуемый складчатым фундаментом, соответствует более ранней, геосинклинальной стадии развития данного участка земной коры и сложен породами, сильно дислоцированными, метаморфозными и пронизанными большим количеством магматических внедрений. Рельеф платформы преимущественно равнинный. При поднятии участка платформы море отступает – регрессирует.

Установлено, что район Стокгольма за 50 лет поднялся на 19 см, в районах правобережья нижнего Дона наблюдается поднятие, достигающие 8–9 мм в год. Район Санкт-Петербурга поднимается на 4–5 мм в год, Кольский полуостров – на 3–15 мм в год.

Областями опускания являются территории между Москвой и Санкт-Петербургом, бассейн Верхнего и Среднего Днепра (1,5 мм/год), побережье Черного моря (в районе Одессы до 5 мм/год), Витебск – 1,4 мм/год.

Уровень Мирового океана поднимается на 12-20 см/100 лет

Наблюдаются и горизонтальные смещения некоторых участков суши: в области Альп смещение, направленное в сторону Мюнхена, достигает 10 мм/год; Калифорнийское побережье (США) перемещается со средней скоростью около 5 мм/год.

На Памире Заалайский хребет и хребет Петра I переместились за последние тысячелетие к северу на 10-15 км.

Помимо вековых колебательных движений, земная кора испытывает также приливные движения, подобные приливам в морях и океанах. Приливные движения литосферы обусловлены притяжением Луны и Солнца. Амплитуда этих движений на полюсах равна нулю, а на экваторе достигает 55 см. Так земная кора в районе Москвы два раза в сутки передвигается вверх–вниз на 30 см с одновременным наклоном.

Землетрясения, или сейсмические (сеймос - греч - землетрясение) явления, особый вид движения вещества, слагающего литосферу и подкорковые слои.

Проявляются эти движения в виде внезапных и резких упругих колебаний земной коры. Землетрясения обуславливают различные деформации, опускания и поднятия отдельных участков литосферы, образование сбросов, сдвигов.

Колебательные движения земной коры, которые проявляются в наше время, изучает **неотектоника**.

Виды землетрясений:

1. *Тектонические* – являются следствием тектонических процессов, происходящих в толщах земной коры. Их воздействие распространяется на громадные площади и вызывает разрушительные последствия как в земной коре, так и в различных зданиях и сооружениях, построенных на ее поверхности. Тектонические землетрясения поэтому рассматриваются здесь как основной вид землетрясений.

2. *Вулканические* – могут возникать при извержениях вулканов. Причиной таких землетрясений могут быть обрушения кровли и стенок больших пустот, образующихся под вулканами вследствие истечения больших количеств лавы. Могут быть вызваны взрывом магматических газов в недрах вулкана. Такие землетрясения ограничены по площади, часто большой мощности.

3. *Денудационные* – возникают за счет толчка из-за обрушения массива горных пород. Денудационные землетрясения характерны для карстовых районов, поэтому их иногда называют карстовыми. Однако большие обвалы могут возникать и на поверхности земли, поэтому название “денудационные” является более общим. Денудационные землетрясения вызываются толчками малой мощности и распространяются на небольшие расстояния.

4. *Техногенные* – возникают в результате деятельности людей

5. *Морские (цунами)* – происходит поднятие морского дна и образование разрушающих волн. Цунами чаще всего зарождаются в Тихом океане и очень редко – Атлантическом.

Причины землетрясений: *главная причина* – движение земной коры; *перво-степенные причины* связаны с внутренними источниками энергии Земли: радиоактивный распад, процессы, связанные с действием силы тяжести, проявление центробежных сил (вокруг оси и вокруг солнца); и еще множество других.

Точка, в которой возникает сейсмический толчок, лежащая на некоторой глубине от поверхности, носит название *гипоцентра*. (Эта глубина колеблется в довольно широких пределах: от нескольких десятков до нескольких сотен километров). Проекция гипоцентра на земной поверхности именуется *эпицентром*.

По глубине положения очага землетрясения можно разделить на

1. нормальные (10-70 км)
2. среднефокусные (70-300 км)
3. глубокофокусным (более 300 км)

Около 70 % землетрясений относятся к первым двум видам, так как их очаг лежит в пределах верхней части литосферы.

Тема 5. Процессы внешней динамики Земли (экзогенные)

Выветривание:

Сущность выветривания сводится к механическому разрушению и изменению минералогического состава горных пород, слагающих поверхностный слой земной коры, происходящему под воздействием температурных колебаний, за-

мерзания и оттаивания воды, заполняющей трещины, деятельности различных организмов, дождя и других факторов.

Применяя термин “выветривание”, необходимо помнить, что он обозначает широкое воздействие на породу многих экзогенных факторов, а не действие одного лишь ветра.

Особенность выветривания – постепенное дробление вещества, при котором частично или полностью происходит исчезновение прочных связей (кристаллизационных), при этом возникают новые, сравнительно слабые в механическом отношении коллоидные связи.

Физическое выветривание обусловлено факторами, вызывающими главным образом механическое дробление пород. Разновидность его – так называемое *температурное выветривание*. Оно представляет собой воздействие колебаний температур на горные породы, при котором постоянно происходящее изменение размеров зерен минералов (укорочение и удлинение) приводит к образованию микротрещин. Массивная порода с жесткими связями между частицами превращается в скопление зерен, слабо связанных друг с другом.

Подобное выветривание зависит от состава, структуры породы и условий изменения температур. Особенно подвержены температурному выветриванию крупнозернистые полиминеральные породы (например, гранит рапакиви).

В условиях земной поверхности особенно резкие суточные колебания температуры возникают в пустынных и горных местностях. Летом в дневное время в Каракумах температура почвы достигает 80°C , а вечером она падает до 20°C , иными словами, амплитуда суточных колебаний температуры достигает 60°C .

Возникающие при температурном расширении кристаллов напряжения весьма значительны. Так, при нагревании кристалла кварца от 20 до 60°C на концах кристалла было зарегистрировано давление в 545 кг/см^2 .

Еще более усиливает разрушение пород при механическом выветривании вода, проникающая в микротрещины и при замерзании увеличивающаяся в объеме на 9–11 %. Сила, расклинивающая стенки трещин при образовании льда, достигает 2400 кг/см^2 . Возникающее при замерзании воды разрушение пород называют *морозным выветриванием*.

Ряд пород при попеременном намокании и подсушивании быстро растрескивается, превращаясь из массивных камней в скопление мелких чешуек. Примером могут служить мергели-трескуны из района Новороссийска, обладающие способностью после извлечения на поверхность земли быстро превращаться из массивной породы в скопление мелких обломков.

Механическое разрушение пород возникает и в других случаях: при кристаллизации солей в капиллярах, действии корней растений, под ударами песчинок, переносимых ветром, и т. д.

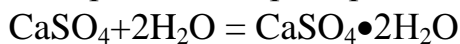
Все перечисленные процессы физического выветривания воздействуют и на искусственные строительные материалы. Так, в результате кристаллизации солей в капиллярах бетона, составляющего опору одного из мостов в Ростовской области, прочность бетона упала настолько, что он легко растирался руками. Особен-

но интенсивному физическому выветриванию подвержены фасады зданий и наружные части сооружений.

Химическое выветривание представляет собой разрушение горных пород, сопровождающееся изменением их состава. Наиболее активные вещества, химически взаимодействующие с породами, — вода, кислород, углекислота и органические кислоты.

Простейший вид химического выветривания – *раст ворение пород водой*. При 20° С в 100 г дистиллированной воды растворяется (в г): каменной соли – 35; гипса – 0,2; кальцита (известкового шпата) – 0,0009–0,0035

Другой процесс химического выветривания – *гидрат ация* – заключается в поглощении минералом воды, молекулы которой затем входят в состав кристаллической решетки. Примером может служить переход ангидрита в гипс:



Этот процесс сопровождается резким увеличением объема, достигающим 50 – 60 %. При этом возникающие напряжения в массиве настолько велики, что окружающие породы сминаются в мелкие складки (соляная тектоника).

Из других разновидностей химического выветривания большое распространение имеет окисление, которое ведет к разрушению пирита, закисных солей железа и других минералов. В конечном счете все соединения железа на поверхности Земли вследствие окисления переходят в лимонит (водный окисел железа).

В процессе жизнедеятельности организмы и растения воздействуют на горные породы, разрушая их механически и биохимически. Особенно значительно их биохимическое воздействие на породы.

Механическое воздействие корней и самой растительности весьма велико. Можно наблюдать, как прорастающие растения приподнимают и пробивают асфальт на улицах городов. Известны случаи, когда растение верблюжья колючка пробивала двадцатисантиметровые железобетонные плиты.

Велика роль различных бактерий, которые в процессе жизнедеятельности поглощают из пород одни вещества и выделяют другие. Воздействие бактерий особенно значительно в верхнем (почвенном) горизонте, где их количество достигает десятков миллионов на 1 г почвы.

Элювий. Продукты выветривания горных пород, остающиеся на месте их образования, носят название **элювия** (лат. — выносить). Если под действием силы тяжести и дождевых струек они перемещаются вниз по склонам, накапливаясь у подошвенной части на склонах холмов или гор, то подобные скопления материала называют **делювием** (лат. — смывать).

Отличительная черта элювия – его связь с коренной породой, подвергшейся выветриванию. Можно всегда проследить, как элювий постепенно переходит в коренную породу.

Мощность разрушенного слоя на различных породах и в разных физико-географических условиях колеблется от нескольких миллиметров до многих метров.

Особой формой элювия являются **почвы**, представляющие собой верхний слой коры выветривания.

Делювии – продукт выветривания, образуется на склонах гор и представляет собой скопления обломков различной величины. При их накоплении возникают процессы гравитационной дифференциации продуктов выветривания, что вызывает некоторую отсортированность делювиальных наносов, а в ряде случаев— появление грубой слоистости.

Делювий по гранулометрическому составу может быть представлен грубообломочными, песчаными, пылеватыми и глинистыми породами.

Геологическая работа т екучих вод:

Выпадающие на поверхность континентов атмосферные осадки, стекая в виде мелких струек вниз по склонам местности, осуществляют делювиальный смыв и перенос частиц пород. Струйки объединяются в более крупные потоки, производящие энергичный эрозионный размыв пород с последующим транспортированием и отложением образовавшихся продуктов.

С действием подобных потоков дождевых вод связано образование оврагов, а в горных местностях – возникновение грязевых потоков.

Главные пути стока воды с континентов в морские бассейны – реки. Речные воды проводят грандиозную геологическую работу по размыву, переносу и аккумуляции осадков.

Эти три процесса следует рассматривать как последующие этапы, или циклы, эрозии.

Эрозией принято называть размыв и разрушение поверхности земли энергией текущей воды.

Все выпавшее на поверхность количество воды растекается по ней тонким слоем, увлекая и смывая поверхностный слой грунта. Это явление носит название **плоскостного смыва**.

Второй этап эрозии – **струйчатая эрозия**. Увеличение масс воды и ее скорости ведет к образованию рытвин, промоин и желобов. Основная ее опасность в том, что струйчатая эрозия предшествует оврагообразованию и часто является его непосредственной причиной.

Оврагообразование – это экзогенный процесс размыва горных пород на склоне с образованием единичных, вытянутых вдоль склона депрессий или целой системы отрицательных форм рельефа – оврагов.

Для возникновения и дальнейшего развития оврага достаточны три исходных условия:

- 1) наличие рытвины, следа колес и каких-либо других мелких углублений, направленных вниз по уклону местности;
- 2) достаточный уклон местности, обеспечивающий соответствующие размывающие скорости потоков дождевых вод;
- 3) сложение поверхности достаточно рыхлыми или способными к размыву отложениями.

Помимо указанных факторов, определенное значение имеют также климатические особенности местности.

Грязевые потоки, носящие названия сель (на Кавказе), или сіль (в Средней Азии), возникают в горных районах. Это грозное явление природы, приносящее большой ущерб народному хозяйству. Сели образуются при трех условиях:

- 1) наличии достаточно рыхлых пород или продуктов выветривания в верхних частях горных долин;
- 2) достаточно больших уклонах долин;
- 3) образовании водных потоков, вызванных выпадением ливней, таянием снегов, прорывом водоемов и другими причинами.

Реки представляют собой более или менее постоянные потоки, текущие в разработанном ими русле. Движущиеся массы речной воды производят многообразную геологическую работу.

В процессе размывающей и аккумулятивной деятельности реки вырабатывается определенный *продольный профиль*.

Характер его зависит от *базиса эрозии реки*, под которым понимается уровень моря или какого-либо другого бассейна, в который впадает река. Если продольный профиль реки достигает отметок базиса эрозии, то размывающая деятельность потока резко падает вплоть до полного прекращения течения воды в реке.

Различают три типа террас:

- эрозионные, образовавшиеся в результате размыва
- аккумулятивные, представляющие собой скопление речных отложений
- цокольные, или смешанные

Помимо перечисленных террас, носящих название продольных, встречаются поперечные террасы, перегораживающие долину в направлении, перпендикулярном к руслу реки. Этот вид террас образуется, если долина пересекает гряды прочных горных пород, слабо поддающихся размыву (уступы, пороги).

Геологическая деятельность реки разнообразна. Главные процессы – размыв (речная эрозия), перенос и аккумуляция осадков.

Размыв. Выработка продольного профиля равновесия реки сопровождается эрозией долины – размывом. Различается *донная эрозия*, представляющая собой размыв дна, и *боковая эрозия*, расширяющая русло реки за счет размыва берегов.

Перенос. Речной поток имеет хорошую транспортирующую способность. Перенос материала рекой осуществляется: 1) в растворенном виде, 2) в коллоидных растворах и 3) в виде тонких и грубых взвесей.

Аккумуляция (отложение). Осадки, отлагаемые реками, носят название **аллювия** (лат. – намываю).

Для дельтовых частей рек характерно накопление большого количества тонко- и мелкопесчаного материала, а также пылеватых и глинистых частиц, образующих иловатые аллювиальные отложения.

В верхних течениях горных рек, где скорости потоков часто превышают 6–10 м/сек, накапливаются преимущественно валунногалечные, гравийные и крупнопесчаные отложения. При меньших скоростях отлагаются средне- и мелкопесчаные осадки. В равнинных реках со спокойным течением преобладают мелко- и среднезернистые аллювиальные отложения с прослоями иловатого (пылеватого)

материала. В районах, подвергавшихся оледенению, в составе речного аллювия встречаются также переотложенные ледниковые песчано-галечные и песчано-гравийные отложения.

Геологическая работ а ледников

Различают ледники горные и материковые.

Горные (долинные) ледники образуются в высокогорных долинах выше снеговой линии и часто венчают вершины гор. Если горные долины сливаются, то образуются сложные ледники. Горные ледники такого типа распространены в Альпах, на Кавказе. Ледники этого типа называются альпийскими. Для альпийских ледников характерны сравнительно малые скорости движения льда: от 0,02 до 4 м в сутки

Мат ериковые ледники иначе называют еще покровными или гренландскими. Материковые ледники движутся от центра к периферии. Скорость движения их достигает 20-30 м в сутки.

Ученые установили, что в сравнительно недавнем геологическом прошлом некоторая часть территории СНГ, Западной Европы и Америки покрывалась ледниковым материками. В течение времени развития человека (антропогенный период), который начался миллион лет тому назад и продолжается в настоящее время, были три ледниковые эпохи. Во время самого крупного оледенения европейской части СНГ, получившего название днепровского (вторая ледниковая эпоха), ледники спустились далеко на юг по долинам рек Днепра и Дона, образовав днепровский и донской ледниковые языки. Центром этих древних оледенений явились районы Скандинавии, где мощность накопившегося льда превышала 3–4 км. Отсюда льды двигались на юг, перенося массы обломочного материала, скопления которого широко используются как источник естественных строительных материалов (щебня, гравия, песка, камня).

В процессе движения лед истирает и вспахивает поверхность земли, создает котловины, рытвины, борозды. Движущимся льдом увлекаются обломки горных пород и образуют подвижную прослойку ледника. Такие массы обломочного материала называют *моренами*. Существует *донная морена* – обломочный материал донной части ледника и *боковая* – породы боковой части ледника. На поверхности ледника также скапливаются обломки горных пород и образуют *поверхност ную морену*. Каждый ледник имеет донную морену и две боковых, которые двигаются вместе с ледником. В процессе таяния ледника морены прекращают движение и образуют *от лож енные морены*. Они представляют собой разнообразный материал от тонких, мелких частиц до крупных валунов диаметром 2–3 м и более.

В целом моренные отложения характеризуются неоднородностью состава, отсутствием слоистости, окатонности отложенного материала.

Большое количество различных мелких обломков несут подледниковые воды. При выходе из ледников воды растекаются веерообразно с частицами грунта и образуют *флювиогляциальные* (водно-ледниковые) отложения в виде форм, называемых *зандрами*, *озами* и *камами*. *Зандры* – широкие пологоволнистые равнины, расположенные за конечными моренами. *Озы* – накопление обломочного материала в виде гравийно-галечного отложения. *Камы* – холмы небольших размеров, разбросанные без всяких закономерностей. Каждое из этих отложений имеет свои особенности и состав. Зандры сложены более или менее отсортированным материалом, представленным (в непосредственной близости к моренам) галькой, гравием, крупным песком. Озы – из галечно-гравийно-песчаной смеси, хорошо промытой и слабо отсортирован-

ной. Камы состоят из хорошо отсортированных песков в сочетании с гравием, галькой и даже валунами.

Песчаные разновидности флювиогляциальных отложений обладают незначительной сжимаемостью. Однако они хорошо уплотняются при динамических нагрузках ввиду значительной пористости и тем самым могут вызвать большую осадку зданий и сооружений. Морена в состоянии природной влажности обладает достаточной плотностью и хорошо держит вертикальный откос в котловане. Сжимаемость ее относительно невелика и составляет 5–25 мм на 1 м толщи.

Флювиогляциальные отложения со строительной точки зрения уступают мореным глинистым грунтам, на все же рассматриваются как достаточно прочное основание. Успешно для строительства используются различные песчано-гравелистые и глинистые отложения озера и заливов. Исключение составляют покровные суглинки (быстро размокают и могут проявлять просадочные свойства) и ленточные глины (в условиях водонасыщения проявляют просадочные свойства).

Недостатком ледниковых отложений является наличие крупных случайных включений в виде валунов, что зачастую приводит к неравномерной осадке зданий и сооружений.

Геологическая работа морей, озер и водохранилищ

Океанические и морские бассейны занимают 70,8 % всей земной поверхности. Основные массы осадочных пород, слагающие поверхность литосферы, образовались путем накопления в морях и океанах.

В зависимости от действующих факторов разрушительная деятельность моря может быть механической, химической и биологической. Главное значение имеет первая форма разрушительной работы моря – механическая. Она связана главным образом с работой волн, ветра и приливно-отливными движениями масс океанической воды.

Сила удара морской волны довольно значительна. Так, у берегов Шотландии она достигает 38 т/м². В Черном море сила удара несколько меньше: так, в районе Сочи их наибольшая величина достигает 7,2 т/м².

Разрушающее действие морских волн называется *абразией* (срезание). Характер и скорость ее зависят в значительной степени от геологического строения и литологии берегов. Особенно энергичному разрушению подвергаются высокие берега. Значительно меньше абразия плоских и отлогих берегов.

Скорость разрушения берегов также зависит в определенной степени от состава пород. Наиболее медленно процесс происходит на участках берегов, сложенных гранитами, диоритами, гнейсами и др, быстрое разрушение – глинами, песками.

Огромную работу производит море по аккумуляции обломочного материала, образующегося в результате морской абразии и выноса его в моря реками. Сносимые с суши обломочные частицы, осаждаются в морских водоемах, называются *терригенными осадками*, химически растворенные вещества, выпадающие из морской воды, – *химическими осадками*, а накапливающиеся на дне моря твердые части скелетов животных организмов – *органическими осадками*. Из морских осадков образуются самые различные по составу и свойствам осадочные горные породы – *обломочные, хемогенные и органогенные*. Характерной особенностью

является их значительная выдержанность по простиранию и большая однородность по составу, а значит, и физико-механическим свойствам, что при инженерно-геологической оценке пород имеет существенное значение.

В береговой полосе чаще всего накапливаются крупные обломки – глыбы, хорошо окатанные галька и гравий, различные зернистости пески.

На некотором удалении от берега, на глубинах до 200 м, отлагается преимущественно песчаный материал. Ширина полосы с песчаными образованиями – от нескольких километров до нескольких сотен километров. Здесь также широко распространены органогенные осадки.

На глубинах свыше 200 м, где подвижность морской воды невелика, осаждаются мелкодисперсный терригенный материал – пылеватые и глинистые частицы.

Котловины, заполненные водой и не связанные проливами с морями и океанами, называются **озерами**. Площадь озер самая различная, точно также различна глубина озер (0,8 м – оз Эльтон, 1741 м – Байкал). Озерные котлованы располагаются на различных высотах. Насчитывается несколько типов образования озер: в тектонических котлованах (Байкал), благодаря ледниковому выпахиванию (озера Карелии), в кратерах потухших вулканов, в результате провалов земной поверхности, в результате деятельности людей (заполнение водой выемок закрытых или заброшенных карьеров).

Геологическая работа озер подобна работе моря, но меньше по масштабам. Озерная абразия вызывается исключительно ветровыми волнами.

В озерах, так же как и в морях, аккумулируются осадки, приносимые впадающими реками, а также химические и биохимические. В результате испарения в бессточных озерах накапливается большое количество химического осадка (натриевые, калиевые, кальциевые соли (гипс и кальцит), нередко осаждаются оксиды железа). Среди органогенных осадков можно назвать озерные ракушечные извести, озерные диатомиты и др.

Для озер характерно образование большого количества органических осадков гнилостных илов (сапропеля).

При создании водохранилищ происходят процессы, аналогичные изложенным инженерно-геологическим явлениям. При этом создаются благополучные условия для волнообразования и берега, сложенные малоустойчивыми породами, начинают быстро разрушаться. Большое практическое значение имеет вопрос переработки (абразии) берегов внутренних искусственных водохранилищ, создаваемых на реках. Современное выявление ширины берега, подлежащего размыву (можно определить по формуле Б.В.Полякова), позволяет правильно проектировать размещение прибрежных городов и населенных пунктов.

Болот а, заболоченные т еррит ории

Болотами – называются участки земной поверхности, избыточно увлажненные, с развитой специфической растительностью и покрытые торфяниками. Большинство болот образовалось из озер в результате их обмеления и развития растительности. Избыточно увлажненные участки земной поверхности, где мощность торфа меньше 30 см, называется заболоченными землями и представляют

собой начальную стадию развития болот. Болота в Беларуси занимают 7,51 % от всей площади.

По условиям залегания, питания и характеру растительности различают болота низинные, верховые, переходные. *Низинные болота* располагаются в пониженных участках рельефа и имеют плоскую или вогнутую поверхность. Кроме атмосферных осадков в питании таких болот участвуют грунтовые или речные воды. Торфяники, образующиеся здесь, часто малокалорийны и обладают большой зольностью. *Верховые болота* располагаются на водоразделах и имеют выпуклую поверхность. Питаются – атмосферными осадками. Торф отличается высокой калорийностью и малой зольностью.

Геологическая работа ветра

В нижних слоях атмосферы наблюдается неравномерное распределение тепла, которое ведет к постоянным изменениям ее плотности. Последнее вызывает возникновение горизонтальных и вертикальных перемещений воздуха в виде ветра. Скорость движения потоков воздуха может быть весьма высокой.

Геологическая деятельность ветра весьма многообразна. Им вызываются процессы выдувания (дефляция), обтачивания (коррозия), перенос материала и его отложение (аккумуляция). Эти процессы, тесно взаимосвязанные, носят название **эоловых**.

Песчаные частицы, переносимые ветром, с силой ударяются о поверхность твердых пород, вызывая истачивание их поверхности и появление на ней штрихов, борозд, желобов. Этот процесс называется **коррозией**. В результате совместного действия дефляции и коррозии происходит разрушение твердых пород, превращающихся в пыль и мелкие обломки, а также развиваются положительные и отрицательные формы рельефа. Особенно причудливые формы рельефа – останцы – образуются в пустынных областях, сложенных слоями твердых пород, имеющих различную сопротивляемость истиранию.

Ветер переносит глинистые, пылеватые, а также тонкопесчаные частицы (размером менее 0,26 мм) на многие сотни и даже тысячи километров. Во время длительно дующих из пустынь Средней Азии восточных ветров над Каспийским морем образуется пелена пыли из материала пустынь, которая достигает высоты 2 – 3 тыс. м. При этом воздух настолько запылен, что самолеты вынуждены подниматься выше этого слоя.

Тема 6. Гидрогеология

Воды, находящиеся в верхней части земной поверхности, носят название подземных.

Выявлением происхождения, состава, взаимодействия с горными породами подземных вод, а также законов их движения занимается наука, носящая название *гидрогеологии*.

Гипотезы формирования подземных вод

1. *Инфильтрационная* – вода, просачиваясь с поверхности земли, проникает в горные породы. Это движение воды носит название инфильтрации. Количество воды, инфильтрующейся с поверхности, определяется действием многих факто-

ров: характером рельефа, составом поверхностных пород, их фильтрационной способностью и трещеноватостью, климатом местности, деятельностью человека, состоянием растительного покрова и рядом других факторов.

2. *Конденсационная* – в 1877 г. немецкий ученый О. Фольгер – согласно которой вода в горных породах образуется в результате конденсации водяных паров, проникающих в горные породы с поверхности земли вместе с воздухом.

3. *Ювенильная* – в 1902 г. Э. Зюсс предложил ювенильную теорию образования подземной воды, газы и пары, поднимаясь из расплавленной магмы по трещинам в земной коре, могут давать начало ювенильным водам. В отличие от инфильтрирующихся поверхностных вод, поступающих сверху вниз и называемых *вадозными*, ювенильные воды, имея глубинное происхождение, поступают в верхние слои земной коры из ее недр.

4. *Реликтовое* – подземные воды глубоких зон представляют собой осадочные воды древних бассейнов, захороненных и сохранивших свой первоначальный облик до настоящего времени.

В настоящее время можно считать установленным, что подземные воды образуются различными путями, в которых несомненно участвуют и инфильтрационные и конденсационные процессы. Немаловажное значение имеет также процесс *инфлюации* — поступления воды в недра Земли через крупные пустоты, щели, каналы и т. д.

По условиям залегания, питания и движения среди подземных вод выделяются несколько разновидностей.

Наиболее близко к поверхности располагаются *почвенные воды*, образующиеся за счёт увлажнения почв атмосферными осадками и конденсации влаги из воздуха. Это воды висячие, не подстилаемые водоупорными горизонтами. Они имеют большое значение в питании растений и процессах выветривания содержащихся в почве минералов, но хозяйственного значения не имеют.

Ниже зоны почвенных вод располагается толща практически сухих пород, содержащих в небольших количествах плёночную воду. Если в этой толще имеются прослойки или линзы водоупоров, то в периоды обильной инфильтрации (просачивания) атмосферных и поверхностных вод (периоды дождей, таяния снега, половодий и пр.) над ними происходит образование временных скоплений гравитационных вод. Мощность пород, насыщенных такими водами не превышает обычно 1 м. Эти временные водоносные горизонты называются *верховодки*.

Первый от поверхности Земли постоянно существующий в пределах рассматриваемой территории водоносный горизонт называется горизонтом *грунтовых вод*. Верхняя граница зоны постоянного насыщения пород грунтовыми водами носит название зеркала (или уровня) грунтовых вод. Зеркало грунтовых вод редко бывает горизонтальным. Часто оно повторяет рельеф и имеет четко выраженный наклон в сторону пониженных мест. Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, талых вод, вод поверхностных водоёмов. Мощность водоносного горизонта непостоянна и изменяется как по площади (в зависимости от рельефа), так и во времени (в зависимости от количества атмосферных осадков, режима водоёмов). Колебание уровня грунтовых вод

во времени определяет наличие так называемой зоны периодического насыщения, находящейся непосредственно над зоной постоянного насыщения и являющейся водоносной в периоды повышения уровня грунтовых вод.

Водоносные горизонты, залегающие ниже горизонта грунтовых вод, разделяющиеся пластами водоупорных пород называются *межпластовыми водами*. Последние, в свою очередь, разделяются на *межпластовые безнапорные* и *межпластовые напорные (или артезианские) воды*.

Водоупор или *водоупорный слой* – это горная порода, практически не пропускающая через себя воду, или относительно (по сравнению с водопроницаемыми слоями пород) водонепроницаемый ее слой. Чаще всего это горизонты глин. Водоупор, покрывающий водоносную породу, образует *водоупорную кровлю*, а подстилающий водоносную породу – *водоупорное ложе*.

Безнапорные межпластовые воды отличаются от грунтовых тем, что находятся между двумя выдержанными водоупорными пластами. Эти воды не заполняют полностью водоносный слой. Межпластовые напорные (артезианские воды) – подземные воды, заключённые между водоупорными слоями и находящиеся под гидравлическим давлением. Вскрытые искусственным путём артезианские воды поднимаются выше кровли водоносного пласта. При достаточном напоре они изливаются на поверхность земли, а иногда даже фонтанируют. Линия, соединяющая отметки установившегося напорного уровня в скважинах, образует *пьезометрический уровень*.

Кроме вышеперечисленных имеются *воды спорадического распространения*, представляющие собой скопление подземных вод в гидравлически разобращенных линзах и пропластах, залегающих на различной глубине и находящихся внутри осадочной водо- или слабопроницаемой толщи. Они бывают как напорные, так и безнапорные.

Артезианские воды, в отличие от рассмотренных типов подземных вод, имеют напоры. При вскрытии скважинами этого горизонта вода поднимается значительно выше кровли водоносного пласта, а в некоторых случаях даже фонтанирует.

Линия, соединяющая отметки установившегося напорного уровня в скважинах, образует *пьезометрический уровень артезианских вод*.

Возникновение напора обуславливается особыми условиями расположения в пространстве этого типа подземных вод. Наиболее часто оно определяется синклиналиеобразной формой залегания пластов, среди которых чередуются прослойки песка и глины.

Характерные черты артезианских вод – их способность образовывать восходящие источники, несовпадение области питания с областью распространения, малая загрязненность и некоторые другие.

На обширной территории, имеющей синклиналиеобразное строение, может образовываться один или несколько напорных горизонтов, расположенных в несколько этажей, разделенных водоупорными слоями. В этом случае говорят об артезианских бассейнах. Подобные артезианские бассейны – важнейшие источники питьевой и технической воды. Широкой известностью пользуется Подмосковский артезианский бассейн, имеющий ряд напорных горизонтов, из которых некоторые дают сильно минерализованную, а другие пресную воду.

Физические свойства:

1. Температура – зависит от физико-геологических условий, геологического строения, режима питания, в пределах от 5 до 100 С.
2. Цвет – зависит от химсостава и примесей.
3. Прозрачность – зависит от кол-ва растворенного минерального вещества, механических примесей.
4. Плотность – пресная – 1 г/см³, морская – 1-1,1 г/см³, высокоминеральная – 1,3 г/см³.
5. Вязкость – внутреннее сопротивление частиц воды движению, зависит от температуры и минерализации.
6. Электропроводность – зависит от инно-солевого состава, оценивается величиной удельного электросопротивления.
7. Вкус – зависит от минерализации: соленый, горький, сладкий.
8. Запах – зависит от наличия газов биохимического происхождения.
9. Радиоактивность – вызвана присутствием радиоактивных элементов (уран, стронций, цезий, радий).

Химический состав:**1. Степень минерализации.**

Суммарное содержание растворенных в воде минеральных веществ называют общей минерализацией. О ее величине судят по сухому или плотному остатку (мг/л), который получается после выпаривания определенного объема воды при тем-ре 105 С.

2. Жёсткость.

Жесткость – свойство воды, обусловленное содержанием в ней ионов кальция и магния. Выражается в мг×эquiv, за 1 мг×эquiv жесткости принимается содержание в 1 л воды 20,04 мг иона кальция или 12,16 мг иона магния.

Разновидности:

1. Временная или карбонатная – определяется присутствием бикарбонатов, устраняется кипячением.
2. Постоянная – определяется присутствием сернокислых и хлористых солей, кипячением не устраняется.
3. Общая – сумма постоянной и временной.

По жесткости воду разделяют на: мягкую (менее 3 мг×эquiv), средней жесткости (3-6 мг×эquiv), жесткую (6-9 мг×эquiv), очень жесткую (более 9 мг×эquiv).

3. Агрессивность воды – способность воды разрушать бетон вследствие содержания в ней свободных кислот.

Виды агрессивности:

1. Общекислотная – оценивается величиной рН, в песках вода считается агрессивной при рН<7, в глинах при рН<5.

2. Сульфатная – определяется по содержанию иона Si₄²⁻. Для песчаных пород агрессивной по отношению к бетону на портландцементе является, в которой содержание иона оказывается более 1000 мг/л; для суглинков – 1500 мг/л. Применение в бетонах сульфатостойких цементов позволяет строить в воде, содержащей до 3000 мг/л Si₄²⁻.

3. Магнезиальная – устанавливается по содержанию иона магния.

4. Карбонатная – связана с воздействием на бетоны агрессивной углекислоты, этот вид возможен только в песчаных грунтах.

Кроме химического состава воды при оценке степени агрессивности воды по отношению к бетону учитывается и коэффициент фильтрации породы. Чем выше коэффициент фильтрации, тем более агрессивной считается вода.

Водообмен – процесс смены первоначально накопившихся вод поступающими вновь. Интенсивность водообмена зависит от глубины залегания.

Зоны водообмена:

1. Зона интенсивного водообмена (пресные) – глубина до 300-400 м, дренируются реками, обновление осуществляется за десятки и тысячи лет.

2. Зона замедленного водообмена (воды солоноватые и соленые) – глубина до 600-2000 м, обновление осуществляется в течение сотен тысяч лет.

3. Зона весьма замедленного водообмена (воды типа рассолов) – глубина более 2000 м, обновление осуществляется в течение сотен миллионов лет.

Режим подземных вод – изменение во времени их уровня, химического состава, температуры и расхода.

В естественных условиях характерен *ненарушенный (естественный)* режим. Он зависит от:

1. Метеорологических факторов – осадки, испарение, температура. М. факторы вызывают сезонные и годовые колебания, изменение химизма, температуры и расхода. Сезонные колебания обусловлены неравномерностью выпадения осадков и изменения температуры в течение года. Амплитуда колебания грунтовых вод не превышает 3 м. Многолетние колебания связаны с ритмическими изменения климата, амплитуда колебаний достигает 8 м и более.

2. Гидрологические факторы – зависимость от колебания уровня реки в полосе: до 0,5 м в песчано-галечных отложениях, до 6 км в хорошо проницаемых грунтах.

3. Геологические факторы – медленно действующие (тектонические движения, внутренняя теплота) и эпизодические (землетрясения, вулканизм, оползни).

Искусственный (нарушенный) режим формируется в результате влияния инженерно-строительной деятельности человека и проявляется в повышении и понижении уровня подземных вод, в изменении химсостава и температуры.

Повышению уровня подземных вод способствует строительство искусственных водоемов, орошение, утечка воды из промышленных бассейнов и сетей коммуникаций. Понижению – длительные откачки воды для водоснабжения, осушение заболоченных земель, строительное водопонижение.

Появление подземных вод в рыхлых породах ведет к ухудшению их механических свойств. В глинистых породах насыщение водой, как правило, приводит к текучести, а в песчаных – к плавучести. В известняках, гипсах, каменной соли подземные воды вызывают растворение вещества с образованием крупных пустот.

Динамика подземных вод – раздел гидрогеологии, изучающий закономерности движения подземных вод в зоне их полного насыщения.

Начало изучению законов движения подземных вод было положено работами французского гидравлика А.Дарси (1856), который установил основной ли-

нейный закон фильтрации в пористой среде и ввел понятие о коэффициенте фильтрации или водопроницаемости.

Передвижение подземных вод в грунтах делится на два вида:

1. Инфильтрационное – передвижение воды при частичном заполнении пор воздухом в зоне аэрации.
2. Фильтрационное – передвижение при полном заполнении пор водой.

Фильтрационные потоки различаются по характеру движения:

1. ламинарное – отдельные струйки движутся параллельно с небольшой скоростью сплошным потоком (две небольшие реки)
2. турбулентное – большие скорости, вихревые перемещения струй воды, разрывание сплошности потока (водопад).

Движение подземных вод может быть:

1. установившиеся – все параметры потока (скорость, расход, направление) не изменяются во времени.
2. Неустановившиеся – основные параметры изменяются во времени.

Для ламинарного течения подземных вод справедлив закон Дарси:

$$Q = kIF$$

где Q – расход воды (количество фильтрующей воды в единицу времени), м³/сут; k – постоянная величина для данной породы, характеризующая ее водонепроницаемость, это величина называется коэффициентом фильтрации, м/сут; I – гидравлический градиент; F – площадь через которую проходит фильтрация, м².

Действительная скорость фильтрации определяется с учетом пористости грунта $V_d = V/n$, где $V = Q/F$.

Для турбулентного течения подземных вод справедлив закон Шези-Краснопольского

$$Q = K_{ш} \sqrt{IFt}$$

где $K_{ш}$ – коэффициент Шези.

Коэффициент фильтрации – это скорость фильтрации при напорном градиенте, равном единице. Градиент напора или гидравлический градиент I показывает величину падения напора на единицу длины пути фильтрации $I = \Delta H/l$

Коэффициент фильтрации характеризует водопроницаемость грунтов.

Данные о водонепроницаемости необходимы при расчете притока воды в котлован, для определения мощности откачиваемых насосов, для определения степени воздействия агрессивных вод на материал фундамента, для решения вопросов водоснабжения и мелиорации.

Коэффициент фильтрации зависит от:

- от количества и размеров пор в грунте
- от степени окатанности частиц
- от минералогического состава грунта
- от вида грунта
- от крупности песчаных грунтов
- от минерализации и температуры воды, т.е. от вязкости воды

Методы определения коэффициента фильтрации:

1. Табличный (по Н.А. Плотникову)

2. Расчетный – используют связь коэффициента фильтрации грунтов с его грансоставом, пористостью, степенью однородности.

3. Лабораторные. Приборы для лабораторного определения подразделяются на два типа:

– с постоянным напором, моделирующие установившиеся движение (универсальная трубка КФ, трубка Каменского);

– с переменным напором, моделирующие неустановившиеся движение (компрессионно-фильтрационный прибор типа Ф-1М)

4. Полевые методы.

Разновидности: методы налива в шурфы и методы откачек.

Методы определения *K наливом в шурфы* применяют для определения фильтрующей способности грунтов в зоне аэрации. Разновидности: метод *Болдырева* и метод *Нестерова*. *Суть способов*: вода наливается в шурфы и под действием гравитации инфильтруется вниз и стороны. Строится график зависимости расхода воды от времени. Коэффициент фильтрации определяется из формулы Дарси. Недостатки этого способа – недоучет растекания воды из шурфа в стороны и отсутствие учета действия капиллярных сил, за счет которых происходит дополнительное всасывание воды.

Метод откачки – применяется в водонасыщенных грунтах. Суть: бурится куст скважин, одна из которых является центральной, остальные наблюдательные. Из центральной производится откачка воды, в результате происходит воронкообразное понижение уровня грунтовых вод, которое носит название *депрессионная воронка*.

Теория движения подземных вод разработана применительно к определению притока воды к водозаборным сооружениям.

Водозаборным называются сооружения, с помощью которого производится захват (забор) подземных вод для водоснабжения и других целей.

Типы водозаборных сооружений:

1. Вертикальные (буровые скважины, колодцы, шурфы и вертикальные стволы шахт).

2. Горизонтальные (осушительные канавы, закрытые дренажи, штреки).

3. Лучевые (водосборные колодцы с водоприемными лучами-фильтрами).

4. Каптаж источников подземных вод.

Тип сооружения для забора воды выбирают исходя из глубины залегания водоносного пласта, его мощности, литологического состава водоносных пород и намечаемой производительности водозабора.

Вертикальные водозаборы любого назначения, вскрывающие грунтовые и безнапорные межпластовые воды, носят общее название грунтовые колодцы, а водозаборы, вскрывающие напорные воды, называются артезианскими колодцами.

Грунтовые и артезианские колодцы могут быть совершенными и несовершенными.

Совершенными называются колодцы, доведенные до водоупора и имеющие проницаемые стенки в пределах всей мощности водоносного пласта, а несовершенными – колодцы, не доведенные до водоупорного ложа.

Типы несовершенных колодцев:

1. С проницаемыми стенками и дном;

2. С непроницаемыми стенками и проницаемым дном;

3. С проницаемыми стенками и непроницаемым дном.

Тема 7. Основы грунтоведения

Грунтоведение – учение о горных породах, являющихся основанием, средой либо материалом земляных сооружений.

Грунт – горная порода, почва или искусственное образование, представляющие собой многокомпонентные системы, изменяющиеся во времени, используемые как основание, среда или материал для строительства.

По СТБ 943 грунты подразделяются:

I. С жесткими структурными связями – скальные:

1) **Магматические** (*интрузивные* – гранит, диорит, сиенит, габбро, диабаз и др.; *эффузивные* – липарит, порфир, базальт, туф и др.)

2) **Метаморфические** (*регионально-метаморфизованные* – гнейс, кварцит, сланец; *динамометаморфизованные* – порфиرويد, тектоническая брекчия)

3) **Осадочные цементированные** (*крупнообломочные* – конгломерат, брекчия, гравелит; *мелкообломочные* – песчаник, туффит; *пылевато-глинистые* – алевролит, аргиллит; *органогенные* – известняк, мергель, мел, опока, диатомит; *хемогенные* – гипс, ангидрит, галит)

4) **Искусственные** (*Искусственный грунт – грунт природного происхождения, закрепленный или уплотненный различными методами, насыпной и намывной, а также твердые отходы производства и бытовые*) – магматические, метаморфические и осадочные трещиноватые цементированные грунты; крупнообломочные, песчаные, пылевато-глинистые нецементированные грунты – закрепленные или улучшенные (цементация, силикатизация, битумизация, замораживание, термическая обработка и т.д.)

II Без жестких структурных связей – нескальные (осадочные нецементированные и искусственные)

1. Крупнообломочные

Т а б л и ц а – Разновидности крупнообломочных грунтов (по грансоставу)

Грунты	Преобладающие обломки по крупности
Валунный (при преобладании неокатанных обломков – глыбовой)	Масса обломков крупнее 200 мм составляет более 50 % от массы воздушно-сухого грунта
Галечниковый (при преобладании неокатанных обломков – щебенистый)	То же, для обломков крупнее 10 мм
Гравийный (при преобладании неокатанных обломков – дресвяной)	То же, для обломков крупнее 2 мм

2. Песчаные

3. Глинистые грунты

Грунты особого состава состояния и свойств.

1) **Ил** – водонасыщенный современный осадок водоемов, образовавшийся при наличии микробиологических процессов, природная влажность которого, как

правило, превышает влажность на границе текучести, коэффициент пористости $e \geq 0,9$. Ил – начальная стадия формирования глинистых осадочных пород. Илы практически не держат нагрузки, под нагрузкой легко выдавливаются, при динамическом воздействии переходят в разжиженное состояние.

2) Торф – органоминеральный грунт, образовавшийся в результате естественного отмирания и неполного разложения болотных растений в условиях повышенной влажности при недостатке кислорода, содержащий по массе 50 % и более органических веществ.

3) Заторфованный грунт – песчаный, пылевато-глинистый или насыпной грунт, содержащий по массе от 10 до 50 % органического вещества.

Торф обладает огромной влажностью (2000 % и более по отношению к весу сухого вещества), значительной пористостью и, как следствие, очень сильной сжимаемостью. При высушивании объем торфа уменьшается в 7–10 раз, поверхность опускается на 1–2 м. Основанием не служить не может, обычно при строительстве их вырезают на всю мощность – т.е. проводится выторфовывание.

4) Засоленные грунты – это песчано-глинистые осадочные отложения, содержащие значительное количество водорастворимых солей.

Водорастворимые соли в определенной мере упрочняют грунты, но при эксплуатации зданий и сооружений происходит их увлажнение, что приводит к растворению солей и изменению физико-механических свойств грунтов.

5) Насыпные и намывные грунты. Данный тип грунтов относится к природным перемещенным образованиям, т.е. это грунты изъятые из мест их естественного залегания и подвергнутые частично производственной переработке в этом процессе.

Характерные черты насыпных грунтов:

- нарушение структуры грунта в теле насыпи, обуславливающая снижение прочности (по сравнению с естественным залеганием);
- фракционирование грунтов и самовыполаживание отвальных откосов;
- существенное изменение прочности насыпных грунтов во времени (увеличивается – за счет уплотнения, снижается – при увлажнении);
- возникновение в водонасыщенных глинистых грунтах насыпи порового давления, являющегося существенным фактором развития оползней различных типов.

Намывные грунты – создаются средствами гидромеханизации с помощью трубопроводов. Выделяют три стадии формирования свойств намывных грунтов: уплотнении, упрочнение и стабилизированное состояние намывных грунтов.

Характерной особенностью намывных и насыпных грунтов является большая разнородность состава и различная степень уплотненности.

б) Лессовые грунты. Лессовые грунты занимают около 14 % территории СНГ. Широкое распространение имеют на предгорных и горных равнинах, отсутствуют в поймах речных долин и на молодых террасах рек. Часто встречаются в Беларуси. Наиболее распространенная толщина лессовых отложений 10–25 м, мощность в Сибири до 70 м, в Китае – 400 м.

Классифицируются по числу пластичности: супесь, суглинок и глина лессовидные.

Характерные особенности: способность сохранять вертикальные откосы в сухом состоянии, быстро размокать в воде, высокая пылеватость, невысокая природная влажность (до 15–17 %), пористая структура (более 40 %) с сетью крупных и мелких пор, высокая карбонатность (до 35 %), засоление легко водорастворимыми солями.

Происхождение: эолово-почвенное. *Отрицательное свойство* – просадка при увлажнении под действием собственного веса.

Фазовый состав:

А) Твердая фаза – характеризуется минералогическим и гранулометрическим составом (т.е. какие минералы входят в состав и в каком количестве). Размеры, форма и минералогический состав частиц твердой фазы определяют физико-механические свойства грунтов.

Б) Жидкая фаза – это водный раствор различных солей, заполняющий поры грунта.

Виды воды в грунтах:

1) **Парообразная** – газовая компонента (водяной пар). Свободно передвигается в грунте при незначительной его влажности, при конденсации пара на поверхности грунта образуются другие виды воды.

2) **Связанная вода** – адсорбированная поверхностью минеральных частиц (молекулы воды связаны с поверхностью кристаллических частиц), составляет более 40 % от всей воды, содержащейся в грунте. плотность 1,2–1,4 г/см³, практически не сжимаема, замерзает при температуре – 4 °С.

а) *прочносвязанная (гигроскопическая)* – удерживается в грунтах на воздухе, плотность – 2 г/см³, температура замерзания – 78 °С, содержание – 1–20 %.

б) *рыхлосвязанная* – плотность 1,2–1,4 г/см³, практически не сжимаема, температура замерзания – 4 °С.

3) **Свободная вода:**

а) *капиллярная (вода углов пор, подвешенная вода, собственно капиллярная вода)*, – формируется за счет поднятия воды вверх от уровня грунтовых вод, образуя в массиве капиллярную кайму. Вода перемещается под воздействием сил поверхностного натяжения раздела вода–газ, вода из пор не вытекает.

б) *гравитационная (просачивающаяся, вода грунтового потока)* – просачивающаяся вода и вода грунтового потока (зона аэрации).

4) **Вода в твердом состоянии** – содержится в грунте в виде кристаллов льда при замерзании гравитационной воды.

5) **Вода кристаллической решетки** (кристаллизационная –участвует в построении кристаллической решетки минералов, сохраняя свою молекулярную форму, находится в решетке в виде нейтральных молекул Н₂О).

В) Газообразная фаза грунта – количество воздуха в порах грунта. Газы в порах грунта могут находиться в свободном, адсорбированном и защемленном состоянии, а также в виде мелких пузырьков или в растворенном виде. Газообразная фаза свободно сообщается с атмосферой. Наличие в грунтах адсорбированных и защемленных газов обуславливают многолетнюю осадку насыпей из глинистых грунтов, деформации и разрывы земляных насыпей, уменьшению водопроницаемости грунтов.

В зависимости от способа определения физические характеристика подразделяются на две группы:

- *прямые* – определяются только опытным путем на основе лабораторных исследований ($\rho(\gamma)$, $\rho_s(\gamma_s)$, w и др.);
- *производные (косвенные)* – определяются только расчетными формулами ($\rho_d(\gamma_d)$, S_r , n , e , I_p , I_b и др.).

Гранулометрический состав – показывает какого размера частицы и в каком количестве содержатся они в грунте.

Содержание каждой фракции выражается в % по отношению к весу высушенного образца. Фракции – близкие по размеру частицы: 2-1 мм, 1-0,5 мм, 0,5-0,25 мм и т.д.

Определяется грансостав в лаборатории следующими методами: 1) *ситовый метод* – просеивание, навески грунта через набор сит; 2) *ареометрический метод* – определение плотности грунтовой суспензии поплавком с использованием математических формул – метод используется для определения грансостава пылеватых и глинистых частиц $< 0,1$ мм.

Конечным этапом изучения грансостава является:

- классификация песчаных и крупнообломочных грунтов
- оценка степени неоднородности
- оценка водопроницаемости
- нахождение угла естественного откоса
- для выбора R_0 (расчетное сопротивление грунтов).

Природная (естественная) влажность w – количество воды, содержащиеся в порах горных пород в естественном залегании, в долях единиц.

Определяется в лаборатории взвешиванием до и после высушивания образцов. Высушиваются образцы до постоянного веса при температуре 105–107 °С.

Степень влажности S_r – влажность, характеризующая степень заполнения пор грунта водой и характеризуется отношением объема воды к объему пор грунта, вычисляется по формуле

$$S_r = \frac{w\rho_s}{e\rho_w}$$

где w – естественная влажность, %; e – коэффициент пористости; ρ_w – плотность воды; ρ_s – плотность частиц грунта.

Пористость грунта n – суммарный объем всех пор в единице объема грунта, рассчитывается по формуле

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \times 100 = 1 - \frac{\rho_d}{\rho_s} \times 100, \%$$

Коэффициент пористости e – отношение общего объема пор в грунте, к объему только грунтовых частиц, т.е. $e = (\Sigma V_{\text{пор}}/V_s)$, безразмерная величина, вычисляется по формуле

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{n}{1 - n}$$

Плотность грунта ρ , г/см³ – это отношение массы породы, включая массу воды в ее порах, к занимаемому этой породой объему.

Плотность породы зависит от минералогического состава, влажности и пористости.

Плотность грунта под водой ρ_{sb} – это массы единицы объема при естественной пористости под водой. Численно равен массе единицы объема грунта с естественной структурой за вычетом гидростатической подъемной силы воды.

$$\rho_{sb} = \frac{\rho_s - \rho_w}{1 + e},$$

ρ_w – плотность воды, e – коэффициент пористости.

Плотность частиц грунта ρ_s , г/см³ – это отношение массы сухого грунта, исключая массу воды в его порах, к объему твердой части этого грунта.

Плотность частиц грунта численно равна массе единицы объема скелета грунта.

Зависит только от минералогического состава грунтов и возрастает с увеличением содержания тяжелых металлов (пирит).

Плотность частиц грунта изменяется для всех горных пород в пределах от 2,61 до 2,75 г/см³.

В лабораторных условиях определяется пикнометрическим способом. Используется для качественной оценки минералогического состава пород и в расчетах других фазовых характеристик.

Плотность сухого грунта ρ_d – отношение массы твердой компоненты грунта при естественной структуре, исключая массу воды в его порах, к занимаемому этой породой объему

Зависит только от минералогического состава и пористости и вычисляется по формуле

$$\rho_d = \rho / (1 + 0,01w)$$

ρ – плотность грунта; w – влажность грунта, %.

Под механическими свойствами понимают способность грунтов сопротивляться внешним силам.

Тема 8. Физико-геологические процессы, влияющие на устойчивость грунтов и сооружений

Многолетняя мерзлота

Мерзлые породы – горные породы, имеющие отрицательную или нулевую температуру и содержащие в своем составе лед.

Мерзлые грунты подразделяются на:

1. Сезонномерзлые породы – это такие породы, которые летом оттаивают, а зимой промерзают.
2. Многолетнемерзлые породы сохраняют мерзлое состояние в течение сотен и тысяч лет. Эти породы имеют сезоннооттаивающий слой, называемый деятельным слоем.

Зона развития многолетнемерзлых пород называется **криолитозонами**.

Многолетняя мерзлота зависит от: климата (среднегодовая температура -2 С и менее); состава поверхностных пород; рельефа; положения уровня подземных вод

Под сливающейся мерзлотой понимают такой тип мерзлоты в разрезе, когда деятельный слой при замерзании непосредственно переходит в многолетнюю мерзлоту.

При несливающейся мерзлоте между промерзшим деятельным слоем и мерзлыми грунтами остается слой талого грунта.

Процесс промерзания сопровождается развитием особых процессов и явлений: наледи морозное пучение, солифлюкции, термокарст.

А.) Наледи

Наледь – это скопление льда на поверхности земли в результате замерзания изливающихся подземных или речных вод.

Типы наледей:

1. **грунтовые** – морозы вызывают быстрое промерзание деятельного слоя, и надмерзлотные воды оказываются зажаты между двумя мерзлыми слоями, создается напор, вода устремляется в места наименьшего сопротивления (в подвалы, котлованы, дорожные выемки, трещины в промерзшем грунте).

2. **речные** – быстро промерзает вода русла, а поток ищет выход и сверху образуется бугор, который прорывается и вода течет сверху. Речные наледи деформируют мосты, трубы, водозаборные сооружения.

Меры борьбы – устройство специальных мерзлотных поясов:

1. в виде снежного вала, который задерживает промерзание деятельного слоя
2. для дорог – канавы глубиной $3/4$ мощности деятельного слоя и грунтовые валики. Породы под откосом и дном канавы замерзают быстрее и на большую глубину, тем самым создается препятствие для движения грунтовой воды в еще не промерзшем деятельном слое. Мерзлотные валики способствуют поднятию верхней границы вечномерзлого грунта.

Наледи используют как запас воды, т.к. они являются указателем нахождения воды и их выхода на поверхность.

Б) Морозное пучение

Морозное пучение – это увеличение объема водонасыщенных грунтов в результате расширения воды в порах при замерзании. Проявляется в виде **пучин** – поднятий поверхности земли высотой $0,2-0,5$ м удлиненной формы и в виде бугров пучения или **булгуний**, которые образуются вследствие поднятия пород деятельного слоя нижележащей массой льда, непрерывно увеличивающийся в объеме за счет подпитывания надмерзлотными водами. Высота бугров $20-40$ м, давление возникающее при образовании льда $40-60$ атм.

Причины образования пучин:

1. наличие мелких и пылеватых песков, супесей, глин, крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем
2. суровые продолжительные морозы, обуславливающие глубокое сезонное промерзание

3. переувлажнение промерзающих пород из-за недостаточной регуляции поверхностного стока, в результате капиллярного поднятия, миграция пара, неглубокое залегание грунтовых вод.

4. неоднородность состава пород

5. геоморфологическое положение здания, сооружения, земполотна

6. конструктивные особенности земляного полотна, сложение пучинистыми грунтами

Меры борьбы: – осушение

1. отвод дождевых, талых и подземных вод (дренажные работы)

2. замена глинистых грунтов гравелисто-песчаными

3. добавление в грунт CaCl_2 – тогда замерзание грунтов начинается при температуре $-10-12\text{ C}$ и пучение проявляется в небольшой степени

4. электроосмотическое осушение

3. Солифлюкция – медленное течение вниз по склону переувлажненного оттаявшего мелкодисперсного грунта деятельного слоя под влиянием силы тяжести. Скорость небольшая несколько см в год.

Солифлюкция представляет собой опасность для существующих путей сообщения и сооружений, расположенных у подножия склонов.

Меры борьбы:

1. закрепление поверхности склона растительностью

2. планировка и выполаживание склона

3. перехват поверхностных и грунтовых вод, выходящих на склонах, нагорными и мерзлотными валиками и отвод их от склонов

4. Термокарст – процесс проседания и последующего образования провалов, блюдца, воронок на поверхности многолетнемерзлых пород при оттаивании скопленных льда в толще грунта. Термокарстовые понижения во многих случаях заполнены водой, образуя озера и болота.

Болота в зоне вечной мерзлоты называются ***мари***.

При освоении территорий с наличием термокарстов необходимо стремиться к сохранению положения верхней границы вечномерзлых грунтов.

Оползни и оползневые явления

Под оползнем понимается смещение земляных масс вниз по склону под действием силы тяжести, *гидродинамического давления*, сейсмических и др. сил.

Оползни происходят в том случае, когда сдвигающие – касательные напряжения оказываются больше внутренних сил сопротивления грунта (силы сцепления и трения). Этот процесс связан с разрушением структуры грунта и нарушением его устойчивости или равновесия на склоне.

Факторы, способствующие возникновению оползней:

1. подземные и поверхностные воды в горных породах на склоне

а) дополнительное увлажнение

б) взвешивающее действие от напорных вод

в) гидростатическое давление воды, заполняющей трещины

г) фильтрационное воздействие

2. процессы выветривания – ослабление связей
3. инженерная деятельность человека
4. сейсмические явления

Классификации оползней:

1. по месту их образования (склоны речных долин, морские побережья, города)
2. по объему оползших пород (малые – до 1000 м³, средние – до 100 тыс.м³ и большие свыше 100 тыс.м³)
3. по форме в плане (вытянутые в длину, вытянутые в ширину, округлые)
4. по степени активности (действующие и замершие)
5. по непосредственной причине возникновения или потери прочности (консистентные, суффозионные, структурные)
6. по положению поверхности скольжения, т.е по строению оползневого склона:
 - Оползень в однородных породах
 - Оползень на контакте двух различных пород
 - Оползень поперек напластований

Обвальные явления (гравитационные процессы)

Обвальные явления проявляются в быстром и внезапном перемещении масс горных пород на высоких и крутых склонах (крутизна склона более 20–25 град).

Разновидности:

–**вывал** – обрушение или внезапный отрыв и падение отдельных глыб горных пород.

–**обвал** – обрушение земляных масс, при которых возникает вращение перемещающихся пород.

–**осыпь** – скопление в нижней части крутых склонов обломочного материала (щебень, дресва), который по мере накопления и увлажнения осыпи начинает перемещаться.

Условия образования обвальных явлений:

1. климатические факторы (физическое выветривание (температура) – вызывает трещиноватость пород)
2. особенности рельефа
3. состав, свойства, физическое состояние пород
4. сейсмические явления

Меры борьбы:

1. *профилактические* – направленные на предупреждение явления или приостановление его развития в ранней стадии (надзор за состоянием склонов, обрушение отдельных камней, наблюдение за скоростью движения осыпей и т.д.)

2. *инженерные* – направленные на устранение действия процесса или снижение его интенсивности (посадка растительности (для осыпей); защитные ж.б. галереи, тоннели; закрепление анкерами; автоматические сигналы)

Суффозионные явления

Суффозией называется процесс выноса частиц грунта током подземных вод с образованием пустот, воронок или провалов, сопровождается оседанием поверхности земли.

Различают суффозию механическую, связанную только с перемещением частиц породы, и химическую, связанную с процессами выщелачивания.

Причины суффозионных процессов:

- неоднородность породы по гранулометрическому составу, наличие более мелких частиц среди более крупных
- определенная величина гидродинамического напора
- наличие области выноса разгрузки

Меры борьбы, связаны с прекращением движения воды:

- противофильтрационные завесы, томпонаж
- дренажи
- шпунтовые ограждения
- устройство обратных фильтров, для уменьшения выходного градиента и скорости подземного потока

Карст

Карст разновидность химического выветривания.

Химическое выветривание представляет собой разрушение горных пород, сопровождающееся изменением их состава. Разновидности: растворение, гидротация.

Карстом называется явление растворения водой некоторых горных пород, в процессе, которого образуются различные типы пустот и полостей.

В зависимости от пород различают следующие типы карста:

1. **карбонатный** – карстующейся породой служит известняк или доломит – трудно растворимые породы, скорость растворения исчисляется геологическими отрезками времени, 1 ч. кальцита растворяется в 30000 ч. воды
2. **сульфатный** – гипс, ангидрит – среднерастворимые породы, скорость соизмерима со сроками службы сооружений, 1ч. гипса на 480 ч. воды.
3. **соляной** – каменная соль, хлориды – легкорастворимы – скорость весьма велика, 1ч.каменной соли на 3 ч.воды.

Классификация в зависимости от рельефа:

1. поверхностный (открытый) карст, проявляется заметно и сильно в рельефе
2. глубинный (подземный) карст
3. смешанный тип: поверхностный плюс глубинный, широко развит в горном Крыму с поверхности на глубину до 1000 м и более

Факторы возникновения карста:

1. климат (наиболее развитие в условиях влажного и избыточно влажного климата)

2. минералогические особенности и условия залегания (практически растворимые горные породы, трещиноватость и водопроницаемость)
3. движущаяся вода с растворяющей особенностью

Тема 9. Инженерно-геологические изыскания

Инженерно-геологическая съемка является комплексным методом изучения геологического строения местности, гидрогеологических условий, очагов развития геологических процессов для целей проектирования и строительства инженерных сооружений.

Цель – производственная оценка природных факторов с учетом технологии изысканий, технологии строительства и их экономической целесообразности.

Инженерно-геологическая съемка определяет все другие виды работ.

Комплекс работ по съемке состоит из трех этапов:

I подготовительный – состоит из дешифрирования аэроснимков, сбор литературных, фондовых, архивных данных.

II полевой –

- а) описание и изучение естественных и искусственных обнажений горных пород (с отбором образцов и проб)
- б) гидрогеологические наблюдения
- в) геоморфологические наблюдения (рельеф)
- г) размещение и проходка картировочных разведочных выработок
- д) поиск и предварительная оценка месторождений строительных материалов
- е) изучение причин деформации оснований сооружений и земляного полотна (при производстве съемочных работ на существующих ж.д.)
- ж) необходимые топографические работы (абрис трассы)
- з) текущая камеральная обработка материалов и составление предварительного отчета.

III камеральный – состоит из окончательной камеральной обработки, составления и защиты окончательного отчета, сдачи документов на хранение

Перечисленные наблюдения и сделанные выводы носят целенаправленный характер применительно к проектированию промышленных и гражданских сооружений (автомобильных и ж.д. сооружений)

Масштаб инженерно-геологической съемки устанавливается в зависимости от:

- стадии проектирования
- целевого направления
- сложности инженерно-геологических условий данной местности

Детальность инженерно-геологической съемки зависит от масштаба. В зависимости от масштаба инженерно-геологические съемки подразделяются на:

- мелкомасштабные от 1:500 000 и мельче
- среднемасштабные от 1:200 000 до 1:25 000
- крупномасштабные от 1:10 000 и крупнее

По своему назначению различают карты:

1. инженерно-геологических условий, составляемые для всех видов наземного строительства и используемые для общей оценки природных условий строительства объекта
2. инженерно-геологического районирования, которые составляются как для общих, так и для специальных целей на основе общности инженерно-геологических условий выделяемых площадей
3. специальные, составление которых осуществляется применительно к требованиям конкретного объема строительства

Скважиной называется горная выработка, имеющая при малом диаметре достаточно значительную длину. Началом скважины называется устья, а ее конец - забоем. Пространство от устья до забоя скважины называется стволом. Скважины могут быть вертикальные или наклонные.

Главное назначение скважины - извлечение нефти, газа или воды на поверхность, то есть скважина является каналом, соединяющим нефтяной, газовый или водяной пласт с поверхностью земли, а так же извлечение образцов грунта (керна) для изучения свойств грунта.

Классификация способов бурения

Бурение скважины шнековым способом. Шнек – это стальная труба, на которую навита спираль из стальной ленты. По внешнему виду напоминает шнек штопор или бур, которым рыбаки сверлят зимой лед. Между собой шнеки соединяются с помощью резьбы, шестигранника или шпонок. Шнековый способ бурения заключается в разрушении породы благодаря вращению бура. Разрушенная порода поднимается по шнековой спирали вверх и удаляется из скважины. Высота породы по спирали шнека становится возможным потому, что шнек вращается быстрее, чем порода. Сила трения удаляется породы о стенки скважины больше силы трения породы о стальной шнек, поэтому порода не вращается вместе со шнеком, а скользит по нему. Подобно тому, как гайка, накручивая на болт, перемещается вдоль оси болта, удаляется порода перемещается вдоль оси шнека вверх. Шнековый способ бурения наиболее подходит для бурения неглубоких скважин в рыхлых и мягких породах. Шнековым способом бурят скважины 30-50 м.

Бурение скважины роторным способом. При роторном способе бурения скважины порода разрушается с помощью вращающегося бура. Вращение на бур передается от ротора, расположенного на поверхности, с помощью колонны буровых труб. Роторный способ позволяет бурить скважины диаметром от 76 мм до 215 мм. При использовании долот различного диаметра роторный способ позволяет бурить внутри обсадных труб. Чтобы закрепить стенки скважины и предотвратить обрушения, в скважину опускают обсадные трубы, а дальнейшее бурение проводят долотом меньшего диаметра.

Бурение скважины колонковым способом. Колонковый метод бурения состоит в том, вращающийся бур в форме кольца разрушает породу не по всему сечению забоя а только по краям. Разрушенная порода вымывается промывочной жидкостью, которая нагнетается в колонну буровых труб с помощью насоса.

Внутренняя часть (кern) остается внутри труб. Периодически kern отрывают от дна и поднимают на поверхность.

Ударно-канатный способ бурения. Наиболее простой в технологическом плане способ ударно-канатного бурения скважины заключается в том, что буровое долото поднимают на тросе над забоем и затем отпускают. Долото ударяется о дно скважины и разрушает породу, которая затем удаляется с помощью желонки. Буровая установка – комплекс машин и механизмов, предназначенный для бурения, крепления скважин, а также шахтных стволов. Буровые установки для разведки месторождений полезных ископаемых, разработки месторождений нефти, газа, подземных вод и глубинных геологических исследований по способу монтажа и транспортировки разделяют на разборные (стационарные) и неразборные.

Разборные буровые установки предназначены для сооружения скважин глубиной 2000-10000 г.

Неразборные буровые установки, разделяют на самоходные и несамоходные.

Самоходные буровые установки постоянно смонтированные на транспортном средстве (автомашине, тракторе, самоходной буровой основе, буровом судне).

Несамоходные буровые установки перевозимых на транспортном средстве, не имеет двигателя.

Горно-проходческие работы – это комплекс геологических работ, выполняемых с помощью технических средств. С помощью буровых скважин и выработок выясняют геологическое строение и гидрогеологические условия строительной площадки на необходимую глубину, отбирают пробы грунтов и подземных вод, проводят опытные работы и стационарные наблюдения.

Разведочные выработки располагают в зависимости от размещения фундаментов – по периметру или по осям здания. Количество выработок зависит от ряда факторов, в том числе от этажности здания и сложности геологического строения площадки.

Горные выработки дают возможность получить более точные и достаточные данные, которые можно посмотреть в естественном залегании.

Наиболее распространенным видом горных выработок является шурф. Применяют еще расчистки, канавы, штольни.

Шурф – колодцеобразная вертикальная горная выработка прямоугольного или круглого сечения, проходима с поверхности до глубины 20 м. Шурф круглого сечения называют дудкой. Наиболее распространен на изысканиях шурфы глубиной 3–5 м (на практике 3 м), сечением $1 \times 1,25 \text{ м}^2$, большего сечения $> 2 \text{ м}^2$ для проведения опытных работ.

Проходка шурфа осуществляется – ручным способом (лопатой) и механизированным способом (шурфопроходческие установки, шурфобуры (круглые шурфы до 10–30 м и диаметром до 900 мм)).

По мере проходки шурфа непрерывно ведут шурфовочный журнал, где записывают данные о вскрываемых породах, условиях их залегания, появлении грунтовых вод; производят отбор образцов, составляют зарисовку шурфа по всем четырем сторонам.

Недостатком шурфования является высокая стоимость и трудоемкость работ, особенно в водонасыщенных породах.

Расчистка – неглубокие выработки, применяемые для снятия маломощного покрова делювия или элювия со склонов.

Канавы (траншеи) – узкие и неглубокие (до 2 м) открытые выработки, осуществляются обычно вручную, с целью обнажения коренных пород, лежащих под наносами. Канавы проходятся перпендикулярно к направлению падения пород.

Штольни – подземные горизонтальные выработки, обычно на склонах вглубь скальных массивов.

Геофизической разведкой называется один из видов геологической работы, выполняемой с помощью геофизических приборов для изучения геологических условий территорий.

Задачи:

- 1) выявлять структурно-тектонические особенности участка, разделяя его на части в зависимости от расположения геологических структур, тектонических нарушений;
- 2) изучать геологический разрез, выделяя в нем распространения однородных толщ;
- 3) изучать распространение четвертичных отложений и рельеф поверхности коренных пород, мест размывов;
- 4) выделять и изучать распространение зон выветривания и разрушения горных пород;
- 5) выявлять и проследивать распространение зон повышенной трещиноватости, тектонических нарушений;
- 6) выявлять глубину залегания и распространения водопроницаемых и водоупорных горных пород;
- 7) исследовать глубину и условия залегания подземных вод, направление и скорость их движения и устанавливать области питания и разгрузки;
- 8) изучать глубину залегания, мощность, распространение многолетней мерзлоты и ее строение;
- 9) изучать глубину залегания и распространения участков закарстованных горных пород, выявлять карстовые полости;
- 10) устанавливать расположение подземных горных выработок, остатков или частей сооружений;
- 11) выявлять мощность и распространение оползневых накоплений, искусственно отсыпанных пород и отвалов;
- 12) производить поиски и предварительную разведку некоторых видов минеральных строительных материалов;
- 13) исследовать влажность, плотность, деформационные свойства;
- 14) исследовать напряженное состояние горных пород.

Геофизические методы разведки позволяют успешно решать задачи только тогда, когда наблюдается определенная неоднородность геологической среды, т. е. когда в ее пределах горны породы различаются по физическому состоянию

(влажность, разрушенность, трещиноватость и др.) и свойствам (удельное электрическое сопротивление, плотность, магнитная восприимчивость и др.)

В практике инженерных изысканий применяют следующие геофизические методы:

- электрические;
- сейсмические;
- гравиметрические;
- магнитометрические;
- ядерные.

Из *электроразведочных* методов наиболее часто применяют методы, основанные на различной способности горных пород проводить постоянный электрический ток:

- 1) вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ);
- 2) электропрофилирование (ЭП);
- 3) электрический каротаж (ЭК).

Факторы, влияющие на электрическое сопротивление горных пород: удельное сопротивление насыщающей горные породы воды, ее количества, минерализации.

Основой *сейсморазведочных* методов является скорость распространения упругих волн, возбуждаемых в горных породах взрывами, ударами или вибрационными установками.

В полевой сейсморазведке используют следующие методы:

- 1) метод отраженных волн (МОВ);
- 2) метод преломленных волн (МПВ);
- 3) корреляционный метод преломленных волн (КМПВ).

Ядерные методы разведки подразделяются на две группы:

- 1) методы, основанные на изучении естественной радиоактивности горных пород, подземных и поверхностных вод и воздуха;
- 2) методы, в которых используются явления, возникающие в результате искусственного облучения горных пород нейтронами или гамма-излучениями.

Исследование грунтов в полевых условиях позволяет определять значения характеристик физико-механических свойств грунтов в условиях естественного залегания грунтов без разрушения их структуры и текстуры, с сохранением режима влажности. Здесь лучше, чем по результатам лабораторных анализов, моделируется работа массивов грунтов в основаниях зданий и сооружений

К полевым опытным работам относятся:

1. полевые испытания грунтов для определения деформационных и прочностных характеристик
2. опытно-фильтрационные работы при гидрогеологических исследованиях – см. вопрос 18 – это метод налива в шурфы (Болдырева и Нестерова), метод опытных откачек

К полевым методам определения сравнительной сжимаемости и деформационных свойств относятся: метод пробных статических нагрузок в шурфах и скважинах; прессиометрия; зондирование; вращательный срез

А) Метод пробных статических нагрузок в шурфах и скважинах (метод штампов)

В нескальных грунтах на дне шурфов или скважин устанавливают штампы, на которые передают нагрузку.

Штамп в шурфе – это железобетонная плита. Форма штампа находится в зависимости от фундамента, который он моделирует, и может быть различной, но чаще плита круглая площадью 5000 см^2 . Для создания под штампом заданного напряжения применяют домкраты или платформы с грузом.

Испытание грунтов может проводиться и в скважинах диаметром более 320 мм, на забой скважины опускают штамп площадью 600 см^2 , нагрузка на штамп передается через штангу, на которой располагается платформа с грузом.

Осадку штампов измеряют прогибомерами. Загрузку штампа производят ступенями и выдерживают определенное время. Значение нагрузки устанавливается в зависимости от вида грунта и его состояния.

В итоге работы строят графики: осадки штампа от давления; осадки штампа во времени по ступеням нагрузки. После этого вычисляют модуль деформации грунта E , МПа.

Б) Прессиометрия – вид испытания на сжатия применяется для определения модуля общей деформации глинистых грунтов в скважинах на глубине до 20 м от поверхности земли. Сущность метода заключается в обжатии грунта в скважине с измерением давления обжатия и соответствующих этому давлению деформаций. Прессиометр представляет собой цилиндрическую камеру с эластичными стенками, устанавливают в скважине на определенную глубину. Используется два типа конструкции прессиометра: гидравлические и пневматические.

В) Зондирование (пенетрация). Используется для изучения состава и свойств песчано-глинистых пород на глубину 15–20 м.

Сущность метода в определении сопротивления проникновению в грунт металлического наконечника – зонда. Зондирование дает представление о плотности и прочности грунтов на определенной глубине и характеризует изменение в вертикальном разрезе.

По способу погружения различают зондирование динамическое и статическое. При динамическом – фиксируется глубина погружения зонда, число ударов – залог; при статическом – глубина погружения, усилие для задавливания зонда.

Статическое зондирование позволяет:

- расчленить толщу грунтов на отдельные слои;
- определить глубину залегания скальных и крупнообломочных грунтов;
- оценить качество искусственно уплотненных грунтов;
- измерить мощность органогенных грунтов на болотах.

Динамическое зондирование позволяет определить:

- мощность толщ четвертичных отложений;

- границы между слоями;
- степень уплотнения насыпных и намывных грунтов.

Скоростной метод – пенетрационно-каротажный. Данные получают с помощью пенетрационно-каротажной станции СПК.

Г) Метод вращательного среза – применяется в пластичных глинистых породах для определения сопротивления сдвигу.

Сущность метода состоит в измерении крутящих моментов при вращении в грунте крестообразного наконечника крыльчатки. Крыльчатый четырехлопостной зонд опускается в забой скважины вдавливается в грунт и поворачивается. При этом замеряют крутящий момент и рассчитывается сопротивление сдвигу

$$\tau = M_{\text{круг}}/K$$

K – постоянная крыльчатки

Тема 10. Основы строительного грунтоведения

Песчаные – несвязные грунты, сложенные угловатыми и окатанными обломками минералов, размером от 2 до 0,05 мм. Основная масса состоит из кварца и полевых шпатов.

По генезису разделяются: элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, озерные, водно-ледниковые, ледниковые, озерно-ледниковые, морские, эоловые и смешанного происхождения.

Песчаные грунты классифицируются (строительная классификация):

- *по гранулометрическому составу* (гравелистый, крупный, средний, мелкий, пылеватый);
- *по показателю максимальной неоднородности U_{max}* (однородный (до 4), среднеоднородный (4–20), неоднородный (20–40), повышенной неоднородности (более 40));
- *по степени влажности* (маловлажный (S_r – (0–0,5); влажные (0,5–0,8); водонасыщенные (0,8–1));
- *по прочности (сопротивлению грунта при зондировании)* (прочный, средней прочности, малопрочный);

Пример наименования: *Песок средний неоднородный влажный средней прочности.*

Строительная классификация глинистых грунтов.

Глинистые грунты – группа осадочных пород с преобладанием тонких фракций (< 0,01 мм). Состоят из глинистых минералов, а также минералов обломочного (слюда, кварц, полевые шпаты) и химического (карбонаты, сульфаты) происхождения. Занимают около 60 % объема осадочных пород. Происхождение – обломочно-химическое.

Характерные свойства глинистых грунтов: пластичность, липкость, набухание, усадка.

Пластичность – способность глинистых грунтов деформироваться под нагрузкой без разрыва сплошности и восстанавливать форму при устранении действия внешних сил.

Глинистые грунты классифицируются (строительная):

* по числу пластичности I_p

Супесь – 1–3; Суглинки – 3 – 17; Глина – более 17.

* по показателю текучести I_L

Супеси (3 состояния)	Суглинки и глины (6 состояний)
Твердые, $I_L < 0$ Пластичные, $0 \leq I_L \leq 1$ Текучие, $I_L > 1$	Твердые, $I_L < 0$ Полутвердые, $0 < I_L \leq 0,25$ Тугопластичные, $0,25 < I_L \leq 0,5$ Мягкопластичные, $0,5 < I_L \leq 0,75$ Текучепластичные, $0,75 < I_L \leq 0,1$ Текучие, $I_L > 1$

- по прочности (очень прочные, прочные, средней прочности и слабые)

Пример: *Глина твердая средней прочности.*

Тема 11. Закономерности механики грунтов, обусловленные пористостью

Под механическими свойствами понимают способность грунтов сопротивляться внешним силам.

Механические характеристики подразделяют на:

Деформационные свойства грунта характеризуют поведение грунта под статическими нагрузками, не приводящими к его разрушению. Они определяются в полевых и лабораторных условиях моделирующих работу грунта под сооружением (статические нагрузки). Для дорожного и антисейсмического строительства изучение деформационных свойств производится при действии вибрации и переменных нагрузок.

Прочностные свойства грунта, характеризуют способность грунта сопротивляться разрыву.

Деформационные характеристики

А) Сжимаемость.

Все песчаные и глинистые грунты сжимаются или уплотняются под действием приложенной к ним статической нагрузки.

Уплотнение песчаных грунтов под нагрузкой происходит быстро, т.к. пески легко отдают воду, а сжимаемость их невелика (кроме рыхлых). Деформация про-

исходит за счет уменьшения объема пор. Осадки сооружений малы, протекают быстро.

Уплотнение глинистых грунтов из-за их низкой водопроницаемости и наличия связанной воды происходит значительно медленнее. Осадки сооружений длятся месяцами и годами.

Если сжатие происходит без возможности бокового расширения, то такой процесс *называется компрессионным сжатием*.

Деформация сжатия (уплотнения) или компрессионные свойства зависят от следующих факторов:

1. Гранулометрического и минералогического состава
2. Физического состояния (влажности, плотности сложения)
3. Наличия и прочности структурных связей
4. Величины и характера действующей нагрузки.

Количественными характеристиками сжимаемости являются *коэффициент уплотнения или сжатия, модуль осадки и модуль деформации*.

Методы определения характеристик сжимаемости:

1. лабораторные методы – в компрессионных приборах (одеметры – исключают возможность бокового расширения образца грунта) или приборах трехосного сжатия (стабилометры)
2. полевые – штамповые.

Наиболее достоверны. Проводятся статическими нагрузками с помощью штампа. Испытания могут проводиться в котловане, скважине, шурфе. Штампы металлические и железобетонные; в шурфах, их площадь – 5000 см^2 , в скважинах – 600 см^2 . Нагрузка создается гидравлическими домкратами или непосредственным приложением груза.

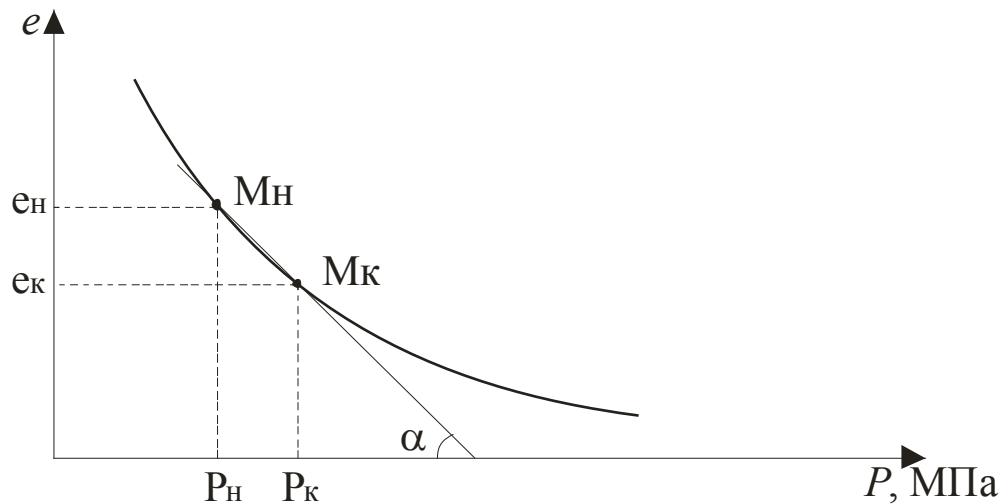
Нагрузка увеличивается ступенями и замеряется осадка штампа, стабилизация принимается достигнутой в течение 2 часов не больше 0,2 мм.

Затем строят график осадки. И используя экспериментальные данные определяют модуль деформации по формуле

$$E = (1 - \nu^2) K_p K_1 D (\Delta P / \Delta S),$$

где ν – коэффициент Пуассона определяется, K_p – коэффициент, принимаемый в зависимости от заглубления штампа, при испытании в котловане принимается равным единицы; K_1 – коэффициент жесткости штампа, равный 0,8, D – диаметр штампа, сторона квадратного штампа, см, P – контрольная нагрузка, S – осадка, мм.

По данным компрессионных испытаний строится *компрессионная кривая* в координатах «коэффициент пористости – давление».



Если ограничиться небольшим изменением давления, что часто имеет место в строительной практике, то можно отрезок M_1M_2 принять за прямую, тогда тангенс угла наклона этого участка характеризует сжимаемость породы в данном интервале давления

$$\operatorname{tg} \alpha = (e_H - e_K) / (P_K - P_H) = m, \text{ МПа}^{-1}$$

m – коэффициент сжимаемости или уплотнения (угловой коэффициент, выражающий зависимость коэффициента пористости от давления.) – Это классификационная характеристика:

1–0,1 – сильносжимаемые

0,1–0,01 – среднесжимаемые

0,01–0,001 – слабосжимаемы

Чем больше угол наклона, тем больше сжимаемость, а порода сильнее уплотняется.

Если изменение давления бесконечно мало, т.е. $P_K - P_H = dP$, то и коэффициент пористости изменяется мало, т.е. $e_H - e_K = de$.

Тогда
$$de = m dP$$

Это уравнение выражает один из основных законов механики песчаных и глинистых грунтов – **закон уплотнения**. 3. Уплотнения – I закон механики.

Основными задачами испытаний на компрессию являются:

1. установление зависимости между коэффициентом пористости и вертикальной нагрузкой P (кривая компрессии)
2. расчет коэффициента сжимаемости m , модуля деформации и т.д. (относительная сжимаемость, модуль осадки).

Б) Консолидация

Процесс уплотнения глинистых пород под постоянной нагрузкой принято называть *консолидацией*.

Процесс консолидации зависит от:

1. прочности структурных связей в породах. Пока эти связи не нарушены, деформация грунта имеет упругий характер и протекает быстро, уплотнение начинается при нагрузке выше эффективной
2. водопроницаемости. Она влияет на скорость выжимания воды и соответственно на скорость уплотнения.

3. вязкости пород (внутреннее сопротивление частиц породы перемещению). В зависимости от свойств глинистых пород в процессе уплотнения могут преобладать те или другие факторы. В 20 г. Терцаги впервые объяснил причину запаздывания деформации грунта (отставание уплотнения) от скорости увеличения нагрузки.

Теория сжатия глинистых грунтов во времени – называется **фильтрационной консолидацией**.

Количественной величиной консолидации является коэффициент консолидации C_k

$$C_k = (K_f(1+e)/m\rho_w)$$

где K_f – коэффициент фильтрации; e – коэффициент пористости; m – коэффициент сжимаемости; ρ_w – плотность воды.

Общая деформация глинистого водонасыщенного грунта будет состоять из различных по природе и протекающих с различной скоростью деформаций:

$$S_{\text{полн}} = S_{\text{ф}} + S_{\text{пласт}}$$

$S_{\text{ф}}$ – фильтрационная деформация, возникающая за счет отжатия поровой воды,

$S_{\text{пласт}}$ – пластичная деформация, связана с ползучестью скелета грунта.

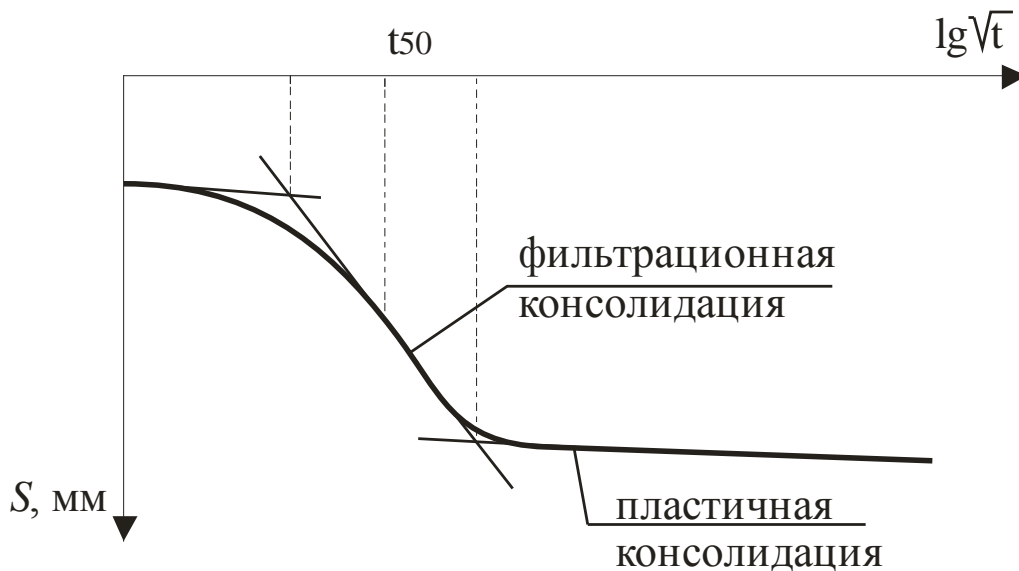
Для определения параметров консолидации грунта строят кривые изменения показания индикатора во времени при постоянной нагрузке в логарифмическом масштабе в координатах $S - \lg t$

График зависимости деформации грунта (мм) от $\lg t$ состоит из начального криволинейного участка и двух прямолинейных, соединенных плавным переходом.

Первый прямой участок соответствует первичной – фильтрационной консолидации, второй – вторичной – пластичной.

Сущность расчета времени фильтрационной консолидации сводится к следующему:

1. определяем начало и конец фильтрационной консолидации
2. определяем время необходимое для достижения 50 % фильтрационной консолидации
3. коэффициент консолидации
4. продолжительность процесса консолидации пропорционально $h^2 - t = A h^2$
5. Определяем коэффициент фильтрации



К прочностным характеристикам грунтов относится – **сопротивление грунтов сдвигу**.

Сопротивление сдвигу характеризует прочность песчаных и глинистых грунтов, т.е. их способность сопротивляться разрушению.

Процесс нарушения сплошности породы в результате смещения (сдвига) одной части породы относительно другой по поверхности скольжения называется **сдвигом**.

Величина сопротивления пород сдвигу обусловлена:

1. Размерами, формой, окатанностью и составом частиц. Чем более грубозернисты грунты и более угловаты обломки, чем больше их плотность, тем больше внутреннее трение.

2. Физическим состоянием. Устойчивость пород на склонах и в откосах связана с интенсивностью атмосферных осадков, поверхностными и подземными водами. Изменяется физическое состояние грунтов, консистенция, породы становятся тяжелыми и резко снижается сопротивление сдвигу. В засушливые периоды года те же породы находятся в устойчивом состоянии. Следовательно при оценке сопротивления пород сдвигу надо учитывать факторы, которые могут оказать влияние на его снижение.

3. Величиной действующей сжимающей нагрузки. При прочих равных условиях внутреннее трение возрастает с увеличением уплотняющей нагрузки. В механике грунтов эта зависимость кратко формулируется: «внутреннее трение в песчаных и глинистых породах есть функция нормального уплотняющего давления».

Сопротивление сдвигу песчаных пород зависит от трения; глинистых – от трения и сцепления.

Силы трения действуют между слагающими частицами и характеризуются коэффициентом внутреннего трения $\text{tg } \varphi$.

Сцепление (c) обусловлено действием структурных связей между частицами.

Сцепление служит количественным выражением прочности структурных связей.

Основные уравнения и параметры

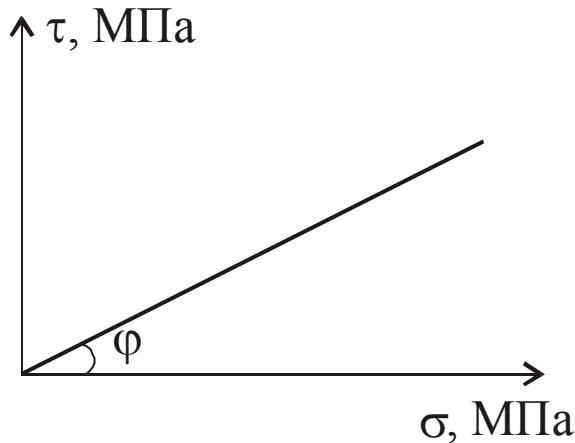


График сопротивления сдвигу песчаных и других рыхлых несвязных грунтов имеет вид прямой, исходящей из начала координат под углом φ к оси абсцисс

Уравнение этой прямой

$$\tau = \operatorname{tg}\varphi\sigma_n$$

График сопротивления сдвигу глинистых грунтов

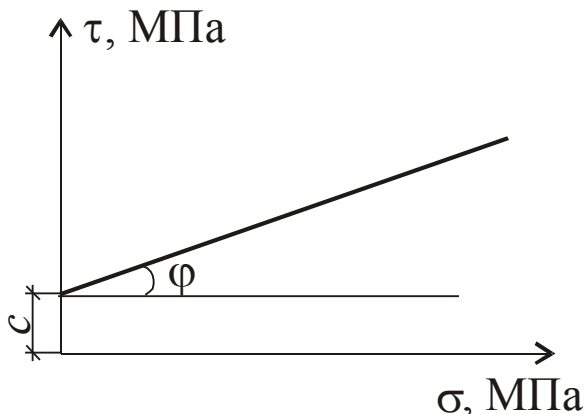


График сопротивления сдвигу глинистых грунтов имеет небольшой криволинейный и основной прямолинейный участки.

Криволинейный участок обусловлен общим сцеплением, т.е. всеми видами структурных связей. Прямолинейный – зависит от нормального давления и обусловлен внутренним трением

$$\tau = \sigma_n \operatorname{tg}\varphi + c$$

где τ – сдвигающее касательное усилие, $\operatorname{tg}\varphi$ – угловой коэффициент, выражающий зависимость сопротивления грунтов сдвигу от нормального давления, σ_n – нормальное уплотняющее давление, c – общее сцепление, МПа

Если $\operatorname{tg}\varphi$ – обозначить через f , тогда зависимость сопротивления сдвигу несвязных пород от нормальной нагрузки примет вид

$$\tau = f\sigma_n$$

Эта зависимость установлена французским физиком Кулоном в 1773 г и для несвязных грунтов формулируется так: «Сопротивление рыхлых несвязных грунтов сдвигу есть сопротивление трению, прямо пропорциональное нормальному давлению»

Один из основных законов механики грунтов для песчаных и несвязных грунтов.

Тема 12. Распределение напряжений в грунтах

Рассмотрим действие вертикальной сосредоточенной силы N (рис. 12.1), приложенной в точке O к горизонтальной плоскости, являющейся поверхностью линейно-деформируемого полупространства однородного в глубину и в сторону. От действия силы N во всех точках полупространства возникает сложное напряженное состояние. Задача заключается в определении всех шести составляющих напряжения – σ_z , σ_x , σ_y , τ_{xz} , τ_{xy} , τ_{yz} – в декартовой системе координат.

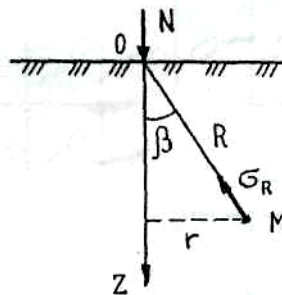


Рис. 12.1 Схема к определению напряжений при действии сосредоточенной силы

Эта задача впервые была решена профессором Ж.Буссинеском (1885г.).

Берем точку M , определенную полярными ординатами R и β . Под действием силы N точка M перемещается в направлении радиуса R на величину dR .

Чем дальше от точки приложения силы N будет расположена точка M , тем меньше будет ее перемещение. При $R=\infty$ перемещение точки M будет равно нулю $dR=0$. При одном и том же значении R для различных величин угла β перемещения точек будут неодинаковы.

Наибольшее перемещение получит точка, расположенная на оси Z , т.е. при $p=0$ (рис. 12.2). С увеличением угла β перемещения по направлению радиуса R уменьшаются, при $\beta=90^\circ$ будут равны нулю.

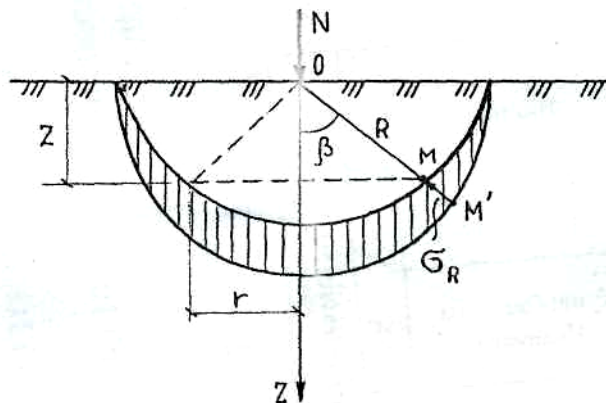


Рис. 12.2 Схема распределения напряжений по

полушаровой поверхности с радиусом R

Приняв как постулат, что σ_R прямо пропорционально $\cos\beta$ и обратно R^2 , можно записать зависимость:

$$\sigma_R = A \frac{\cos\beta}{R^2}, \quad (12.1)$$

где A — коэффициент, определенный из условия равновесия.

Условие равновесия составляется согласно рис. 4.2, исходя из равенства внутренних и внешних сил.

Тогда можно записать:

$$A = \frac{3N}{2\pi}.$$

Подставив в (4.1), получим формулу Буссинеска:

$$\sigma_R = \frac{3N}{2\pi R^2} \cos\beta. \quad (12.2)$$

Эта общая формула векторного напряжения в любой точке пространства от действия сосредоточенной нагрузки в однородных грунтах.

Решение задачи о распределении напряжений от действия вертикальной сосредоточенной силы, приложенной нормально к ограничивающей поверхности полупространства, получено в виде (рис. 4.3).

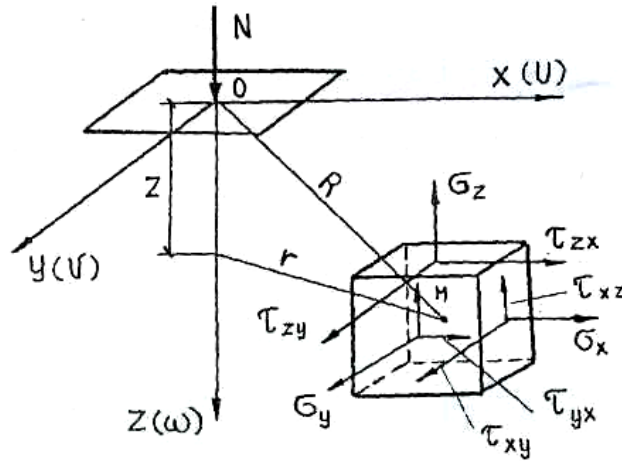


Рис. 12.3 Схема приложения сосредоточенной силы при пространственной задаче

$$\sigma_x = \frac{3N}{2\pi} \left\{ \frac{zx^2}{R^5} + \frac{(1-2\nu)}{3} \left[\frac{R^2 - R_z - z^2}{R(R+z)} - \frac{x^2(2R+Z)}{R^3(R+Z)^2} \right] \right\}; \quad (12.3)$$

$$\sigma_y = \frac{3N}{2\pi} \left\{ \frac{zy^2}{R^5} + \frac{(1-2\nu)}{3} \left[\frac{R^2 - R_z - z^2}{R^3(R+z)} - \frac{y^2(2R+Z)}{R^3(R+Z)^2} \right] \right\}; \quad (12.4)$$

$$\sigma_z = 3Nz^3 / 2\pi R^5; \quad (12.5)$$

$$\tau_{xy} = \frac{3N}{2\pi} \left[\frac{xyz}{R^5} - \frac{(1-2\nu)}{3} \frac{xy(2R+z)}{R^3(R+Z)^2} \right]; \quad (12.6)$$

$$\tau_{yz} = 3Nyz^2 / 2\pi R^5; \quad (12.7)$$

$$\tau_{xz} = 3Nxz^2 / 2\pi R^5; \quad (12.8)$$

где $R^2 = z^2 + x^2 + y^2$.

Перемещения, параллельные осям координат:

оси X

$$u = \frac{N(1+\nu)}{2\pi E} \left[\frac{xz}{R^3} - (1-2\nu) \frac{x}{R(R+z)} \right]; \quad (12.9)$$

оси Y

$$v = \frac{N(1+\nu)}{2\pi E} \left[\frac{yz}{R^3} - (1-2\nu) \frac{y}{R(R+z)} \right]; \quad (12.10)$$

оси Z

$$w = \frac{N(1+\nu)}{2\pi E} \left[\frac{z^2}{R^3} - (1-2\nu) \frac{1}{R} \right]. \quad (12.11)$$

Вблизи точки приложения силы (полусфер радиусом 0,3-0,5м) напряжения достигают чрезвычайно большого значения и массив грунта претерпевает пластические деформации. Эта область полупространства обычно исключается из рассмотрения.

В практике для расчета вертикальных сжимающих напряжений σ_z используется не формула (12.5), а следующая:

$$\sigma_z = K \frac{N}{z^2}, \quad (12.12)$$

где K – значения, которые зависят от отношения r/z (рис. 4.4).

K – изменяется от 0,477 до 0; K – определяется по формуле

$$K = \frac{3}{2\pi} \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2\right)^{5/2}}, \quad (12.13)$$

либо используются графики (рис. 12.4) или таблицы, которые приводятся в справочниках.

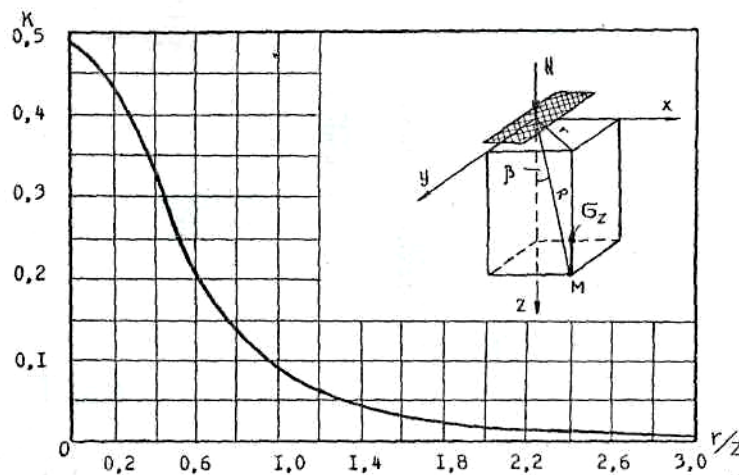


Рис. 12.4 График для определения коэффициента K в формуле (12.13)

Напряжения от нескольких сосредоточенных сил

При действии нескольких сосредоточенных сил (рис. 12.5) напряжения определяют на основе принципа (суперпозиции) независимости действия сил простым суммированием напряжений от каждой силы:

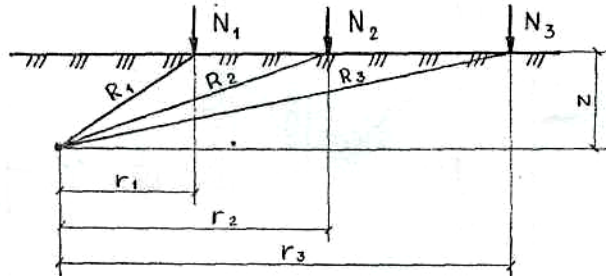


Рис. 12.5 Схема к определению напряжений от действия нескольких сил

Значение по σ_z определяется по следующей формуле

$$\sigma_z = K_1 \frac{N_1}{z^2} + K_2 \frac{N_2}{z^2} + K_3 \frac{N_3}{z^2} = \sum_{i=1}^n K_i \frac{N_i}{z^2}.$$

Окончательно можно записать

$$\sigma_z = \frac{1}{z^2} \sum_{i=1}^n K_i N_i. \quad (12.14)$$

Значение K_i определяется в зависимости от отношения r_1/z , r_2/z , r_3/z по графику (рис. 12.4).

12.3 Определение сжимающих напряжений способом элементарного суммирования

В случае действия распределенной по части поверхности грунта нагрузки произвольной интенсивности напряжения можно определять по приведенным выше выражениям, используя принцип суперпозиции (независимости действия сил).

Область загрузки делится на ряд элементов, распределенная нагрузка на которых заменяется равнодействующими в центрах их тяжести. Достаточная точность расчетов достигается при $R_i \geq 2l_i$, где l_i – длина рассматриваемого элемента (рис. 12.6).

Вертикальное сжимающее напряжение на глубине z от поверхности равно –

$$\sigma_z = \sum_{i=1}^n N_i \frac{K_i}{z^2}.$$

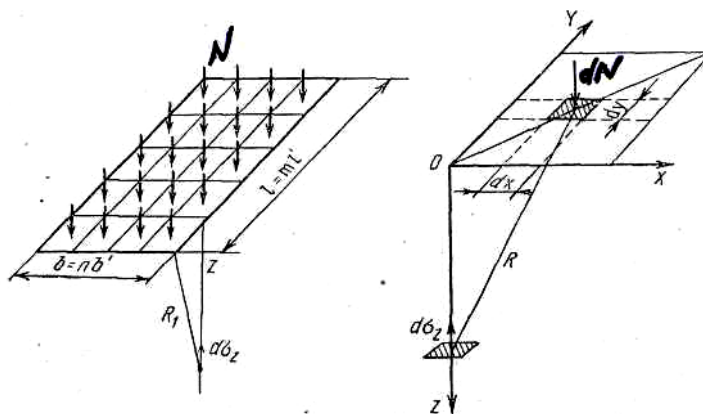


Рис. 12.6 К определению вертикальных сжимающих напряжений в грунте от действия равномерно распределенной по прямоугольной площадке нагрузки

При одинаковой интенсивности нагрузке соответственно –

$$\sigma_z = \frac{N}{z^2} \sum_{i=1}^n K_i . \quad (12.15)$$

Вертикальное напряжение в любой точке грунтового массива от сосредоточенной силы, действующей на его поверхности, можно определить по выражению (12.2).

Элементарная сила dF , действующая на бесконечно малой площадке $dx \cdot dy$, вызовет напряжения

$$d\sigma_z = \frac{3dN}{2\pi z^2 [1 + (r/z)^2]^{5/2}} . \quad (12.16)$$

Вертикальное сжимающее напряжение в рассматриваемой точке грунтового массива от действия равномерно распределенной в пределах площади прямоугольника нагрузки p

$$\sigma_z = \int_0^l \int_0^b \frac{3p dx dy}{2\pi z^2 [1 + (x^2 + y^2)/z^2]^{5/2}} , \quad (12.17)$$

где l и b – соответственно длина и ширина площадки загрузки.

Определение сжимающих напряжений по методу угловых точек

Условия пространственного напряженного состояния в основании возникают тогда, когда по его поверхности действует местная нагрузка, распределенная по площади квадрата, прямоугольника, круга, эллипса и т.п. В этом случае неизвестными являются все компоненты напряжений. Для ряда таких задач имеются решения, полученные в замкнутом виде.

Значения вертикальных сжимающих напряжений σ_z в любой точке основания от действия нагрузки интенсивностью p , равномерно распределенной по площади прямоугольника размером $l \times b$, впервые были получены А.Лявом (1935г.). Практический интерес представляют компоненты напряжений σ_{zC} , относящиеся к вертикали, проведенной через угловую точку C этого прямоугольника, и σ_{zO} , действующие по вертикали, проходящей через его центр (рис. 12.7).

Используя введенные выше понятия коэффициентов влияния, можно записать:

$$\sigma_{zC} = K_{zC} p; \sigma_{zO} = K_{zO} p, \quad (12.18)$$

где K_{zC} и K_{zO} – соответственно коэффициенты влияния для угловых и центральных напряжений, зависящие от соотношения сторон загруженного прямоугольника и относительной глубины точки, в которой определяются напряжения.

Между значениями σ_{zC} и σ_{zO} имеется определенное соотношение. Можно показать, что напряжения в точках, расположенных на вертикали, проходящей через центр площади загрузки, равны учетверенным значениям угловых напряжений, действующих на удвоенной глубине, т.е.

$$\sigma_{zO} = 4\sigma_{2z,C}. \quad (12.19)$$

Тогда оказывается удобным выразить формулы (12.18) через общий коэффициент влияния α и записать их в виде

$$\sigma_{zC} = \frac{1}{4}\alpha p; \sigma_{zO} = \alpha p. \quad (12.12)$$

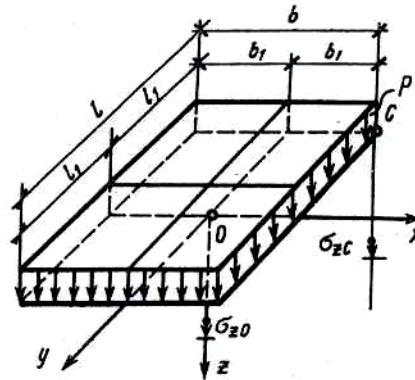


Рис. 12.7 Сжимающие напряжения под центром и под углом прямоугольника с равномерно распределенной нагрузкой

Коэффициент α зависит от безразмерных параметров m и n . Приведенные выражения позволяют определить сжимающие напряжения в основании не только под центром или углом прямоугольной площадки загрузки, но и по вертикали, проходящей через любую точку поверхности. Для этого применяется метод угловых точек.

Тема 13. Деформация грунтов

В зависимости от направления перемещений поверхности грунтового основания и фундаментных конструкций различают следующие виды деформации:

- Осадка (S) – вертикальное смещение грунта по направлению действия сил гравитации.
- Сдвиг (U)– горизонтальное смещение фундамента и окружающего грунта.
- Подъем (пучение) (S') – вертикальное смещение грунта вверх вследствие действия сил пучения или набухания грунтов.
- Крен (i) – неравномерная осадка фундамента или всего сооружения.

Деформации грунтов могут быть вызваны различными причинами. Среди основных необходимо выделить следующие:

- Действие внешней нагрузки от сооружений (давление на грунт от фундамента, пригрузка основания при планировке отсыпкой, давление от земляных сооружений и т.п.);
- Изменение влажности грунтов (набухание и усадка, просадка грунтов);
- Расструктурирование грунтов под действием вибрационных или динамических колебаний;
- Изменение температурного режима (замораживание и оттаивание грунтов).

В данной лекции мы будем рассматривать деформации. Рассмотрим методы определения деформаций грунтов от действия внешних нагрузок.

В зависимости от вида сооружения, его размеров, соотношения сторон фундаментов нагрузки от сооружения можно рассматривать как:

- Местные – приложенная по ограниченной площади.
- Полосовые – от фундаментов протяженных конструкций и сооружений (ленточные фундаменты, насыпи дорог, дамбы и пр.)
- Сплошные – приложенная на значительной по размерам площади

Грунт, как уже отмечалось ранее, представляет собой сложную многофазную систему. Объемные и сдвиговые деформации происходят как вследствие изменения объема составляющих грунт компонентов (твердой, жидкой и газообразной фазы) так и в результате изменения общей структуры грунта (смещения твердых частиц относительно друг друга).

В общем случае деформация основания от действия нагрузок может быть найдена как сумма следующих основных слагаемых:

δe_l - упругие деформации изменения формы вследствие деформаций кристаллической решетки твердых частиц грунта, изменения толщины пленки связанной воды, сжатия замкнутых пузырьков воздуха, растворенного в паровой воде.

δp_e - остаточные деформации уплотнения грунта вследствие перекомпоновки твердых частиц и уменьшения пористости грунта.

δc_h - остаточные деформации ползучести скелета грунта при взаимном сдвиге твердых частиц.

Особые виды деформации набухания, пучения и т.п. которые характерны для отдельных типов грунтов и проявляются при соответствующих условиях в данной лекции рассматриваться не будут.

Таким образом, полная осадка основания определяется как сумма основных составляющих деформаций

$$S = \delta e_l + \delta p_e + \delta c_h$$

Вклад каждой составляющей в общую осадку зависит от величины сжимающей нагрузки. При небольших нагрузках (до структурной прочности грунта) в основном развиваются упругие деформации. По мере увеличения нагрузки определяющими становятся деформации уплотнения и затем деформации сдвига.

Однако определение деформаций грунта по сумме составляющих является очень сложной задачей, не нашедшей практического применения.

Упрощенный метод определения осадки рассматривает общие деформации основания без разделения их на упругие и остаточные.

Зависимость между напряжениями и деформациями принимается линейной (согласнопринципа линейной деформируемости грунта), а грунт рассматривается изотропным. При этом в качестве коэффициента пропорциональности между напряжениями и деформациями будет выступать модуль общих деформаций E_0 интегрально учитывающим и упругие и пластические деформации.

При этом необходимо помнить, что рассматриваемые ниже методы расчета осадок справедливы лишь при нагрузках, не превышающих предел пропорциональности, которым является начальная критическая нагрузка

Тема 14. Теория предельного напряженного состояния грунтов и ее приложения

Предельным напряженным состоянием грунта является такое, при котором малейшее добавочное силовое воздействие или уменьшение прочности грунта приводит к нарушению существующего равновесия – к потере устойчивости его массива. В грунте тогда возникают поверхности скольжения, разрывы, просадки, нарушается прочность между частицами и их агрегатами. Это приводит к выпору грунта из-под подошвы фундамента с просадкой последних, к сползанию масс грунта в откосах, значительным горизонтальным смещениям конструкций, ограждающих массив грунта или заделанных в него.

Под действием внешней нагрузки в основании возникает напряженное состояние, которое характеризуется нормальными и касательными напряжениями. При возрастании нагрузки в основании возникает предельное напряженное состояние, при котором касательные напряжения достигают сопротивления грунта сдвигу при действующих по площадкам нормальных напряжениях. Так как нарушение прочности грунта сопровождается сдвигом по поверхности скольжения, предельное состояние по прочности в данной точке характеризуется равенством касательного напряжения, действующего по элементарной площадке, величина сопротивления сдвигу по этой же площадке. Таким образом, условие возникновения предельного состояния грунта по несущей способности (устойчивости, прочности) представляет собой условие предельного равновесия при сдвиге.

При этом считают, что нормальные и касательные напряжения σ и τ по всей поверхности скольжения достигают значения, соответствующего предельному равновесию, вычисленному по формуле

$$\sigma_n = \sigma_t g \varphi_l + C_l, \quad (14.1)$$

где φ_l – расчетный угол внутреннего трения грунта, град.; C_l – расчетное удельное сцепление грунта, кПа.

Уравнения предельного равновесия

В случае горизонтальной поверхности грунта, обладающего удельным весом γ , уравнения равновесия в дифференциальной форме для плоской задачи имеют вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} &= \gamma; \\ \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (14.2)$$

Уравнение предельного равновесия, выраженное через компоненты напряжений, соответствующие координатным осям, имеет вид:

для песков

$$\frac{\sigma_3}{\sigma_1} = \operatorname{tg}^2(45 - \varphi/2); \quad (14.3)$$

для связных грунтов

$$\frac{(\sigma_z - \sigma_y)^2 + 4\tau_{yz}^2}{(\sigma_z + \sigma_y + 2C \operatorname{ctg} \varphi)^2} = \sin^2 \varphi. \quad (14.4)$$

Для осесимметричной пространственной задачи принимается, что меньшие главные напряжения равны между собой, т.е. $\sigma_2 = \sigma_3$. С учетом этого В.Г.Березанцевым получены решения дифференциальных уравнений при осесимметричной загрузке основания.

Фазы напряженного состояния грунтов при возрастании нагрузки

При приложении нагрузки на штамп отдельными ступенями скорость деформаций грунта под подошвой штампа будет меняться. Следует учитывать, что под краями жестких штампов происходит концентрация напряжений. Большие вертикальные напряжения приводят к возникновению предельного напряженного состояния в этих местах (рис. 14.1).

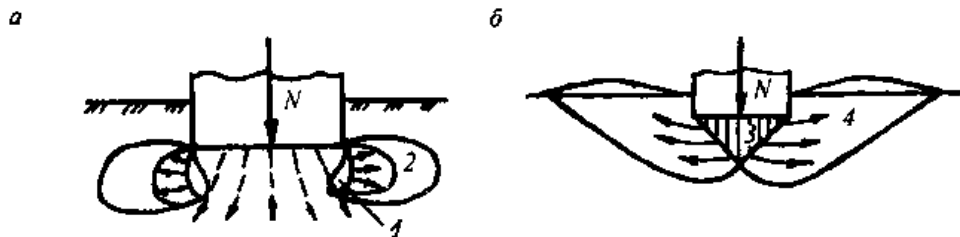


Рис. 14.1 Схема развития деформаций грунта основания:
а – при возникновении зон сдвигов; б – при выпоре грунта из-под фундамента в стороны и вверх: 1 – зоны сдвигов; 2 – зоны уплотнения; 3 – уплотненное ядро; 4 – направление выпора

В этих зонах развиваются пластические деформации (деформации сдвигов). По мере возрастания нагрузки зоны 1 увеличиваются. Их росту препятствует горизонтальное сопротивление грунта, расположенного по сторонам от них (зоны уплотнения 2).

Увеличение нагрузки N ведет к все большему росту зон 1 и формированию уплотненного ядра над подошвой фундамента. При каком-то значении N происходит слияние зон сдвигов и образуется уплотненное ядро 3. Вместе с тем в обла-

стях 4 возникают непрерывные поверхности скольжения и происходит потеря устойчивости грунтов основания.

Весь процесс деформирования грунта под нагрузкой Н.А.Цытович предлагает разделить на две фазы:

- а) фаза уплотнения;
- б) фаза сдвигов.

В первой фазе зависимость между напряжениями и осадкой с достаточной для практических целей точностью может быть принята линейной, что на графике (рис. 14.2) соответствует отрезку AC .

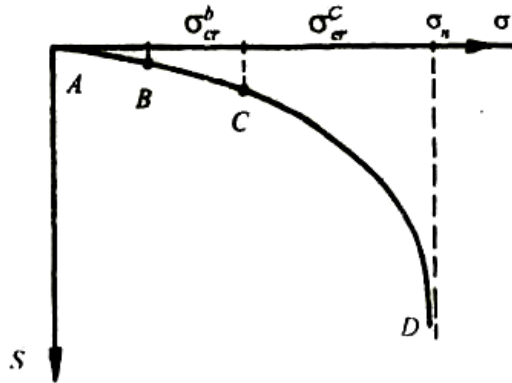


Рис. 14.2 Зависимость осадки штампа от нагрузки

При дальнейшем увеличении нагрузки кривая зависимости осадки от нагрузки становится явно криволинейной (отрезок CD). Заканчивается формирование уплотненного ядра, исчерпывается несущая способность грунта, что соответствует максимальной несущей способности или предельной нагрузке на грунт.

Возникновение зон пластических деформаций под жестким штампом приводит к перераспределению давления по подошве (рис. 14.3).

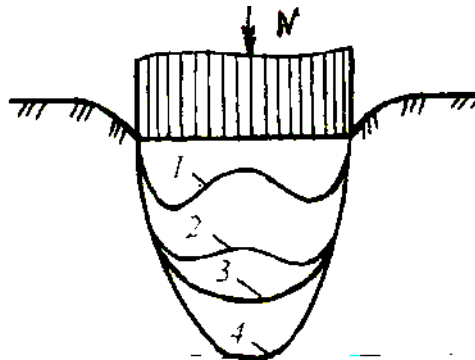


Рис. 14.3 Схема изменения формы эпюры контактного напряжения под подошвой жесткого круглого штампа

По мере увеличения нагрузки эпюра меняется от седлообразного вида (1, 2) до параболического. Точное значение реактивного давления в каждой точке определить затруднительно, в связи с этим давление по подошве условно принимается равномерно-распределенным для центрально-загруженного фундамента и трапецеидальным — для внецентренно-загруженного фундамента.

Начальная критическая нагрузка на грунт

Начальная критическая нагрузка σ_{cr}^b соответствует случаю, когда в основании под подошвой фундамента при равномерном распределении нагрузки возникает предельное состояние лишь в отдельных его точках. Для нахождения σ_{cr}^b в случае плоской задачи необходимо рассмотреть условие возникновения предельного равновесия в точке M под полосовой равномерно-распределенной нагрузкой P , по сторонам которой приложена вертикальная пригрузка $\gamma'd$ (рис. 14.4). Здесь γ' – удельный вес грунта в пределах глубины заложения фундамента d .

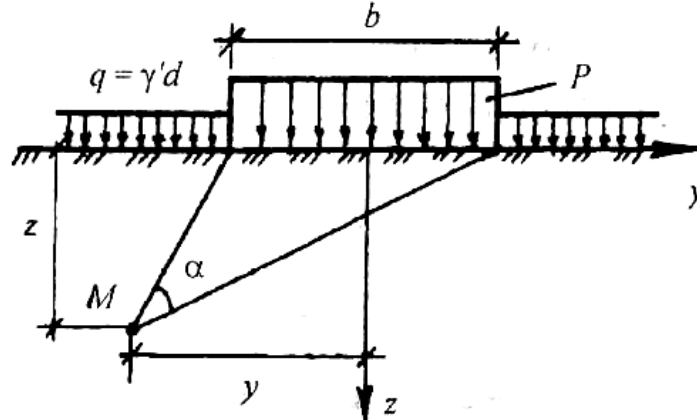


Рис. 14.4 Расчетная схема для определения начальной критической нагрузки на грунт

Тогда начальное критическое давление, при котором предельное напряженное состояние возникает лишь в точках, расположенных под краями полосовой нагрузки, при $t_{max}=0$ будет равно

$$\sigma_{cr}^b = \frac{\pi(\gamma'd + Cctg\varphi)}{\left(ctg\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)} + \gamma'd. \quad (14.14)$$

Выражение (14.14) впервые было получено Н.П.Пузыревским.

Как показывает опыт строительства, определяемое по формуле (14.14) давление весьма незначительно и даже при давлениях, больших σ_{cr}^b , некоторое развитие зон сдвигов почти не отражается на линейной зависимости между напряжениями и деформациями. В связи с этим допускается развитие зон сдвигов на глубину $0,214b$ (где b – ширина подошвы фундамента). В этом случае условное критическое давление будет равно

$$\sigma_{cr}^b = \frac{\pi(0,25\gamma b + \gamma'd + Cctg\varphi)}{\left(ctg\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)} + \gamma'd. \quad (14.6)$$

Это выражение можно привести к следующему виду

$$\sigma_{cr} = M_\gamma \cdot \gamma + M_q \gamma'd + M_c \cdot C, \quad (14.7)$$

где $M_\gamma = 0,25 \frac{\pi}{ctg\varphi + \varphi - \pi/2}$; $M_q = \frac{\pi}{ctg\varphi + \varphi - \pi/2} + 1$; $M_c = \frac{\pi ctg\varphi}{ctg\varphi + \varphi - \pi/2}$ – коэффициенты несущей способности, зависящие от угла φ .

Если в формулу (14.7) ввести коэффициенты условий работы и надежности, то получим выражение для определения расчетного сопротивления грунта.

Для глинистых грунтов, обладающих малым значением угла внутреннего трения, можно принять $\varphi \approx 0$. Тогда условие предельного равновесия записывается в виде

$$\sigma_{cr}^b = \pi C + \gamma'd, \quad (14.8)$$

где C – удельное сцепление.

Предельная нагрузка на грунт

Предельная критическая нагрузка σ_u соответствует напряжению под подошвой фундамента, при котором происходит исчерпание несущей способности грунтов основания.

Определение предельного критического давления для плоской задачи впервые выполнено Л.Прандтлем и Г.Рейснером в предположении, что ниже подошвы фундамента залегает невесомый грунт ($\gamma = 0$).

$$\sigma_u = (\gamma'd + C \operatorname{ctg} \varphi) \left[\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right] e^{\pi \operatorname{tg} \varphi} - C \operatorname{ctg} \varphi. \quad (14.9)$$

При этом можно построить поверхности скольжения при полосовой равномерно-распределенной нагрузке исходя из того, что они отклонены от направления наибольшего главного напряжения σ , на угол $(45^\circ - \varphi/2)$. В этом случае непосредственно под нагрузкой, где σ , действуют в вертикальном направлении, два семейства пересекающихся поверхностей скольжения образуют в зоне OAB вертикальные ромбы (рис. 14.14).

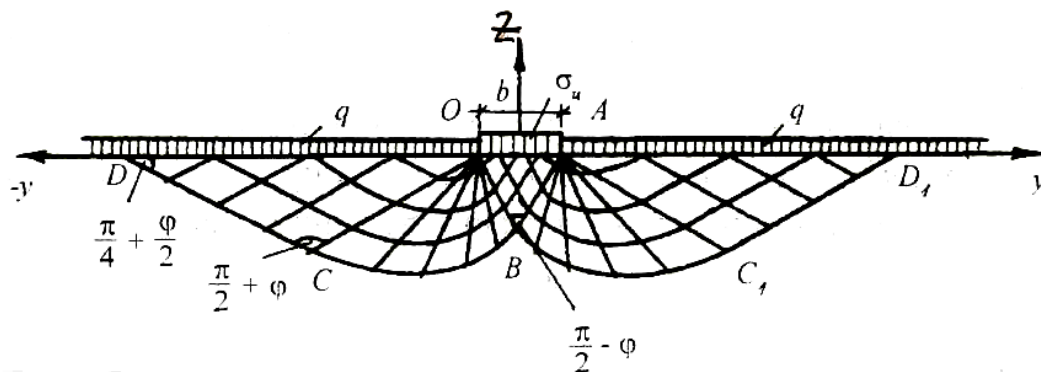


Рис. 14.14 Линии скольжения при предельной полосовой нагрузке (при $\gamma=0$)

В зоне OBC одно семейство поверхностей скольжения образует лучи, расходящиеся из точки O , а другое – логарифмические спирали. В зоне OCD также образуются ромбы, но горизонтальные из-за направления наибольшего главного напряжения.

Задача о предельном напряженном состоянии грунтов в основании может быть решена в двух случаях:

1. Дана пригрузка $\gamma'd = q$. Требуется найти предельное значение интенсивности полосового давления $\sigma_2 = sl$, соответствующей предельному напряженному состоянию.

2. Дана интенсивность нагрузки. Требуется найти пригрузку, при которой в основании возникает предельное напряженное состояние.

Если учесть собственный вес грунта ниже площади загрузки, то построение поверхностей скольжения в зонах предельного равновесия усложняется. При учете жесткости фундамента и трения грунта о его подошву построение поверхностей скольжения усложняется еще больше. Для полосовой нагрузки эта задача решена В.В.Соколовским (1960), а для осесимметричной нагрузки – В.Г.Березанцевым (1970).

При центральном загрузении среднее предельное давление по подошве жестких фундаментов с учетом возникновения под ними уплотненного ядра находят по формулам:

при полосовой нагрузке

$$\sigma_{u.sl} = N_{\gamma.sl} \gamma b / 2 + N_{q.sl} \gamma' d + N_{c.sl} C ; \quad (14.10)$$

При круглом фундаменте

$$\sigma_{u.c} = N_{\gamma.c} \gamma D / 2 + N_{q.c} \gamma' d + N_{c.c} C , \quad (14.11)$$

где $N_{\gamma.sl}; N_{q.sl}; N_{c.sl}; N_{\gamma.c}; N_{q.c}; N_{c.c}$ – табличные коэффициенты несущей способности, принимае-

мые в зависимости от угла внутреннего трения грунта φ ;

γ, γ' – средний удельный вес грунта соответственно ниже и выше подошвы фундамента;

b – ширина ленточного фундамента;

D – диаметр круглого фундамента;

d – глубина заложения подошвы фундамента;

C – удельное сцепление.

Для пылевато-глинистых грунтов, обладающих малым углом внутреннего трения, часто принимают $\varphi=0$. Тогда при полосовой равномерно-распределенной нагрузке согласно решению Прандтля

$$\sigma_{u.sl} = 5,14C + \gamma' d , \quad (14.12)$$

а для осесимметричной задачи по А.Ю.Ишлинскому,

$$\sigma_{u.sl} = 5,7C + \gamma' d . \quad (14.13)$$

Пользоваться приведенными выше формулами можно при строго осевом приложении нагрузки, ибо при наличие эксцентриситета устойчивость фундамента резко снижается.

Тема 15. Проектирование плитных фундаментов

Основания и фундаменты должны проектироваться на основе обоснованных результатов инженерно-геологических и инженерно-гидрометеорологических изысканий и, при необходимости, специальных исследований.

Проектирование оснований и фундаментов при отсутствии или недостаточности материалов и опытных данных инженерных изысканий не допускается.

Результаты инженерных изысканий, в зависимости от стадии проектирования, должны содержать данные, соответствующие техническому заданию и достаточные для:

— общей оценки пригодности площадки для намечаемого строительства:

- установления типа основания, глубины заложения фундаментов, характеристик грунта и возможности расчета оснований в соответствии с требованиями строительных норм и принятой моделью основания;

- прогноза возможности изменения величин деформации сооружения при изменении естественных условий основания и миграции подземных вод площадки в связи с ее застройкой и эксплуатацией сооружения;

- проектирования мероприятий по защите подземных конструкций от подземных вод и агрессивных условий;

- выявления наиболее целесообразных способов производства работ по устройству основания сооружения, а также предупреждения возможных осложнений при производстве земляных работ;

- определения трудоемкости выполнения земляных работ и способов их реализации;

- оценки необходимости инженерной, в том числе экологической, защиты застраиваемой площадки и близлежащих территорий.

Типы, виды и разновидности грунтов в проектах оснований должны именоваться в соответствии с СТБ 943.

Процесс проектирования оснований и фундаментов должен включать оценку результатов инженерных изысканий, технико-экономический выбор и расчет оснований и конструкций фундаментов, а при необходимости, назначение мероприятий по защите оснований и фундаментов от неблагоприятных последствий (возможных случайных и экстремальных ситуаций).

Значения нормативных и расчетных нагрузок и воздействий, их сочетания и коэффициенты надежности определяются в соответствии со СНиП 2.01.07 «Нагрузки и воздействия».

Группы предельных состояний

До 1962 г. фундаменты проектировали по допускаемым нагрузкам, а затем перешли к проектированию по предельным состояниям. Сейчас в расчете оснований согласно СНБ 5.01.01-99 «Основания и фундаменты» рассматриваются их предельные состояния по несущей способности (первое предельное состояние) и по деформациям (второе предельное состояние). При этом оба вида указанных состояний между собой, как правило, не совпадают. Часто оказывается, что несущая способность грунтов по устойчивости еще далеко не исчерпана, а в осадках фундаментов уже достигнуто предельное состояние их развития. Поэтому расчет оснований по деформациям обычно считается основным, а расчету устойчивости грунтов чаще придают проверочный характер.

Группы предельных состояний:

первая группа — по несущей способности, включает расчеты:

- по несущей способности грунта основания;

- по прочности материалов конструкции фундаментов.

вторая — по деформациям.

включает расчеты:

- по деформациям оснований сооружений от внешних нагрузок и собственного веса грунта;
- по образованию и раскрытию трещин в фундаментах.

Расчет оснований по деформациям является обязательным для всех сооружений, расчет по несущей способности выполняется в следующих случаях:

- а) если на основание передаются значительные горизонтальные нагрузки (подпорные стены, фундаменты распорных конструкций и т.п.);
- б) если сооружение расположено на откосе или крутопадающем склоне;
- в) если основание сложено слабыми медленно уплотняющимися водонасыщенными пылевато-глинистыми и биогенными грунтами;
- г) если основание сложено скальными грунтами.

Расчет оснований фундаментов сооружений считается удовлетворительным, если выполняются условия:

$$\gamma_f \bar{N} \leq \frac{\gamma_c F_u}{\gamma_n \gamma_g \gamma_m}, \quad (15.1)$$

$$S \leq S_u \quad (15.2)$$

где γ_f - коэффициент надежности по нагрузке;

\bar{N} - суммарное усилие от внешних нагрузок и воздействий, действующих на основание при наиболее невыгодном их сочетании, кН;

F_u - сила наименьшего сопротивления основания с учетом характеристик грунтов, уровня подземных вод и их изменчивости во времени, кН;

γ_n - коэффициент надежности по назначению сооружения;

γ_g - коэффициент надежности по грунту;

γ_m - коэффициент надежности по материалу;

S - абсолютное или среднее значение совместной деформации основания и сооружения (осадка, перемещение, крен, подъем и др.), определяемое расчетом, м;

S_u - предельное значение совместной деформации основания и сооружения и ее относительная неравномерность, устанавливаемые нормами, проектом или на основе эксплуатационных или технологических требований, м. Для предварительных расчетов допускается использовать значения, приведенные в приложении Б СНБ.

Нагрузки и воздействия, учитываемые в расчетах оснований

Нагрузки и воздействия, передаваемые на основания фундаментами сооружений, должны устанавливаться расчетом, с учетом совместной работы сооружения и основания.

Нагрузки и воздействия, учитываемые в расчетах фундаментов, коэффициенты надежности по нагрузке, а также возможные сочетания нагрузок должны приниматься по СНиП 2.01.07 и умножаться на коэффициент надежности по уровню ответственности сооружений.

Нагрузки на основание допускается определять без учета их перераспределения надфундаментной конструкцией при расчете:

- а) оснований зданий и сооружений III уровня ответственности;
- б) общей устойчивости массива грунта основания совместно с сооружением;
- в) средних значений деформаций основания;
- г) деформаций основания — на стадии привязки типового проекта к местным грунтовым условиям.

Расчеты оснований должны производиться на расчетные значения нагрузок, которые определяются умножением нормативных значений нагрузок на коэффициент надежности по нагрузке γ_f , назначаемый для:

- первой группы предельных состояний (по несущей способности) — согласно СНиП 2.01.07;
- второй группы предельных состояний (по деформациям) — равным единице.

Расчет оснований по несущей способности и деформациям должен производиться на основное сочетание нагрузок, а при наличии особых нагрузок и воздействий — на основное и особое сочетание.

При этом нагрузки на перекрытия и снеговые нагрузки, которые могут относиться как к длительным, так и к кратковременным, при расчете оснований по несущей способности следует считать кратковременными, а при расчете по деформациям — длительными. Нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования в обоих случаях считаются кратковременными.

В расчетах оснований необходимо учитывать нагрузки от складированных материалов и оборудования, размещенных вблизи фундаментов, а также от строительных механизмов и подвижного транспорта.

Уровень ответственности сооружений и значимость наступления предельных состояний учитывается коэффициентом надежности по назначению конструкции γ_n , устанавливаемым директивными указаниями соответствующих органов Республики Беларусь.

Надежность по нагрузке, материалу и грунту учитывается коэффициентами γ_f , γ_m , γ_g , устанавливаемыми СНиП 2.01.07, соответствующими ТНПА на применяемые в фундаментах материалы, СНБ 5.01.01.

Нормативные и расчетные характеристики грунтов

Из большого количества характеристик грунта, наибольшую ценность для инженеров, которые проектируют дома, представляют нормативное значение удельного сцепления c_n , угла внутреннего трения φ_n и модуля общей деформации E .

По результатам выбора нормативных значений, корректируются расчетные значения характеристик, которые применяют при расчете глубины заложения фундаментов.

Нормативные и расчетные значения характеристик грунтов для расчета оснований фундаментов обозначаются:

- нормативные — с индексом «н», например γ_n , φ_n , c_n ;

— для расчетов по первой группе предельных состояний — с индексом «I», например γ_I , ϕ_I , c_I ;

— то же, по второй группе — с индексом «II», например γ_{II} , ϕ_{II} , c_{II} .

Нормативные значения характеристик

Для определения нормативных значений существуют формулы, учитывающее огромное количество параметров. Выполнять каждый раз при одинаковых условиях такой расчет не всегда целесообразно, поэтому были разработаны сведенные таблицы параметров.

Нормативные значения характеристик используются для предварительных расчетов оснований сооружений I и II уровня ответственности, а также для окончательных расчетов оснований сооружений III уровня в соответствии с СНБ 5.01.01-99 «Основания и фундаменты» и ТКП 45-5.01-67-2007 «Фундаменты плитные, правила проектирования».

Промежуточные значения характеристик грунтов в таблицах определяются линейной интерполяцией. Допускается в запас надежности принимать значения характеристик c_n , ϕ_n и E по соответствующим нижним пределам e , I_L и Sr .

Для назначения предварительных размеров подошвы фундаментов определяют условное расчетное сопротивление основания R_0 . Для песчаных грунтов R_0 определяется в зависимости от наименования грунта и коэффициента пористости, для глинистых (непросадочных) грунтов R_0 устанавливается по виду грунта, его коэффициенту пористости и консистенции

Расчетные значения характеристик

Расчет механических характеристик грунтов по данным динамического или статического зондирования является основным для объектов всех уровней ответственности и категорий сложности.

Используя данные динамического зондирования, вначале определяется среднее значение условного динамического сопротивления pd по каждому слою грунта, а затем по этому значению и наименованию грунта определяют удельное сцепление и угол внутреннего трения из таблицы, модуль деформаций и расчетное сопротивление грунтов основания.

По данным статического зондирования вначале определяется среднее значение удельного сопротивления грунта под наконечником зонда qs по каждому слою грунта, а затем по этому значению и наименованию грунта определяют др. характеристики.

Для того, чтобы определить расчетные значения характеристик грунтов X , применяют формулу:

$$X = X^n / \gamma_g$$

где X^n – нормативное значение характеристики, для которой выполняется преобразование, γ_g – коэффициент надежности по грунту, который меняется в зависимости от назначения расчета и типа грунта:

- расчет оснований по деформациям – 1;
- по несущей способности, для удельного сцепления – 1,5;
- угла внутреннего трения песчаных грунтов – 1,1;
- угла внутреннего трения пылевато-глинистых грунтов – 1,15

Типы фундаментов

Возможность применения, тип основания и фундаментов, их конструкция определяются на основе технико-экономического сравнения вариантов, оценки инженерно-геологических условий строительной площадки, вида сооружения, величины и характера нагрузок с учетом требований по охране природной среды.

Сравнительная технико-экономическая оценка вариантов производится с использованием одинаковых методов расчета (по степени детализации и точности) и единой методики сопоставления экономических и технических показателей или на тендерной основе.

Для сравнительной оценки нескольких вариантов фундаментов показатели одного из решений принимают за исходный вариант-эталон в зависимости от этапа проектирования:

- на этапе формирования планов проектных и научно-исследовательских работ при разработке новой конструкции фундамента сопоставление производится с показателями конструкции наиболее экономичной в данных региональных и производственных условиях;

- на этапе рабочего проектирования за эталон для сопоставления принимается, как правило, конструкция фундамента наиболее распространенная и эффективная (традиционная) в данных региональных и производственных условиях;

- на этапе внедрения и эксплуатации фундаментов сопоставление производится с показателями заменяемой (существующей) конструкции.

В проектной документации на основания и фундаменты должны быть приведены:

- основные физико-механические и гидрогеологические характеристики грунтов несущего слоя, глубина которого устанавливается в соответствии с требованиями СНБ 1.01.02;

- требования к материалам;

- расчетные схемы фундаментов с расчетными нагрузками на них; расположение фундаментов по высоте и в плане, расход материалов;

- требования к устройству фундаментов (в т.ч. скважин и свай);

- методы контроля, места проведения испытаний, натурных измерений осадок и деформаций сооружений в стадии завершения строительства и в стадии эксплуатации (в случае необходимости).

Кроме того, должны быть указаны минимально допустимые расстояния от фундаментов до выработок (котлованов, траншей и т.п.), устраиваемых как в процессе строительства, так и в процессе эксплуатации сооружений, и их глубина.

Для фундаментов, эксплуатируемых в агрессивных средах, должны быть определены мероприятия, обеспечивающие стойкость материала фундамента к воздействию агрессивной среды.

Классификация и область применения фундаментов приведены в таблице 15.1, а классификация и технология устройства свай — в таблице 15.2.

Таблица 15.1 — Классификация и область применения фундаментов

Тип и вид фунда-	Характеристика	Область применения
<i>1 Плитный мелко заложения</i>		

1.1 Ленточный, в т.ч. прерывистый	Конструкция в виде полосы (в т.ч. прерывистой) или перекрестных лент. Изготавливается в монолитном, сборном и комбинированном вариантах из типовых или индивидуальных элементов и материалов, обеспечивающих надежность и долговечность (бетон, кирпич, бут)	Фундаменты под стены сооружений, под оборудование; под ряды стоек каркасов (при недостаточной прочности грунта оснований; для снижения влияния неравномерных деформаций)
1.2 Столбчатый (отдельный) при $b \leq 10$ м, где b — ширина или диаметр фундамента	Отдельная конструкция квадратной или прямоугольной формы с одним или несколькими уступами по высоте. Изготавливаются в монолитном, сборном или комбинированном вариантах из типовых или индивидуальных элементов	В качестве опор конструкций, передающих, как правило, сосредоточенную нагрузку
1.3 Массивный (сплошная плита, коробчатый, ребристый, кольцевой при $b > 10$ м)	Конструкция в виде сплошной плиты под все сооружение или его часть, в т.ч. коробчатой или ребристой формы	При значительных нагрузках на грунты основания, значительной изменчивости свойств грунтов в пределах пятна застройки, для уменьшения влияния неравномерных деформаций
2 Свайный		
2.1 Односвайный	Фундамент из одной безростверковой сваи повышенной несущей способности с уширенным оголовком, в котором размещаются подколонник, анкера и другие элементы сопряжения с надземными конструкциями	В сооружениях, как правило, с безростверковым опиранием надземных конструкций
2.2 Свайный ленточный	Фундамент с однорядным или многорядным продольным расположением свай (таблица 8.2), объединенных по верху жесткой балкой (ростверком) в виде ленты	Фундаменты под стены сооружений, фундаменты под оборудование, под ряды стоек каркасов
2.3 Свайный отдельный (кустовой)	Фундамент из группы свай (таблица 8.2), объединенных по верху жесткой плитой (ростверком)	В качестве опор конструкций, передающих, как правило, сосредоточенную нагрузку

2.4 Свайное поле	Фундамент из свай (таблица 8.2) в виде сплошного массива (поля), как правило, под все сооружение или его часть, объединенных ростверком в виде массивной сплошной плиты	При значительных нагрузках на грунты основания, значительной изменчивости свойств грунтов в пределах пятна застройки, для уменьшения влияния неравномерных деформаций
<i>3 Специальный</i>		
3.1 Столбы набивные	Конструкция из монолитного бетона или железобетона, укладываемого с уплотнением в предварительно изготовленную скважину диаметром (d) более 1,2 м, глубиной (h) более 10 м	Уникальные высотные и подземные сооружения, ограждающие конструкции, фундаменты под тяжелое оборудование в грунтах с наличием крупных твердых включений, ограниченно пригодных для строительства; вертикальные нагрузки от сооружения превышают 5 МН на опору
3.2 Опускные колодцы и оболочки	Открытые сверху и снизу полые конструкции диаметром (d) более 3 м и глубиной (h) более 10 м преимущественно бетонные и железобетонные, изготавливаемые методом погружения оболочек и опусканием монолитных (сборных) колодцев произвольного очертания под воздействием собственного веса в процессе удаления грунта из-под конструкции с использованием, в случае необходимости, подмыва и вибраторов	Уникальные высотные и подземные сооружения, ограждающие конструкции, фундаменты под тяжелое оборудование в грунтах с наличием крупных твердых включений, ограниченно пригодных для строительства; вертикальные нагрузки от сооружения превышают 10 МН, горизонтальные — более 0,5 МН
3.3 Фундаменты с анкерами	Плитные фундаменты с жесткими, как правило, монолитными железобетонными сваями-анкерами диаметром $d = 150-300$ мм и длиной $L = 4-6$ м, (в том числе с напрягаемой арматурой и уширенной пятой), воспринимающими выдерживающие нагрузки и составляющими одно целое с плитным фундаментом	В сооружениях со значительными моментными, горизонтальными и выдерживающими нагрузками на фундамент, а также при устройстве фундаментов в стесненных условиях

3.4 Анкеры в грунте	Железобетонная свая в пробуренной скважине с закрепленной рабочей частью (корнем), преднапряженной тягой (анкером) в грунте, устраиваемой посредством нагнетания (инъекции) бетонной смеси (раствора) в нижнюю часть скважины. Диаметр (d) от 80 до 300 мм, длина (L) до 100 м. Применяются также забивные, набивные и винтовые сваи из любых материалов	Как правило, при реконструкции зданий и сооружений; для устройства ограждений, глубоких котлованов и подземных сооружений с большими комбинированными нагрузками; при устройстве фундаментов в стесненных условиях
3.5 Фундамент щелевой (шлицевой)	Конструкция, устраиваемая из армированного бетона в разработанных обычной техникой неглубоких траншеях любой конфигурации глубиной (h) до 6 м, шириной (b) от 100 до 1000 мм, в т.ч. взаимно пересекающихся, концентрических и др. в неводонасыщенных устойчивых грунтах без применения глинистых суспензий	Опоры для сооружений с большими комбинированными нагрузками
3.6 Фундаменты в пробитых, выбуренных полостях (скважинах)	Конструкции, изготавливаемые бетонированием пробитых штампом или трамбовкой или выбуренных полостях разной конфигурации в плане и по высоте глубиной (h) от 3 до 6 м (в том числе повторно пробитых после их предварительного заполнения крупным песком, щебнем) или установкой в полости сборных элементов фундаментов	Фундаменты сооружений различного назначения
<i>4 Фундаменты, совмещенные с грунтовой средой</i>		

4.1 Подпорные стены	<p>Конструкция, удерживающая от обрушения находящийся за ней массив грунта и обеспечивающая устойчивость (сдвиг, опрокидывание) за счет собственного веса (массивная) или заземления и анкеровки в основание (тонкостенная, комбинированная). Массивные подпорные стены выполняются с вертикальными, наклонными (одной или двумя) гранями и подошвой; тонкостенные - в виде стен уголкового типа с консольной, контрфорсной, анкерной опорной плитой или консольнозащемленным шпунтом, как правило, заанкеренного типа. Материал, размеры, заглубления определяются проектом</p>	<p>Удерживание грунтов и сыпучих материалов (крепление склонов, откосов, котлованов; реконструкция земляных сооружений и др.)</p>
4.2 Стены в грунте	<p>Несущие конструкции различных конфигураций, в любых грунтах без предварительного раскрытия котлована из сборного или монолитного железобетона глинистого или глиноцементного материалов в глубоких траншеях (траншейная стена) или скважинах (свайная стена) под защитой тиксотропной глинистой суспензии по технологии "стена в грунте", (в т.ч. "струйной") глубиной от 6 до 100 м</p>	<p>Стены подземных сооружений; противодиффузионные завесы и диафрагмы</p>

Таблица 15.2 — Классификация и технология устройства свай

Вид свай	Материал, форма и сечение	Технология устройства
Сваи заводского изготовления (сборные)	Бетон, железобетон, дерево, металл, комбинированные Форма: цилиндрическая, коническая, пирамидальная, призматическая. Поперечное сечение: круглое, квадратное, кольцевое, многоугольное, профильное	Погружение вертикальное или наклонное забивкой, задавливанием, вибропогружением, завинчиванием, погружением элементов в скважину
Сваи, изготавливаемые на строительной площадке	Бетон, железобетон, инъекционные растворы, грунтоцемент, известь, грунтовые смеси Форма: цилиндрическая, коническая, пирамидальная, призматическая. Поперечное сечение: круглое, квадратное, многоугольное, профильное	Изготавливаются методом укладки материала свай в заранее пробуренные, штампованные или пробитые вертикальные или наклонные скважины с использованием бурового и виброоборудования, штампов различной конфигурации

Выбор глубины заложения фундаментов

Минимальная глубина заложения подошвы фундамента (далее — ГЗФ) должна быть, как правило, на 0,5 м ниже уровня планировки или пола подвала, гарантировать недопущение предельных состояний основания (конструкций сооружения) и назначается исходя из:

а) конструктивных особенностей проектируемого сооружения (нагрузок, воздействий), сопряжения фундамента с надземными конструкциями и его расположения по отношению к существующим фундаментам, коммуникациям и рельефу территории;

б) особенностей напластования и свойств отдельных слоев грунта основания, гидрогеологического режима и возможных их изменений во времени;

в) уровня подземных вод и его колебания, возможности размыва грунта в зоне фундаментов;

г) глубины и условий сезонного промерзания и оттаивания грунтов, приводящих к их пучению (устанавливаются исходя из вида, состояния и влажности грунта, а также уровня подземных вод в период промерзания по П9 к СНБ 5.01.01, п.6.5). К пучинистым грунтам относятся глинистые грунты, мелкие и пылеватые пески. Допускается не учитывать пучинистость если (П9, п.4.3): подземные воды находятся ниже глубины промерзания не менее чем: на 1 м – для песков мелких и пылеватых; 1,5 м – для супесей; 2 м – для суглинков с $I_p \leq 12$; 2,5 м - для суглинков с $I_p > 12$; 3 м – для глин;

Глубина заложения фундамента d назначается по большему значению одной из основных величин d_1 , d_2 , d_3 и не менее глубин по п.п. (а-г).

d_1 – расчетная глубина сезонного промерзания грунта

Расчётную глубину сезонного промерзания грунтов d_1 м, в соответствии с требованиями ТКП 45-5.01-67 по формуле:

$$d_1 = k_h d_f \quad (15.3)$$

здесь k_h — коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый для наружных фундаментов отапливаемых сооружений по таблице 15.3, (СНБ, табл 5.3); для неотапливаемых сооружений — $k_h = 1,1$.

Таблица 15.3 — Значения коэффициента k_n

Особенности сооружения	Коэффициент (k_n) 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	$\frac{1,30}{1,00}$	$\frac{1,10}{0,80}$	$\frac{0,90}{0,70}$	$\frac{0,80}{0,60}$	$\frac{0,80}{0,60}$
	$\frac{1,10}{0,90}$	$\frac{1,00}{0,80}$	$\frac{1,00}{0,70}$	$\frac{0,90}{0,70}$	$\frac{0,90}{0,70}$
на лагах по грунту	$\frac{1,10}{0,90}$	$\frac{1,00}{0,80}$	$\frac{1,00}{0,70}$	$\frac{0,90}{0,70}$	$\frac{0,90}{0,70}$
по утепленному цокольному перекрытию	$\frac{1,05}{0,80}$	$\frac{1,00}{0,80}$	$\frac{1,00}{0,80}$	$\frac{1,00}{0,70}$	$\frac{0,90}{0,70}$
С подвалом или техническим подпольем	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40

Примечания 1 Приведенные в таблице значения коэффициента (k_n) относятся: в числителе — к сечениям ленточных фундаментов под наружные стены, расположенным у углов сооружения на расстоянии не более 5,0 м от них; в знаменателе — к сечениям оставшейся средней части длины наружных стен.

2 Для столбчатых и свайных фундаментов коэффициенты (k_n) принимаются: при расчетной температуре воздуха в помещении, примыкающем к фундаментам, не более 10° С — по таблице 5.3; при температуре воздуха выше 10° С — по таблице 5.3 с увеличением соответствующих значений в 1,15 раза, но не более чем $k_n = 1,00$,

3 Приведенные значения (k_n) относятся к фундаментам, у которых расстояние от внешней грани стены до края подошвы фундамента (a_f) менее или равно 0,5 м; при значении (a_f) более 0,5 м значения (k_n) повышаются на 0,10, но не более чем $k_n = 1,00$.

4 К помещениям, примыкающим к наружным фундаментам, относятся подвалы и технические подполья, а при их отсутствии — помещения первого этажа сооружений.

5 При промежуточных значениях температуры воздуха помещений значения (k_n) принимаются с округлением до ближайшего большего значения, указанного в таблице 5.3.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов (d_f), м, определяется как средняя величина ежегодных максимальных глубин сезонного промерзания грунтов за период наблюдений не менее 10 лет на открытой, очищенной от снега горизонтальной площадке при отсутствии подземных вод. При отсутствии таких наблюдений величина сезонного промерзания грунтов определяется посредством теплотехнических расчетов.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта d_f , при отсутствии данных многолетних наблюдений, определяется на основе теплотехнических расчетов.

Для районов, где глубина промерзания не превышает 1,5 м, ее допускается определять по формуле

$$d_f = d_0 \sqrt{M_t},$$

где d_0 — показатель промерзания грунта, принимаемый равным, м: 0,23 —

для глин и суглинков;

0,28 — для супесей и песков мелких и пылеватых;

0,30 — для песков средних, крупных и гравелистых;

0,34 — для крупнообломочных грунтов.

Для неоднородных грунтов d_0 определяется как средневзвешенное значение в пределах глубины промерзания основания;

M_t — безразмерный коэффициент, равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе согласно П9-2000 к СНБ 5.01.01-99 (п. 6.5) или по данным гидрометеорологической станции, находящейся в таких же условиях, что и строительная площадка.

d_2 — глубина заложения фундаментов по условию недопущения морозного пучения, которая назначается не менее d_1 для песков мелких и пылеватых, глинистых грунтов при $I_L \geq 0,25$, а также для фундаментов неотапливаемых и крайних рядов фундаментов отапливаемых сооружений. При $I_L < 0,25$ допускается принимать $d_2 \geq 0,5d_1$;

d_3 — глубина заложения фундамента по конструктивным требованиям, назначаемая в зависимости от глубины заделки колонн, высоты фундамента из условия продавливания, несущей способности грунта, наличия подземных помещений и т. п.

Глубину заложения фундаментов неотапливаемых и крайних рядов фундаментов отапливаемых зданий следует принимать:

— независимо от глубины промерзания грунта d_1 — в случае залегания ниже

подошвы фундамента скальных крупнообломочных грунтов (в том числе с песчаным заполнителем), песков (кроме мелких и пылеватых) или супесей с $I_L \leq 0$ при уровне расположения подземных вод $d_w \leq d_1 + 2$, а также мелких и пылеватых песков при $d_w \geq d_1 + 2$;

— не менее d_1 — в случае залегания ниже подошвы фундамента песков и глинистых грунтов с показателем текучести $I_L \geq 0,25$ и супеси с $I_L > 0$, а также крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем с $I_L \geq 0,25$ независимо от уровня расположения подземных вод d_w ;

— не менее $0,5d_1$ — в случае залегания ниже подошвы фундамента суглинков и глин, в том числе в качестве заполнителя с $I_L \leq 0,25$.

В слоистых основаниях глубина заложения фундамента назначается с таким расчетом, чтобы подошвы фундамента, по возможности, находились в одном слое или в слоях с одинаковой прочностью и сжимаемостью. Фундамент рекомендуется заглублять в несущий слой не менее чем на 20 см.

По возможности глубину заложения фундамента не рекомендуется назначать ниже уровня подземных вод.

При назначении глубины заложения фундамента следует также учитывать глубину подвальных помещений и фундамента существующих зданий, вводов коммуникаций, размеры сборных элементов подземных частей зданий и др.

Глубина заложения фундамента должна быть ниже пола примыкающих к фундаментам приямков, каналов, водозаборов, резервуаров, бункеров вводов сетей и др. не менее чем на 0,5 м.

Смежные фундаменты сооружения или его отсека, следует, как правило, устраивать в одном уровне. При заложении ленточного фундамента смежных отсеков на разных отметках переход от более заглубленной части к менее заглубленной должен выполняться уступами, которые должны быть не круче 1:2.

Определение размеров фундамента в плане

Размеры подошвы фундамента зависят от ряда связанных между собой параметров и устанавливаются путём последовательного приближения. В порядке первого приближения площадь подошвы фундамента A определяется по формуле:

$$A = \frac{N_{0II}}{R_0 - \gamma_{cp} \cdot d_1}$$

где N_{0II} — расчетная нагрузка (для расчета оснований по деформациям $\gamma_f = 1$) по обрезу фундамента; R_0 — расчетное сопротивление грунта под подошвой фундамента, принимается в порядке первого приближения из таблицы; γ_{cp} — среднее значение удельного веса материала фундамента и грунта на его уступах, $\gamma_{cp} = 20-22 \text{ Кн/м}^3$; d_1 — глубина заложения фундамента от уровня планировки.

Ширина ленточного фундамента под стену, когда подсчет нагрузок производится на 1 пог. м длины фундамента равна

$$b = A1$$

Ширина фундамента, имеющего в плане форму квадрата, равна

$$b = \sqrt{A}$$

При определении размеров подошвы прямоугольного фундамента поступают следующим образом:

- а) задаются коэффициентом отношения сторон $\eta=l/b$, в пределах 1–1,5;
- б) определяют ширину фундамента по формуле

$$b = \sqrt{A/\eta};$$

- в) определяют длину фундамента $l=b \cdot \eta$

Полученные по расчету размеры подошвы фундамента следует округлить так, чтобы они были кратными 100 мм. Ленточные фундамента, как правило, проектируются из сборных ж/б плит.

Затем определяется расчетное сопротивление грунта основания R , кПа по формуле

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

γ_{c1} и γ_{c2} – коэффициенты условия работы, принимаемые по таблице 5.2 ТКП, в зависимости от вида грунта и размеров сооружения. Значения принимаются для слоя грунта, находящегося под подошвой фундамента до глубины $Z_0 = 0,5b$. При наличии нескольких слоев грунта от подошвы фундамента до глубины Z_0 ;

k – коэффициент, принимаемый в зависимости от метода определения прочностных характеристик, непосредственные испытания $k = 1,0$; по таблицам $k = 1,1$.

M_{γ} ; M_q ; M_c – коэффициенты, принимаемые по табл. 5,3 ТКП в зависимости от угла внутреннего трения φ_n ;

k_z – коэффициент, принимаемый в зависимости от ширины фундамента, при $b < 10$ м $k_z = 1$; $b \geq 10$ м $k_z = 8/b + 0,2$

b – ширина фундамента;

γ_{II} – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии воды, определяется с учетом взвешивающего действия воды). Значения принимаются для слоя грунта, находящегося под подошвой фундамента до глубины $Z_0 = 0,5b$ при $b > 1$ м и $2b$ при $b < 1$. При наличии нескольких слоев грунта от подошвы фундамента до глубины Z_R принимаются средневзвешенные значения;

γ'_{II} – то же, залегающих выше подошвы фундамента;

c_{II} – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего ниже подошвы фундамента, на глубину Z_0 ;

d_1 – глубина заложения фундаментов бесподвальных сооружений или приведенная глубина заложения наружных и внутренних фундаментов от пола подвала, определяемая по формуле:

$$d_1 = h_s + h_{cf} \gamma_{cf} / \gamma'_{II},$$

h_s – толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала; h_{cf} – толщина конструкций пола подвала; $h_{cf} = 0,15$ м;

γ_{cf} – расчетное значение удельного веса материала пола подвала;

d_b – глубина подвала – расстояние от уровня планировки до пола подвала (для сооружений с подвалом шириной $B \leq 20$ м и глубиной более 2 м допускается принимать $d_b = 2$ м; при ширине подвала $B > 20$ м или отсутствии подвала $d_b = 0$ м).

Для *цент рально* нагруженного фундамента при принятых значениях размеров фундамента определяют среднее давление по подошве и проверяют усло-

$$\text{вие } P_{cp} = \frac{N_{II}}{A} + \gamma_{cp} \cdot d < R$$

⟨ Если P_{cp} существенно отличается от R , то необходимо изменить размеры фундамента и повторить определение P_{cp} и R . Размеры фундамента должны удовлетворять условию $P_{cp} \leq R (\leq 10 \%)$.

Размеры *внецент ренно* нагруженных фундаментаов определяются исходя из условий:

$$P_{\max} = \frac{N_{II}}{A} + \frac{M_{II} + Q_{II} \cdot d}{W} + \gamma_{cp} \cdot d \leq 1,2R$$

$$P_{cp} = \frac{N_{II}}{A} + \gamma_{cp} \cdot d < R$$

$$P_{\min} = \frac{N_{II}}{A} \pm \frac{M_{II} + Q_{II} \cdot d}{W} + \gamma_{cp} \cdot d > 0$$

где P_{\max} и P_{\min} – максимальное и минимальное крайевые давления под подошвой фундамента;

A – площадь подошвы фундамента, м²;

W – момент сопротивления площади подошвы фундамента, м³;

- для прямоугольных фундаментаов:

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6}$$

- для ленточных фундаментаов:

$$W = \frac{b^2 \cdot l}{6}$$

здесь l – расчетная длина ленточного фундамента, равная 1 м. Необходимо иметь в виду, что недонапряжение под подошвой фундамента в пределах до 10% относится к одному из двух первых, записанных выше условий.

Тема 16. Сваи и свайные фундаментаы

Свайей называют погруженный в готовом виде или изготовленный в грунте стержень, предназначенный для передачи нагрузки от сооружения на грунт осно-

вания.

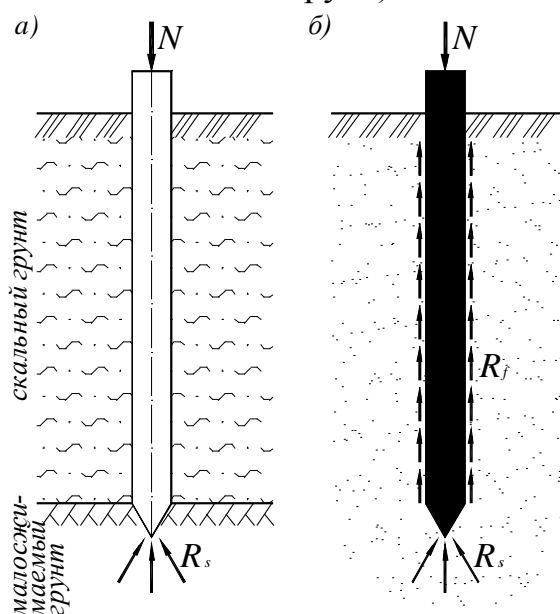
Отдельные сваи или группы свай, объединенные поверх распределительной плитой или балкой, образуют свайный фундамент.

Распределительные плиты или балки, объединяющие головы свай, выполняются, как правило, из железобетона и называются ростверками. Ростверк воспринимает, распределяет и передает на сваи нагрузку от расположенного выше сооружения.

Если ростверк заглублен в грунт или его подошва расположена непосредственно на поверхности грунта, то его называют низким ростверком, если подошва ростверка расположена выше поверхности грунта – это высокий свайный ростверк.

По характеру передачи нагрузки на грунт сваи подразделяются на

- а) сваи-стойки
- б) висячие сваи (сваи заземленные в грунт)



Схемы передачи нагрузки сваями на грунты основания:
а – сваи-стойки ; б – висячие сваи

К сваям-стойкам относятся сваи, прорезающие толщу слабых грунтов и опирающиеся на практически несжимаемые или малосжимаемые грунты (крупнообломочные грунты с песчаным наполнителем, глины твердой консистенции). Такие сваи практически всю нагрузку передают через нижний конец.

Свая-стойка работает как сжатый стержень в упругой среде, ее несущая способность определяется или прочностью материала сваи, или сопротивлением грунта под ее нижним концом:

$$F_d = \gamma_c RA$$

γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте ($\gamma_c = 1$); R – расчетное сопротивление грунта.

К висячим сваям относятся сваи, опирающиеся на сжимаемые грунты. Под действием продольной силы (N) свая получает перемещение (дает осадку), достаточное для возникновения сил трения между боковой поверхностью сваи и грун-

том. В результате нагрузка на основание передается как боковой поверхностью, так и нижним концом сваи. Несущая способность такой сваи определяется суммой сопротивления сил трения по ее боковой поверхности и грунта под острием:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + U \sum \gamma_{cf} R_{fi} h_i)$$

По условиям изготовления сваи делятся на две группы:

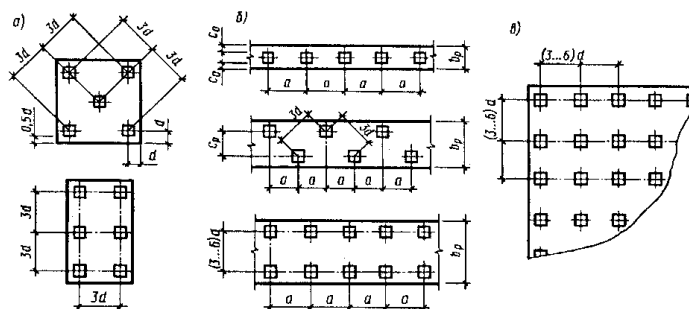
- сваи, изготавливаемые заранее на заводах или полигоне (предварительно изготавливаемые) и затем погружаемые в грунт;
- сваи, изготавливаемые на месте, в грунте.

По расположению свай в плане различают следующие виды свайных фундаментов:

- 1) одиночные сваи применяют под легкие сооружения в качестве опор (теплицы, склады), когда несущей способности одной сваи достаточно для передачи нагрузки на грунт.

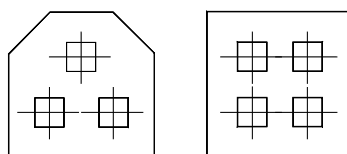
Сложность: необходимо точно забить (погрузить), отклонение от оси в плане у одиночных свай ± 5 см, от вертикальной оси не более 5° .

- 2) группы свай (свайный куст), устраивают под колонны или отдельные опоры конструкций, передающие значительные вертикальные нагрузки



Виды свайных фундаментов:

а – свайный куст; б – ленточный; в – сплошное свайное поле



- 3) ленточные свайные фундаменты устраивают под стены зданий и другие протяженные конструкции. Сваи в таком фундаменте располагаются в один или несколько слоев.

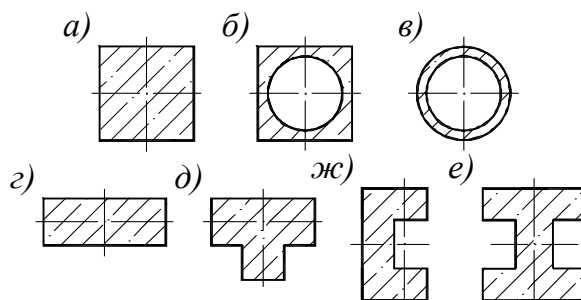
- 4) сплошные свайные поля устраивают под тяжелые сооружения башенного типа, имеющие ограниченные размеры в плане. Сваи располагаются в определенном порядке под всем сооружением.

В зависимости от материала предварительно изготовленные сваи подразделяются на:

- деревянные На заостренном конце при погружении сваи в грунты с твердыми включениями закрепляют стальной башмак. Достоинства этого вида свай – простота изготовления и небольшой вес. Недостатки – малая несущая способность,

трудность погружения в плотные грунты, опасность гниения в условиях переменной влажности. Деревянные сваи имеют ограниченное применение.

- стальные изготавливают из стандартных стальных труб $d=0,2\dots 0,8$ м, используют также двутавровые балки, швеллеры и другие прокатные профили. Достоинство этого вида свай – возможность наращивания сваркой по мере погружения в грунт. Недостатки – подверженность коррозии (для защиты поверхность труб покрывают битумом или эпоксидными смолами).
- железобетонные сваи (получили наибольшее распространение в практике строительства). Их подразделяют:
 - по форме поперечного сечения
 - по форме продольного сечения
 - по способу армирования на сваи:
 - 1) с ненапрягаемой арматурой и с предварительно напряженной продольной арматурой
 - 2) с поперечным армированием и без него
 - по конструктивным особенностям – на сваи цельные и составные.



Сечения железобетонных свай:

а – квадратной; б – квадратной с круглой полостью; в – поперечное сечение полнотелого цилиндра; г – прямоугольной; д – тавровой; е – двутавровой; ж – швеллерной

- комбинированные сваи – составные по длине из двух различных материалов. Чаще всего это комбинация деревянной части, которая помещается ниже уровня подземных вод, с бетонной или железобетонной частью.

Способы погружения готовых свай в грунт

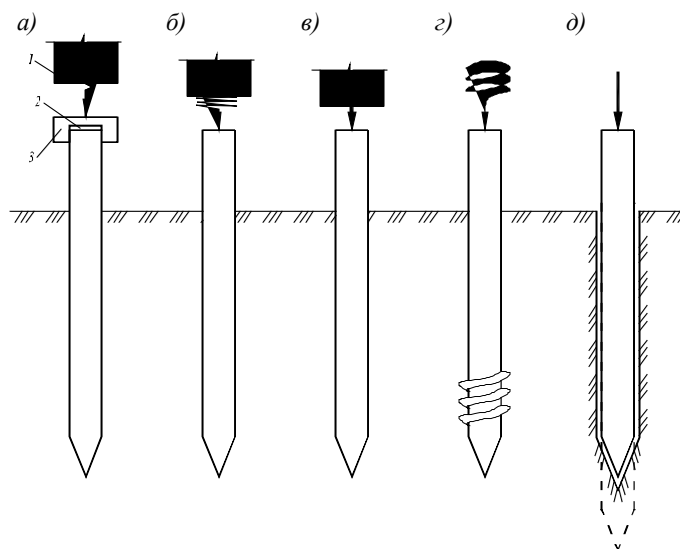


Рис. Способы погружения свай:

а – забивка; б – вибропогружение; в – задавливание; г – завинчивание; д – погружение в лидер (в очень плотных грунтах, промерзших грунтах); 1 – молот; 2 – металлический оголовок; 3 – деревянная или резиновая прокладка (для смягчения удара)

. Свай-стойки могут потерять несущую способность либо в результате разрушения грунта под ее нижним концом, либо в результате разрушения самой сваи, т.е. такую сваю необходимо рассчитывать: по прочности материала ствола сваи и по условию прочности грунта под ее нижним концом. За несущую способность принимается меньшая величина.

По прочности материала свая-стойка рассчитывается как центрально нагруженный сжатый стержень, без учета поперечного изгиба.

Висячие сваи (защемленные в грунт)

Их расчет производится, как правило, только по прочности грунта, т.к. по прочности материала она всегда заведомо выше.

Существуют следующие методы расчета:

- Динамический метод;
- Метод испытания пробной статической нагрузкой;
- Практический метод;
- Метод статического зондирования;
- Теоретические методы.

Динамический метод заключается в определении несущей способности сваи по величине ее отказа на отметке близкой к проектной. В основу метода положено, что работа, совершаемая свободно падающим молотом, GH (где G – вес молота, H – высота падения молота) затрачивается на преодоление сопротивления грунта погружению сваи; на упругие деформации системы «молот-свая-грунт»; на превращение части энергии в тепловую; разрушение головы сваи и т.п., т.е. на неупругие деформации.

Метод испытания свай статической нагрузкой. Несмотря на сложность, длительность и значительную стоимость этот метод позволяет наиболее точно установить предельное сопротивление сваи с учетом всех геологических и гидрогеологических условий строительной площадки

Метод используется либо с целью установления предельного сопротивления сваи, необходимого для последующего расчета фундамента, либо с целью проверки на месте несущей способности сваи, определенной каким-либо другим методом, например, практическим.

Практический метод (по таблицам нормативных документов). Широко применяется в практике проектирования, позволяет определить несущую способность сваи по данным геологических изысканий. Метод базируется на обобщении результатов испытаний большого числа обычных и специальных свай вертикальной статической нагрузкой, проведенных в различных грунтовых условиях с целью

установления предельных значений сил трения, возникающих между свайей и окружающим грунтом, и предельного сопротивления грунта под ее концом.

В результате составлены таблицы расчетных сопротивлений грунтов, которые позволяют определить сопротивление боковой поверхности и нижнего конца сваи и, просуммировать полученные значения по формулам.

Проектирование и расчет свайных фундаментов

Выполняется в следующем порядке:

1. Оценка ИГУ (определяется слой грунта, в который наиболее рационально заглубить острие сваи).
2. Определяется тип и размер сваи
3. Определяется НС сваи (расчетная, допустимая на сваю нагрузка)
 - расчетом по таблицам
 - по испытаниям
 - по данным статического зондирования
4. Определяется необходимое количество свай
5. Размещение свай в плане и конструирование развертки
6. Проверка давления, приходящегося на одну сваю. (При несоблюдении данного условия производится перерасчет свайного фундамента).
7. Определяется осадка свайного фундамента.

Расчет свайных фундаментов и их оснований производят по двум группам предельных состояний:

- По первой группе – по НС грунта основания свай; по устойчивости грунтового массива со свайным фундаментом...; по прочности материала свай и ростверков

- По второй группе – по осадкам свайного фундамента от вертикальных нагрузок; по перемещениям свай совместно с грунтом оснований от горизонтальных нагрузок и моментов; по образованию или раскрытию трещин в элементах железобетонных конструкций свайного фундамента

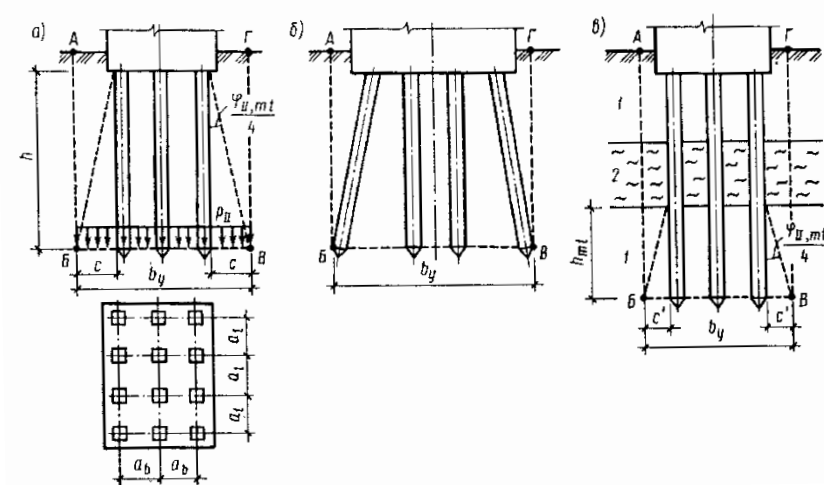
•Сложность определения осадок свайного фундамента связана с тем, что они передают нагрузку на грунт основания одновременно через боковую поверхность и нижние концы свай. При этом соотношение передаваемых нагрузок зависит от многих факторов:

- числа свай в фундаменте
- их длины
- расстояния между сваями
- свойств грунта и степени его уплотнения при погружении свай.

Поэтому при расчете принимают упрощающие допущения, снижающие их точность. С другой стороны, чем точнее расчетная схема, тем сложнее методика расчета.

•В настоящее время в большинстве случаев свайный фундамент

при расчете его осадок рассматривается как условный массивный фундамент на естественном основании, т.е. все, что находится в пределах АБВГ (рис) рассматривается как единый массив.



Схемы условных фундаментов для расчета по второй группе предельных состояний

Тема 17. Основания и фундаменты опор трубопроводов, транспортных и гидросооружений

Основные расчетные положения. Расчет и проектирование плитных и свайных фундаментов. Определение контактных напряжений и деформаций гидросооружений. Фильтрационные расчеты оснований гидросооружений. Технология возведения фундаментов.

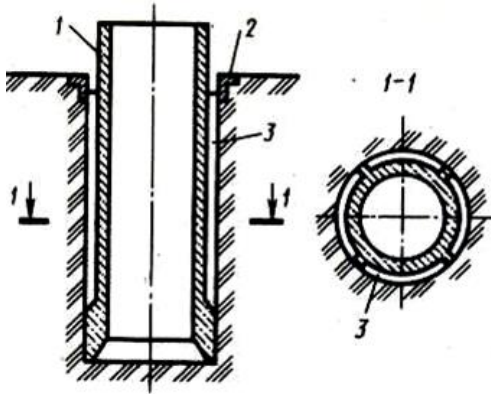
Тема 18. Фундаменты глубокого заложения

Фундаменты глубокого заложения обычно проектируют под тяжелые сооружения, так как для обеспечения нормальной эксплуатации последних в качестве их основания приходится выбирать плотные малосжимаемые грунты. Фунд глубокого заложения отличаются следующими основными особенностями: сооружаются без вскрытия основания котлованами, при отрывке которых грунты ниже их дна разуплотняются с частичным нарушением природной структуры; обеспечивают работу грунтов в основании под нагрузкой без развития выпора их вверх; хорошо сопротивляются действию горизонтальной нагрузки; передают вертикальную нагрузку на грунты основания через подошву (давлением) и боковые поверхности (трением).

Применяются следующие виды фундаментов глубокого заложения:

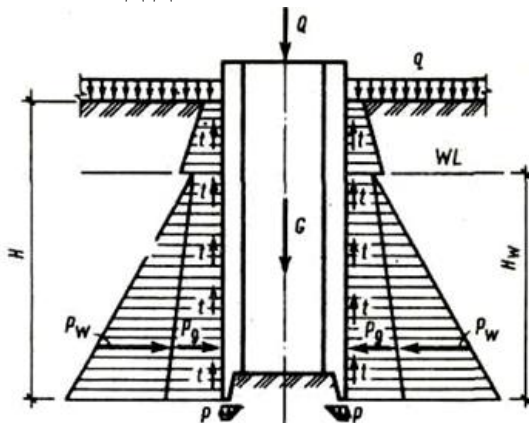
- 1) опускные колодцы - колодцы оболочки из сборного железобетона и массивные опускные колодцы;
- 2) тонкостенные оболочки
- 3) кессонные фундаменты;
- 4) буровые опоры или столбы.
- 5) ф-ты возводимые способом стена в грунте

Массивные опускные колодцы погружаются под действием собственного веса по мере удаления грунта из внутренней полости. Кессонные фундаменты используются редко и в основном в водонасыщенных грунтах, когда имеются препятствия для опускных колодцев.



Опускной колодец представляет собой замкнутую в плане и открытую сверху и снизу полую конструкцию, бетонируемую или собираемую из сборных элементов на поверхности грунта и погружаемую действием собственного веса или дополнительной пригрузки по мере разработки грунта внутри ее.

Наибольшее распространение в современной практике строительства получили жб колодцы (сборные и монолитные (массивные)). Массивные колодцы погружаются под действием собственного веса, их диаметр не менее 70м.



Изготовление массивного колодца:

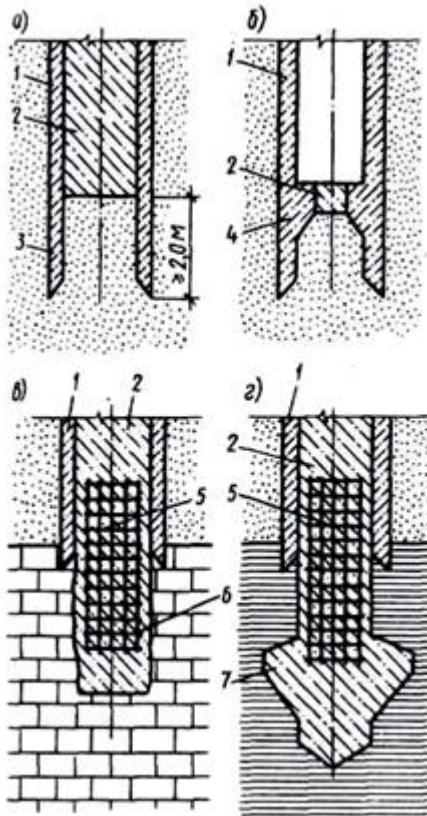
- 1 – на поверхности земли устраивается нож и первый ярус;
- 2 - наращивается опалубка до требуемой глубины;
- 3 устраивается днище.

Расчет производится на нагрузки и воздействия, возникающие в условиях их строительства и эксплуатации. Основным является расчет на строительные нагрузки, так как в подавляющем большинстве случаев оболочки колодцев во время их изготовления и погружения оказываются в более напряженном состоянии, чем при эксплуатации.

Расчет опускных колодцев на разрыв выполняется, как правило, при глубине опускания $H > 15$ м. При эксплуатации также выполняется расчет стенки при пустом и при загруженном колодце, расчет днища на реактивное давление грунта, гидростатическое давление воды, расчет колодцев на всплытие.

Тонкостенная оболочка представляет собой пустотелый цилиндр из обычного или предварительно напряженного железобетона. Оболочки выпускаются секциями длиной от 6 до 12 м и наружным диаметром от 1 до 3 м. Длина секций кратна 1 м, толщина стенок составляет 12 см. Погружение оболочек в грунт осуществляется, как правило, вибропогружателями. Для повышения сопротивления оболочки действию значительных по величине внешних усилий обычно ее полость после

погружения до заданной глубины заполняется бетоном. Разновидностью усиленных оболочек являются оболочки с несущей диафрагмой. Диафрагма устраивается в нижней секции оболочки на высоте одного-двух ее диаметров и имеет центральное отверстие для извлечения грунта из ее полости при погружении. После посадки диафрагмы на грунт на последнем этапе погружения отверстие заливают бетоном. Такие оболочки предназначены для фундаментов, устраиваемых в песчаных и песчано-гравийных грунтах без включения валунов.



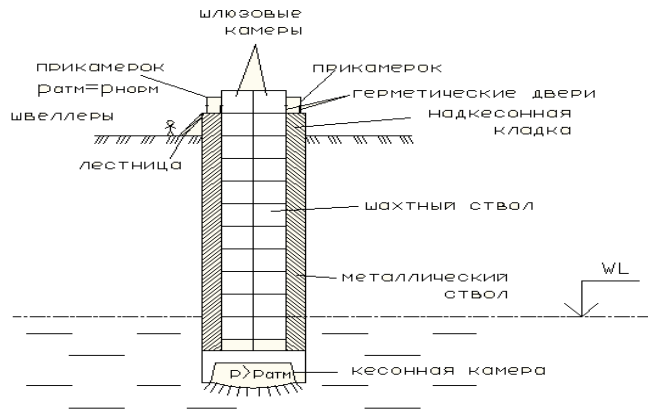
В нескальных грунтах увеличение несущей способности оболочки по грунту достигается устройством внизу уширенной пяты. Если оболочка погружается до скальных грунтов, то ее нижний конец, как правило, заделывается в скалу.

Для этого в скальной породе через оболочку бурят скважину диаметром, равным внутреннему диаметру оболочки, и после установки арматурного каркаса скважину и оболочку заливают бетоном

а – оболочка с уплотненным песчаным ядром; *б* – усиленная оболочка с несущей диафрагмой; *в* – оболочка, заделанная в скалу; *г* – оболочка с уширенной пятой; 1 – оболочка; 2 – бетонное заполнение; 3 – нож; 4 – несущая диафрагма; 5 – арматурный каркас; 6 – буровая скважина в скальной породе; 7 – уширенная пята

Сущность устройства фундаментов с помощью **кессона** заключается в отжати подземных вод от места разработки грунта сжатым воздухом. Для этого на месте устройства фундамента делают кессон – большой ящик, перевернутый вверх дном. Кессон образует рабочую камеру, в которую могут спускаться рабочие и инженерный персонал. В рабочей камере по мере её погружения в грунт до 0,2 МПа повышают давление воздуха. Это давление уравнивает давление подземных вод на данной глубине.

Над рабочей (кессонной) камерой делают шахту, на которую сверху устанавливают шлюзовой аппарат. Все эти устройства герметизируют.



Через прикамерок рабочие входят в шлюз, где давление постепенно повышают до имеющегося в рабочей камере. Через 5-15 мин человеческий организм приспосабливается к условиям повышенного давления.

Длительность пребывания людей, при повышенном давлении воздуха, строго ограничено требованиями техники безопасности. Выход через шлюз требует примерно в 3-3,5 раза больше времени, чем вход.

Из-за ограничения максимального давления кессон можно опустить на глубину не более 35-40 м. Работы по возведению фундаментов кессонным методом очень дорогие. Их применяют при наличии в грунте крупных включений или при необходимости опирания фундамента на неровную поверхность скалы.

Для разработки грунта применяют гидромониторы, а для удаления его на поверхность - эрлифты.

После опускания кессона на проектную глубину рабочую камеру заполняют бетоном.

На кессон, кроме нагрузок, действующих на опускные колодцы, оказывает воздействие вес кладки и давление сжатого воздуха.

Сущность метода «стена в грунте» состоит в том, что в грунте отрывают участок глубокой траншеи шириной 0,5..0,8 м. Для поддержания вертикальности стен траншеи в процессе отрывки её заполняют раствором мелкодисперсной тиксотропной глины (обычно бентонитовой). В пределах полученного участка траншеи бетонируют стену-фундамент подводным способом при помощи бетонолитной вертикально перемещающейся трубы. Трубу поднимают по мере заполнения траншеи бетонной смесью до тех пор, пока участок траншеи полностью не будет забетонирован. В траншею перед бетонированием опускают арматурный каркас, выполненный из арматуры периодического профиля. Иногда стенку выполняют из опускаемых в траншею сборных железобетонных элементов, имеющих выпуски арматуры. Стыки этих элементов бетонируют также с помощью бетонолитной трубы.

Образующаяся «стена в грунте» одновременно может служить креплением стен котлована, стеной подземных этажей и фундаментом.

Если «стена в грунте» служит одновременно и фундаментом, то её доводят до слоя плотного грунта, воспринимающего давление, передаваемое её подошвой и боковыми поверхностями на основание.

В последнее время для изготовления глубоких траншей при устройстве «стены в грунте» стали применять *водоструйную (струйную) технологию*. Её сущность заключается в том, что горизонтально направленная струя воды под давлением до

10 МПа размывает грунт, образуя требуемую щель, которая затем заполняется бетоном.

Тема 19. Техническая эксплуатация, реконструкция и усиление оснований и фундаментов

Долговечность жилых зданий, их соответствие назначению во многом определяются состоянием оснований и фундаментов. Система основание - фундамент является наиболее сложной в моделировании и предвидении ее функционирования в процессе возведения и особенно эксплуатации зданий и сооружений. Эта система в эксплуатационных условиях постоянно испытывает одновременное, зачастую трудно учитываемое воздействие многих факторов, из которых наиболее значительными являются изменения свойств основания, природные явления и воздействия, связанные с деятельностью человека.

Нарушения нормальной работы оснований и фундаментов встречаются довольно часто, и хотя обычно не происходит полного разрушения зданий и сооружений, но наблюдаются разного рода деформации, перекосы, трещины, которые без устранения причин их появления и невыполнения в срок ремонтных работ могут привести к самым серьезным последствиям, вплоть до аварий.

Основными причинами деформации фундаментов и оснований, вызывающими необходимость их усиления и реконструкции, являются:

увеличение нагрузок на фундаменты - вызывается необходимостью установки нового оборудования (как правило, более мощного и с большим весом), надстройкой существующих жилых зданий и их сооружений при реконструкции, капитальном ремонте и т. д. Зачастую бывает сложно отобрать монолиты из-под фундамента или испытать грунт на месте. Следует иметь в виду, что, по опытным данным, расчетное сопротивление грунтов, уплотненных действием нагрузки от существующего здания, можно увеличить до 40% при удовлетворительном состоянии самого здания. При этом осадки не должны превосходить 30+40% предельных значений;

недостаточная прочность материала фундаментов - может быть обусловлена неудовлетворительным качеством строительно-монтажных работ (дефекты бетонирования, замораживание), действием агрессивных грунтовых вод, особенно при наличии блуждающих токов;

ухудшение условий устойчивости оснований и увеличение их деформативности вследствие изменения уровня грунтовых вод, замачивания основания атмосферными и производственными водами, пучение грунтов при промерзании и т. д.;

развитие недопустимых деформаций вследствие строительства или реконструкции новых жилых зданий или сооружений рядом с существующими, ошибок проектировщиков, некачественной оценки инженерно-геологических условий строительной площадки и др.

При строительстве новых зданий рядом с существующими фундаментами, что особенно характерно для больших городов, повышаются нагрузки на их основания. Если фундаменты были рассчитаны лишь на нагрузку на опирающегося на

них сооружения. То дополнительная нагрузка может вызвать осадку фундаментов, превышающую допустимые. В таких случаях необходимо осуществлять мероприятия по повышению несущей способности фундаментов или укреплению грунтов, на которые они опираются.

Необходимость усиления фундаментов и оснований может возникнуть также вследствие передачи дополнительной нагрузки при реконструкции здания или оборудования, механического воздействия на фундаменты, нарушения правил эксплуатации оборудования и коммуникаций. При расположении здания или сооружения на склоне в случае проявления оползневых подвижек фундаменты могут испытывать воздействие сползающего грунта. В таком случае требуется не только усилить фундамент, но и принять меры к укреплению самого склона.

В зависимости от указанных и ряда других причин необходимо выполнить соответствующий объем работ по усилению оснований и фундаментов, осуществляемых различными способами. Выбор которых диктуется конкретными условиями: состоянием основания, характером повреждения фундамента и его элементов, имеющимися материально-техническими ресурсами и т. д.

Обследование оснований фундаментов, позволяющее детально изучить грунтовые напластования, состояние грунтов. Работу производят из шурфов, глубина которых не должна превышать глубину заложения фундаментов более чем на 0,5 м. Отбирают монолиты для лабораторных исследований, в случае необходимости производят опытные работы в условиях залегания грунтов.

По результатам обследования составляется заключение, на основе которого разрабатывается проект усиления фундаментов и их основания.

Различные методы улучшения грунтов оснований:

Уплотнение грунтов

Методы уплотнения грунтов подразделяют на:

- поверхностные, когда уплотняющие воздействия прикладываются на поверхности и приводят к уплотнению сравнительно небольшой толщи грунтов
- глубинные, когда уплотняющие воздействия передаются значительные по глубине участки грунтового массива.

→ Поверхностное уплотнение производится

- укаткой;
- трамбовкой;
- вибрационными механизмами (виброуплотнением)
- подводными взрывами;
- вытрамбовыванием котлованов.

→ К методам глубинного уплотнения относят

- устройство песчаных, грунтовых и известковых свай
- глубинное виброуплотнение
- уплотнение статической пригрузкой в сочетании с устройством вертикального дренажа
- водопонижение
- глубинные (камуфлетные взрывы зарядов ВВ или электровзрывы)

Любые уплотнение можно производить только до определенного предела (до отказа), после достижения которого дальнейшее воздействие не производят к заметному уплотнению

Укатка и вибрирование. Уплотнение укаткой производится самоходными и прицепными катками на пневматическом ходу, груженными скреперами, автомашинами, тракторами. Помимо укатки используют виброкатки и самопередвигающиеся вибромашины. Укаткам можно уплотнить грунты только на очень небольшую глубину, поэтому этот метод в основном применяется при послойном возведении грунтовых подушек, планировочных насыпей, земляных сооружений, при подсыпке оснований под полы. Уплотнение достигается многократной проходкой уплотняющих механизмов. Влажность грунтов при этом должна соответствовать оптимальной.

За уплотненную зону h_{com} принимают толщину грунта, в пределах которой плотность скелета грунта ρd не ниже заданного в проекте или допустимого её минимального значения. Уплотнение оптимальной толщины уплотняемого слоя грунта и числа проходов используемых механизмов производится на основании опытных работ.

Трамбовка

- Ручные легкие трамбовки (при ограниченном фронте работ)
- Тяжелые трамбовки

Тяжелая трамбовка изготавливается из ж/б и имеет в плане форму круга или многоугольника (>8 сторон). Применяется для уплотнения всех видов грунтов в природном залегании (пылевато-глинистых при $S_r < 0,7$), а также искусственных оснований и насыпей.

Подводные взрывы применяются для уплотнения рыхлых песчаных грунтов или макропористых просадочных. Наибольший эффект при $S_r = 0,7 \dots 0,8$

Суть метода заключается в использовании энергии взрыва, производимого в водной среде, для разрушения структуры и уплотнения грунтов.

Водная среда, с одной стороны, обеспечивает более равномерное распределение уплотняющего взрывного воздействия по поверхности грунта, с другой стороны – гасит энергию взрыва, направленную вверх.

Вытрамбовывание котлованов. Метод заключается в образовании в грунтовом массиве полости путем сбрасывания в одно и то же место трамбовки, имеющей форму будущего фундамента. Затем полость заполняется бетонной смесью.

Вытрамбовывание выполняют путем сбрасывания трамбовки весом 1,5...10т (до 15т) по направляющей мачте с высоты 3...8(м) в одно место. ($\approx 10 \dots 20$ ударов)

Трамбовку изготавливают из листовой стали толщиной 8...10(мм) в форме будущего фундамента и заполняют ее бетоном до заданной массы.

Такой способ устройства фундаментов позволяет сократить объем земляных работ в 3...5 раз, практически полностью исключить опалубочные работы, снизить расход бетона в 2...3 раза, металла в 1,5...4 раза, а стоимость и трудоемкость уменьшить в 2...3 раза.

Песчаные сваи применяются для уплотнения сильно сжимаемых пылевато-глинистых грунтов, рыхлых песков, заторфованных грунтов на глубину до 18...20(м).

Грунтовые сваи применяются для уплотнения и улучшения строительных свойств просадочных макропористых и насыпных пылевато-глинистых грунтов на глубине до 20(м).

Суть метода: устраивается вертикальная скважина (полость) путем погружения металлической трубы (пробойника) $d \approx 40$ (см), которая затем засыпается местным грунтом с послойным уплотнением.

Известковые сваи применяются для глубинного уплотнения водонасыщенных глинистых и заторфованных грунтов. Устраивают их также как грунтовые или песчаные сваи.

Стоимость известковых свай довольно низкая, поэтому они относятся к одним из самых дешевых способов улучшения свойств слабых водонасыщенных оснований.

Глубинное виброуплотнение. Применяют для уплотнения рыхлых песчаных грунтов естественного залегания, а также при укладке насыпных несвязных грунтов, устройстве обратных засыпок и т.п.

Существует два основных способа виброуплотнения:

- В первом способе уплотнение происходит при погружении в песок вибратора (вибробулавы).
(Уплотнение рыхлых песков мощностью до 8...10м)
- Второй способ заключается в погружении в грунт стержня с прикрепленным к его голове вибратором.

Предварительное уплотнение оснований статической нагрузкой. Используют для уплотнения (улучшения строительных свойств) слабых водонасыщенных пылевато-глинистых грунтов и торфов, но на небольших площадках.

Т.к. при использовании этого метода при уплотнении слабых грунтов мощностью > 10 м требуется длительное время (для завершения процессов консолидации и стабилизации осадок). Для ускорения процесса уплотнения используют вертикальные дрены различных конструкций:

- Песчаные дрены
- Бумажные комбинированные дрены и др.
также применяют электроосмос

Уплотнение грунта водопонижением. Метод эффективен при уплотнении водонасыщенных грунтов (лучше мелкие или пылеватые пески) на больших площадях.

Для этого площадку, на которой предполагается уплотнить грунт, окружают (протыкают) иглофильтрами при $K\phi = 0,05 \dots 0,002$ см/с или при $K\phi < 0,002$ см/с – ижекторные иглофильтры (понижение УГВ до глубины 25м) или с помощью электроосмоса.

Закрепление грунтов

Базируется на искусственном преобразовании строительных свойств грунтов (создание более прочных связей между частицами) в условиях их естественного залегания разнообразными физико-химическими методами.

Это достигается за счет инъецирования в грунт и последующего твердения определенных реагентов. Важным условием применимости инъекционных методов закрепления является достаточно высокая проницаемость грунтов.

Цементация. Метод служит для закрепления (упрочнения) насыпных грунтов, галечниковых отложений, средних и крупнозернистых песков (сухих и влажных при $K\phi > 80$ м/сутки). Так же используют для заполнения карстовых пустот, закрепления и уменьшения водопроницаемости трещиноватых скальных грунтов.

Цементный раствор нагнетаемый в грунт имеет В/Ц отношение 0,4...1,0, часто в раствор добавляют песок.

Метод цементации применим также для усиления конструкций самих фундаментов. Для этого в теле фундамента пробуривают шпур, через которые в материал или кладку фундамента под высоким давлением нагнетается цементный раствор.

Силикатизация. Применяется для химического закрепления песков с $K\phi = 0,5...80$ м/сут, макропористых глинистых просадочных грунтов с $K\phi = 0,2...2$ м/сут (лессы), и отдельных видов насыпных грунтов.

Сущность метода заключается в нагнетании в грунт силиката Na в виде раствора (жидкое стекло), которым заполняется поровое пространство. При соответствующих условиях (при наличии отвердителя), раствор переходит в гелеобразное состояние, затвердевая со временем. Создаются новые связи между частицами, что приводит к увеличению прочности уменьшению сжимаемости грунта.

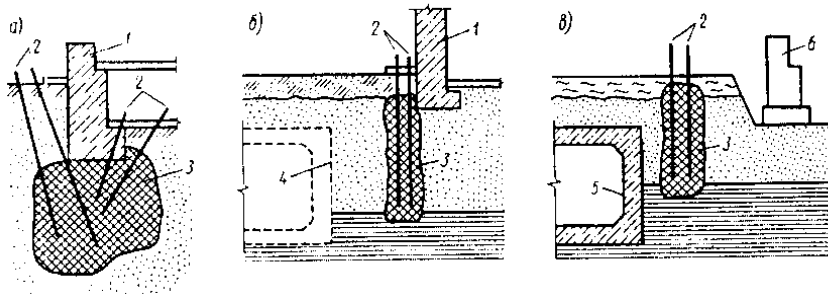


Рис. Схема закрепления методом силикатизации оснований фундаментов (а), защиты фундаментов зданий при строительстве подземных сооружений (б), при возведении зданий (в): 1 – фундамент; 2 – инъекторы; 3 – зоны закрепления; 4 – строящееся подземное сооружение; 5 – существующий тоннель; 6 – строящееся здание

Силикатизация:

- однорастворная (лессовый грунт)
- двухрастворная (пески)

-Особенностью силикатизации лессов является то, что в состав этих грунтов входят соли, выполняющие роль отвердителя жидкого стекла. Процесс закрепления происходит мгновенно, достигаемая прочность составляет 2МПа и более. За-

крепление водоустойчиво, что обеспечивает ликвидацию просадочных свойств лессов.

- Двухрастворный способ заключается в следующем. В грунт погружаются иньекторы (трубы $d=38\text{мм}$) с нижним перфорированным звеном, длиной 0,5...1,5м. Через них в пески нагнетается раствор силиката натрия под давлением 1,5 МПа. Через соседнюю трубу, погруженную на расстоянии 15...25см, нагнетают раствор хлористого кальция.

Иногда оба раствора начинают поочередно через один и тот же иньектор (первый раствор при его погружении, второй раствор при извлечении).

После твердения геля прочность достигает 2...5МПа.

Смолизация

– закрепление грунтов смолами. Сущность метода заключается во введении в грунт высокомолекулярных органических соединений типа карбамидных, фенол-формальдегидных и других синтетических смол в смеси с отвердителями – кислотами, кислыми солями.

Через определенное время в результате взаимодействия с отвердителями смола полимеризуется.

Время гелеобразования 1,5...2,5 часа, полное упрочнение происходит после двух суток. Смолизация эффективна в сухих и водонасыщенных песках с $K\phi=0,5-25$ М/сут.

Достижимая прочность колеблется в пределах 1...5 МПа и зависит в основном от концентрации смолы в растворе.

Организация работ аналогична силикатизации.

Радиус закрепленной зоны составляет 0,3...1,0м и зависит от $K\phi$.

Метод относится к числу дорогостоящих.

Глинизация и битумизация

Глинизацию применяют для уменьшения водопроницаемости песков. Через иньекторы в песок нагнетается водная суспензия бетонитовой глины с содержанием монтмориллонита $\geq 60\%$. Глинистые частицы, выпадая в осадок, заполняют поры песка, в результате чего его водопроницаемость снижается в несколько порядков.

Битумизацию применяют в основном для уменьшения водопроницаемости, закрепления трещиноватых скальных пород, при подземном течении вод.

Через скважины в скальный массив нагнетается расплавленный битум (или специальные его эмульсии). Происходит заполнение трещин и массив становится практически водонепроницаемым.

Термическое закрепление грунтов (обжиг)

Применяют для упрочнения сухих макропористых пылевато-глинистых грунтов, обладающих газопроницаемостью (лессы).

Сущность: через грунт в течение нескольких суток (5...12 суток) пропускают раскаленный воздух или газы. Под действием высокой температуры ($t \approx 800^\circ\text{C}$) отдельные минералы, входящие в состав скелета, оплавляются. В результате этого образуются прочные водостойкие структурные связи между частицами.

При обжиге грунты теряют большую часть химически связанной воды, что уменьшает просадочность, размокаемость, способность к набуханию. В результате термической обработки получается упрочненный конусообразный массив грунта d поверху 1,5...2,5м понизу 0,2...0,4м глубина 8...10м.

Применяется и другая технология, позволяющая сжигать топливо в любой по глубине части скважин. В результате образуются грунтовые массивы (термосваи) постоянного сечения. Сроки обжига в этом случае несколько сокращаются, упрощается технология работ.

Ремонт и усиление фундаментов

Практика показала, что проектирование усиления фундаментов почти всегда намного сложнее проектирования новых конструкций. Это объясняется тем, что в каждом случае приходится считаться с условиями эксплуатации объекта, со стесненными условиями работы, с разнообразием проявления деформации зданий и сооружений и др. само выполнение работ по ремонту и усилению фундаментов - всегда крайне трудоемкий, тяжелый и ответственный процесс.

Наиболее часто приходится увеличивать площадь подошвы фундаментов, подводить конструктивные элементы под существующие фундаменты, повышать их жесткость, передавать часть нагрузки на дополнительные фундаменты или полностью заменять фундаменты, когда необходимо предотвратить развитие аварийных деформаций зданий и сооружений.

После доставки комплектов усиления производится монтаж плит-обойм с последующей стяжкой их анкерными болтами до обеспечения в них проектного натяжения.

Вертикальные стыки между плитами-обоймами после сварки выпусков рабочей арматуры между ними замоноличиваются бетоном.

Усиление существующего фундамента выполняется путем устройства рубашек и набетонок (наращиванием). В обоих случаях старая конструкция соединяется с новой конструкцией. Качество этого соединения обеспечивает надежность последующей работы фундамента под нагрузкой.

Рубашка при усилении фундамента представляет собой сплошное обетонирование фундамента со всех сторон, за исключением нижней части, осуществляемое с дополнительным армированием и позволяющее увеличить размеры фундамента. Перед устройством рубашки выполняется бетонная подготовка под нее. Набетонка устраивается при одностороннем усилении фундамента.

Прочность сцепления нового бетона со старым зависит от тщательности проведения мероприятий по подготовке конструкции к усилению.

Усиление ленточного фундамента выносными буронабивными сваями выполняется в такой последовательности.

Сначала согласно проекту производится устройство скважин и буронабивных свай вдоль существующего ленточного фундамента, а затем эти сваи соединяются между собой с помощью ростверка. Одновременно выполняются ремонтно-восстановительные работы существующего фундамента с устройством в нем штраб и сквозных отверстий под балки.

После установок балок в этих отверстиях между ростверками и балками устанавливаются домкраты и подставки и с их помощью производится передача нагрузки от существующего фундамента на свайный фундамент, а затем осуществляется замоноличивание балок с ростверками и бетонирование участков, занятых домкратами, после удаления последних.

Таким же методом производится усиление столбчатых фундаментов неглубокого заложения.

Весьма эффективным для усиления фундаментов является применение корневидных свай, называемых также буро-инъекционными, что позволяет производить работы без разработки котлованов, обнажения фундаментов и нарушения структуры грунта в основании.

Сущность способа усиления корневидными сваями заключается в устройстве под зданием своего рода подпорок - жестких корней в грунте, которое переносят большую часть нагрузки на более плотные слои грунта.

При усилении корневидными сваями может предусматриваться создание единой конструкции и безростверковым варианте. Корневидные сваи могут быть вертикальными или наклонными. Скважины для корневидных свай бурят с помощью установок вращательного бурения, которые позволяют пробуривать скважины через расположенные выше стены и фундаменты. Диаметр буров 80+250 мм. При бурении для обеспечения устойчивости стенок скважин используются обсадные трубы, воды, глинистая суспензия или сжатый воздух.

По сравнению с другими типами корневидные сваи обладают повышенным сопротивлением трению вдоль боковой поверхности, что обеспечивается путем частичной цементации грунта, находящегося в контакте со свайей. Благодаря прохождению сквозь существующие конструкции корневидные сваи оказываются связанными с сооружением, поэтому не требуется их дополнительное соединение с существующими фундаментами.

После бурения в скважину устанавливают арматурные каркасы, состоящие из отдельных секций, стыкуемых с помощью сварки. Длина секций обычно не превышает 3 м и лимитируется высотой помещения, в котором производится работы. Фиксаторы, устанавливаемые в каркасе, предупреждают отклонение от оси скважины. После установки или одновременно с ней скважину инъекционную трубу диаметром 25+30 мм, через которую нагнетают цементно-песчаный раствор, обжимающий стенки скважины и образующий небольшие местные выступы. Усиление оснований и фундаментов буро-инъекционными сваями применяются очень часто для сохранения архитектурно-исторических памятников.

В зарубежной практике ремонта и усиления фундаментов корневидные сваи применяются также при необходимости устройства глубоких выемок в непосредственной близости от существующих зданий. Сооружаемая "решетчатая" подпорная стенка удерживает от обрушения откос вместе с фундаментом. В отдельных случаях корневидные сваи органически связаны с существующим зданием как единое целое.

При усилении или ремонте (реконструкции) фундаментов, проводимых в непосредственной близости от фундаментов существующих зданий и сооружений

на стесненной площадке и в сложных грунтовых условиях, целесообразно применять способ "стена в грунте".

При устройстве глубоких выемок и подвалов в непосредственной близости от фундамента усиление производится глубокими стенами или прямоугольными столбами, возводимыми между выемкой и фундаментом. Для обеспечения устойчивости фундамента производится расчет заземления стены в грунте с учетом нагрузок от фундамента и грунта, находящегося за стеной. Если расчетное заземление выполнить затруднительно, то повышение устойчивости стен достигается устройством анкерных креплений, располагаемых между фундаментами.

Несущая способность столбчатых фундаментов можно увеличить возведением у фундамента глубоких стен или столбов прямоугольного сечения, опираемых на прочное основание. Стены или столбы могут иметь в плане двух- и четырехстороннее расположение. В некоторых случаях рационально устройство стен в виде замкнутого короба. Возведенные стены или столбы объединяются с усиливаемым фундаментом железобетонной обоймой.

Для одновременного увеличения устойчивости основания и усиления фундамента могут быть устроены параллельные стены в виде глубоких лент, располагаемых с обеих сторон фундаментов. С целью повышения жесткости стены могут соединяться стенами-перемычками, устраиваемыми на меньшую глубину, чем основные параллельные стены. При таком решении устойчивость основания увеличивается, так как оно заключено в жесткую обойму.

В сложных условиях строительства и реконструкции при усилении могут применяться комбинации способа "стена в грунте" с устройством набивных и корневидных свай, часто с различными методами химического закрепления (усиления) грунта.

При производстве ремонтов фундаментов иногда возникает необходимость их замены, так как другие методы усиления или не обеспечивают требуемой несущей способности фундаментов, или же их выполнение по каким-либо причинам затруднено. К таким случаям относятся:

значительное увеличение нагрузок на фундаменты (предстоящая надстройка здания, недопустимая и угрожающая устойчивости здания осадка фундаментов вследствие уменьшения несущей способности основания из-за резкого повышения или понижения уровня грунтовых вод);

прокладка ниже подошвы заложения фундаментов существующего здания в непосредственной близости от него подземных коммуникаций типа коллектора и т. д.

Весь процесс замены фундаментов разделяется на два этапа.

Первый (подготовительный) этап включает осуществление мероприятий, обеспечивающих устойчивость здания в процессе выполнения работ второго этапа.

Второй этап производства работ по замене фундаментов включает устройство котлованов и траншей, разработку старого и устройство нового фундамента, а также ряд сопутствующих работ, выполняемых в большинстве случаев в стесненных условиях. Перекладка производится обычно отдельными участками длиной

1,5+2 м. Перекладку очередного участка выполняют не ранее чем через 7 суток после окончания работ на предыдущих смежных участках. В первую очередь выполняют работы по перекладке наиболее слабых участков фундаментов. Технологический процесс перекладки состоит из заводки разгрузочных балок, вскрытия и разработки отдельных мест фундамента и устройством новой кладки.

Для укладки разгрузочных балок в кирпичной стене отбойными молотками пробивают горизонтальные борозды высотой и глубиной соответственно сечению заводимой балки плюс 2+3 см с зачисткой поверхности. Борозды располагают под тычковым рядом кладки 2+3 ряда кирпича выше обреза фундамента.

Пробивку борозд с другой стороны стены производят только после заделки разгрузочной балки в первой борозде. Балки укладывают на цементный раствор и закрепляют их деревянными или стальными клиньями, стягивают болтовыми соединениями, пропущенными через отверстия, высверленные в кладке и стенке балки, пространство между кладкой и вертикальной стенкой разгрузочной балки заполняют цементным раствором состава 1:3 или бетоном на мелком щебне или гравии. Зазор между верхом балки и плоскостью борозды плотно заклинивают полусухим цементным раствором.

В местах, где предусмотрена перекладка фундамента, производят отрывку шурфов с одновременным надежным креплением их стенок. Буровой фундамент разбирают с помощью отбойных молотков, а при слабой расслоившейся кладке - вручную. После выкладки нового фундамента до подошвы стены по выровненной поверхности раствора прокладывают гидроизоляционный слой, который сопрягается с гидроизоляцией соседних участков фундамента. Затем пространство между верхом вновь выложенного участка фундамента и кладкой стены заделывают кирпичом и плотной заклиной горизонтального шва полусухим цементным раствором, после чего производят обратную засыпку шурфа с последующим послойным трамбованием грунта.

Поскольку фундаменты зданий и сооружений испытывают значительные статистические, а иногда и динамические нагрузки, недостаточное уплотнение грунта обратных засыпок приводит к просадкам, вызывающим впоследствии разрушения строительных конструкций. Для выполнения работ по обратным засыпкам применяют бульдозеры, фронтальные и грейферные погрузчики, одноковшовые экскаваторы с оборудованием погрузчика и грейфера, для разравнивания грунта - бульдозеры и малогабаритные бульдозеры-планировщики.

Для уплотнения грунта в стесненных условиях используют пневматические и электрические трамбовки, самопередвигающиеся вибрационные плиты, а также отбойные молотки со специальными насадками.

В связи с недостаточным выпуском средств механизации для уплотнения грунта в стесненных условиях на некоторые строительные площадки для обратной засыпки применяют песок с последующим уплотнением его путем замачивания.

Послойное уплотнение грунта в наименее доступных местах (нижняя часть пазух котлованов и траншей) выполняется вручную с помощью простейших деревянных или ручных электрических трамбовок. Применение ручных машин в 4+5 раз увеличивает производительность труда при уплотнении грунта обратной засыпки по сравнению с выполнением работ вручную, но тем не менее трудоем-

кость таких работ остается высокой, а толщина уплотняемого слоя не превышает 40+60 см при степени уплотнения 0,85+0,95.

Уплотнение грунтов в зимних условиях возможно, если отсыпка ведется непрерывно увлажненными талыми грунтами с минимальными перерывами в работе и такой интенсивности, чтобы уложенный грунт не замерзал до его уплотнения. Несвязные грунты укладывают и уплотняют так же, как и в летнее время.

Методы подводки новых фундаментов

Подводку новых фундаментов осуществляют в случае необходимости разработки грунта ниже подошвы существующих фундаментов или замены фундамента. В практике применяются следующие методы:

передача нагрузки от здания на временные опоры. При больших нагрузках в качестве поддерживающих конструкций применяют горизонтальные балки чаще всего из металлического проката. Нагрузку на балки передают с помощью домкратов и режее - клиньев. Особо обращается внимание на устройство надежных опор под выносные балки. Для тяжелых сооружений вместо опор из брусьев могут применяться опоры из бетона, а также сваи;

пересадка фундамента на сваи. Для этого через существующий фундамент бурят наклонные скважины диаметром 10+20 см с последующим заполнением бетонной смесью и с трамбованием. Можно также вдавливать сваи отдельными звеньями, используя существующий фундамент в качестве упора для домкрата;

подводка под ленточные фундаменты столбов шириной 1+2 м производится в определенной последовательности, с тем чтобы обеспечить минимальное ослабление фундаментов в период производства работ. В подведенных столбах под подошвой существующего фундамента оставляются ниши для установки гидравлического домкрата. Домкратом обжигается грунт под подошвой нового фундамента и сам фундамент для уменьшения возможных деформаций, после чего полости (ниши для домкрата) заполняются бетоном.

В последние годы получил распространение способ усиления существующих фундаментов с использованием *буро-инъекционных свай*. Они представляют собой разновидность набивных свай и отличаются от них большим относительным заглублением ($l/d = 80+120$ мм), малым диаметром (120+250 мм), материалом ствола (цементный раствор) и способом изготовления (инъекция раствора в скважину). Характерной особенностью таких свай является большая возможность их изготовления в любых грунтовых условиях и любых строительных площадках. Для устройства их бурят скважины диаметром 150+250 мм в пределах существующих фундаментов для установки в них металлических направляющих патрубков (кондукторов), которые служат для предотвращения выпора твердеющей смеси из скважины на поверхность при опрессовке. Скважина заполняется цементным раствором, после чего устанавливается кондуктор. Бурение скважины до проектной отметки осуществляется через кондуктор после его двухсуточной выдержки. Далее забой очищают промывкой свежим глинистым раствором и через трубу иньектор заполняют цементно-песчаным раствором. Вытесненный глинистый раствор собирается в приемный бункер и откачивается. После заполнения скважины раствором производится опрессовка дополнительным объемом раствора от растворонасоса под давлением 0,3...0,4 МПа.

Буро-инъекционные сваи могут быть использованы в вариантах безростверковом, ростверковом и варианте подведения нового фундамента под усиливаемый. Безростверковый вариант применяется при возможном использовании существующих

ющего фундамента в качестве ростверка, ростверковый - при невозможности пробурирования существующего фундамента.

При реконструкции и настройке зданий фундаментов может быть выполнено одним из изложенных методов. Предпочтение следует отдать тем методам, которые не вызывают нарушение структуры грунта в основании фундаментов. Необходимо при этом учитывать технико-экономическую эффективность применяемых вариантов, а также требования техники безопасности.

Тема 20. Устройство фундаментов в открытых котлованах

Котлованами называют выемки различные по глубине, но с достаточно большими размерами в плане, устраиваемые в грунте и предназначенные для различных целей: устройство фундаментов, монтажа подземных конструкций и обмурования, прокладки туннелей и коммуникаций и т.п.

Выемки, имеющие малую ширину и большую длину, называют *траншеями*, а имеющие малые размеры в плане и большую глубину – *шахтами*.

Проект котлована является составной частью общего проекта здания или сооружения и включает в себя: чертеж котлована; указания по производству и организации работ; защитные мероприятия.

Защитные мероприятия

Их целью является сохранение природной структуры грунтов в основании возводимых фундаментов (т.е. дна котлована) и обеспечении устойчивости стенок котлована на все время производства строительных работ.

Необходимость сохранения природной структуры грунтов объясняется тем, что ее нарушение в процессе работ нулевого цикла сопровождается, как правило, ухудшением строительных свойств основания.

Требования по сохранению природной структуры основания:

- Не допускать скапливание на дне котлована воды (замачивания), т.к. оно ухудшает свойства грунтов предусматриваются специальные меры для защиты котлована от обводнения.

- Не допускать промерзания дна котлована в зимний период работ, т.к. большинство в зимний период работ, т.к. большинство грунтов обладает пучинистыми свойствами. Для этого, дно котлована покрывают слоем шлака или другого аналогичного по свойствам материала.

- Не допускать механического воздействия на дно котлована. Для этого котлован механизированной техникой недокапывают на 20...30 см. Оставшийся грунт аккуратно снимают лопатами.

- Устройство фундаментов необходимо выполнить по возможности быстрее, особенно в дождливый и зимний периоды строительства.

Требования к устойчивости стенок котлована

- Конструкции крепления стенок или откосов котлованов должны воспринимать все нагрузки от давления грунта и подземных вод и защищать его от оползания или обрушения.

- При разработке котлованов и траншей в непосредственной близости и ниже уровня заложения примыкающих сооружений необходимо принятие специальных

мероприятий против развития осадок и деформаций близкорасположенных сооружений:

- это забивка шпунтовой стенки;
- закрепление грунтов основания;
- подводка нового фундамента.

Котлованы с естественными откосами

Устраивают в сухих и маловлажных устойчивых грунтах.

Если высота котлована $h_k \leq 5$ м, то заложение откоса (отношение h_k/b) определяется по таблицам в зависимости от вида грунта.

Если высота $h_k > 5$ м, то необходим расчет крутизны откоса.

Такие котлованы наиболее просты, однако при этом резко увеличивается объем земляных работ, особенно при глубоких котлованах. Кроме того в естественных условиях города отрывка котлована с естественным откосом далеко не всегда возможна (близко расположенные здания)

Котлованы с вертикальными стенками

могут быть: - с креплением
- без крепления

Без крепления допускается только в сухих и маловлажных устойчивых грунтах на непродолжительный срок. Глубина таких котлованов не должна превышать:

- в песках до 0,5 м
- в супесях до 1,0 м
- в суглинках и глинах до 3х м

Конструкции креплений котлованов выбирают в зависимости от следующих условий: глубина котлована; свойств грунтов; УГВ; срок службы крепления.

В зависимости от этих условий подбираются следующие конструкции крепления: закладные крепления; анкерные или подкосные крепления; шпунтовые ограждения.

Анкерные и подкосные крепления

Устраивают в тех случаях когда исключается возможность установки распорок (широкий котлован, так же если распорки мешают возведению фундамента).

Для устройства анкерных креплений вдоль стенки котлована забивают наклонные свайки, которые соединяют анкерными тягами со стойками крепления.

В подкосном креплении стенки удерживаются подкосами передающими сдвигающие усилия на упор, забиваемый у них основания.

Шпунтовые ограждения

Служат для крепления вертикальных стен котлована при глубине более 4-х метров, а также при любой глубине, но при уровне подземных вод выше дна котлована.

Шпунтовые ограждения состоят из отдельных элементов (шпунтин), которые погружаются в грунт еще до отрывки котлована и образуют сплошную стену предотвращающую сползание грунта и проникание воду в котлован.

Для полного смыкания шпунтин их снабжают гребнем или пазом, а нижний конец делают с односторонним заострением, за счет чего погружаемая шпунтина прижимается к уже погруженной, что делает стенку более плотной.

Дополнительному уплотнению соединения шпунтин способствует и постепенной разбухание древесины в воде.

Деревянное шпунтовое ограждение отличается простота изготовления, однако есть ограничения его применения:

- невозможность забивки шпунтин в плотные грунты;
- небольшая длина шпунтин (6...8 м);
- и относительно малая прочность.

Металлический шпунт применяют при глубине более 5...6 м.

Он состоит из прокатного профиля $l=8...24$ м.

Связь между шпунтинами по вертикали осуществляется при помощи «замков». Конструкция замков обеспечивает плотное и прочное соединение шпунтин между собой. Остающиеся зазоры в замках, быстро заливаются и металлическая шпунтовая стенка становится практически водонепроницаемой.

Железобетонный шпунт применяют при постройке набережных, причальных и гидротехнических сооружений, или в тех случаях когда шпунт в дальнейшем используются как часть конструкции.

Конструкции шпунтовых стенок:

- без креплений (консольные);
- с распорным креплением;
- с грунтовыми анкерами.

Применение креплений распорного и анкерного типа увеличивает устойчивость шпунтовой стенки, уменьшает возникающие изгибающие моменты и ее горизонтальные смещения, что позволяет делать стенки более легкими.

Защита котлованов от подтопления

• Для защиты котлованов от подтопления используют следующие группы методов:

- водопонижение;
- противодиффузионные завесы;
- комбинация первых двух методов.

• Выбор той или иной группы методов зависит от:

- вида подземных вод;
- УПВ (УГВ);
- свойств грунтов;
- особенностей их напластования;
- глубины, размеров и формы котлована в плане;
- других факторов.

- Во всех случаях, какой бы способ мы не выбрали, необходимо исключить нарушение природной структуры грунта в основании, обеспечить устойчивость откосов котлована и сохранность близко расположенных зданий.

Водопонижение осуществляется с помощью:

- глубинного водопонижения;
- открытого водоотлива

1. Открытый водоотлив – наиболее простой способ. Воду откачивают насосами непосредственно из котлована. А точнее из устраиваемой на дне котлована сети канавок глубиной 0,3...0,6 м, по которым вода отводится в приямок (зумпф), откуда она и откачивается систематически насосами.

- Открытый водоотлив применяют только в малоразмываемых грунтах и породах (трещиноватые скальные породы, галька, гравий, крупные пески), а также там, где мало прямого поступления воды.

2. Глубинное водопонижение исключает просачивание подземных вод через откосы и дно котлована. Он заключается в искусственном понижении УГВ в районе котлована.

Осуществляется с помощью:

- иглофильтров;

либо откачной воды из глубинных трубчатых колодцев (в случае большого притока воды).

Иглофильтр состоит из стальной трубы $d=38...50$ мм, нижнем конце имеет-ся фильтрующее устройство, через которое производится всасывание и откачка воды. Фильтр сконструирован так, что обеспечивается невозможностью выноса частиц.

Возникающее при движении воды (от дна котлована к ИФУ) рис. 9.4 а, гидродинамическое давление способствует уплотнению грунтов а ... - улучшению их структурных свойств.

- Легкие иглофильтровые установки (ЛИУ) служат для понижения уровня подземных вод на глубину 4...5 м в песках. При больших глубинах иглофильтры располагают в несколько ярусов (рис. 9.4 б) или применяют специальные эжекторные иглофильтры (водоструйные насосы, создающие разрежение около фильтрующего элемента, что способствует увеличению всасывания), позволяющее понизить УГВ на глубину до 25 м.

- ЛИУ применяют в песках крупной, средней крупности и мелких

- Эжекторные иглофильтры, как более мощные применяют в пылеватых песках и супесях с $k_f > 0,1$ м/сут.

- при грунтах с $k_f < 0,1$ м/сут используют специальные методы водопонижения:

- вакуумирование;

- электроосушение.

Вакуумирование: У вакуумных скважин устья герметизируются специальными тампонами. Из скважин откачивается вода и воздух, создается зона вакуума, за счет чего приток воду увеличивается.

Позволяет откачивать воду при $0,01 < k_f < 0,1$ м/сут и до 20 м глубиной.

Электроосушение (электроосмотическое водопонижение)

Применяют в глинистых грунтах с низкой водоотдачей

Этот способ основан на свойстве передвижения воды в глинистых грунтах под действием постоянного тока (электроосмос).

Стежки и иглофильтры размещают по периметру котлована в шахматном порядке (рис. 9.5)

На них подают напряжение $U=30\dots 60\text{В}$.

Вода под действием тока перемещается от анода «+» к катоду «-», грунтовая вода поступает в иглофильтр и откачивается всасывающим насосом. Понижение воды возможно до 20 м.

За счет электроосмоса k_f резко увеличивается (в десятки, а то и в сотни раз), но требуется соблюдение соответствующих правил техники безопасности.

Создание прот ивофильт рационных завес.

Используют:

- замораживание (естественное искусственное);
- битумизация;
- шпунтовое ограждение

Замораживание – используется свойство влажных грунтов переходить в твердое состояние при замерзании.

- Естественное замораживание. Котлован вскрывают до УГВ, дают грунту промерзнуть на глубину 20...30см. Затем срезают верхний слой, оставляя 10...15 см. нетронутого мерзлого грунта. По мере промерзания грунта эту операцию повторяют до тех пор пока не будет достигнута проектная отметка дна котлована. За счет большой продолжительности Метод эффективен в географических зонах с соответствующим климатом.

- Искусственное замораживание. Применяют при разработке значительных по объему котлованов в водонасыщенном грунте.

Способ заключается в создании по периметру котлована льдогрунтовой стенки (до водоупора) $t=-15\dots -20\text{С}$.

За счет циркуляции раствора амиака по нагруженным с шагом 0,9...1,5 м в грунт трубам, образуются цилиндры мерзлого грунта, которые смыкаются между собой, образуя сплошную защитную стенку.

Толщина стенки замороженного грунта зависит от ее назначения:

- от притока подземных вод достаточно иметь толщину 10...15 см;
- как ограждение котлована – расчетом

Работа по замораживанию проводится в 2 этапа.

1 этап – активное замораживание (40...70 суток) – грунт замораживают

2 этап – пассивное замораживание – поддержание грунта в замороженном состоянии в течении периода производства работ в котловане.

Следует строго следить за вертикальностью заглубления инжекторов.

Недостаток: В пылевато-глинистых грунтах происходит морозное пучение – поднятие поверхности грунта с сооружениями, находящимися в зоне влияния. Еще хуже в процессе оттаивания, т.к. сжимаемость такого грунта увеличивается, а прочность уменьшается.

Битумизация заключается в подаче (нагнетание) в грунт, обладающий трещиноватостью (скальные трещиноватые породы) с большим притоком воды, разогретого до жидкого состояния битума. За счет чего, образуется сплошная водонепроницаемая стенка.

Наряду с нагнетанием битума используют цементный раствор, или синтетические смолы.

Нагнетание в грунт какого-либо материала с целью устранения его водопроницаемости называется тампонажем.

Тема 21. Основания и фундаменты в особых условиях

К структурно-неустойчивым грунтам относят мерзлые и вечномёрзлые грунты; лессовые просадочные грунты, слабые водонасыщенные, пылевато-глинистые, засоленные, заторфованные грунты. В определенной мере сюда могут быть отнесены и насыпные грунты. Несмотря на различие в условиях образования грунтов этой группы их объединяет общее свойство – в природном состоянии эти грунты обладают структурными связями, которые при определенных воздействиях резко снижают свою прочность или полностью разрушаются (это может быть от быстро возрастающих, динамических, вибрационных нагрузок или физических процессов – повышение t -ры мерзлых грунтов, обводнение лессовых или засоленных грунтов и т.п.).

Структурно-неустойчивые грунты часто называют региональными, т.к. эти грунты группируются преимущественно в определенных географо-климатических зонах (регионах).

При строительстве на таких грунтах кроме общепринятых для обычных условий решений требуется проведение комплекса специальных мероприятий, учитывающих их особые свойства.

Эти мероприятия разделяются на четыре группы:

1 группа: меры, предпринимаемые для исключения неблагоприятных воздействий на грунты.

2 группа: способы искусственного улучшения структурных свойств оснований, с помощью которых нейтрализуются последствия воздействия неблагоприятных факторов.

3 группа: конструктивные мероприятия, понижающие чувствительность зданий к неравномерным деформациям основания.

4 группа: применение специальных типов фундаментов.

1.2 Перечень презентаций (раздел «Геология»)

Тема – *Введение*

- История развития Земли (24 слайда)
- Внутреннее строение нашей планеты (18 слайдов)
- Природные чудеса света (37 слайдов)
- Научные гипотезы происхождения солнечной системы (14 слайдов)
- Строение Земного шара (12 слайдов)

Тема – *Минералогия и петрография*

- Классификация минералов (25 слайда)
- Магматические горные породы (16 слайдов)
- Структура и текстура магматических горных пород (19 слайдов)
- Кристаллическая форма минералов (27 слайдов)
- Физические свойства минералов (24 слайда)
- Шкала Мооса (28 слайдов)
- Классификация осадочных горных пород (15 слайдов)
- Происхождение названий минералов (27 слайдо)

Тема – *Эндогенные процессы*

- Землетрясения (16 слайдов)
- Тектоника (12 слайдов)
- Сейсмические пояса Земли (10 слайдов)

Тема – *Экзогенные процессы*

- Геологическая работа ветра (16 слайдов)
- Геологическая работа ледников (18 слайдов)
- Геологическая деятельность рек (15 слайдов)
- Геологические процессы, изменяющие рельеф (32 слайда)
- Выветривание (23 слайда)
- Аллювиальные процессы (25 слайдов)
- Оврагообразование (31 слайд)

Тема – *Гидрогеология*

- Артезианские воды (12 слайдов)
- Водообмен и режим подземных вод (22 слайда)
- Гидрогеология (13+15 слайдов)

Тема – *Грунтоведение*

- Механические свойства грунтов (27 слайдов)
- Техническая мелиорация грунтов (27 слайдов)
- Физические свойства грунтов основания (7 слайдов)

- Лабораторные и полевые методы определения физических свойств грунтов (12 слайдов)
- Консолидация грунтов (9 слайдов)
- Методика отбора проб грунта на глубине (17 слайдов)

Тема – *Процессы, влияющие на устойчивость грунтов и сооружений*

- Многолетняя мерзлота (20 слайдов)
- Процессы и явления в зоне вечной мерзлоты (16 слайдов)
- Карст (23 слайда)
- Осыпи (13 слайдов)
- Суффозия (14 слайдов)
- Геологически опасные явления (16 слайдов)
- Склоновые процессы (16 слайдов)
- Физико-геологические процессы, влияющие на устойчивость грунтов (26 слайдов)

Тема – *Инженерно-геологические изыскания*

- Бурение (24 слайда)
- Буровые работы (16 слайдов)
- Горно-проходческие работы (16 слайды)
- Горные выработки (13 слайдов)
- Инженерно-геологические изыскания (60 слайдов)
- Полевые методы геологического и геофизического изучения горных пород (36 слайдов)
- Геофизические методы (16 слайдов)

1.3 ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Автор, наименование учебника	Количество экземпляров в научно-технической библиотеке
Седенко М.В. Геология, гидрогеология и инженерная геология. Изд. 2-е, Минск: Высш. шк., 1975, 384 с.	241
Пешковский Л.М., Перескокова Т. М. Инженерная геология. М., 1982, 340 с.	2
Ананьев В.П., Коробкин В.И. Инженерная геология. М.: Высш. шк., 1973, 299 с.	1
Маслов Н.Н., Котов М.Ф. Инженерная геология. М.: Стройиздат, 1971.	7
Фролов А.Ф., Коротких И.В. Инженерная геология: Учебное пособие для гидрогеологических специальностей. М.: Недра, 1983, 332 с.	1
Черноусов С.И. Инженерная геология. Новосибирск: СГУПС, 1999, 75 с.	5
Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1996, 422 с.	2
Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. М.: Высш. шк., 1982	5
Гальперин А.М., Зайцев В.С., Норватов Ю.А. Гидрогеология и инженерная геология. М.: Недра, 1989, 382 с.	1
Климентов П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1977, 366 с.	
Богомолов Г.В., Шпаков О.Н. Гидрогеология с основами инженерной геологии: учебное пособие. М., 1975.	
Гидрология и гидротехнические сооружения: Учебное пособие/ под ред. Н.Н. Смирнова. М.: Высш. шк., 1988, 471 с.	1
Короновский Н.В. Геология: Учебник для вузов. М.: Академия, 2003, 445 с.	1
Практикум по гидрогеологии: Учебник для техникумов. М.: Стройиздат, 1996	3

1.4 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1.4.1 Беспалова М.В. Журнал лабораторных работ по дисциплинам «Инженерная геология», «Дорожное грунтоведение, механика земляного полотна», БелГУТ, Гомель, 2005. – 200 экз. на кафедре, электронный вариант)
- 1.4.2 Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. I. Породообразующие минералы: лаб. практикум. Гомель: БелГУТ, 2010. – 38 с. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 30 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).
- 1.4.3 Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. II. Горные породы: лаб. практикум. Гомель: БелГУТ, 2011. – 46 с. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 30 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).
- 1.4.4 Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. III. Гидрогеологические карты и расчеты: лаб. практикум. Гомель: БелГУТ, 2013. – 32 с. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 30 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).
- 1.4.5 Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. IV. Геологические карты и разрезы: лаб. практикум. Гомель: БелГУТ, 2014. – 44 с. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 30 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).
- 1.4.6 Беспалова М.В. Дорожное грунтоведение, механика земляного полотна дорог: учебно-метод. пособие по выполнению контрольной работы, БелГУТ, Гомель, 2006. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 20 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).
- 1.4.7 Пироговский К.Н. Журнал лабораторных работ по дисциплинам «Механика грунтов, основания и фундаменты», «Дорожное грунтоведение, механика земляного полотна», БелГУТ, Гомель, 2005. – 200 экз. на кафедре, электронный вариант)
- 1.4.8 Пироговский К.Н. Механика грунтов: лабораторный практикум, БелГУТ, Гомель, 2007. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 10 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).
- 1.4.9 Беспалова М.В. Дорожное грунтоведение, механика земляного полотна дорог: учебно-метод. пособие по выполнению курсовой работы, БелГУТ, Гомель, 2010. (500 экземпляров – в библиотеке университета, 40 экземпляров – на кафедре, электронный вариант).
- 1.4.10 И.Ф.Вотяков. Механика грунтов, основания и фундаменты. Ч 1. Гомель, 1991 (245 экземпляров – в библиотеке университета, 5 экземпляров).
- 1.4.11 И.Ф.Вотяков. Механика грунтов, основания и фундаменты. Ч 2,3. Гомель, 1994 (311 экземпляров – в библиотеке университета, 5 экземпляров).
- 1.4.12 Вотяков И.Ф. Механика грунтов в задачах и примерах их решения: методическое указание. Гомель, 1988. 37с. (290 экземпляров – в библиотеке университета, 5 экземпляров).
- 1.4.13 Вотяков И.Ф. Механика грунтов, основания и фундаменты: задания на курсовой проект и методические указания. Гомель, 1996. 62с. (230 экземпляров – в библиотеке университета, 5 экземпляров).

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1 – Породообразующие минералы – 2 часа.

Практическое определение свойств минералов по специально подобранной коллекции, заполнение соответствующих таблиц журнала. При макроскопическом изучении образцов минералов определение их цвета, цвета черты, блеска, спайности, твердости, реакции с соляной кислотой. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием минералов.

Лабораторная работа № 2 – Магматические горные породы – 2 часа.

Практическое определение свойств магматических горных пород по специально подобранной коллекции, заполнение соответствующих таблиц журнала. При макроскопическом изучении образцов магматических горных пород определение их цвета, блеска, структуры и текстуры. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием магматических горных пород.

Лабораторная работа № 3 – Осадочные горные породы – 2 часа.

Практическое определение свойств осадочных горных пород по специально подобранной коллекции, заполнение соответствующих таблиц журнала. При макроскопическом изучении образцов осадочных горных пород определение их цвета, структуры и текстуры. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием осадочных горных пород. Изучение условий образования данных пород.

Лабораторная работа № 4 – Метаморфические горные породы – 2 часа.

Практическое определение свойств метаморфических горных пород по специально подобранной коллекции, заполнение соответствующих таблиц журнала. При макроскопическом изучении образцов метаморфических горных пород определение их цвета, структуры и текстуры. Сопоставление и уточнение полученных данных с имеющимся описанием метаморфических горных пород.

Лабораторная работа № 5 – Основы геохронологии. Определение возраста и стратиграфической последовательности их образования – 2 часа.

Пользуясь геохронологической шкалой расположить предложенные геологические периоды в хронологическом порядке, написав их условные буквенные обозначения. Указать между породами какого возраста имеется стратиграфический перерыв.

Прочитать наименование и относительный возраст, предложенных магматических горных пород (приведены условные обозначения состава и возраст). Определить какая из пород образовалась раньше.

Прочитать наименование и относительный возраст, предложенных четвертичных отложений (приведены условные обозначения условий образований и возраст). Определить какая из пород образовалась раньше.

Расположить индексы эр в геохронологической последовательности от древнейших к современным.

Назвать периоды предложенных эр и расположить их в стратиграфической последовательности.

Лабораторная работа № 6 – Построение карты гидроизогипс, топографического и геологического профиля – 2 часа.

Необходимо по предложенным вариантам:

- 1 Подсчитать абсолютные отметки уровня грунтовых вод в скважинах.
- 2 Построить карту гидроизогипс по отметкам уровня грунтовых вод методом интерполяции (сечение гидроизогипс через 1 м).
- 3 Вычислить по карте скорость движения подземных вод при коэффициенте фильтрации, равном 8 м/сут.
- 4 Определить направление движения подземных вод в отдельных пунктах карты.
- 5 Вычислить абсолютные отметки поверхности земли и поверхности воды на пикетах.
- 6 Построить топографический и гидрогеологический профиль по железнодорожной трассе.
- 7 Показать на топографическом профиле проектную линию максимального углубления выемки с учетом высоты капиллярного поднятия $h_{\text{кап}} = 1,5$ м.

Лабораторная работа № 7 – Построение геологической колонки – 2 часа.

Необходимо используя описание буровых скважин построить геологическую колонку скважины на миллиметровой бумаге формата А 4.

Лабораторная работа № 8 – Построение геологического разреза – 2 часа.

Необходимо используя описание четырех буровых скважин построить геологический разрез в заданном масштабе на миллиметровой бумаге формата А 4.

Лабораторная работа № 9 – Определение гранулометрического состава песчаных грунтов – 2 часа.

Анализ грунта с разделением на фракции без промывки водой. Анализ грунта ареометрическим методом. Построение кривой гранулометрического состава.

Лабораторная работа № 10 – Определение плотности грунта, плотности частиц грунта, влажности песчаного грунта и условного сопротивления (расчетного давления) согласно действующим нормам – 2 часа.

Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом. Определение плотности грунта методом режущего кольца. Определение влажности грунта высушиванием. Фазовые характеристики грунта, определяемые расчетом. Выбор условного сопротивления грунта.

Лабораторная работа № 11 – Определение границ пластичности, показателей консистенции глинистого грунта и условного сопротивления (расчетного давления) согласно действующим нормам – 2 часа.

Определение границ пластичности грунта. Наименование грунта по числу пластичности и показателю консистенции. Выбор условного сопротивления грунта.

Лабораторная работа № 12 – Испытание грунтов на сжимаемость в условиях компрессионного сжатия – 2 часа.

Испытание грунтов на сжимаемость в настольном компрессионном приборе КПр-1. Построение компрессионной кривой. Расчет коэффициента сжимаемости и модуля общей деформации грунта.

Лабораторная работа № 13 – Определение показателей сопротивления грунтов сдвигу путем одноплоскостного среза – 2 часа.

Испытание грунта на сдвиг в сдвиговом приборе ПСГ-2М. Построение графика сдвига.

Лабораторная работа № 14 – Испытание глинистого грунта на консолидацию – 2 часа.

Испытание глинистого грунта на консолидацию в приборе КПр-1. Построение кривой консолидации. Вычисление коэффициента фильтрационной консолидации.

Лабораторная работа № 15 – Определение коэффициента фильтрации в компрессионно-фильтрационном приборе – 2 часа.

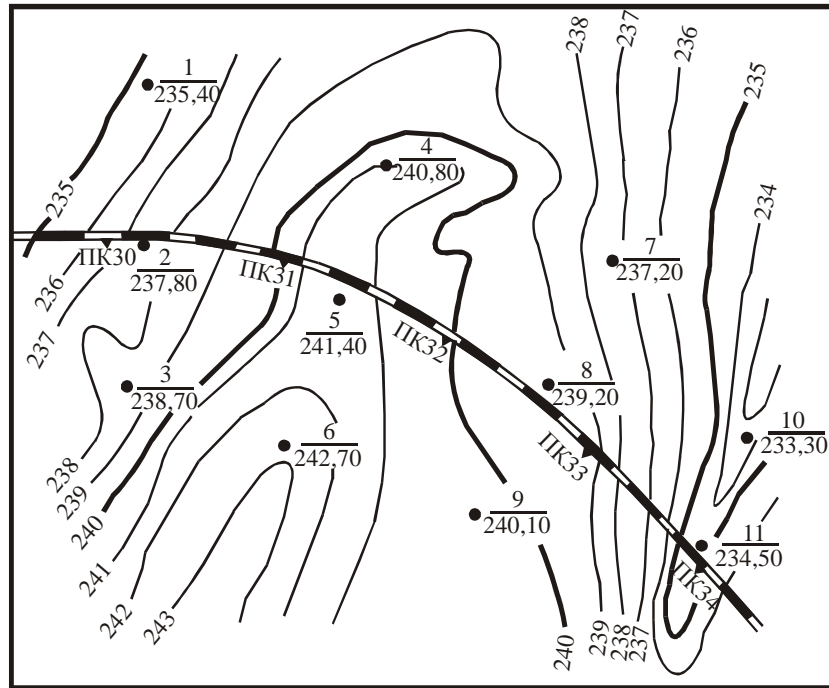
Ознакомление с методикой определения коэффициента фильтрации глинистого грунта с помощью прибора ПФ-1. Определение величины коэффициента фильтрации.

Лабораторная работа № 16 – Статистическая обработка результатов испытаний грунтов – 2 часа.

Ознакомление с формулами и методикой определения нормативных и расчетных характеристик по данным сдвиговых испытаний методом математической статистики.

2.2 ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

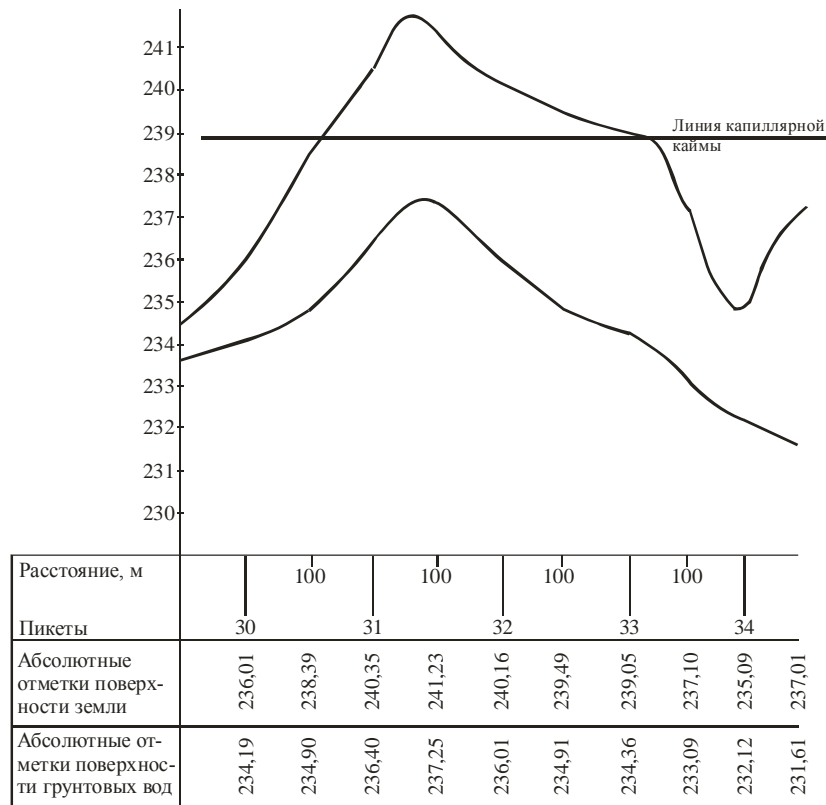
а)



б)

Топографический и гидрогеологический
профиль по железнодорожной трассе

М_в = 1 : 100
М_г = 1 : 4000



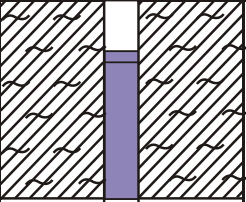
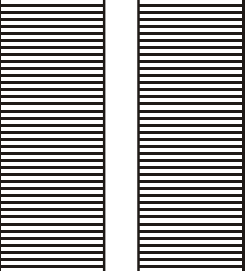
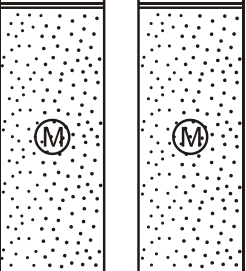
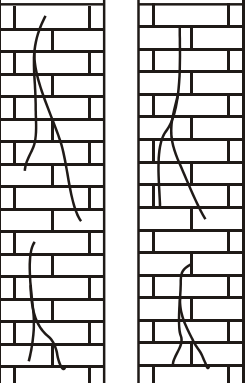

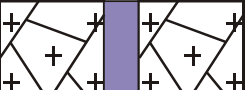
Пример оформления графической части лабораторной работы № 6: а) построение карты гидроизогипс; б) построение топографического и гидрогеологического профиля

Геологическая колонка буровой скважины № 41

Абсолютная отметка устья – 140,1 м

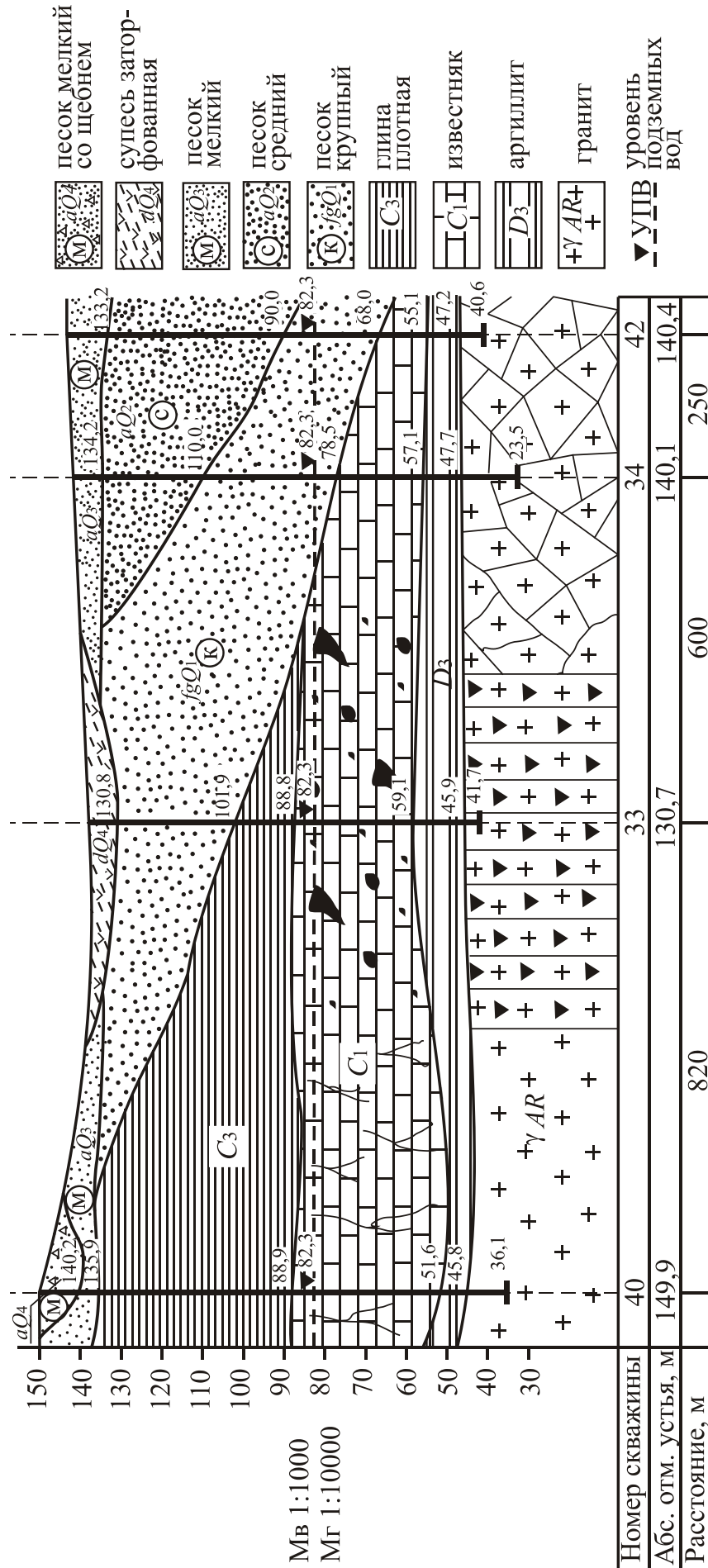
Абсолютная отметка забоя – 54,2 м

М 1 : 200

Глубина, м	Номер слоя	Геологический возраст	Мощность слоя, м	Абс. отм. подошвы слоя, м	Колонка	Абс. отм. уровня подземных вод, м	Описание пород
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	fgQ_4	5,5	134,6		138,6	Суглинок бурый иловатый
2							
3							
4							
5							
6	2	eQ_3	14,9	119,7		134,6	Глина плотная
7							
15							
16							
17							
18	3	eQ_1	18,4	101,3		1,5 м над устьем	Песок жёлтый мелкий
19							
20							
21							
22							
23	4	C_1	39,8	61,5			Известняк трещиноватый
24							
25							
26							
27							
28	5	D_3	4,3	57,2			Аргиллит
29							
30							
31	6	γAR	3,0	54,2		57,2	Гранит трещиноватый
32							
33							
34							
35							

Пример оформления геологической колонки (к лабораторной работе № 7)

Геологический разрез по линии скважин 40-33-34-42



Пример оформления геологического разреза (к лабораторной работе № 8)

2.3 ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел «Геология»

Тема 1 – Основы геохронологии. Определение возраста и стратиграфической последовательности их образования

Цель: Изучение студентами условных обозначений на картах и разрезах, знакомство с геохронологической шкалой, понятием «абсолютного» и «относительного» возраста горных пород.

Содержание:

Пользуясь геохронологической шкалой расположить предложенные геологические периоды в хронологическом порядке, написав их условные буквенные обозначения. Указать между породами какого возраста имеется стратиграфический перерыв.

Прочитать наименование и относительный возраст, предложенных магматических горных пород (приведены условные обозначения состава и возраст). Определить какая из пород образовалась раньше.

Прочитать наименование и относительный возраст, предложенных четвертичных отложений (приведены условные обозначения условий образований и возраст). Определить какая из пород образовалась раньше.

Расположить индексы эр в геохронологической последовательности от древнейших к современным.

Назвать периоды предложенных эр и расположить их в стратиграфической последовательности.

Изобразить условными обозначениями предложенные горные породы (цвет, буквенный индекс, штриховка).

Тема 2 – Процессы внутренней динамики Земли. Тектонические складчатые движения

Цель: Изучение складчатых дислокаций (моноклиналь, синклиналь, антиклиналь, флексура).

Содержание:

Предлагаются фрагменты геологических карт территорий с примерно горизонтальной поверхностью рельефа. Необходимо показать возможный разрез по заданному сечению при условии, что слои горных пород залегают согласно и каждый слой в пределах карты имеет постоянную мощность. Также необходимо определить какая форма нарушенного залегания пород (дислокации) видна на карте и разрезе. Оформить разрез (цвет, буквенный индекс, штриховка) с условными обозначениями.

Тема 3 – Основы гидрогеологии

Цель: Изучение основ динамики подземных вод, химического анализа состава воды и основных классификаций подземных вод по химическому составу.

Содержание:

1. Рассмотрение основных методик определения расхода воды, притока воды к горизонтальному совершенному и несовершенному дренажу, определение положения кривой депрессии; определение притока воды в совершенные и несовершенные колодцы и скважины; определение расхода и дебита артезианских колодцев и скважин на примерах решения задач.
2. Рассмотрение основных классификаций подземных вод по хим. составу (классификация Щукарева, Алекина, формула Курлова). Предлагается по предложенным вариантам вычислить погрешность химического анализа подземной воды, определить ее класс, группу и наименование по классификации Щукарева, записать состав воды в виде формулы солевого состава.

Тема 4 – Основы грунтоведения

Цель: Изучение классификаций песчаных и глинистых грунтов, физико-механических свойств грунтов.

Содержание:

1. Определение основных расчетных физических характеристик песчаного и глинистого грунтов и их классификация.
2. Определение основных показателей механических свойств грунтов на основании их физических характеристик. Выбор расчетного сопротивления грунта.
3. Определение основных характеристик при компрессионных и штамповых испытаниях грунтов.

Тема 5 – Физико-геологические процессы, влияющие на устойчивость грунтов и сооружений

Цель: Изучение инженерно-геологических условий местности по разрезам с выявлением геологических процессов, которые могут начаться при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Содержание:

Рассматриваются примеры и задачи.

Раздел «Механика грунтов, основания и фундаменты» –

Тема 1 – Определение физических характеристик грунтов.

Рассматривается строительная классификация песчаных и глинистых грунтов. Методы определения прямых физических характеристик. Расчетные формулы косвенных характеристик физических свойств грунтов. Определение нормативных характеристик по расчетным физическим характеристикам грунтов.

Тема 2 – Определение характеристик компрессионных свойств грунтов.

Рассматривается методика проведения компрессионных испытаний. Вычисление основных параметров компрессии: коэффициент сжимаемости, коэффициент относительной сжимаемости, компрессионный модуль деформации.

Тема 3 – Определение прочностных характеристик грунтов.

Рассматривается методика проведения испытаний грунтов на сдвиг. Вычисление основных прочностных параметров.

Тема 4 – Определение напряжений от собственного веса грунта.

Рассматривается методика определения напряжений от собственного веса грунта, в т.ч. с учетом взвешивающего действия воды. Построение эпюры напряжения.

Тема 5 – Определение дополнительных напряжений.

Рассматривается методика вычисления дополнительного вертикального напряжения в точках, расположенных на вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента, на заданной глубине, построение эпюры напряжения.

Рассматривается методика вычисления дополнительного вертикального напряжения на заданной глубине по вертикали, проходящей через угловую точку прямоугольного фундамента, построение эпюры напряжения.

Тема 6 – Разработка свайного фундамента. Определение осадки фундамента методом послойного суммирования.

Определение размеров ростверка и выбор типа свайного фундамента. Выбор типа свай и назначение их размеров.

Рассматривается методика определения осадки фундамента методом послойного суммирования на конкретном примере.

Тема 7 – Определение несущей способности свай.

Определение несущей способности свай. Определение количества свай и размещение их в ростверке.

2.4 Задание на РГР

ОД-210046

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Строительные конструкции, основания и фундаменты»

ЗАДАНИЕ
на расчетно-графическую работу
«Минералы, горные породы, физико-механические свойства грунтов»
по дисциплине «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты»

Студенту(ке) _____ Группы _____ СВ–21

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Т а б л и ц а 1 – Исходные данные к описанию минералов

Пирит	Вольфрамит	Апатит	Галит	Флюорит
Биотит	Серпентин	Опал	Ангидрит	Корунд
Гипс	Полевые шпаты	Сера	Сильвин	Доломит
Кальцит	Халцедон	Оливин	Авгит	Магнетит
Кварц	Лимонит	Графит	Мусковит	Каолинит

Т а б л и ц а 2 – Исходные данные к описанию пород

Гранит, мергель	Глинистый сланец	Базальт, диатомит
Габбро, песок	Мрамор	Дунит, брекчия
Диорит, суглинок	Гнейс	Пемза, аргиллит
Андезит, глина	Кварцит	Обсидиан, опока
Базальт, торф	Слюдяной сланец	Торф, риолит
Дунит, лёсс	Известняк	Лёсс, липарит
Опока, мергель	Аргиллит	Мергель, гипс
Известняк, песчаник	Конгломерат	Известняки
Сиенит, супесь	Мел	Порфир, глина
Брекчия	Торф	Алевролит

Т а б л и ц а 3 – Исходные данные к описанию строительных свойств отложений

эоловые	пролювиальные	аллювиальные
морские	озерные	моренные
элювиальные	болотные	ледниковые
делювиальные	техногенные	флювиогляциальные

Т а б л и ц а 4 – Физические характеристики песчаного грунта

Наименование песчаного грунта	Плотность грунта ρ , г/см ³	Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	Влажность w , %
Средний	2,01	2,63	19
Крупный	2,05	2,67	22
Средний	2,09	2,65	19
Мелкий	2,14	2,67	17
Пылеватый	2,07	2,78	14
Средний	2,08	2,65	12
Мелкий	2,13	2,67	16
Средний	2,08	2,65	17
Средний	1,94	2,69	21
Мелкий	1,91	2,65	16

Таблица 5 – Физические характеристики глинистого грунта

Предел пластичности		Плотность грунта ρ , г/см ³	Плотность частиц грунта ρ_s , г/см ³	Влажность w , %
w_L , %	w_p , %			
24	19	2,11	2,70	15
24	13	2,10	2,75	13
27	15	2,04	2,68	19
35	18	1,95	2,71	23
23	16	2,16	2,73	18
27	9	2,10	2,75	13
37	27	2,01	2,68	27
19	13	2,04	2,63	13
23	15	2,16	2,73	16
40	22	2,07	2,70	27

Таблица 6 – Результаты компрессионных испытаний глинистого грунта

Давление p , МПа	Значения коэффициента пористости e									
	0,05	0,511	0,525	0,491	0,442	0,510	0,411	0,425	0,457	0,639
0,1	0,462	0,459	0,472	0,433	0,488	0,387	0,395	0,419	0,601	0,522
0,2	0,376	0,375	0,401	0,401	0,425	0,368	0,367	0,387	0,547	0,487
0,3	0,321	0,324	0,378	0,377	0,367	0,357	0,354	0,374	0,512	0,466
0,4	0,291	0,308	0,371	0,361	0,342	0,349	0,348	0,368	0,498	0,454

Таблица 7 – Результаты испытания грунта на сдвиг

Нормальное напряжение σ , кПа	Касательные напряжения τ , кПа									
	100	48	81	112	85	70	56	47	35	120
200	60	117	155	122	100	85	70	55	140	130
300	72	148	198	160	131	111	92	75	160	170

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Опишите минералы (таблица 1) и горные породы (таблица 2).

При описании минералов следует назвать класс, химический состав, цвет, цвет черты, блеск, спайность, излом, твердость, реакция с HCl и указать породы, в которые входит этот минерал.

При описании горных пород указать: группу, происхождение, минералогический состав, структуру, текстуру, цвет, реакцию с HCl, практическое применение.

2 Опишите условия образования и строительные свойства грунтовых отложений (таблица 3).

3 По данным лабораторных исследований песчаного грунта известны: вид грунта; плотность грунта ρ , г/см³; плотность частиц грунта ρ_s , г/см³; природная влажность w , %. Необходимо определить: плотность сухого грунта ρ_d , г/см³; плотность водонасыщенного грунта ρ_{sb} , г/см³; пористость грунта n ; коэффициент пористости e ; степень влажности S_r . Исходные данные для расчета приведены в таблице 4. Установить разновидность грунта по степени влажности и по плотности сложения. Определить нормативные значения прочностных и деформационных свойств грунтов (c_n , ϕ_n , E_n) и значение условного расчетного сопротивления грунта (R_0). Дать наименование грунта по имеющимся характеристикам.

4 По данным лабораторных исследований глинистого грунта известны: природная влажность w , доли ед.; влажность на границе текучести w_L , %; влажность на границе раскатывания w_p , %, плотность грунта ρ , г/см³; плотность частиц грунта ρ_s , г/см³. Необходимо определить число пластичности (I_p), консистенцию (I_L) глинистого грунта, дать наименование грунта. Определить нормативные значения прочностных и деформационных свойств грунтов (c_n , ϕ_n , E_n) и значение условного расчетного сопротивления грунта (R_0). Исходные данные для расчета приведены в таблице 5.

5 Используя данные таблицы 6 построить компрессионную кривую и определить общий модуль деформации E_0 в интервале давлений: $p_1 = 0,1$ МПа, $p_2 = 0,2$ МПа для глинистого грунта.

6 Построить график зависимости касательного напряжения τ от нормального напряжения σ и вычислить значение прочностных характеристик грунта ϕ и c при данных, полученных испытанием проб грунта на сдвиг.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев, В. П. Инженерная геология: учеб. для строит. вузов / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. – М.: Высш. шк., 2000. – 511 с.
2. Седенко М.В. Геология, гидрогеология и инженерная геология. Мн.: Высшэйшая школа. 1975.
3. Вотяков, И.Ф. Механика грунтов, основания и фундаменты. Ч. I, II / И. Ф. Вотяков – Гомель: БелГУТ, 1998.
4. Вотяков, И.Ф. Механика грунтов в задачах и примерах их решений: метод. указания к лабораторным занятиям / И. Ф. Вотяков – Гомель: БелИИЖТ, 1988. – 37 с.
5. Беспалова М.В. Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна дорог: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы/ М.В. Беспалова. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 45 с.

Задание выдал: _____

Дата выдачи задания _____ Дата сдачи на проверку _____

Задание утверждено на заседании кафедры от 31.03.2014 г., протокол № 5

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ (5 семестр)

Название расчетно-графической работы: «Проектирование оснований и фундаментов промышленных и гражданских зданий».

Расчетно-графическая работа состоит из расчетно-пояснительной записки со схемами, графиками и таблицами, объемом около 20 страниц писчей бумаги и рабочих чертежей на одном листе ватмана формата А2.

Записка содержит: анализ инженерно-геологических условий строительной площадки, классификационные показатели грунтов; описание конструктивной схемы и особенностей сооружения; выбор конструкций и установление основных размеров фундаментов; расчет оснований фундаментов по предельным состояниям.

Рабочие чертежи содержат: план здания; схему расположения фундаментов с необходимыми сечениями и деталями; спецификации сборных конструктивных элементов фундаментов.

2.5 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РГР (4 СЕМЕСТР)

1 Описание минералов (кварц) и горных пород (диорит, суглинок, известняк-ракушечник)

Кварц – минерал класса «Оксиды и гидроксиды».

Название от нем. «Querklufter» («кверклюдфтертц») – руда секущих жил. Разновидности: горный хрусталь – от «кристаллос» – лёд (считали разновидностью льда); аметист от «аметистос» – непьяный (цветом напоминает сильно разбавленное вино); морион – чёрный; раухтопáz – дымчатый; цитрин – лимонно-жёлтый; тигровый глаз, соколиный глаз, кошачий глаз – названы по окраске и др.

Химический состав – SiO_2

Обычно кристаллы в форме шестигранной призмы (удлинённо-призматические с поперечной штриховкой на гранях), бипирамидальные, двойники, друзы. Агрегаты зернистые, скрытокристаллические, сливные, плотные.

Цвет – сам по себе бесцветный или белый за счет трещиноватости, примесями может быть окрашен в любые цвета (пурпурный, розовый, чёрный, жёлтый, коричневый, зелёный, оранжевый, и т. д.). **Цвет черты** – белый. Прозрачность – прозрачный, полупрозрачный. **Блеск** – стеклянный. **Спайность** – весьма несовершенная. **Твердость** (шкала Мооса) – 7. **Излом** – раковистый, неровный. Пр. – хрупкий. Пл. – 2,65–2,66 г/см³. Диагност. пр. – призматические кристаллы с грубой поперечной штриховкой, раковистый излом, высокая эталонная твердость, стеклянный или жирный блеск. Физические параметры очень стабильны. Обладает сопротивлением одноосному сжатию $R_{сж}$ около 2000 МПа, $R_{растяж}$ около 100 МПа. Пьезоэлектрический эффект. В природных условиях очень устойчив. В пламени паяльной трубки не плавится, температура плавления около 1700 °С. В кислотах не растворяется. Взаимодействует только с плавиковой кислотой HF и горячей фосфорной H_2PO_4 . Едкие и углекислые щёлочи воздействуют при повышенных температурах. **Реакция с HCl** – не реагирует.

Составляет около 65% объёма земной коры. **Входит** в магматических породах (гранитах, пегматита, кварцевых порфирах и др.) до 25%, в осадочных (песках, песчаниках) и метаморфических (кварцитах) до 100%. Месторождения на Урале, Украине, Приморье, Якутии, Кавказе.

Диорит – глубинная средняя магматическая горная порода.

Происхождение – образуется при остывании магмы среднего состава на глубине, название от греч. «диорас» – различаю, т. к. можно различить кристаллы полевого шпата и роговой обманки

Мин. с. – светлые плагиоклазы (до 75 %), роговая обманка, авгит, биотит и др.

Цвет – в целом темный, средней интенсивности – темно-серый, зеленовато-серый, коричнево-зеленый. Блеск – стеклянный. **Структура** – мелко-, среднезернистая, реже порфировидная, **текстура** – однородная. Диагност. пр. – более темная окраска (темно-серая с зеленоватым оттенком или темно-зеленая) и содержание значительного количества биотита и амфибола – отличие от сиенита;

кварца не более 15 % или нет совсем – отличие от гранита. **Реакция с HCl** – не реагирует.

Практическое применение. Применяется в качестве строительного и скульптурного материала (примером служит здание музея и санатория в Алушке, на Южном берегу Крыма).

Суглинок – осадочная обломочная глинистая нецементированная горная порода, глина низкой пластичности, содержащая до 30-40 % примеси песка (менее 0,01 мм).

Происхождение – уплотнение тонкодисперсных частиц, обычно, континентальное; соответствующие им морские отложения называются песчанистыми или алевроитистыми глинами.

Существует 3 разновидности суглинка: валунный, лёссовидный, покровный.

- Валунный суглинок — содержит в своей толще валуны — окатанные обломки горной породы от 10 сантиметров до 10 метров в поперечнике. В суглинке более распространены мелкие валуны.

- Лёссовидный суглинок — рыхлые породы различного происхождения, похожие на лёсс (неслоистая тонкозернистая и рыхлая осадочная горная порода).

- Покровный суглинок покрывает собой рельеф в области древнего материкового оледенения и в приледниковой полосе.

Минералогический состав суглинка разнообразен: в более песчаных суглинках содержится значительное количество кварца, в более глинистых — глинистые минералы (каолинит, иллит, монтмориллонит и др.). Иногда суглинки обогащены органическим веществом или воднорастворимыми солями.

Цвет – окраска может быть жёлтой (различных оттенков), серой, чёрной, красной, бурой - в зависимости от примесей.

Структура - тонкозернистая

Текстура - полосчатая (слоистая), массивная (для неслоистого суглинка).

Реакция с HCl – с кислотой может быть слабая реакция при наличии карбонатных минералов (чаще - реакция отсутствует).

Практическое применение. Суглинок часто используются в качестве сырья для производства кирпича. Подходит для обратной отсыпки временных дорог.

Известняк-ракушечник – органогенная (карбонатная) осадочная горная порода.

Происхождение – в результате жизнедеятельности организмов, образуются при цементации отложений из раковин, скелетов кораллов, организмов.

Минералогический состав – кальцит, доломит, анкерит, скелеты известковых организмов (мшанок, кораллов, брахиопод).

Цвет: разнообразный, от чисто белого до чёрного.

Структура: скрытокристаллическая, иногда обломочная, органогенная.

Текстура: однородная, тонкослоистая, пористая.

Реакция с HCl – реакция с соляной кислотой в куске.

Применение: является ценным строительным материалом; прочные известняки используются как строительный камень в гражданском строительстве и как сырьё для получения цемента и строительной извести; при использовании в

качестве основания и как среды при строительстве инженерных сооружений очень опасен, так как растворяется подземными водами с образованием каверн, пустот и пещер (карстообразование).

2 Описание условий образований и строительных свойств пролювиальных отложений

Пролувиий – отложения, образующиеся путем наземного устьевого выноса различного материала временными потоками и постоянными реками, особенно широко развитые у подножия гор в условиях аридного климата. Они слагают мощные конусы выноса и подгорные волнистые шлейфы, образующиеся от их слияния.

Состав пролювиальных отложений меняется от вершины конуса к его периферии от гальки и валунов с песчано-глинистым заполнителем до тонких и отсортированных осадков (песчаных, супесчаных), нередко в краевой части – до лессовидных супесей и суглинков.

Наиболее крупные конусы – “наземные дельты” – образуются при выходе постоянных горных рек на равнину. В них выражена концентрическая зональность с выделением трех зон, которым соответствуют определенные фации:

- вершинная – отложения русловой фации, представленные крупновалунными галечниками, постепенно сменяющимися мелковалунными галечниками и песками;
- средняя – развита веерная фация, представленная преимущественно супесчано-суглинистым материалом;
- периферическая (окраинная) – здесь периодически возникают мелководные водоемы и развита застойноводная фация. Здесь накапливаются либо карбонатные или загипсованные суглинки и супеси, либо болотно-солончаковые образования.

В равнинных областях к пролювию относятся отложения, слагающие конусы выноса крупных оврагов и балок, сложенных различным по составу материалом – от суглинков с гравием и песком до гравийно-галечных отложений.

3 Классификация песчаного грунта.

Определение нормативные значения прочностных и деформационных свойств грунтов и значение условного расчетного сопротивления грунта.

По данным лабораторных исследований песчаного грунта известны: вид грунта – песок средний; плотность грунта $\rho = 2,01 \text{ г/см}^3$; плотность частиц грунта $\rho_s = 2,63 \text{ г/см}^3$; природная влажность $w = 19 \%$.

Необходимо определить: плотность сухого грунта $\rho_d, \text{ г/см}^3$; плотность водонасыщенного грунта $\rho_{sb}, \text{ г/см}^3$; пористость грунта n ; коэффициент пористости e ; степень влажности S_r . Установить разновидность грунта по степени влажности и по плотности сложения. Определить нормативные значения прочностных и деформационных свойств грунтов (c_n, φ_n, E_n) и значение

условного расчетного сопротивления грунта (R_0). Дать наименование грунта по имеющимся характеристикам.

Плотность сухого грунта ρ_d (отношение массы твердой компоненты грунта при естественной структуре, исключая массу воды в его порах, к занимаемому этой породой объему) определяется по формуле

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w}, \quad (3.1)$$

где ρ – плотность грунта; $\rho = 2,01$ г/см³;

w – природная влажность в долях единиц, $w = 19$ %.

Определяем плотность сухого грунта ρ_d :

$$\rho_d = \frac{2,01}{1+0,19} = 1,69 \text{ г/см}^3,$$

Плотность водонасыщенного грунта ρ_{sb} (массы единицы объема при естественной пористости под водой) определяется по формуле

$$\rho_{sb} = \frac{\rho_s - \rho_w}{1+e}, \quad (3.2)$$

где ρ_s – плотность частиц грунта; $\rho_s = 2,63$ г/см³;

ρ_w – плотность воды; $\rho_w = 1$ г/см³;

e – коэффициент пористости.

Коэффициент пористости e (отношение общего объема пор в грунте к объему только грунтовых частиц)

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

где ρ_s – плотность частиц грунта; $\rho_s = 2,63$ г/см³;

ρ_d – плотность сухого грунта; $\rho_d = 1,69$ г/см³.

Определяем коэффициент пористости:

$$e = \frac{2,63 - 1,69}{1,69} = 0,556,$$

Определяем плотность водонасыщенного грунта ρ_{sb} :

$$\rho_{sb} = \frac{2,63 - 1}{1 + 0,556} = 1,05 \text{ г/см}^3,$$

Пористость грунта n (суммарный объем всех пор в единице объема грунта) рассчитывается по формуле

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \cdot 100, \quad (3.4)$$

где ρ_s – плотность частиц грунта, $\rho_s = 2,63$ г/см³;

ρ_d – плотность сухого грунта, $\rho_d = 1,69$ г/см³.

Определяем пористость грунта n :

$$n = \frac{2,63 - 1,69}{2,63} \cdot 100 = 35,74.$$

Степень влажности S_r (влажность, характеризующая степень заполнения пор грунта водой) вычисляется по формуле

$$S_r = \frac{w\rho_s}{e\rho_w}, \quad (3.5)$$

где w – природная влажность в долях единиц, $w = 0,19$.

ρ_s – плотность частиц грунта, $\rho_s = 2,63$ г/см³;

e – коэффициент пористости; $e = 0,556$;

ρ_w – плотность воды, $\rho_w = 1$ г/см³.

Определяем степень влажности S_r :

$$S_r = \frac{w\rho_s}{e\rho_w} = \frac{0,19 \cdot 2,63}{0,556 \cdot 1} = 0,898,$$

Наименование грунта:

– по плотности сложения, определяемой через коэффициент пористости $e = 0,556$ – песок средней плотности (приложение А, таблица А.2);

– по степени влажности $S_r = 0,898$ – водонасыщенный (стр. 7).

Наименование грунта – песок средний средней плотности водонасыщенный.

Определение нормативные значения прочностных и деформационных свойств грунтов (c_n , φ_n , E_n) проводим используя нормативные таблиц, приведенные в приложение А, таблица А1 и значения коэффициента пористости $e = 0,556$ методом интерполяции:

$c_n = 0,02$ кгс/см²;

$$\varphi_n = \varphi_1 - \left[\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{e_2 - e_1} \right) \cdot (e - e_1) \right] = 38 - \left[\left(\frac{38 - 35}{0,65 - 0,55} \right) \cdot (0,556 - 0,55) \right] = 37,814 \text{ град.}$$

$$E_n = E_1 - \left[\left(\frac{E_1 - E_2}{e_2 - e_1} \right) \cdot (e - e_1) \right] = 40 - \left[\left(\frac{40 - 30}{0,65 - 0,55} \right) \cdot (0,556 - 0,55) \right] = 39,379 \text{ кгс/см}^2.$$

Расчетное сопротивление песка среднего средней плотности независимо от степени водонасыщения, $R_0 = 400$ кПа (приложение А, таблица А.3).

4 Классификация глинистого грунта.

Определение нормативные значения прочностных и деформационных свойств грунтов и значение условного расчетного сопротивления грунта

По данным лабораторных исследований глинистого грунта известны: природная влажность $w = 0,18$ доли ед.; влажность на границе текучести $w_L = 23$ %; влажность на границе раскатывания $w_P = 16$ %, $e = 0,6$.

Необходимо определить число пластичности (I_p), консистенцию (I_L) глинистого грунта, дать наименование грунта. Определить нормативные значения прочностных и деформационных свойств грунтов (c_n , φ_n , E_n) и значение условного расчетного сопротивления грунта (R_0).

Число пластичности I_p определяется по формуле

$$I_p = w_L - w_p, \quad (4.1)$$

где w_L – влажность на границе текучести, $w_L = 23 \%$;

w_p – влажность на границе раскатывания, $w_p = 16 \%$.

Определяем число пластичности:

$$I_p = 23 - 16 = 7 \%$$

Показатель текучести I_L определяется по формуле

$$I_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p}, \quad (4.2)$$

где w – природная влажность, $w = 18 \%$;

w_L – влажность на границе текучести, $w_L = 23 \%$;

w_p – влажность на границе раскатывания, $w_p = 16 \%$.

$$I_L = \frac{18 - 16}{7} = 0,29.$$

Наименование грунта:

– по числу пластичности $I_p = 7$ – супесь (приложение 2, таблица 2.1);

– по показателю текучести $I_L = 0,29$ – пластичная (приложение 2, таблица 2.2).

Наименование грунта – супесь пластичная.

По исходным данным $I_L = 0,29$ и $e = 0,6$ из таблицы Б.1 (приложение Б) находим нормативное значение угла внутреннего трения методом интерполяции:

$$c_n = c_1 - \left[\left(\frac{c_1 - c_2}{e_2 - e_1} \right) \cdot (e - e_1) \right] = 0,09 - \left[\left(\frac{0,09 - 0,06}{0,65 - 0,55} \right) \cdot (0,6 - 0,55) \right] = 0,075 \text{ кгс/см}^2.$$

$$\varphi_n = \varphi_1 - \left[\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{e_2 - e_1} \right) \cdot (e - e_1) \right] = 26 - \left[\left(\frac{26 - 24}{0,65 - 0,55} \right) \cdot (0,6 - 0,55) \right] = 25,0 \text{ град.}$$

$$E_n = E_1 - \left[\left(\frac{E_1 - E_2}{e_2 - e_1} \right) \cdot (e - e_1) \right] = 240 - \left[\left(\frac{240 - 160}{0,65 - 0,55} \right) \cdot (0,6 - 0,55) \right] = 200 \text{ кгс/см}^2.$$

Расчетное сопротивление R_0 находится для значения $e = 0,6$ путем интерполяции сначала по коэффициенту пористости e , затем интерполяция производится по показателю текучести I_L , пользуясь приложением Б, таблица Б.2.

$$R_0 = 267,75 \text{ кПа.}$$

5 Компрессионные испытания грунта

Используя исходные данные вычислить компрессионный модуль деформации E_k в интервале давление: $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$, $p_2 = 0,2 \text{ МПа}$.

Результаты компрессионных испытаний грунта: : $p_1 = 0,1 \text{ МПа} - e_1 = 0,86$;
 $p_2 = 0,2 \text{ МПа} - e_2 = 0,84$; $\nu = 0,3$.

Модуль деформации по компрессионным испытаниям определяем по формуле

$$E = \frac{\beta}{m_v}, \quad (5.1)$$

где $\beta = \left(1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu}\right)$; ν – коэффициент Пуассона; выбирается в зависимости от вида грунта $\nu = 0,3$.

$$\beta = \left(1 - \frac{2 \cdot 0,3^2}{1-0,3}\right) = 0,743;$$

m_v – коэффициент относительной сжимаемости определяем по формуле

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_0}, \text{ где } m_0 - \text{коэффициент сжимаемости, определяемый по формуле}$$

$$m_0 = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1}, \quad (5.2)$$

где e_1, e_2, P_1, P_2 – соответственно коэффициенты пористости и давления в пределах давлений $P = 0,1 \div 0,2 \text{ МПа}$.

$$m_0 = \frac{0,86 - 0,84}{0,2 - 0,1} = 0,2 \text{ МПа}^{-1}.$$

$m_v = \frac{0,2}{1 + 0,86} = 0,107 \text{ МПа}^{-1}$, где коэффициент пористости до начала сжатия грунта $e_0 = 0,86$.

$$E = \frac{0,743}{0,107} = 6,94 \text{ МПа}.$$

6 Испытание грунта на сдвиг

Построить график зависимости касательного напряжения τ от нормального напряжения σ и вычислить значение прочностных характеристик грунта φ и c при данных, полученных испытанием проб грунта на сдвиг

Результаты испытания грунта на сдвиг

Нормальное напряжение σ , кПа	Касательные напряжения τ , кПа	
	Число единиц шифра	
	0	
100	48	
200	60	
300	72	

Строим график по данным испытаний на сдвиг, для этого в системе прямоугольных координат в одинаковом масштабе откладываем на оси абсцисс значения нормального напряжения σ , а по оси ординат – значения касательного напряжения τ . Через полученные точки проводим прямую до пересечения с осью ординат (рисунок 4).

Коэффициент внутреннего трения определяем по формуле:

$$\operatorname{tg}\varphi = (\tau_3 - \tau_1)/(\sigma_3 - \sigma_1), \quad (6.1)$$

где τ – сдвигающее касательное усилие, МПа;

σ – нормальное уплотняющее давление, МПа;

Определяем коэффициент внутреннего трения

$$\operatorname{tg}\varphi = (72 - 48)/(300 - 100) = 0,12.$$

Угол внутреннего трения $\varphi = \operatorname{arctg} 0,12 = 6,843^\circ$.

Значение удельного сцепления определяем из уравнения Кулона

$$\tau = \sigma \operatorname{tg}\varphi + c \quad (6.2)$$

$$c = \tau - \sigma \operatorname{tg}\varphi,$$

где, τ – сдвигающее касательное усилие, $\tau = 48$ МПа;

σ – нормальное уплотняющее давление, $\sigma = 100$ МПа;

$\operatorname{tg}\varphi$ – коэффициент внутреннего трения, $\operatorname{tg}\varphi = 0,12$.

$$c = 48 - 100 \cdot 0,12 = 36,0 \text{ кПа}.$$

График сдвига приведен на рисунке 1.

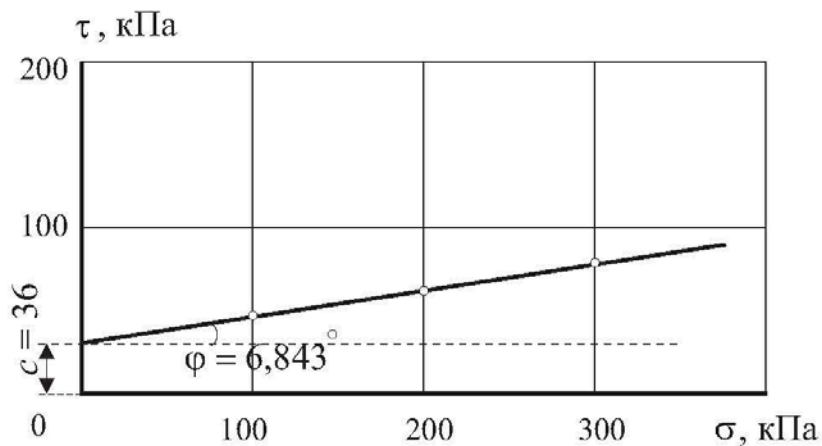


Рисунок 1 – График сдвига

3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНАМ

4 семестр

1. Геология и ее научные дисциплины, методы науки. Содержание инженерной геологии как науки и ее научные направления.
2. Основные сведения о Земле. Научные гипотезы происхождения солнечной системы.
3. Физические параметры Земли. Внутренние оболочки Земли.
4. Внешние оболочки Земли.
5. Определение минерала, физические свойства минералов.
6. Классификация минералов. Представители каждого класса, химические формулы.
7. Петрография. Горные породы. Основные генетические типы горных пород (определения). Определение понятий «структура», «текстура».
8. Магматические породы (классификация, формы залегания).
9. Структура, текстура, трещиноватость магматических пород, их инженерно-геологическая характеристика, использование в строительстве.
10. Метаморфические породы (классификации, типы метаморфизма).
11. Инженерно-геологическая характеристика метаморфических пород, использование их в строительстве.
12. Общая характеристика осадочных горных пород, их особенности, стадии формирования. Классификация.
13. Классификация обломочных горных пород, их инженерно-геологическая характеристика, использование в строительстве.
14. Органогенные, хемогенные и породы смешанного происхождения. Использование в строительстве.
15. Стратиграфия. Относительный и абсолютный возраст горных пород. Методы определения абсолютного возраста горных пород. Геохронологическая шкала.
16. Гидрогеология как наука. Гипотезы происхождения подземных вод.
17. Учет гидрогеологических условий при строительстве. Режим подземных вод. Главные причины колебаний уровня грунтовых вод.
18. Классификация подземных вод по условиям залегания. Верховодка и грунтовые воды.
19. Артезианские воды. Классификация подземных вод по гидравлическим свойствам.
20. Физические свойства и химический состав подземных вод.
21. Динамика подземных вод. Закон Дарси. Закон Краснопольского.
22. Коэффициент фильтрации. От чего зависит. Методы определения.
23. Начальный градиент фильтрации, определение, схема, с какими связан процессами. Типы водозаборов.
24. Грунтоведение. Задачи грунтоведения. Определение понятий «грунт», «искусственный грунт». Структурные связи в грунтах.

25. Фазовый состав грунта. Виды воды в грунтах.
26. Классификация грунтов по СТБ 943-2007.
27. Крупнообломочные и песчаные грунты. Классификация.
28. Глинистые грунты. Пластичность, консистенция, липкость, набухание, усадка.
29. Классификационные характеристики глинистых грунтов. Использование глины в строительстве.
30. Гранулометрический состав грунтов. Методы его определения и области применения.
31. Физические свойства грунтов (плотность грунта, плотность частиц, плотность скелета грунта, плотность грунта под водой).
32. Физические свойства грунтов (влажность, степень влажности, пористость, коэффициент пористости).
33. Механические свойства грунтов. Показатели прочностных свойств.
34. Механические свойства грунтов. Показатели деформационных свойств.
35. Теплофизические, электрические, капиллярные свойства грунтов.
36. Лессовые грунты, состав, особенности и происхождение. Просадочные явления в лессовых грунтах.
37. Инженерно-геологическая характеристика илов, торфов и заторфованных грунтов.
38. Инженерно-геологическая характеристика насыпных, намывных и засоленных грунтов.
39. Тектонические движения, классификация (формы складок, разрывных нарушений, геосинклинали, платформы).
40. Сейсмические явления (виды землетрясений, причины, интенсивность, магнитуда).
41. Выветривание горных пород (определение, типы, грунты).
42. Оврагообразование. Сели.
43. Геологическая работа рек. Типы долин, речные отложения.
44. Геологическая работа ледников.
45. Геологическая работа морей, озер и водохранилищ.
46. Геологическая работа ветра.
47. Болота, заболоченные территории.
48. Плывуны, зыбучие пески.
49. Обвальные явления и суффозия.
50. Карст. Классификации, причины, противокарстовые мероприятия.
51. Оползни.
52. Мерзлые грунты, строение, мощности, причины образования. Методы строительства на многолетней мерзлоте.
53. Процессы, связанные с многолетней мерзлотой.
54. Методы технической мелиорации (цементация, силикатизация, смолизация, битумизация).
55. Методы технической мелиорации (термическое укрепление, электрохимический способ, электросиликатизация, замораживание, осушение).

56. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Этапы и стадии проектирования.
57. Инженерно-геологическая съемка. Этапы. Масштаб.
58. Категории сложности геологических условий и их характеристика.
59. Горнопроходческие работы (бурение, горные выработки).
60. Геофизические методы и аппаратура.
61. Полевые опытные работы. Определение водных свойств водоносных горизонтов.
62. Полевые опытные работы. Исследование деформационных свойств горных пород.
63. Полевые опытные работы. Режимные стационарные наблюдения. Лабораторные и камеральные работы.
64. Месторождения природных строительных материалов. Разведка месторождений. Классификация запасов и подсчет количества строительных материалов.
65. Месторождения природных строительных материалов. Минеральные ресурсы РБ, их состояние и использование.

5 семестр

1. Устойчивость откосов по методу круглоцилиндрической поверхности
2. Виды свайных фундаментов по способу погружения
3. Какие существуют характеристики сжимаемости грунтов и методы их определения. Как изменяются характеристики сжимаемости под влиянием внешних воздействий и изменения физического состояния грунтов
4. Какие фундаменты относят к фундаментам глубокого заложения, и каковы их особенности
5. Скорость фильтрации. Закон Дарси
6. Особенности устройства фундаментов на неравномерно сжимаемых основаниях
7. Механика грунтов: объект изучения, особенности грунтов как дисперсных пород
8. Распределение давлений под подошвой центрально и внецентренно нагруженных фундаментов
9. На какие классы подразделяются грунты. Как определяется зерновой (гранулометрический) состав глинистых грунтов
10. Как рассчитываются фундаменты на мерзлых и вечномерзлых грунтах. Конструкции фундаментов на вечномерзлых грунтах
11. Расчет основания по несущей способности
12. Особенности расчета фундаментов в сейсмических районах. Конструктивные мероприятия при устройстве фундаментов в сейсмических районах
13. Как определяется давление сыпучих грунтов на подпорные стены
14. Расчет осадки свайного фундамента
15. Закон Кулона для песчаных и глинистых грунтов
16. Виды фундаментов на естественном основании. Чем определяется глубина заложения фундаментов
17. Распределение напряжений в случае плоской задачи (распределенная нагрузка)
18. Особенности набухающих грунтов и виды фундаментов на них
19. Метод эквивалентного слоя
20. Особенности проектирования фундаментов на просадочных грунтах. Мероприятия по обеспечению устойчивости зданий на этих грунтах
21. Как определяется давление связных грунтов на подпорные стены
22. Для чего применяются фундаменты из опускаемых колодцев. Устройство опускаемых колодцев
23. Виды воды и газообразных включений в грунте
24. Что такое свая. Виды свай. Как подразделяются свайные фундаменты и их ростверки
25. Характер деформирования песчаных и глинистых грунтов. Принцип линейной деформируемости и его использование в механике грунтов
26. Как оценивается природное состояние вечномерзлых грунтов и

- особенности их текстуры. Почему вечномёрзлые грунты рассматриваются как структурно неустойчивые
27. Особенности уплотнения песчаных и глинистых грунтов. Компрессионные испытания, обработка результатов
 28. Особенности устройства кессонных фундаментов
 29. Сопротивление сдвигу. Угол внутреннего трения. Обработка результатов испытания грунта на сдвиг
 30. Предварительное определение размеров фундамента. От чего зависит размер подошвы и высота фундамента
 31. Метод послойного суммирования
 32. Определение числа свай в фундаменте. Принципы конструирования ростверка
 33. Как определяется расчетное сопротивление грунта
 34. Что из себя представляют свай-оболочки и их устройство
 35. Коэффициент фильтрации и методы его определения. Чем обусловлена водопроницаемость грунтов
 36. Особенности возведения фундаментов в просадочных грунтах
 37. Как подразделяются основные и расчетные характеристики физических свойств грунтов
 38. Принципы использования вечномёрзлых грунтов в качестве оснований фундаментов. Конструкции фундаментов на вечномёрзлых грунтах
 39. Определение напряжений от собственного веса грунта. Фазы напряженного состояния при изменении нагрузки
 40. Определение несущей способности свай в грунте. Основные этапы проектирования свайных фундаментов
 41. Давление грунтов на ограждения: общие понятия, активное и пассивное давления
 42. Как определяется отметка подошвы ростверка для разных грунтовых условий
 43. Сущность фильтрационной консолидации и условия ее применения
 44. Устройство фундаментов из опускных колодцев. Конструкция опускных колодцев
 45. Устойчивость откосов для грунтов, обладающих трением и сцеплением
 46. Виды свайных фундаментов по способу погружения
 47. Давление грунтов на подпорные стены с учетом нагрузки на горизонтальной поверхности засыпки
 48. Методы усиления фундаментов
 49. Оценка природного состояния песчаных и глинистых грунтов
 50. Типы свай, используемых при усилении фундаментов

3.2 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО ТЕМАМ

Темы – Теоретические основы инженерной геологии. Происхождение и строение Земли. Минералогия.

1. Какие вопросы рассматривает социально-экономический аспект инженерной геологии?
2. Назовите форму Земли.
3. С какими науками взаимодействует инженерная геология?
4. Что такое минерал?
5. Назовите представителя класса галоидов?
6. Дайте определение литомониторинга.
7. Назовите внешние оболочки Земли?
8. Какие вопросы охватывает инженерно-геологическая информация.
9. Как классифицируются минералы?
10. Назовите минералы класса сульфатов.
11. Какие вопросы входят в механико-математические основы инженерной геологии.
12. Строение атмосферы.
13. Что изучает инженерная геодинамика.
14. Какие минералы Вы знаете из класса сульфатов?
15. Химическая формула сульфида.
16. Какую нагрузку выполняет слоистое строение атмосферы?
17. Внутренние оболочки Земли.
18. Что такое “ноосфера”?
19. По каким физическим свойствам определяются минералы?
20. Назовите минералы из класса самородные элементы.
21. Какие научные направления инженерной геологии?
22. Дайте определение техногенеза.
23. Физические параметры Земли.
24. Минералы класса кислородные соединения.
25. Химическая формула гипса.
26. Какая гипотеза о происхождении Земли принята у нас в стране?
27. В каком слое атмосферы расположен озоновый слой, на какой высоте и его химический символ.
28. Дайте определение науки “Инженерная геология”.
29. Химическая формула кальцита.
30. Минерал класса фосфаты.
31. Что входит в экологическую подготовку инженера-строителя.
32. Что изучает инженерная геодинамика?
33. Строение литосферы.
34. К какому классу относится оливин?
35. Химическая формула гипса.
36. Строение биосферы.
37. Строение Мантии.

38. Типы воздействия человека на литосферу.
39. У каких минералов минимальная и максимальная твердость.
40. Минерал из класса силикаты и алюмосиликаты.
41. Что изучает грунтоведение?
42. Какие проблемы инженерной геологии Вы знаете?
43. Строение мантии.
44. Перечислите минералы класса силикаты и алюмосиликаты.
45. Химическая формула пирита.
46. С какими науками взаимодействует инженерная геология?
47. Перечислите слои литосферы.
48. Физические параметры Земли.
49. Определение минерала.
50. Перечислите физические свойства минералов.
51. Какие вопросы рассматривает социально-экономический аспект инженерной геологии?
52. Назовите форму Земли.
53. С какими науками взаимодействует инженерная геология?
54. Что такое минерал?
55. Назовите представителя класса галоидов.
56. Дайте определение литомониторинга.
57. Назовите внешние оболочки Земли.
58. Какие вопросы охватывает инженерно-геологическая информация?
59. Как классифицируются минералы?
60. Назовите минералы класса сульфатов.
61. Какие вопросы входят в механико-математические основы инженерной геологии?
62. Строение атмосферы.
63. Что изучает инженерная геодинамика?
64. Перечислите физические свойства минералов.
65. Назовите минералы из класса силикаты. Алюмосиликаты.
66. Какую нагрузку выполняет слоистое строение атмосферы?
67. Внутренние оболочки Земли.
68. Что такое “ноосфера”?
69. По каким физическим свойствам определяются минералы?
70. Назовите минералы из класса самородные элементы.
71. Что изучает региональная инженерная геология?
72. Смысл процесса “техногенез” по Ферсману.
73. С какими геологическими науками взаимодействует инженерная геология?
74. Как классифицируются минералы?
75. Назовите минерал из класса карбонатов.

Темы – Внутренняя динамика Земли. Тектоника. Деформация горных пород. Землетрясение. Магматические породы.

1. Как называется раздел инженерной геологии, изучающий движение Земной коры?
2. Назовите самые надежные породы для строительства в сейсмических районах.
3. Что можно прогнозировать в землетрясениях?
4. Какие структуры у глубинных магматических пород?
5. Назовите представителя кислой группы магматических пород.
6. Типы складчатых движений?
7. Причины землетрясений?
8. Для каких пород минимальное приращение балльности?
9. Какие группы магматических пород выделяются по содержанию SiO_2 ?
10. К какой группе относится базальт?
11. Как подразделяются складчатые движения?
12. Какие явления сопутствуют землетрясениям?
13. Что такое эпицентр землетрясения?
14. К какой группе магматических пород относится диорит?
15. Какие текстуры у магматических пород?
16. Какие породы не являются надежным основанием для сооружений при землетрясениях.
17. Примеры разрывных нарушений земной коры.
18. Какие вертикальные силы действуют на горные породы.
19. Назовите магматические породы из кислой группы.
20. Как классифицируются магматические породы?
21. Какие породы являются наиболее надежным основанием в сейсмических районах?
22. Как подразделяются тектонические движения?
23. Что такое антиклиналь?
24. Какое строение (структура) у глубинных магматических пород?
25. Назовите породу ультраосновной группы.
26. Что такое синклиналиальная складка?
27. Как оценивается энергия землетрясений?
28. Причины тектонических движений?
29. Назовите породы средней группы.
30. Как классифицируются магматические породы?
31. Источники внутренней энергии при землетрясениях.
32. Основные формы складчатых движений?
33. Очаг под землей, где возникает землетрясение?
34. Назовите магматические породы из основной группы.
35. Как классифицируются магматические породы?
36. Какие явления предшествуют землетрясениям?
37. Что можно прогнозировать в землетрясениях?
38. Что такое магнитуда землетрясения?

39. К какой группе магматических пород относится гранит?
40. Перечислите магматические породы из средней группы.
41. Какие пояса землетрясений Вы знаете?
42. Главная причина землетрясений?
43. Какие источники внутренней энергии при землетрясениях?
44. По какому признаку классифицируются магматические породы?
45. Назовите глубинную породу из основной группы.
46. Для каких пород характерно максимальное приращение балльности?
47. Как называется проекция очага землетрясения на поверхности?
48. Магматическая порода из основной группы.
49. Один из признаков классификации магматических пород.
50. Что такое цунами?
51. Что такое “возбужденные” землетрясения?
52. Как классифицируются тектонические движения?
53. Назовите крупные тектонические структуры.
54. Какие магматические породы Вы знаете по условию образования?
55. Какая порода самая прочная из излившихся (вулканических)?
56. Что такое эпицентр землетрясения?
57. Что такое колебательные движения?
58. Какова сила катастрофических землетрясений?
59. Назовите магматические породы из кислой группы.
60. Как классифицируются магматические породы
61. Что такое тектонические движения земной коры?
62. В каких единицах оценивается сила землетрясения и какова она?
63. Что такое антиклинальная складка?
64. Какое строение (структура) у глубинных магматических пород.
65. Назовите породу ультраосновной группы.

Темы – Процессы внешней динамики Земли. Осадочные породы.

1. Факторы оврагообразования.
2. Чем отличается песок от песчаника?
3. Как называется форма рельефа, где закончился процесс оврагообразования.
4. Осадочная порода из химической (хемогенной) группы.
5. Назовите представителя каустобиолитов.
6. Название грязекаменных потоков.
7. Факторы химического выветривания.
8. Грунты, образующиеся при процессах выветривания на склонах.
9. Классификация осадочных пород.
10. Осадочная порода из смешанной группы.
11. Основной фактор физического выветривания.
12. Осадочная порода из обломочной группы.
13. Происхождение лесса.
14. Осадочная порода органогенной группы.
15. Скорости процесса выветривания.
16. Характерные признаки осадочных пород.
17. Факторы оврагообразования.
18. Осадочная порода из органогенной группы.
19. К какой группе осадочных пород относится конгломерат и брекчия?
20. Факторы процесса выветривания.
21. Типы эрозии.
22. Перечислите процессы внешней динамики Земли.
23. Как называются ледниковые отложения.
24. К какой группе пород относится лесс?
25. Способ образования осадочных пород.
26. Что такое эрозия?
27. Формы рельефа при эоловых процессах.
28. Назовите разновидность физического выветривания.
29. К какой группе осадочных пород относится гипс?
30. Способ образования конгломерата и брекчии.
31. Отложения талых вод ледника.
32. Типы речных долин.
33. Что такое абразия?
34. К какой группе осадочных пород относится мергель?
35. Назовите породу из группы каустобиолитов.
36. Назовите морские отложения.
37. Типы ледников.
38. Что такое эрозия?
39. К какой группе осадочных пород относится песчаник?
40. По какому признаку классифицируются осадочные породы.
41. Форма рельефа для постоянных водотоков.

42. К какой группе осадочных пород относятся конгломерат и брекчия?
43. Назовите типы речных (аллювиальных) отложений.
44. Процесс выравнивания береговой линии морей, океанов и т.д..
45. К какой группе осадочных пород относится каменная соль?
46. Типы ледников.
47. Перечислите морские отложения.
48. К какой группе осадочных пород относится оолитовый известняк?
49. Где используется мергель?
50. Строительная классификация болот.
51. Классификация болот по происхождению (генезису).
52. Перечислите глинистые породы.
53. К какой группе осадочных пород относится песок?
54. Какие процессы входят в геологическую работу ветра?
55. Меры борьбы с оврагообразованием.
56. Что такое эрозия?
57. Строение заболоченных территорий (болота).
58. Продукты выветривания, образующиеся в процессе выветривания и остающиеся на месте.
59. Классификация осадочных пород.
60. К какой группе относится мергель?
61. Типы ледников.
62. Факторы химического выветривания.
63. Форма рельефа при эрозии временными потоками.
64. За счет чего образуются осадочные породы органогенной группы?
65. Из какой группы осадочных пород песчаник?
66. Перечислите стадии при геологической работе ветра.
67. Отложения талых вод ледника.
68. Что такое абразия?
69. К какой группе относится каменная соль?
70. К какой группе относится торф?

Тема – Гидрогеология

1. Классификация подземных вод по происхождению.
2. Назовите самый важный параметр динамики подземных вод.
3. Что такое депрессионная воронка?
4. Назовите химические свойства подземных вод.
5. Виды водозаборов.
6. Формула закона Дарси.
7. Классификация подземных вод по условиям залегания.
8. Для каких сооружений используется метод налива в шурфы при определении коэффициента фильтрации?
9. Что такое гидравлический градиент?
10. Примерная мощность зоны аэрации.
11. От чего зависит коэффициент фильтрации в глинистых грунтах?
12. Наука, изучающая закономерности движения подземных вод.
13. Полевые методы определения коэффициента фильтрации (перечислите).
14. Какое свойство пород характеризует коэффициент фильтрации?
15. К какому типу вод относится верховодка?
16. Классификация подземных вод по происхождению.
17. Назовите самый важный параметр динамики подземных вод.
18. Что такое депрессионная воронка?
19. Назовите химические свойства подземных вод.
20. Виды водозаборов.
21. Что влияет в воде на величину коэффициента фильтрации?
22. Каким образом грунтовые воды осложняют строительство?
23. Какой слой грунта называется водоносным горизонтом?
24. Перечислите физические свойства воды.
25. Типы водозаборов.
26. Особенности грунтовых вод.
27. Дайте определение - "напорные воды".
28. От чего зависит коэффициент фильтрации в грунтах?
29. Какое передвижение воды характерно для глинистых грунтов?
30. Полевые методы определения коэффициента фильтрации.
31. Какой тип вод образует артезианские бассейны?
32. Где используются данные о коэффициенте фильтрации?
33. Типы грунтовых колодцев.
34. Классификация подземных вод по степени минерализации.
35. К какому типу грунтовых вод относится верховодка?
36. Перечислите химические свойства воды.
37. Классификация подземных вод по происхождению (генезису).
38. Особенности грунтовых вод.
39. Лабораторные методы определения коэффициента фильтрации.
40. Дайте определение гидравлического градиента (I).
41. Что влияет в воде на величину коэффициента фильтрации?
42. Типы водозаборов.

43. Какой слой грунта называется водоносным горизонтом?
44. Перечислите физические свойства воды.
45. Каким образом грунтовые воды осложняют строительство?
46. Типы грунтовых колодцев, доведенных до упора.
47. Формула закона Дарси.
48. Схема зоны аэрации.
49. К какому типу вод относится верховодка?
50. Какое свойство пород характеризует коэффициент фильтрации?
51. Что такое грунтовые воды?
52. Один из параметров динамики подземных вод.
53. Какое передвижение воды характерно для песчаных грунтов?
54. От чего зависит коэффициент фильтрации в глинистых грунтах?
55. Типы водозаборов.
56. Типы грунтовых колодцев, доведенных до упора.
57. Формула закона Дарси.
58. Схема зоны аэрации.
59. К какому типу вод относится верховодка?
60. Какое свойство пород характеризует коэффициент фильтрации?
61. Типы водозаборов.
62. От чего зависит коэффициент фильтрации в глинистых породах?
63. Какое передвижение воды характерно для песчаных грунтов?
64. Назовите один из параметров динамики подземных вод.
65. Что такое грунтовые воды?
66. Полевые методы определения коэффициента фильтрации (перечислите).
67. Какое передвижение воды характерно для глинистых грунтов?
68. От чего зависит коэффициент фильтрации в грунтах?
69. Дайте определение - "напорные воды".
70. Особенности грунтовых вод.

Тема – Грунтоведение (часть 1)

1. Задачи грунтоведения.
2. Назовите грунты особого состава, состояния и свойств.
3. Из чего состоит твердая фаза грунта.
4. Назовите крупнообломочные грунты.
5. Какие характеристики определяются только в лаборатории?
6. Дайте определение термину грунт.
7. Сколько фаз в грунте и какие?
8. Назовите пески, которые опасны для строительства.
9. Что такое гранулометрический состав грунта?
10. Какие грунты относятся к пылевато-глинистым?
11. Какие пески Вы знаете по генезису (происхождению)?
12. Виды воды в жидкой фазе грунта.
13. Для чего используются данные гранулометрического состава.
14. Что такое газообразная фаза грунта?
15. Перечислите несколько физических характеристик грунта.
16. Причины песков-плывунов.
17. К какой группе грунтов относится ил?
18. Что такое пластичность?
19. Какие характеристики относятся к косвенным или производным?
20. Что такое связанная вода?
21. Как классифицируются глинистые грунты?
22. Что такое плотность частиц грунта?
23. Какие грунты относятся к скальным с жесткими структурными связями?
24. Какие грунты относятся к ложным пловунам?
25. К какой группе грунтов относится супесь?
26. Какие меры борьбы с пловунами?
27. По какому признаку классифицируются песчаные грунты?
28. Что входит в понятие свободная вода?
29. К какой группе грунтов относится суглинок?
30. От чего зависит плотность частиц грунта?
31. Что такое показатель текучести (консистенция)?
32. Где используется глина?
33. К какой группе грунтов относятся насыпные и намывные грунты?
34. Отрицательное свойство лессовых грунтов.
35. Что такое плотность грунта?
36. От чего зависит плотность грунта?
37. К какой группе грунтов относится глина?
38. Назовите два общих состояния по показателю текучести для глинистых грунтов?
39. Что обуславливает наличие в песках коллоидно-дисперсных фракций?
40. Плотность грунта механическая или физическая характеристика?

41. Назовите глинистые грунты.
42. Формулы числа пластичности.
43. Какие фазы грунта Вы знаете?
44. Перечислите физические характеристики грунтов.
45. Формула плотности частиц грунта.
46. По какой физической характеристике классифицируются песчаные грунты?
47. Определение коэффициента пористости.
48. Где используется плотность грунта?
49. Где используется глина?
50. Причины истинных песков-плывунов.
51. Формула плотности грунта.
52. Физический смысл плотности скелета грунта.
53. Цифровые значения числа пластичности.
54. Физический смысл коэффициента пористости.
55. Перечислите фазы грунта.
56. Какие виды свободной воды Вы знаете?
57. Для чего надо определять физические характеристики?
58. Для чего используется коэффициент пористости?
59. Что такое природная влажность?
60. По какому признаку классифицируются песчаные грунты?
61. Для чего используется число пластичности глинистых грунтов?
62. Что такое степень влажности?
63. Происхождение (генезис) глинистых грунтов.
64. Назовите плотности сложения песчаных грунтов.
65. Для чего используется коэффициент пористости грунтов?
66. Что такое связанная вода в грунтах?
67. Назовите где используется глина?
68. Какие общие физические состояния по показателю текучести у глинистых грунтов Вы знаете?
69. Что такое гранулометрический состав грунта?
70. Зачем определяются физические характеристики?
71. Какие характеристики необходимы для песчаных грунтов при определении расчетного сопротивления?
72. Классификация по степени влажности.
73. Назовите фазы грунта.
74. Где используется плотность грунта?
75. Формула числа пластичности.

Тема – Грунтоведение (часть 2)

1. Что понимается под механическими свойствами грунтов?
2. Что такое компрессионное сжатие?
3. От чего зависят капиллярные свойства грунта?
4. Назовите химические силы для кристаллизационных структур.
5. Формулы коэффициента уплотнения.
6. В каких координатах строится компрессионная кривая?
7. Что такое электрические свойства грунтов?
8. Как определяются механические характеристики?
9. Для чего используются данные величины капиллярного поднятия?
10. Назовите прочностные характеристики для песчаных грунтов.
11. Уравнение сопротивления глинистых грунтов сдвигу.
12. От чего зависит уплотнение (компрессия) для всех видов грунтов?
13. Назовите теплофизические свойства грунтов.
14. График компрессионной кривой.
15. Какую структуру образуют ионно-электростатические силы?
16. Какие деформации возникают в грунтах при компрессионном сжатии?
17. Что такое теплоемкость грунта?
18. Уравнение сопротивления песчаных грунтов сдвигу.
19. Что такое электропроводность грунтов?
20. Какие приборы используют для проведения компрессионных испытаний?
21. В каких осях строится кривая консолидации?
22. Какой процесс называется сдвигом?
23. Как графически определить коэффициент уплотнения (сжимаемости)?
24. Что такое морозостойкость грунтов?
25. От чего зависят капиллярные силы в грунте?
26. Дайте определение процессу консолидации.
27. В каких осях строится график сопротивления грунтов сдвигу?
28. Назовите прочностные характеристики песчаного грунта.
29. От чего зависит электропроводность грунтов?
30. Действием каких химических сил обусловлены кристаллизационные структуры?
31. Ионно-электростатические силы характерны для каких структур?
32. От чего зависит величина сопротивления грунтов сдвигу?
33. В каких координатах строится компрессионная кривая?
34. Где используются данные о величине капиллярного поднятия?
35. Формула коэффициента уплотнения.
36. От чего зависит консолидация грунтов?
37. Перечислите основные задачи испытания на компрессию.
38. Напишите уравнение сдвига глинистого грунта.
39. Какие характеристики относятся к теплофизическим.

40. Какие структурные связи в грунтах Вы знаете?
41. От чего зависит теплопроводность грунтов?
42. В каких выработках и чем проводятся испытания на компрессию в полевых условиях?
43. Перечислите основные задачи испытания на консолидацию.
44. Напишите уравнение сдвига песчаного грунта.
45. Какую Вы знаете прочностную характеристику песчаного грунта?
46. Дайте определение сдвигу.
47. Назовите параметры компрессионной кривой.
48. В каких осях строится кривая консолидации?
49. Нарисуйте график сдвига песчаного грунта.
50. Что понимается под морозостойкостью грунта?
51. Где используются данные о капиллярных свойствах грунта?
52. Что понимают под механическими свойствами грунтов?
53. Какой процесс называется компрессионным сжатием?
54. Нарисуйте график сдвига глинистого грунта.
55. От чего зависит электропроводность грунта?
56. Какие Вы знаете структурные связи в грунтах?
57. Нарисуйте график кривой консолидации.
58. Назовите прочностных характеристики глинистых грунтов.
59. Формула коэффициента уплотнения.
60. Перечислите теплофизические свойства грунтов.
61. Что такое фильтрационная консолидация?
62. Сцепление – механическая или физическая характеристика?
63. Какие количественные характеристики относятся к компрессии?
64. Действием каких сил обусловлены кристаллизационные структуры?
65. Что такое капиллярное свойство грунтов?
66. От чего зависит деформация сжатия грунтов?
67. Основные задачи испытания на консолидацию.
68. График сдвига песчаного грунта.
69. Что такое морозостойкость грунта?
70. От чего зависит величина капиллярного поднятия в грунтах?
71. Какие структурные связи в грунтах Вы знаете?
72. Какие деформации можно выделить по компрессионной кривой?
73. График сдвига глинистого грунта.
74. Основные задачи испытания на компрессию.
75. Чем обусловлены магнитные свойства грунтов?
76. От чего зависит электропроводность грунтов?
77. Какие прочностные характеристики глинистого грунта?
78. В каких координатах строится компрессионная кривая?
79. Какие виды консолидации Вы знаете?
80. На какие характеристики подразделяются механические свойства грунтов?

Темы – Геологические процессы, влияющие на устойчивость зданий и сооружений.

1. Дайте определение суффозионного процесса.
2. Назовите процессы, связанные с мерзлотой.
3. Строение подземных вод в мерзлых породах.
4. Какие вы знаете поверхности скольжения оползня в зависимости от геологического строения склона?
5. Какой процесс называется химическим выветриванием?
6. Дайте определение мерзлому грунту.
7. Перечислите геологические процессы, вызывающие деформации насыпей.
8. Условия (факторы) возникновения карста.
9. Что такое наледь?
10. Меры борьбы с оползнями.
11. Для каких районов характерны обвалы, вывалы, осыпи.
12. Условия возникновения оползней.
13. Меры борьбы с наледями.
14. Что такое мари?
15. Основной принцип строительства на мерзлоте.
16. Дайте определение мерзлому грунту.
17. Перечислите геологические процессы, вызывающие деформации насыпей.
18. Условия (факторы) возникновения карста.
19. Что такое наледь?
20. Меры борьбы с оползнями.
21. Назовите комплекс противокарстовых мероприятий.
22. Противооползневые мероприятия.
23. Мероприятия по защите от обвалов, осыпей, вывалов.
24. Что такое морозное пучение грунтов?
25. Какие меры борьбы с наледями?
26. Какой процесс связан с действием силы тяжести на склоне?
27. Классификация карста в зависимости от состава пород.
28. Условия образования обвалов, осыпей, вывалов.
29. Какие грунты относятся к пучинистым?
30. Что такое солифлюкция?
31. Что такое карст?
32. Какой процесс на склоне вызван действием сил гидродинамического давления?
33. В каких районах развиваются обвальные явления?
34. Что такое термокарст?
35. Меры борьбы с морозным пучением.
36. Назовите минимальные и максимальные мощности многолетней мерзлоты в СНГ.
37. Что такое термокарст?
38. Назовите причины суффозионного процесса.

39. Какой процесс на склоне вызван действием сил гидродинамического давления?
40. Перечислите вопросы для изучения в карстовых районах.
41. Какие вы знаете поверхности скольжения оползней в зависимости от геологического строения склона?
42. Нарисуйте схему тела оползня.
43. Что происходит при оттаивании мерзлых грунтов?
44. Что такое наледь? Какие вы знаете виды наледей?
45. Какой процесс называется химическим выветриванием?
46. Что такое морозное пучение грунтов?
47. Какие меры борьбы с наледями?
48. Мероприятия по защите от осыпей, обвалов, вывалов.
49. Классификация оползневых склонов.
50. Причины развития карста.
51. Классификация карста в зависимости от состава пород.
52. Дайте определение оползневому процессу.
53. В каких районах развиваются обвальные явления?
54. Что такое термокарст?
55. Меры борьбы с морозным пучением.
56. Дайте определение мерзлому грунту.
57. Перечислите геологические процессы, вызывающие деформации насыпей.
58. Условия (факторы) возникновения карста.
59. Меры борьбы с оползнями.
60. Что такое наледь?
61. Для каких районов характерны обвалы, вывалы, осыпи?
62. Условия возникновения оползней.
63. Меры борьбы с наледями.
64. Что такое мари?
65. Основной принцип строительства на мерзлоте.
66. Назовите комплекс противокарстовых мероприятий.
67. Противооползневые мероприятия.
68. Мероприятия по защите от обвалов, осыпей, вывалов.
69. Что такое морозное пучение грунтов?
70. Какие меры борьбы с наледями?

3.4 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ТЕКУЩЕМ И ИТоговом контроле

Текущий контроль знаний студентов

При подготовке к лабораторным работам студенты проводят самостоятельную работу по подготовке к выполнению лабораторных работ, и подготовке отчетов по лабораторным работам. Правила и образцы оформления отчетов по лабораторным работам, имеются в учебной лаборатории кафедры.

В качестве текущего контроля успеваемости студентов применяются индивидуальные собеседования при защите студентами лабораторных работ и контрольные работы по лекционному материалу.

Показателем успеваемости студента является выполнение необходимого минимума всех видов задания на лабораторных занятиях в течении семестра.

Итоговый контроль знаний студентов

Проводится на экзаменах. Критерии оценок результатов учебной деятельности студентов приведены ниже:

10 баллов – десять:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 баллов – девять:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;

- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
- полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов – восемь:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов – семь:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;

- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов – шесть:

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов – пять:

- достаточные знания в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

4 балла – четыре, ЗАЧТЕНО:

- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;

- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;
- работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла – три, НЕЗАЧТЕНО:

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла – два, НЕЗАЧТЕНО:

- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;
- знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответах грубых стилистических и логических ошибок;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

1 балл – один, НЕЗАЧТЕНО:

- отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК КОНТРОЛЬНЫХ СРОКОВ (КС)

10 баллов (А) заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, разбирающийся в основных научных концепциях по изучаемой дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материала, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

9 баллов заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

8 баллов заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

7 баллов заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

6 баллов заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, отличавшийся достаточной активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы.

5 баллов заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для их самостоятельного устранения.

4 балла заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей.

3 балла заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший погрешности при их выполнении и в ответе, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя наиболее существенных погрешностей.

2 балла выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившего самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не отработавшему основные практические, семинарские, лабораторные занятия, допускающему существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

1 балл — отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа (отказ от ответа, представленный ответ полностью не по существу содержащихся в задании вопросов).

0 баллов (не аттестован) – получает студент, систематически пропускавший занятия без уважительной причины.

+ получает студент, не изучающий дисциплину.


у – получает студент, пропускавший занятия по уважительной причине.

4 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Декан строительного факультета

 Д. И. Бочкарев
« 07 » 07 2014 г.

Регистрационный № УД- 24.46 /р.

ГЕОЛОГИЯ, МЕХАНИКА ГРУНТОВ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»

Факультет *Строительный*

Кафедра *Строительные конструкции, основания и фундаменты*

Курс *2, 3*

Семестр *4, 5*

Лекции *68 часов*

Экзамен *4, 5 семестр*

Лабораторные занятия *32 часа*

Практические занятия *36 часов*

РГР *4, 5 семестр*

Всего аудиторных часов по дисциплине *136*

Всего часов по дисциплине *276*

Форма получения высшего образования *дневная*

Составили *М.В. Беспалова, ст. преподаватель*
К.Н. Пироговский, ст. преподаватель

2014 г.

Учебная программа составлена на основе учебной программы «Инженерная геология, гидрогеология, механика грунтов, основания и фундаменты» УО «БНГУ» «05» апреля 2011, регистрационный № УД- с.456.4 /баз.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на заседании кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты»

«10» 06 2014

Протокол № 8

Заведующий кафедрой


 В.В. Талецкий

Одобрена и рекомендована к утверждению методическим советом строительного факультета

«20» 06 2014

Протокол № 6

Председатель

 Д.И. Бочкарев

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

Дисциплина «Геология, механика грунтов, основания и фундаменты» предназначена для студентов специальности 1–70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

Программа разработана на основе компетентностного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте ОСВО 1-70 04 03-2013 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

Дисциплина относится к циклу специальных дисциплин, осваиваемых студентами специальности 1–70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины – дать студентам специальности «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» знания об инженерно-геологических условиях территорий, подземных водах и их связи с горными породами, а также представления о рациональном использовании и охране геологической среды. Научить студентов определять физико-механические характеристики грунтов, классифицировать их, определять их нормативные характеристики. Обучить студентов применению практических методов расчета, привить навыки практических расчетов оснований и фундаментов по группам предельных состояний в соответствии нормативными документами и пособиями к ним, действующим в Республике Беларусь.

Задачи дисциплины:

- изложить основные научные направления инженерной геологии как науки о геологической среде, ее свойствах, динамике, рациональном использовании и охране в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека;
- научить принимать инженерные решения в случае заболачивания территорий, для рационального использования водных ресурсов, а также осуществлять меры борьбы с негативными свойствами подземных вод (коррозия, агрессивность и т. д.);
- дать представление о мониторинге и на основе контроля и системы наблюдений научить составлять надежные прогнозы взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой;
- научить быстро и качественно определять основные физико-механические и прочностные характеристики грунтов основания;
- научить правильно оценивать несущую способность грунта основания существующего или реконструируемого сооружения;
- научить правильно определить или проверить размеры фундамента сооружения;
- научить прогнозировать поведение основания сооружения после возведения или при изменении характеристик свойств грунтов основания в процессе эксплуатации.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте ОСВО 1-70 04 03-2013:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;

АК-3. Владеть исследовательскими навыками;

АК-4. Уметь работать самостоятельно;

АК-5. Быть способным породить новые идеи;

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию;

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике;

СЛК-6. Уметь работать в команде.

В результате изучения дисциплины студент должен овладеть следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательным стандартом ОСВО 1-70 04 03-2013:

ПК-1. Применять современные методы возведения объектов, обеспечивающие высокий технико-экономический уровень выполнения строительных процессов;

ПК-2. Применять современные методы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов, с рациональным уровнем затрат на их функционирование;

ПК-9. Применять методы расчетов, выбора оборудования, обеспечивающие современные технологические, природоохранные требования, а также требования безопасности к системам водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов;

ПК-12. Анализировать перспективы и направления развития науки, техники и технологий в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов;

ПК-16. Организовывать работу коллективов исполнителей для достижения поставленных целей;

ПК-21. Анализировать перспективы и направления развития науки, техники и технологий в области водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.

Для приобретения профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины студент должен

знать:

– основные классы минералов и горных пород, содержание методы построения инженерно-геологических и гидрогеологических разрезов и карт, водно-физические свойства грунтов и методы их определения, грунтовые и артезианские воды;

– основные геодинамические процессы: карстовые, суффозионные, геотермические, эрозионные, оползневые и методы борьбы с ними;

– основы динамики подземных вод;

– назначение и состав инженерно-геологических и геоэкологических изысканий в различных по сложности инженерно-геологических условиях;

- физико-механические свойства грунтов и способы их определения; методы и технические средства экспериментального исследования и математического описания поведения оснований и грунтовых массивов под нагрузкой;

- закономерности механики грунтов, иметь четкое представление о путях совершенствования методов инженерно-строительные изысканий, исследований свойств грунтов, проектирования и способов возведения фундаментов;

- основную нормативно-техническую документацию и справочную литературу по проектированию сооружений гидротехнического назначения;

- методы обеспечения надежной и безопасной эксплуатации сооружений водохозяйственного назначения, а также способы их ремонта, восстановления, усиления;

уметь и быть способным:

- определять основные классы породообразующих минералов и горных пород, строить геологические колонки, инженерно-геологические разрезы и карты, определять и рассчитать напорный градиент и расход подземного потока;

- применять геологическую и гидрогеологическую документацию при оценке геоэкологических условий строительства и добыче нерудных строительных материалов;

- составлять краткое описание инженерно-геологических условий объекта строительства и определять содержание и объемы инженерно-геологических изысканий;

- оценить инженерно-геологические условия строительной площадки, строительные свойства региональных видов грунтов;

- выбрать рациональный тип фундамента, запроектировать их;

- разработать методы возведения фундаментов и подземных сооружений и реализовать их на практике;

- пользоваться нормативной, справочной и специальной литературой;

владеть:

- основами построения и чтения инженерно-геологических колонок, разрезов, карт гидроизогипс;

- способами проведения инженерно-геологических изысканий;

- методиками определения физико-механических свойств грунтов;

- методами определения и конструирования плитных фундаментов и фундаментов глубокого заложения.

Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представлено в виде тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Содержание тем опирается на приобретенные ранее студентами компетенции при изучении дисциплин «Инженерная геодезия», «Теоретическая механика», «Строительные материалы».

Трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц. Рекомендуемая форма контроля – экзамен.

Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариантное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на практических и лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- проектные технологии, используемые при проектировании конкретного объекта, реализуемые при выполнении расчетно-графических работ.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используется следующая форма самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических и лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям.

Диагностика компетенций студента

Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

Оценка учебных достижений студента при защите лабораторных работ и при защите расчетно-графической работы проводится по системе зачет (незачет).

Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с десятибалльной шкалой оценок.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках – какие компетенции проверяются):

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату (АК-1–АК-4, АК-7, СЛК-6, ПК-12, ПК-16);
- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам (АК-1, АК-2, АК-4, СЛК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-9);
- защита выполненных лабораторных работ (АК-1–АК-3, СЛК-2, ПК-16, ПК-21);
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий (АК-1–АК-3, СЛК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-12);
- защита расчетно-графической работы (АК-2, АК-4, СЛК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-9);
- сдача экзамена по дисциплине (АК-1–АК-5, СЛК-5, ПК-1–ПК-2, ПК-12, ПК-16, ПК-21)

Распределение аудиторных часов по семестрам:

Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия
4	34	16	18
5	34	16	18

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Общие сведения

Дисциплина “Геология, механика грунтов, основания и фундаменты”, ее дифференциация и взаимосвязь с другими естественными и техническими науками. Основные современные проблемы инженерной геологии в связи с внедрением человека в земную кору. Значение дисциплины для промышленного и гражданского строительства.

Тема 2. Основные сведения о Земле, минералах, магматических, осадочных и метаморфических горных породах

Общие положения. Происхождение и строение Земли (литосфера, гидросфера, атмосфера, биосфера). Тепловое и магнитное поле Земли. Понятие о минералах, их классификация, основные пороодообразующие минералы, их свойства.

Горные породы. Классификация. Инженерно-геологическая характеристика магматических горных пород (формирование свойств, интрузивные, эффузивные породы, трещиноватость). Современные представления о формировании инженерно-геологических свойств осадочных горных пород (факторы и стадии формирования). Инженерно-геологическая характеристика по СТБ 943–2007. Инженерно-геологическая характеристика метаморфических горных пород (общая характеристика, подразделение, главные типы метаморфических пород по СТБ 943–2007).

Тема 3. Основные сведения о геохронологии и стратиграфии

Абсолютный и относительный возраст горных пород и методы их определения. Геохронологическая шкала и стратиграфическое подразделение горных пород. Значение стратиграфии для инженерно-геологического изучения пород.

Тема 4. Процессы внутренней динамики Земли (эндогенные процессы)

Деформация горных пород. Гравитационные и тектонические поля напряжений. Тектонические движения (складчатые и колебательные движения). Геосинклинали, платформы. Особенности строительства в районах тектонических нарушений.

Землетрясения. Внутренний механизм (причины, количество выделяемой энергии, сопутствующие явления, сила землетрясений). Гипоцентр, эпицентр. Виды землетрясения. Понятие об антисейсмическом строительстве. Сейсмика Беларуси.

Тема 5. Процессы внешней динамики Земли (экзогенные)

Денудация. Сущность процесса выветривания, физическое (температурное и морозное), химическое (растворение, гидратация, углекислота), органическое (биологическое). Инженерно-геологическая оценка продуктов выветривания (элювий, делювий, пролювий). Геологическая работа текучих вод. Овражно-балочные явления, морфология оврагов, стадии их формирования. Эрозионные явления, факторы, способствующие эрозионной деятельности рек. Строение речных долин, речные (аллювиальные) отложения. Прогноз разрушения берегов и противоэрозионные мероприятия. Геологическая работа ледников, их распространение. Типы ледников, скорость течения льда. Ледниковые отложения (морена, водно-ледниковые), их распространение на территории Белоруссии, формы рельефа. Инженерно-геологическая характеристика ледниковых отложений.

Геологическая работа морей, озер и водохранилищ. Процесс абразии, его интенсивность, причины разрушения берегов, сила волн. Переработка берегов водохранилищ, особенности проектирования в прибрежных зонах. Инженерно-геологическая характеристика морских и озерных отложений. Болота, заболоченные территории и их освоение. Распространение, образование и строение болот, состав и свойства болотных отложений. Геологическая работа ветра. Эоловые формы рельефа, эоловые отложения. Меры борьбы с эоловыми процессами.

Тема 6. Гидрогеология

Гипотезы происхождения подземных вод. Физические свойства: температура, плотность, вязкость, электропроводность и др. Химические свойства подземных вод (активная реакция, жесткость и др.) и их изменение в результате техногенных процессов. Классификация подземных вод.

Характеристика основных типов подземных вод. Грунтовые (верховодка), артезианские, трещинные и карстовые, в районах многолетней мерзлоты, минеральные воды. Влияние лесных массивов, рельефа и заболоченности на водопроницаемость пород.

Динамика подземных вод. Основные законы движения подземных вод. Основные фильтрационные параметры. Понятие о коэффициенте фильтрации: объемное и скоростное значения, истинная величина. Методы определения коэффициента фильтрации. Использование данных о водопроницаемости в различных областях народного хозяйства.

Приток воды к водозаборным сооружениям. Расходы воды в совершенном и несовершенном колодцах. Режим подземных вод. Гидрогеология Беларуси.

Тема 7. Основы грунтоведения

Понятие о грунте, определение термина. Классификация по СТБ 943–2007. Состав и строение грунтов, особенности минералогического, структурные связи; воды в грунтах, ее виды и свойства. Фазовый состав грунтов.

Физические свойства грунтов. Понятия о прямых и производных характеристиках грунта. Гранулометрический состав (определение и классификация). Плотность частиц, плотность грунта и скелета, естественная влажность, определение, цифровые пределы, где используется, методы определения. Производные характеристики, расчетные формулы, где используются. Теплофизические свойства, электрические, магнитные и капиллярные свойства грунтов. Размокание, набухание, усадка.

Механические свойства грунтов (деформационные и прочностные). Современные методы изучения механических свойств грунтов.

Инженерно-геологическая характеристика основных типов грунтов особого состава, состояния и свойств:

- лессы, как особый тип континентальных отложений, распространение, условия залегания и строение лессовых пород, оценка и прогноз просадочности лессовых пород;
- илы, инженерно-геологическая оценка;
- торфы и заторфованные породы, инженерно-геологическая оценка;
- засоленные породы, их характеристика;
- насыпные и намывные породы, их характеристика и оценка.

Тема 8. Физико-геологические процессы, влияющие на устойчивость грунтов и сооружений

Оползни. Строение и морфологические особенности оползней. Оползневые явления и их влияние на устойчивости склонов и инженерных сооружений. Распространение. Инженерно-геологическая оценка оползней и прогноз явлений. Противооползневые мероприятия (регулирование поверхностного стока, дренаж обводненных горных пород, перераспределение масс горных пород, защита от подмыва и размыва, закрепление подпорными и анкерными сооружениями, искусственное улучшение свойств горных пород, лесомелиорация, профилактические мероприятия. Обвальные явления. Определение понятий. Распространение обвальных явлений. Условия образования и механизм процесса. Противообвальные мероприятия.

Процессы, связанные с динамическими и химическими воздействиями воды на породы. Плывуны. Истинные плывуны и псевдопльвуны. Критический градиент. Появление тиксотропии в истинных плывунах. Меры борьбы с плывунами. Карст. Поверхностные и глубинные формы карста. Причины развития. Геохимия карстового процесса. Условия, способствующие развитию карста. Проектирование и строительство сооружений в карстовых районах. Суффозия. Условия ее возникновения. Взвешивающее действие потока подземных вод и его влияние на условия строительства. Инженерная защита от суффозии.

Тема 9. Инженерно-геологические изыскания

Общие сведения о задачах, составе и объеме инженерно-геологических изысканий. Организация изысканий и программы полевых инженерно-геологических работ изыскательских партий для различных стадий проекта. Инженерно-геологическая съемка, определение и перечень работ. Виды инженерно-геологических работ (геологические, геоморфологические, гидрогеологические, изучение физико-геологических процессов и явлений, аэрометоды, геоботанические наблюдения, геофизические работы, полевые и лабораторные исследования грунтов). Буровые методы разведки, полевые методы исследования грунтов. Камеральная обработка полевых материалов, составление окончательного отчета. Текстовая часть и приложения: инженерно-геологическая карта и разрезы, сводные ведомости результатов исследований по лабораторным и гидрогеологическим работам.

Тема 10. Основы строительного грунтоведения

Грунт как дисперсное многофазное тело. Основные типы грунтов. Фазовый состав грунта: твердая, жидкая, газообразная фазы. Показатели, характеризующие состав и состояние грунтов, значение пористости в деформациях дисперсных грунтов под нагрузкой. Взаимодействие минерального скелета и влаги, виды вода в грунтах, оптимальная влажность. Особенности физических свойств грунтов. Водопроницаемость грунтов. Виды воды в грунтах. Фильтрация, гидродинамическое давление. Границы и показатели консистенции связных грунтов. Электрические и молекулярные взаимодействия между частицами грунтового скелета и влаги. Структура и текстура грунтов. Строительная классификация песчаных и глинистых грунтов.

Тема 11. Закономерности механики грунтов, обусловленные пористостью

Сжимаемость грунтов. Физические представления. Компрессионная зависимость. Закон уплотнения. Особенности сжимаемости различных грунтов.

Водопроницаемость грунтов и закон ламинарной фильтрации. Эффективные и поровые давления. Фильтрационные силы в грунтах. Фильтрационные деформации грунтов – суффозия, выпор. Разжижение песчаных грунтов и мероприятия по его устранению.

Трение в грунтах. Предельное сопротивление срезу при прямом сдвиге. Угол внутреннего трения грунта. Сцепление. Сдвиг при трехосном сжатии. Неконсолидированный, частично консолидированный и полностью консолидированный сдвиг.

Тема 12. Распределение напряжений в грунтах

Принцип линейной деформируемости грунтов. Определение напряжений в грунтах от действия внешних сил. Три фазы напряженного состояния грунтов при непрерывном возрастании нагрузки. Допущения, принимаемые при решении задачи о распределении напряжений.

Пространственная задача. Действие вертикальной и горизонтальной сосредоточенной сил. Определение напряжений при действии местной нагрузки методом элементарного суммирования. Распределение напряжений под прямоугольной площадью загрузки. Метод угловых точек.

Плоская задача. Действие вертикальной и горизонтальной распределенной полосовой нагрузки. Определение нормальных, касательных и главных напряжений.

Распределение напряжений по подошве фундамента (контактная задача). Распределение напряжений под сооружениями различной жесткости.

Распределение напряжений в основании от собственного веса грунта. Влияние взвешивающего действия воды и установившегося фильтрационного потока.

Тема 13. Деформация грунтов

Деформация грунтов и расчет осадок фундаментов. Виды деформаций грунтов и физические причины их обуславливающие.

Модули деформируемости грунтов. Деформации уплотнения и набухания грунтов. Определение деформативных характеристик грунтов по результатам пробных нагрузок в полевых условиях. Протекание осадок во времени: влияние вторичной консолидации, релаксация напряжений, деформации ползучести. Способы уменьшения смещений фундаментов.

Тема 14. Теория предельного напряженного состояния грунтов и ее приложения

Теория предельного напряженного состояния грунтов и ее приложения. Понятие о предельном равновесии грунта в данной точке. Уравнения предельного равновесия сыпучих и связных грунтов. Условия прочности и несущая способность грунтов. Начальная критическая нагрузка на грунт: краевая и предельная. Расчетное сопротивление грунта.

Устойчивость массивов грунта. Активное и пассивное предельное напряженное состояние грунтов. Давление грунтов на ограждения. Приложение теории предельного напряженного состояния к устойчивости оснований сооружений, откосов и склонов. Расчет устойчивости по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения.

Давление грунта на подземные сооружения. Учет фильтрационного давления и взвешивающего действия воды. Основы расчета противофильтрационной устойчивости оснований гидротехнических сооружений.

Тема 15. Проектирование плитных фундаментов

Конструктивные элементы фундаментов. Классификация фундаментов по способу передачи нагрузки, по материалу, по методу устройства и по характеру работы материала кладки.

Данные, необходимые для проектирования фундаментов зданий и сооружений. Нагрузки и воздействия на фундаменты. Нормативные и расчетные характеристики грунтов. Основные положения по проектированию фундаментов. Классификация плитных фундаментов.

Расчет и конструирование плитных фундаментов зданий и сооружений гражданского назначения. Выбор глубины заложения фундаментов. Определение размеров плитных фундаментов. Методы расчета оснований плитных оснований по деформациям. Конструктивные меры борьбы по уменьшению влияния неравномерных осадок сооружений.

Расчет фундаментов по несущей способности оснований, при вертикальной и горизонтальной нагрузках. Основы расчета и конструирование гибких фундаментов. Типы сооружений, работающих как гибкие фундаменты. Предпосылки расчета гибких фундаментов на упругом основании. Конструирование гибких фундаментов.

Основные предпосылки по расчету плитных фундаментов в соответствии с EuroCode 7.

Тема 16. Сваи и свайные фундаменты

Основные определения. Классификация свай и свайных фундаментов. Конструкции, условия и области применения различных видов свай. Особенности работы свай-стоек и висячих свай. Методы определения несущей способности свай. Расчет и проектирование свайных фундаментов.

Тема 17. Основания и фундаменты опор трубопроводов, транспортных и гидросооружений

Основные расчетные положения. Расчет и проектирование плитных и свайных фундаментов. Определение контактных напряжений и деформаций гидросооружений. Фильтрационные расчеты оснований гидросооружений. Технология возведения фундаментов.

Тема 18. Фундаменты глубокого заложения

Классификация фундаментов глубокого заложения. Условия применения фундаментов глубокого заложения в гидротехническом строительстве. Опускные колодцы и оболочки. Конструкция и производство работ по возведению массивных опускных колодцев и сборных железобетонных оболочек.

Буровые работы большой грузоподъемности, конструкции и особенности производства работ.

Фундаменты, сооружения, возводимые методом «стена в грунте».

Анкерные фундаменты и крепления. Классификация анкерных фундаментов. Методы их устройства. Принципы расчета анкерных фундаментов по определенным состояниям.

Основные предпосылки по расчету фундаментов глубокого заложения в соответствии с EuroCode 7.

Тема 19. Техническая эксплуатация, реконструкция и усиление оснований и фундаментов

Причины износа конструкций фундаментов и снижение несущей способности грунтов оснований.

Методы искусственного улучшения оснований при новом строительстве и реконструкции. Механические методы улучшения оснований: замена грунта, применение каменных пастелей, боковые нагрузки. Искусственное уплотнение песчаных грунтов: глубинное вибрирование, водопонижение, взрывной метод. Уплотнение глинистых грунтов с помощью электроосмоса, ускоренная консолидация оснований.

Цементация, горячая и холодная битумизация и силикатизация оснований гидротехнических сооружений.

Методы усиления и ремонта фундаментов существующих зданий и сооружений.

Тема 20. Устройство фундаментов в открытых котлованах

Крепление котлованов, фундаментов. Особенности устройства оснований подводных сооружений. Строительное понижение уровня подземных вод. Противофильтрационные мероприятия в условиях открытых котлованов. Подготовка оснований перед возведением фундаментов гидротехнических сооружений.

Агрессивные действия подземных вод и меры защиты фундаментов и подземных сооружений от грунтовых вод и коррозии.

Тема 21. Основания и фундаменты в особых условиях

Фундаменты на илах, лессовых, заторфованных и вечномерзлых грунтах. Фундаменты гидротехнических сооружений на мерзлых и вечномерзлых грунтах. Морозное пучение и меры борьбы с выпучиванием фундаментов. Основные представления о строительстве гидротехнических сооружений на илах и слабых водонасыщенных грунтах.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

При выполнении расчетно-графических работ студент должен ознакомиться с основами минералогии и петрографии, основными генетическими типами грунтов; научиться классифицировать грунты по строительным нормам, определять физико-механические характеристики грунтов; научиться разбираться в материалах инженерно-геологических исследований и соответственно выявленным на площадке инженерно-геологическим особенностям принимать обоснованное инженерное решение по выбору конструкций фундаментов (на естественном основании и свайных).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер темы	Название темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Общие сведения (2 ч.)	2			методические пособия и др.	[1,2,3]	контр. раб.
2	Основные сведения о Земле, минералах, магматических, осадочных и метаморфических горных породах (13 ч.)	5		8			
2.1	Общие положения. Происхождение и строение Земли (литосфера, гидросфера, атмосфера, биосфера). Тепловое и магнитное поле Земли. Понятие о минералах, их классификация, основные породообразующие минералы, их свойства.	2		2	методические пособия и др.	[3,4,35]	контр. раб.
2.2	Горные породы. Классификация. Инженерно-геологическая характеристика магматических горных пород (формирование свойств, интрузивные, эффузивные породы, трещиноватость). Современные представления о формировании инженерно-геологических свойств осадочных горных пород (факторы и стадии формирования).	2		2	методические пособия и др.	[3,4,36]	контр. раб.
2.3	Инженерно-геологическая характеристика осадочных горных пород по СТБ 943–2007. Инженерно-геологическая характеристика метаморфических горных пород (общая характеристика, подразделение, главнейшие типы метаморфических пород по СТБ 943–2007).	1		4	методические пособия и др.	[3,4,36]	контр. раб.
3	Основные сведения о геохронологии и стратиграфии (3 ч.)	1	2		методические пособия и др.	[3,4,38]	
4	Процессы внутренней динамики Земли (эндогенные процессы) (5 ч.)	3	2				
4.1	Деформация горных пород. Гравитационные и тектонические поля напряжений. Тектонические движения (складчатые и колебательные движения). Геосинклинали, платформы. Особенности строительства в районах тектонических нарушений.	2	2		методические пособия и др.	[2,3,4]	контр. раб.
4.2	Землетрясения. Внутренний механизм (причины, количество выделяемой энергии, сопутствующие явления, сила землетрясений). Гипоцентр, эпицентр. Виды землетрясения. Понятие об антисейсмическом строительстве. Сейсмика Беларуси.	1			методические пособия и др.	[2,3,4]	контр. раб.

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Процессы внешней динамики Земли (экзогенные) (3 ч.)	3					
5.1	Денудация. Сущность процесса выветривания, физическое (температурное и морозное), химическое (растворение, гидратация, уголекислота), органическое (биологическое). Инженерно-геологическая оценка продуктов выветривания (элювий, делювий, пролювий). Геологическая работа текучих вод. Овражно-балочные явления, морфология оврагов, стадии их формирования. Эрозионные явления, факторы, способствующие эрозионной деятельности рек. Строение речных долин, речные (аллювиальные) отложения. Прогноз разрушения берегов и противоэрозионные мероприятия. Геологическая работа ледников, их распространение. Типы ледников, скорость течения льда. Ледниковые отложения (морена, водно-ледниковые), их распространение на территории Белоруссии, формы рельефа. Инженерно-геологическая характеристика ледниковых отложений.	2			методические пособия и др.	[1,2,3,4]	контр. раб.
5.2	Геологическая работа морей, озер и водохранилищ. Процесс абразии, его интенсивность, причины разрушения берегов, сила волн. Переработка берегов водохранилищ, особенности проектирования в прибрежных зонах. Инженерно-геологическая характеристика морских и озерных отложений. Болота, заболоченные территории и их освоение. Распространение, образование и строение болот, состав и свойства болотных отложений. Геологическая работа ветра. Эоловые формы рельефа, эоловые отложения. Меры борьбы с эоловыми процессами.	1			методические пособия и др.	[1,2,3,4]	контр. раб.
6	Гидрогеология (18 ч.)	8	6	4			
6.1	Гипотезы происхождения подземных вод. Физические свойства: температура, плотность, вязкость, электропроводность и др. Химические свойства подземных вод (активная реакция, жесткость и др.) и их изменение в результате техногенных процессов. Классификация подземных вод.	2			методические пособия и др.	[1,3,4,37]	контр. раб.
6.2	Характеристика основных типов подземных вод. Грунтовые (верховодка), артезианские, трещинные и карстовые, в районах многолетней мерзлоты, минеральные воды. Влияние лесных массивов, рельефа и заболоченности на водопроницаемость пород.	2	2	2	методические пособия и др.	[1,3,4,37]	контр. раб.
6.3	Динамика подземных вод. Основные законы движения подземных вод. Основные фильтрационные параметры. Понятие о коэффициенте фильтрации: объемное и скоростное значения, истинная величина. Методы определения коэффициента фильтрации. Использование данных о водопроницаемости в различных областях народного хозяйства.	2	2	2	методические пособия и др.	[1,3,4,37]	контр. раб.
6.4	Приток воды к водозаборным сооружениям. Расходы воды в совершенном и несовершенном колодцах. Режим подземных вод. Гидрогеология Беларуси.	2	2		методические пособия и др.	[1,3,4,37]	контр. раб.

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Основы грунтоведения (12 ч.)	6	6				
7.1	Понятие о грунте, определение термина. Классификация по СТБ 943–2007. Состав и строение грунтов, особенности минералогического, структурные связи; воды в грунтах, ее виды и свойства. Фазовый состав грунтов.	2	2		методические пособия и др.	[1,3,4,15]	контр. раб.
7.2	Физические свойства грунтов. Понятия о прямых и производных характеристиках грунта. Гранулометрический состав (определение и классификация). Плотность частиц, плотность грунта и скелета, естественная влажность, определение, цифровые пределы, где используется, методы определения. Производные характеристики, расчетные формулы, где используются. Теплофизические свойства, электрические, магнитные и капиллярные свойства грунтов. Размокание, набухание, усадка.	2	2		методические пособия и др.	[1,3,4,34]	контр. раб.
7.3	Механические свойства грунтов (деформационные и прочностные). Современные методы изучения механических свойств грунтов. Инженерно-геологическая характеристика основных типов грунтов особого состава, состояния и свойств.	2	2		методические пособия и др.	[1,3,4,34]	контр. раб.
8	Физико-геологические процессы, влияющие на устойчивость грунтов и сооружений (5 ч.)	3	2				
8.1	Оползни. Строение и морфологические особенности оползней. Оползневые явления и их влияние на устойчивости склонов и инженерных сооружений. Распространение. Инженерно-геологическая оценка оползней и прогноз явлений. Противооползневые мероприятия (регулирование поверхностного стока, дренаж обводненных горных пород, перераспределение масс горных пород, защита от подмыва и размыва, закрепление подпорными и анкерными сооружениями, искусственное улучшение свойств горных пород, лесомелиорация, профилактические мероприятия. Обвальные явления. Определение понятий. Распространение обвальных явлений. Условия образования и механизм процесса. Противообвальные мероприятия.	2			методические пособия и др.	[1,2,3,4]	контр. раб.
8.2	Процессы, связанные с динамическими и химическими воздействиями воды на породы. Пльвуны. Истинные пльвуны и псевдопльвуны. Критический градиент. Появление тиксотропии в истинных пльвунах. Меры борьбы с пльвунами. Карст. Поверхностные и глубинные формы карста. Причины развития. Геохимия карстового процесса. Условия, способствующие развитию карста. Проектирование и строительство сооружений в карстовых районах. Суффозия. Условия ее возникновения. Взвешивающее действие потока подземных вод и его влияние на условия строительства. Инженерная защита от суффозии.	1	2		методические пособия и др.	[1,2,3,4]	контр. раб.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Инженерно-геологические изыскания (7 ч.)	3		4			
9.1	Общие сведения о задачах, составе и объеме инженерно-геологических изысканий. Организация изысканий и программы полевых инженерно-геологических работ изыскательских партий для различных стадий проекта. Инженерно-геологическая съемка, определение и перечень работ. Виды инженерно-геологических работ (геологические, геоморфологические, гидрогеологические, изучение физико-геологических процессов и явлений, аэро-методы, геоботанические наблюдения, геофизические работы, полевые и лабораторные исследования грунтов).	2		2	методические пособия и др.	[1,3,4,14,38]	
9.2	Буровые методы разведки, полевые методы исследования грунтов. Камеральная обработка полевых материалов, составление окончательного отчета. Текстовая часть и приложения: инженерно-геологическая карта и разрезы, сводные ведомости результатов исследований по лабораторным и гидрогеологическим работам.	1		2	методические пособия и др.	[1,3,4,14,38]	РГР, экз.
10	Основы строительного грунтоведения (4 ч.)	2		2	методические пособия и др.	[13,15,34]	
11	Закономерности механики грунтов, обусловленные пористостью (10 ч)	4	2	4			
11.1	Сжимаемость грунтов. Физические представления. Компрессионная зависимость. Закон уплотнения. Особенности сжимаемости различных грунтов. Водопроницаемость грунтов и закон ламинарной фильтрации. Эффективные и поровые давления. Фильтрационные силы в грунтах. Фильтрационные деформации грунтов – суффозия, выпор. Разжижение песчаных грунтов и мероприятия по его устранению.	2	2	2	методические пособия и др.	[13,31,32]	контр. раб.
11.2	Трение в грунтах. Предельное сопротивление срезу при прямом сдвиге. Угол внутреннего трения грунта. Сцепление. Сдвиг при трехосном сжатии. Неконсолидированный, частично консолидированный и полностью консолидированный сдвиг.	2		2	методические пособия и др.	[13,31,32,33]	
12	Распределение напряжений в грунтах (6 ч.)	2	2	2	методические пособия и др.	[31,32,33]	контр. раб.
13	Деформация грунтов (6 ч.)	2	2	2	методические пособия и др.	[31,32,33]	
14	Теория предельного напряженного состояния грунтов и ее приложения (4 ч.)	2		2	методические пособия и др.	[31,32,33]	контр. раб.
15	Проектирование плитных фундаментов (20 ч.)	8	8	4			

1	2	3	4	5	6	7	8
15.1	Конструктивные элементы фундаментов. Классификация фундаментов по способу передачи нагрузки, по материалу, по методу устройства и по характеру работы материала кладки. Данные, необходимые для проектирования фундаментов зданий и сооружений. Нагрузки и воздействия на фундаменты. Нормативные и расчетные характеристики грунтов. Основные положения по проектированию фундаментов. Классификация плитных фундаментов.	2	2	2	методические пособия и др.	[11,13,17 31, 32,33]	
15.2	Расчет и конструирование плитных фундаментов зданий и сооружений гражданского назначения. Выбор глубины заложения фундаментов. Определение размеров плитных фундаментов. Методы расчета оснований плитных оснований по деформациям. Конструктивные меры борьбы по уменьшению влияния неравномерных осадок сооружений.	2	2	2	методические пособия и др.	[11,13,17 31, 32,33]	контр. раб.
15.3	Расчет фундаментов по несущей способности оснований, при вертикальной и горизонтальной нагрузках. Основы расчета и конструирование гибких фундаментов. Типы сооружений, работающих как гибкие фундаменты. Предпосылки расчета гибких фундаментов на упругом основании. Конструирование гибких фундаментов.	2	2		методические пособия и др.	[11,13,17 31, 32,33]	
15.4	Основные предпосылки по расчету плитных фундаментов в соответствии с EuroCode 7.	2	2		методические пособия и др.	[18,19]	
16	Сваи и свайные фундаменты (8 ч.)	4	4				
16.1	Основные определения. Классификация свай и свайных фундаментов. Конструкции, условия и области применения различных видов свай. Особенности работы свай-стоек и висячих свай.	2	2		методические пособия и др.	[11,13, 32,33]	контр. раб.
16.2	Методы определения несущей способности свай. Расчет и проектирование свайных фундаментов.	2	2		методические пособия и др.	[11,13, 32,33]	
17	Основания и фундаменты опор трубопроводов, транспортных и гидро-сооружений (2 ч.)	2			методические пособия и др.	[11,13]	
18	Фундаменты глубокого заложения (2 ч.)	2			методические пособия и др.	[11,13, 18,19]	
19	Техническая эксплуатация, реконструкция и усиление оснований и фундаментов (2 ч.)	2			методические пособия и др.	[11,13]	
20	Устройство фундаментов в открытых котлованах (2 ч.)	2			методические пособия и др.	[11,13]	
21	Основания и фундаменты в особых условиях (2 ч.)	2			методические пособия и др.	[11,13]	РГР, экз.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

10 баллов – десять:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 баллов – девять:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
- полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов – восемь:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов – семь:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов – шесть:

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов – пять:

- достаточные знания в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

4 балла – четыре, ЗАЧТЕНО:

- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;
- работа под руководством преподавателя на практических и лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла – три, НЕЗАЧТЕНО:

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла – два, НЕЗАЧТЕНО:

- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;

- знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответах грубых стилистических и логических ошибок;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

1 балл – один, НЕЗАЧТЕНО:

отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Пешковский Л.М., Перескокова Т.М. Инженерная геология. – М., 1982, – 340 с.
2. Седенко М.В. Геология, гидрогеология и инженерная геология. Изд. 2-е. – Минск: Высш. шк., 1975, – 384 с.
3. Ананьев В.П., Коробкин В.И. Инженерная геология. – М.: Высш. шк., 1973, – 299 с.
4. Маслов Н.Н., Котов М.Ф. Инженерная геология. – М.: Стройиздат, –1971.
5. Фролов А.Ф., Коротких И.В. Инженерная геология: Учебное пособие для гидрогеологических специальностей. – М.: Недра, 1983, – 332 с.
6. Черноусов С.И. Инженерная геология. – Новосибирск: СГУПС, 1999, – 75 с.
7. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1996, – 422 с.
8. Гольдштейн М.Н., Царьков А.А., Черкасов И.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: Транспорт, 1981.
9. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. – М.: Недра, 1975.
10. Малышев М.В. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах). Учебное пособие. – М.: Изд. АСБ, 2001. – 319 с.
11. Кудрявцев И.А., Пироговский К.Н. Основания и фундаменты: Пособие. – Гомель: БелГУТ, 2003.
12. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы. – М.: Госстрой СССР, 1985.
13. СНБ 5.01.01-99. Основания и фундаменты зданий и сооружений. – Мн.: Минстройархитектуры, 1999.
14. СНБ 1.02.01-96. Инженерные изыскания для строительства. – Мн.: Минстройархитектуры, 1999. – 110 с.
15. СТБ 943-2007. Грунты. Классификация. – 23 с.
16. Геотехнические реконструкции оснований и фундаментов зданий и сооружений: П11-01 к СНБ 5.01.01-99. – Минск: Минстройархитектуры, 2001. – 124 с.
17. Фундаменты плитные. Правила проектирования: ТКП 45-5.01-67-2007. – Минск: Минстройархитектуры, 2007. – 140 с.
18. Еврокод 7. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила: ТКП EN 1997-1-2009 (02250). – Минск: Минстройархитектуры, 2010. – 129 с.
19. Еврокод 7. Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследование и испытание грунта: ТКП EN 1997-1-2009 (02250). – Минск: Минстройархитектуры, 2010. – 150 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

20. Чернышов С.Н., Ревелис И.Л., Чумаченко А.Н. Задачи и упражнения по инженерной геологии. – М., 1984, – 185 с.
21. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. – М.: Высш. шк., 1982.
22. Гальперин А.М., Зайцев В.С., Норватов Ю.А. Гидрогеология и инженерная геология. – М.: Недра, 1989, – 382 с.
23. Клименков П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1977, – 366 с.
24. Богомоллов Г.В., Шпаков О.Н. Гидрогеология Белорусского кристаллического массива. – Мн.: Наука и техника, 1974, – 156 с.
25. Гидрогеология и гидротехнические сооружения: Учебное пособие / под ред. Н.Н. Смирнова. – М.: Высш. шк., 1988, – 471 с.
26. Короновский Н.В. Геология: Учебник для вузов. – М.: Академия, 2003, – 445 с.
27. Практикум по гидрогеологии: Учебник для техникумов. – М.: Стройиздат, 1996.
28. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов. Часть 1, 2 и 3. – М.: Стройиздат, 1971 и 1973.
29. Завриев К.С., Шпиро Г.С. Расчет фундаментов мостовых опор глубокого заложения. – М.: Транспорт, 1970.
30. Силин К.С., Глотов Н.М. Опускные колодцы. – М.: Транспорт, 1971.
31. Цытович М.Н. Механика грунтов. Краткий курс. М. Высшая школа, 1983.
32. Пироговский К.Н. Механика грунтов: лабораторный практикум. Гомель: БелГУТ, 2007, 45 с.
33. Вотьяков И.Ф. Механика грунтов, основания и фундаменты. Методические указания. Гомель, 1996.
34. Беспалова М.В. Дорожное грунтоведение и механика земляного полотна дорог: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 45 с.
35. Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. I. Породообразующие минералы: лабораторный практикум. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 38 с.
36. Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. II. Горные породы: лабораторный практикум. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 46 с.
37. Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. III. Гидрогеологические карты и расчеты: лабораторный практикум. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 32 с.
38. Беспалова М.В. Инженерная геология. В 4 ч. Ч. IV. Геологические карты и разрезы. – Гомель: БелГУТ, 2014. – 48 с.

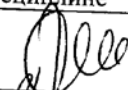


ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Изучение и определение породообразующих минералов
2. Изучение и описание магматических пород.
3. Изучение и описание осадочных пород.
4. Изучение и описание метаморфических пород.
5. Построение карты гидроизогипс и решение по ней некоторых гидрогеологических вопросов.
6. Построение геологической колонки по данным бурения одной скважины.
7. Построение геологического разреза по данным бурения 4-х скважин.
8. Определение гранулометрического состава песчаных грунтов.
9. Определение плотности, плотности части, влажности песчаного грунта и условного сопротивления (расчетного давления) согласно действующим нормам.
10. Определение границ пластичности, показателя консистенции глинистого грунта и условного сопротивления (расчетного давления) согласно действующим нормам.
11. Испытание грунтов на сжимаемость в условиях компрессионного сжатия.
12. Определение показателей сопротивления грунта сдвигу путем одноплоскостного среза.
13. Определение коэффициента фильтрации в компрессионно-фильтрационном приборе.
14. Испытание грунтов на сжимаемость во времени в условиях консолидации.
15. Статистическая обработка результатов испытания грунта на сдвиг

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Основы геохронологии. Определение возраста и стратиграфическая последовательность их образования.
2. Тектонические складчатые движения.
3. Определение расхода воды, притока воды к горизонтальному совершенному и несовершенному дренажу, определение положения кривой депрессии. Определение притока воды в совершенные и несовершенные колодцы и скважины. Определение расхода и дебита артезианских колодцев и скважин.
4. Химический состав подземных вод.
5. Определение характеристик физических свойств грунтов. Строительная классификация песчаных и глинистых грунтов.
6. Гидрогеологические условия строительства и охрана геологической среды.
7. Определение характеристик компрессионных свойств грунтов.
8. Определение прочностных характеристик грунтов.
9. Определение напряжений от действия собственного веса.
10. Расчет дополнительных напряжений.
11. Разработка варианта фундамента на естественном основании.
12. Разработка варианта свайного варианта. Определение несущей способности свай.
13. Определение осадок методом послойного суммирования.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОЛОГИЯ, МЕХАНИКА ГРУНТОВ,
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ»
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется со- гласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в со- держании учебной программы по изу- чаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разрабо- тавшей учебную программу (с ука- занием даты и но- мера протокола)
Сопротивление материа- лов	Строительная меха- ника		
Рациональное использо- вание и охрана водных ресурсов	Экология и рацио- нальное использо- вание водных ресурсов		
Водозаборные сооруже- ния	Экология и рацио- нальное использо- вание водных ресурсов		

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Геология, механика грунтов,
основания и фундаменты»
для специальности 1–70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение
и охрана водных ресурсов»
на 2015/2016 учебный год**

Дополнения и изменения	Основание
<p>Изменено в 5 семестре: – лабораторные занятия 14 часов вместо 16: (в теме 2.3 – 2 часа лаб.занятий вместо 4); – практические занятия 16 часов вместо 18: (в теме 7.1 – 1 час практ. занятий вместо 2, в теме 16.1 – 1 час практ. занятий вместо 2). Всего аудиторных часов по дисциплине 132 (вместо 136). Всего часов по дисциплине 268 (вместо 276).</p>	<p>В целях повышения качества обучения</p>

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Строительные конструкции, основания и фундаменты» (протокол № 8 от 08.06.2015).

Заведующий кафедрой
канд. техн. наук, доцент



(подпись)

В.В. Талецкий

УТВЕРЖДАЮ:

Декан строительного факультета
канд. техн. наук, доцент



(подпись)

Д.И. Бочкарев