

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

М.А. Тохаева

**МДК.02.01. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ НА ОБЪЕКТЕ КАПИТАЛЬНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Практикум для студентов специальности
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Черкесск
2025

УДК 69.05
ББК 38.6
Т 63

Рассмотрено на заседании ЦК «Технические дисциплины»
Протокол № 1 от «2» сентября 2024 г.
Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СКГА
Протокол № 27 от «07» ноября 2024 г.

Рецензенты: Леднева И.С. – председатель цикловой комиссии
«Технические дисциплины» СПК СКГА

Т 63 Тохаева, М.А. МДК.02.01. Организация технологических процессов на объекте капитального строительства: практикум для студентов II курса, обучающихся по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений / М.А. Тохаева. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2025. – 100 с.

Данный практикум ознакомит студентов специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений с характеристиками наиболее часто встречающихся в земной коре природных минералов и горных пород, которые имеют широкое применение в строительном деле.

Студенты изучают минералы и горные породы с использованием коллекций, определяют свойства грунтов, знакомятся с содержанием геологической документации.

В практикуме даны базовые понятия об основных строительных материалах, применяемых в строительстве. Представлены классификация, структура и свойства, а также технические требования, предъявляемые к материалам в соответствии с современными стандартами. В каждом разделе приведены решения практических задач, рассмотрен расчет состава тяжелого бетона. Дан список рекомендуемой учебной литературы.

**УДК 69.05
ББК 38.6**

© Тохаева М.А., 2025
© ФГБОУ ВО СКГА, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение.....	4
2	Практическая работа №1. Определение диагностических признаков минералов.....	6
3	Практическая работа №2. Определение магматических, осадочных, метаморфических пород по образцам.....	11
4	Практическая работа №3. Определение свойств песчаного грунта...	16
5	Практическая работа №4. Определение физических свойств глинистых грунтов.....	21
6	Практическая работа №5. Построение карты гидроизогипс по данным геологоразведки.....	26
7	Практическая работа №6. Построение геологического разреза.....	30
8	Практическая работа №7. Определение физических свойств строительных материалов.....	38
9	Практическая работа №8. Ознакомление со структурой и пороками древесины.....	44
10	Практическая работа №9. Определение качества и марки кирпича...	50
11	Практическая работа №10. Определение водопотребности и сроков схватывания цементного теста.....	54
12	Практическая работа №11. Определение гранулометрического состава песка.....	58
13	Практическая работа №12. Определение качества щебня.....	62
14	Практические работы №13, 14. Приготовление бетонной смеси и проверка свойств бетонной смеси.....	65
15	Практическая работа №15. Испытание арматуры для железобетонных конструкций.....	75
16	Практическая работа №16. Определение предела прочности бетона на сжатие.....	79
17	Практическая работа №17. Испытание и контроль качества бетона неразрушающим способом	82
18	Практическая работа №18. Ознакомление со строительными смесями и листовыми материалами на основе гипсовых вяжущих...	86
19	Практическая работа №19. Ознакомление с эксплуатационно-техническими характеристиками кровельных гидроизоляционных материалов.....	89
20	Практическая работа №20. Ознакомление с эксплуатационно-техническими характеристиками теплоизоляционных материалов...	93
21	Список использованных источников и литературы.....	98

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к практическим занятиям составлены в соответствии с учебной программой МДК.02.01. Организация технологических процессов на объекте капитального строительства для студентов, обучающихся по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений».

Методические указания знакомят студентов с характеристиками наиболее часто встречающихся в земной коре природных минералов и горных пород, которые имеют широкое применение в строительном деле. Описаны основные физические свойства минералов, состав и диагностические признаки горных пород и их применение в строительстве. Студенты изучают минералы и горные породы с использованием коллекций. Студенты знакомятся с содержанием геологической документации: строят и описывают инженерно-геологические разрезы, анализируют инженерно-геологические условия строительства.

Методические указания включают основные разделы изучаемой дисциплины, в которых содержатся сведения о материалах, которые используются в современном строительстве, их свойствах и областях применения; приведены методики стандартных испытаний, содержатся рекомендации к выполнению лабораторных работ, дана последовательность их выполнения с описанием используемых приборов и оборудования.

В работах по изучению основных свойств строительных материалов представлены методики определения их физических и механических свойств: истинной и средней плотности, водопоглощения, прочности и водостойкости. Представлены стандартные методы определения гидрофизических и физико-механических свойств строительных материалов. Приведены примеры решения задач по определению указанных характеристик. Дан материал для изучения классификации, состава, структуры, внешнего вида и свойств основных пороодообразующих минералов и горных пород. Содержание раздела «Материалы и изделия из древесины» включает изучение особенностей древесины как строительного материала: ее макро- и микроструктуры, влияния строения на свойства древесины; изучение основных пороков древесины и их влияния на физико-механические, технологические, декоративные свойства и долговечность. В разделе «Керамические материалы» приводится описание свойств керамического кирпича, нормативные требования, предъявляемые к кирпичу, сравнение их со свойствами других стеновых керамических изделий, дано ознакомление с основами теплотехнического расчета ограждающей конструкции. Рассматриваются образцы различных видов стеновых керамических изделий. Анализируются и сравниваются их свойства: размеры, средняя плотность, класс по средней плотности, группа по теплотехническим характеристикам, коэффициент теплопроводности, водопоглощение, марки по прочности и морозостойкости, условные

обозначения. Рассматриваются стандартные методы испытания стеновых керамических материалов; рассчитывается толщина кладки из различных керамических стеновых изделий.

В разделах «Неорганические вяжущие вещества» и «Бетоны» приведены общие сведения о портландцементе и его разновидностях, глиноземистом цементе, сырье и основах технологии производства, составе, нормируемых показателях качества, свойствах и областях применения. Приведены основные принципы расчета лабораторного состава тяжелого бетона по методу абсолютных объемов, последовательность расчета начального состава тяжелого бетона. В разделе «Органические вяжущие вещества и изделия на их основе» приведены стандартные методы испытания рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов, дано ознакомление с составом, свойствами, особенностями изготовления, а также с рациональными областями применения важнейших кровельных и гидроизоляционных материалов на основе битумных вяжущих. Рассматриваются основные компоненты пластмасс, особенности структуры и свойств теплоизоляционных материалов, ознакомление с наиболее применяемыми теплоизоляционными материалами и изделиями.

Дается понятие теплоизоляционного материала, особенности его структуры и принципы теплопереноса, факторы, влияющие на теплопроводность, особенности свойств теплоизоляционных материалов, их маркировка, эффективность применения. Для каждого материала рассматривается структура, внешний вид, сырье, основные свойства (средняя плотность, коэффициент теплопроводности, горючесть, температура применения), область применения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема 1.1. Инженерно-геологические исследования строительных площадок.

Определение диагностических признаков минералов.

Определение минералов полевым методом

Цель работы: научиться диагностировать породообразующие минералы по их внешнему виду и физическим свойствам

Минерал (лат. «*minera*» – руда) – химическое соединение, образующееся в результате естественных физико-химических и геологических процессов в земной коре или на ее поверхности. В земной коре среди нескольких тысяч минералов наиболее часто и в больших количествах встречаются только около сотни минералов. Минералы, слагающие горные породы называют породообразующими, если их в породе содержится более 5–10 %.

Строительная практика является важнейшим потребителем природных и искусственно созданных минеральных тел. Строитель-технолог должен хорошо разбираться в минералах, горных породах и технических камнях. Методы исследования минеральных тел можно разделить на три вида:

- 1) визуальные (макроскопические);
- 2) оптические (микроскопические);
- 3) специальные.

В практике строительства с достаточной точностью минералы можно определять макроскопическим (полевым) методом по внешним признакам. К главным внешним признакам минералов относятся: цвет, твердость, спайность, блеск, излом, действие на него соляной кислоты, цвет черты на неглазурованной фарфоровой пластинке.

Цвет. Минералы могут иметь самые различные цвета и оттенки. Одни минералы имеют определенный цвет, по которому их можно безошибочно определить, например красная киноварь, золотистый пирит, зеленый малахит, синий лазурит. Другие минералы, такие как турмалин, берилл, гранат, флюорит, кварц, могут быть различно окрашенными. Турмалин бывает черным, розовым, зеленым, бесцветным.

Цвет минералов зависит от их внутренней структуры, от механических примесей и главным образом от присутствия носителей окраски.

Твердость – способность кристалла сопротивляться механическому воздействию более прочного тела. Существует несколько методов определения твердости. В минералогической практике принята шкала Мооса.

Спайность – способность минерала раскалываться по определенным кристаллографическим плоскостям, соответствующим плоским сеткам пространственной решетки. Спайность может проявляться в одном, двух, трех, четырех и шести кристаллографических направлениях. В шлифе спайность наблюдается в виде серии трещин, пересекающих минерал.

Для оценки спайности существует следующая шкала:

1. Спайность весьма совершенная – кристалл легко расщепляется на тончайшие пластинки с ровной зеркальной поверхностью (слюда, гипс – четкие, тонкие параллельные трещины).

2. Спайность совершенная – кристалл в любом месте колется по определенным направлениям, образуя ровные поверхности; неправильный излом получается крайне редко (кальцит, галит, галенит – прерывистые параллельные трещины).

3. Спайность средняя – при расколе образуются как ровные спайные поверхности, так и неровные поверхности излома (полевые шпаты, роговая обманка).

4. Спайность несовершенная – ровные спайные поверхности редки, при разломе большей частью образуется неправильный излом (берилл, апатит).

5. Спайность весьма несовершенная – практически нет спайности, кристаллы имеют неровные поверхности излома при расколе (кварц, касситерит – очень короткие трещины).

Минералы, не имеющие спайности или имеющие несовершенную спайность, раскалываются по неровным плоскостям излома.

Блеск. Различают минералы с металлическим и неметаллическим блеском. Металлический блеск имеют те минералы, которые дают черную черту. Минералы с металлическим блеском напоминают блеск отполированной поверхности металла. Неметаллический блеск характерен для минералов, дающих любую цветную или белую черту. Минералы с неметаллическим блеском обычно прозрачные или полупрозрачные. Среди них выделяют несколько разновидностей блеска: стеклянный (кальцит, горный хрусталь); жирный (тальк, сера, нефелин); перламутровый – отливает радужным цветом (гипс, кальцит); алмазный – яркий, искрящийся; шелковый – характерен для минералов волокнистого строения; смолистый – подобен жирному блеску, но присущ темноокрашенным минералам; восковой – некоторые светлоокрашенные минералы с тонкозернистым или тонковолокнистым строением (халцедон); матовый – обычно минералы в виде землистых скоплений (глинистые минералы каолинит, монтмориллонит).

Излом в минералах может быть неровный (самородная сера, апатит, касситерит), ступенчатый (полевые шпаты), занозистый (актинолит, тремолит), раковистый (кварц, халцедон, опал), крючковатый (самородные элементы – золото, медь, платина) и других видов.

Действие соляной кислоты (10 %-ной) используют для обнаружения таких минералов, как кальцит и доломит. Под действием кислоты на кальцит CaCO_3 протекает реакция с заметным выделением углекислого газа.

Доломит вскипает под действием разбавленной соляной кислоты только в порошке при нагревании. На остальные минералы соляная кислота не действует.

Оборудование и материалы: лупа 7-10-кратного увеличения, стальная игла, молоток, перочинный нож, 10% раствор соляной кислоты, образцы минералов, набор минералов-эталонов, таблица «Главные породообразующие минералы»

Ход работы:

1. Сравнивают внешние признаки образца с эталоном (цвет, блеск, структуру) и ориентировочно дают название исследуемому минералу.

Требуется разделить минералы по цвету (визуально) на две группы – светлые и темные, затем определить цвет данного минерала и записать его в таблицу 2.

2. Определяют твердость минерала при помощи шкалы твердости Мооса (табл. 1).

Таблица 1 – Шкала твердости минералов

Показатель твердости	Минерал	Характеристика твердости
1	Тальк	Легко чертится ногтем
2	Гипс	Ноготь оставляет черту
3	Кальцит	Легко чертится стальным ножом
4	Плавиновый шпат	Чертится стальным ножом под небольшим давлением
5	Апатит	Чертится стальным ножом при сильном нажиме, стекло не чертит
6	Ортоклаз(полевой шпат)	Слегка царапает стекло, стальной нож черты не оставляет
7	Кварц	Легко царапает стекло, стальной нож черты не оставляет
8	Топаз	Легко царапает стекло, стальной нож черты не оставляет
9	Корунд	Легко царапает стекло, стальной нож черты не оставляет
10	Алмаз	Легко царапает стекло, стальной нож черты не оставляет

На гладкой поверхности исследуемого образца минерала пробуют нанести черту каждым из минералов, указанных в шкале начиная с самого мягкого. При этом устанавливают, какой минерал оставляет черту. Если на испытываемом минерале углубленной черты не образовалось, то из шкалы берут второй минерал и повторяют определение. Твердость считается на единицу меньше твердости минерала из шкалы, оставившего углубленную черту.

3. Определяют твердость перочинным ножом. Твердость перочинного ножа около 5,5. Нож будет давать углубленную черту на минералах с твердостью 5 и меньше, причем глубина этой черты указывает на большую или меньшую твердость минералов. Минералы, имеющие твердость 6 и больше, дают углубленную черту на ноже.

4. Проверяют действие соляной кислоты на минерал, для этого каплю соляной кислоты наносят на минерал. Если минерал относится к карбонатной

группе, то происходит вскипание на поверхности образца, выделяются хорошо заметные пузырьки углекислого газа.

5. Результаты работы заносят в таблицу 2, сравнивают их с данными таблицы – Главные породообразующие минералы и определяют наименование минерала.

Таблица 2 – Результаты работы

Цвет	Твердость	Спайность	Излом	Блеск	Действие HCl	Наименование минерала

6. Вывод.

Практическое задание

Составить характеристики свойств минералов и представить их в виде таблицы, составленной по форме 1

Таблица 3 – Исходные данные к практическому заданию 1

№ варианта	Минералы	№ варианта	Минералы
1	Микроклин, пирит	16	Кварц, доломит
2	Ортоклаз, ангидрит	17	Кальцит, магнезит
3	Биотит, опал	18	Мусковит, гипс
4	Галит, альбит	19	Лабрадор, сидерит
5	Авгит, магнетит	20	Роговая обманка, лимонит
6	Тальк, пирит	21	Кварц, топаз
7	Гипс, каолинит	22	Биотит, известковый шпат
8	Кальцит, полевой шпат	23	Ангидрит, ортоклаз
9	Апатит, оливин	24	Магнетит, слюда
10	Ортоклаз, хлорит	25	Полевой шпат, биотит
11	Кварц, слюда	26	Микроклин, тальк
12	Топаз, каолинит	27	Авгит, корунд
13	Корунд, известковый шпат	28	Оливин, алмаз
14	Алмаз, пирит	29	Альбит, лимонит
15	Лимонит, тальк	30	Лабрадор, мусковит

Форма 1

Минерал	
Цвет	
Цвет черты	
Блеск	
Твердость (шкала Мооса)	
Спайность	
Излом	
Реакция на соляную кислоту HCl	
В каких породах встречается в качестве породообразующего	
Устойчивость к выветриванию	
Применение в строительстве	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Определение диагностических признаков горных пород

Цель работы: научить студентов определять горные породы по совокупности признаков, описывать их свойства и классифицировать горные породы.

Определение горных пород полевым методом

Горная порода – это природное скопление минералов, то есть плотных или рыхлых минеральных агрегатов различного состава и свойств. По количеству минералов, входящих в горные породы, они делятся на:

простые (одноминеральные, мономинеральные) – гипс, ангидрит, кварцит;

и сложные (многоминеральные, полиминеральные) – гранит, сиенит, диабаз и др.

По происхождению горные породы делятся на три группы:

1 – изверженные (магматические) – образуются при кристаллизации застывающей магмы и лавы;

2 – осадочные – продукты разрушения других пород и накопления остатков организмов;

3 – метаморфические – образуются из магматических и осадочных пород в результате их изменений под действием высоких температур, давлений и химически активных веществ.

В зависимости от количества породообразующих минералов горные породы делят на *мономинеральные* и *полиминеральные*. Один и тот же минерал может быть в одной породе главным, а в другой – второстепенным;

Внутреннее строение горных пород характеризуется структурой и текстурой. *Структура* – особенности внутреннего строения породы, обусловленные размерами, формой и количественным соотношением ее составных частей. *Текстура* – пространственное расположение составных частей в ее объеме.

Магматические горные породы возникают путем кристаллизации магмы при ее остывании в недрах Земли (глубинные) или на ее поверхности (излившиеся).

Глубинные (интрузивные) породы формируются в условиях высокого давления при больших температурах. Остывание магмы происходит медленно, равномерно, нередко при участии газов, паров воды – образуются горные породы плотные, массивные, полнокристаллические (гранит, габбро).

Излившиеся (эффузивные) породы формируются в условиях быстрого остывания магмы (лавы) на поверхности земли, низкой температуры и небольшого давления, бурной отдачи газов и паров воды в атмосферу. Все это приводит к образованию горных пород, в составе которых имеется

большое количество пор и аморфного стекла, иногда с включением отдельных кристаллов (базальт, обсидиан, пемза, туф).

В магматических породах бывают следующие структуры:

- 1) зернистые (полнокристаллические), типичные для глубинных пород;
- 2) полукристаллические зернистые (совместное нахождение аморфного стекла и кристаллов);
- 3) стекловатые, характерные для излившихся пород.

Магматическим породам свойственны текстуры однородные (массивная – равномерное, плотное расположение минералов или сплошная), типичные для глубинных пород, и неоднородные, свойственные всем излившимся породам. Неоднородные текстуры (полосчатая) обусловлены чередованием в породе участков различного минерального состава или различных структур. Выделяют также текстуры: сланцеватую (расслоение на пластинки), шлаковую (ноздреватую) – порода, содержащая видимые глазом пустоты и др., миндалевидную (с овальными пустотами, заполненными вторичными минералами).

Для магматических пород характерна трещиноватость. Для излившихся пород, залегающих на поверхности Земли, характерны мелкие и хаотичные трещины, образовавшиеся в результате воздействия процесса выветривания; в глубинных породах всегда присутствует закономерная трещиноватость, формирующая отдельность горных пород, которая часто является их диагностическим признаком. Например, для базальта характерна столбчатая отдельность, диабазы – шаровая, граниты – глыбовая.

Метаморфические – это преобразованные изверженные и осадочные горные породы под действием высоких внутренних температур, давления и химически активных веществ.

Осадочные сцементированные горные породы относятся к классу скальных грунтов и делятся на три подгруппы: обломочные, биохимические, химические.

Сцементированные обломочные горные породы образуются из рыхлых обломков путем уплотнения и цементирования, т.е. скрепления веществами, выделяющимися из водных растворов. Природные цементы бывают разные: кремнистый (самый прочный), известковый, мергелистый, битуминозный, железистый, глинистый (непрочный) и др.

Биохимические осадочные горные породы образуются в результате жизнедеятельности организмов и отличаются от других пород наличием остатков животного и растительного мира.

Химические осадочные горные породы образуются при выпадении из истинных или коллоидных растворов химических осадков, которые со временем изменяются, уплотняются, перекристаллизуются.

Определение горных пород производится теми же методами, что и определение минералов.

Оборудование и материалы: лупа 7-10-кратного увеличения, стальная игла, молоток, перочинный нож, 10% раствор соляной кислоты, образцы горных пород, таблицы «Горные породы».

Ход работы:

1. Определяют группу пород по происхождению (изверженная, осадочная или метаморфическая).
2. Определяют цвет, структуру, сложение горной породы.
3. Определяют минералогический состав горной породы.
4. Проверяют действие соляной кислоты на горную породу, для этого каплю соляной кислоты наносят на горную породу. Если горная порода содержит минералы карбонатной группы, то происходит вскипание на поверхности образца, выделяются хорошо заметные пузырьки углекислого газа.
5. Результаты работы заносят в таблицу 4 и определяют наименование горной породы.

Таблица 4 – Результаты работы

Группа пород	Под-группа породы	Цвет	Структура	Сложение	Твердость	Состав	Особые признаки	Название породы
1	2	3	4	5	6	7	8	9

6. Вывод.

Практическое задание

Составить характеристики свойств горных пород и представить их в виде таблицы, составленной по форме 2

Таблица 5 – Исходные данные к практическому заданию 2

№ варианта	Минералы	№ варианта	Минералы
1	Диорит, мергель, мрамор	16	Габбро, глина, глинистый сланец
2	Базальт, песок, гнейс	17	Андезит, песчаник, кварцит
3	Гранит, щебень, яшма	18	Пегматит, серпентинит, гравий
4	Габбро, конгломерат, хлоритовый сланец	19	Диабаз, суглинок, графитовый сланец
5	Липарит, известняк, кварцит	20	Базальт, гипс, мрамор
6	Диорит, порфир, галька	21	Конгломерат, андезит, сиенит
7	Мергель, хлоритовый сланец, конгломерат	22	Хлоритовый сланец, липарит, габбро
8	Мрамор, доломит, кварцит	23	Липарит, гипс, конгломерат
9	Базальт, мергель, сланец	24	Известняк, порфир, базальт
10	Песок, известняк, трахит	25	Кварцит, галька, брекчия
11	Гнейс, базальт, сиенит	26	Глина, мергель, диабаз
12	Гранит, сиенит, трахит	27	Глинистый сланец, трахит, песок
13	Щебень, диабаз, кварцит	28	Андезит, мергель, габбро
14	Яшма, сланец, брекчия	29	Песчаник, сиенит, мрамор
15	Габбро, песчаник, пегматит	30	Гравий, липарит, сланец

Форма 2

Горная порода	
Тип (по происхождению)	
Группа (по происхождению)	
Минералогический состав	
Структура	
Текстура	
Окраска	
Устойчивость к выветриванию	

Реакция с соляной кислотой HCl	
Формы залегания	
Применение в строительстве	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Определение свойств песчаного грунта

1. Определение гранулометрического состава песчаного грунта.

2. Определение влажности песчаного грунта.

Цель работы: получение студентами практических навыков по определению гранулометрического состава песчаного грунта и его физических свойств, включая обработку опытных данных.

Определение гранулометрического состава песчаного грунта

Гранулометрический (зерновой) состав грунта определяют по суммарному содержанию в нем частиц различной крупности, выраженных в процентах по отношению к массе сухой пробы грунта, взятой для анализа.

Определение гранулометрического состава грунта заключается в его разделении на фракции и установлении их процентного содержания.

Для песчаных грунтов в настоящее время основным методом является ситовой. Этот метод позволяет определять содержание в грунте фракций диаметром $> 0,1$ мм, не требует применения сложной аппаратуры, прост для использования и дает достаточно точные результаты.

Ситовой метод может быть использован для анализа чистых песков, песков с примесью гравия и гальки (гравелистых песков), а также гравийно-песчаных грунтов.

В учебной лабораторной работе гранулометрический состав определяется ситовым методом без промывки водой с использованием набора сит диаметром отверстий от 10 до 0,1 мм.

Оборудование и материалы: стандартный набор сит, весы с разновесами, чашки, совки, песчаный грунт.

Ход работы:

1. Навеску песчаного грунта массой $m=1000$ г просеивают через стандартный набор сит (рис. 1).

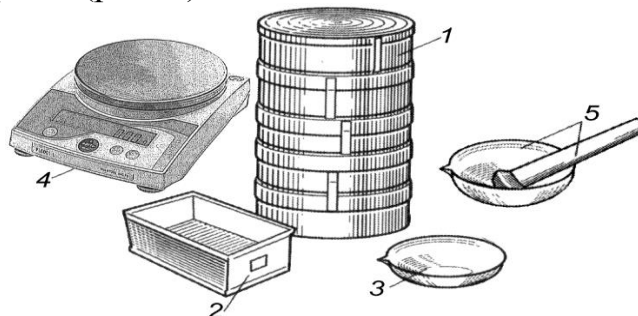


Рисунок 1 - Оборудование, необходимое для определения гранулометрического состава ситовым методом

Набор стандартных сит (размеры отверстий 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,1, мм) с поддоном и крышкой (1); лоток для анализируемого грунта (2); чашка фарфоровая для взвешивания фракций (3); лабораторные весы с точностью взвешивания до 0,01 г (4); фарфоровая ступка и пестик с резиновым наконечником (5); кисточка для сметания частиц с сит; грунтовый нож с прямым лезвием; лист белой плотной бумаги размером 25х25 см; сушильный шкаф.

2. Определяют массу грунта в граммах на каждом сите (частные остатки).

3. Определяют частные остатки и полные остатки в % к массе всей навески грунта.

4. Определяют количество частиц мельче данного размера, то есть полные проходы через сито.

5. Результаты определения гранулометрического состава заносят в таблицу 6 и изображают графически кривую неоднородности грунта (рис. 2).

Таблица 6 – Результаты определения гранулометрического состава грунта

Показатели	Данные рассева					
Масса навески грунта, г						
Размер сит, мм	2	1	0,5	0,25	0,1	< 0,1
Частный остаток, г						
Частный остаток, %						
Полный остаток, %						
Полные проходы, %						

Для построения кривой в полулогарифмическом масштабе (рис. 2) по оси абсцисс откладывают не диаметры частиц, а их логарифмы или величины пропорциональные логарифмам. В начале координат ставят число 0,01, а затем, принимая $\lg 10$ равным произвольному отрезку, откладывают этот отрезок в правую сторону три раза, делая отметки и, ставя против них числа, соответственно, 0,1; 1,0; 10,0. Расстояние между метками делят на девять частей пропорционально логарифмам чисел 2,3,4,5,6,7,8,9.

Для построения суммарной кривой гранулометрического состава берём отрезок длиной, например 5 см, и откладываем этот отрезок вправо от начала координат четыре раза, делая метки и ставя против них числа 0,01; 0,10; 1,0 и 10,0 (см. рис. 2).

Находим значения логарифмов чисел от 2 до 9 и умножаем их на длину отрезка 5 см (табл. 7).

Таблица 7 – Длина отрезков, откладываемых по оси абсцисс

Значение логарифма	Длина отрезка, см	Значение логарифма	Длина отрезка, см
$\lg 2=0,301$	$0,301 \cdot 5=1,505$	$\lg 6=0,778$	$0,778 \cdot 5=3,890$
$\lg 3=0,477$	$0,477 \cdot 5=2,380$	$\lg 7=0,845$	$0,845 \cdot 5=4,220$
$\lg 4=0,602$	$0,602 \cdot 5=3,010$	$\lg 8=0,903$	$0,903 \cdot 5=4,510$
$\lg 5=0,699$	$0,699 \cdot 5=3,490$	$\lg 9=0,954$	$0,954 \cdot 5=4,770$

Полученные значения отрезков откладываем по оси абсцисс от каждой метки, ограничивающей отрезок длиной 5 см.

Например, отложив от начала координат отрезок 1,505 см, получим значение логарифма диаметра частиц 0,002 мм; отложив от начала координат

отрезок 2,38 см, получим значение логарифма диаметра частиц 0,003 мм и т.д.

По оси ординат откладываем содержание фракций от 0 до 100 %. По суммарной кривой гранулометрического состава находим d_{60} и d_{10} (см. рис. 2).

Степень неоднородности гранулометрического состава C_V , т.е. показатель неоднородности гранулометрического состава, определяют по формуле

$$C_V = d_{60} / d_{10},$$

где d_{60} , d_{10} – диаметры частиц, мм, меньше которых в грунте содержится соответственно 60 и 10 % (по массе) частиц.

По степени неоднородности гранулометрического состава пески подразделяют:

- на однородный $C_V \leq 3$;
- на неоднородный $C_V > 3$.

Полные проходы
через сита, %

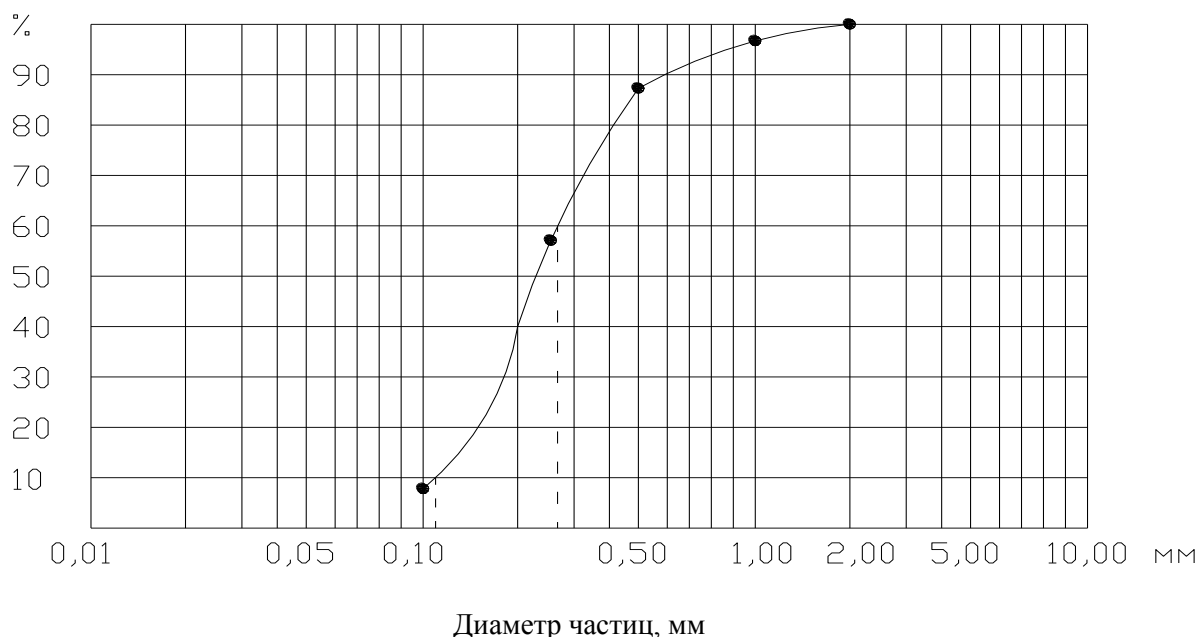


Рисунок 2 – Пример интегральной кривой гранулометрического состава грунта

$$d_{10} = 0,11 \text{ мм}$$

$$d_{60} = 0,26 \text{ мм}$$

$$k = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0,26}{0,11} = 2,36 < 3$$

Грунт- песок однородный

6. Наименование грунта определяют по ГОСТу по первому удовлетворяющему показателю в порядке расположения фракций, то есть сверху вниз (табл. 8):

Таблица 8 - Типы песчаных грунтов

Тип грунта	Содержание частиц, % от общей массы сухого грунта
Песок гравелистый	Масса частиц крупнее 2мм более 25%
Песок крупный	Масса частиц крупнее 0,5мм более 50%

Песок средней крупности	Масса частиц крупнее 0,25мм более 50%
Песок мелкий	Масса частиц крупнее 0,1мм 75% и более
Песок пылевидный	Масса частиц крупнее 0,1мм менее 75%

7. Вывод:

Определение влажности песчаного грунта

Влажностью грунта называют количество (в %) содержащейся в нем воды по отношению к абсолютно сухой массе. Влажность грунта - величина переменная и может колебаться в широких пределах.

Оборудование и материалы: сушильный шкаф, весы с разновесами, бюксы с крышками, эксикатор, песчаный грунт.

Ход работы:

1. Взвешивают пустой бюкс с крышкой (m).
2. В бюкс помещают пробу влажного грунта массой не менее 15г.
3. Взвешивают бюкс с влажным грунтом и крышкой (m_1).
4. Бюкс с грунтом при открытой крышке устанавливают в сушильный шкаф и высушивают при температуре 105°C в течение 3-х часов.
5. После высушивания бюкс закрывают крышкой и охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе с хлористым кальцием.
6. Взвешивают охлажденный бюкс с крышкой и высушенным грунтом (m_0).
7. Влажность грунта определяют по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} 100$$

8. Вывод

Результаты определения гранулометрического состава грунта

Показатели	Данные сита					
Масса навески грунта, г						
Размер сита, мм	2	1	0,5	0,25	0,1	< 0,1
Частный остаток, г						
Частный остаток, %						
Полный остаток, %						
Полные проходы, %						

Интегральная кривая гранулометрического состава грунта

Исходные данные к практической работе №3

Номер варианта	Масса навески, г	Частные остатки на ситах, г						Номер варианта	Масса навески, г	Частные остатки на ситах, г					
		2	1	0,5	0,25	0,1	< 0,1			2	1	0,5	0,25	0,1	< 0,1
1	2000	200	250	800	420	180	150	16	1300	250	310	154	376	120	90
2	1500	100	120	290	430	360	200	17	1100	127	218	300	255	100	100
3	1200	120	200	260	310	265	45	18	1200	130	349	320	231	50	120
4	1100	100	180	230	310	205	75	19	1400	240	190	405	345	160	60
5	1300	140	180	230	350	220	180	20	1600	200	340	180	380	410	90
6	1300	120	250	310	405	170	45	21	1400	120	190	800	210	50	30
7	1100	90	160	210	345	210	85	22	1300	105	234	500	341	100	20
8	1400	125	190	270	345	250	220	23	1200	220	290	110	180	340	60
9	1200	100	190	240	420	200	50	24	1500	120	290	100	360	200	430
10	1300	200	210	340	390	100	60	25	2000	800	420	200	150	180	250
11	1300	105	190	280	380	220	125	26	1300	290	120	410	130	160	190
12	1200	120	210	315	420	90	45	27	1300	180	230	210	420	110	150
13	1500	120	190	290	360	410	130	28	1600	340	200	380	410	90	180
14	1400	192	280	360	340	158	70	29	1300	250	310	120	170	405	45
15	1200	110	220	290	340	180	60	30	1300	310	154	250	120	376	90

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Определение физических свойств глинистых грунтов

1. Определение плотности грунта методом гидростатического взвешивания.

2. Определение пластичности грунта.

Цель работы: изучение методов определения плотности грунта, пределов пластичности, ознакомление с применяемым оборудованием.

Определение плотности грунта методом гидростатического взвешивания

К основным физическим свойствам грунтов относят: плотность, пористость, пластичность, липкость, набухание, усадку.

Плотностью частиц грунта называется отношение массы сухого грунта (исключая массу воды в его порах) к объему его твердой части.

Плотностью грунта называют отношение массы грунта, включая массу воды в его порах, к занимаемому этим грунтом объему.

Плотностью сухого грунта (скелета грунта) называют отношение массы сухого грунта (исключая массу воды в его порах) к занимаемому этим грунтом объему (включая имеющиеся в этом грунте поры) .

Оборудование и материалы: весы с разновесами, гидростатические весы, стеклянный стакан, парафин, фарфоровая чашка, кусок грунта.

Ход работы:

1. Кусок грунта с ненарушенным сложением и природной влажностью объемом 30см³ перевязывают нитью и взвешивают (m).

2. В фарфоровой чашке растопляют парафин.

3. Готовый образец грунта опускают в расплавленный парафин на 3-5 секунд, охлаждают на воздухе, затем вторично погружают в парафин и вновь охлаждают на воздухе.

4. Взвешивают запарафинированный образец грунта на воздухе (m₁).

5. Взвешивают запарафинированный образец грунта на гидростатических весах (рис. 3) в воде (m₂).

6. Плотность грунта с ненарушенным сложением и природной влажностью определяют по формуле:

$$\rho_r = \frac{m \rho_w \rho_s}{\rho_w (m_1 - m_2) - \rho_s (m_1 - m)},$$

где m – масса образца грунта без парафина, г

m₁ – масса образца грунта с парафином, взвешенного на воздухе, г

m₂ – масса образца грунта с парафином, взвешенного в воде, г

$\rho_{\text{п}}$ – плотность парафина, равная $0,9\text{г/см}^3$
 $\rho_{\text{в}}$ – плотность воды, равная $1,0\text{г/см}^3$

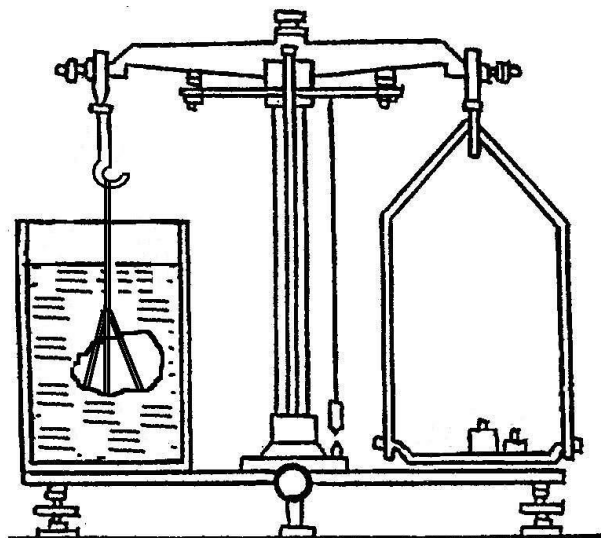


Рисунок 3 - Весы для гидростатического взвешивания

7. Результаты определения плотности грунта с ненарушенным сложением и природной влажностью заносят в таблицу 9.

Таблица 9 – Результаты определения плотности грунта

Показатели	Данные	Показатели	Данные
Масса образца грунта без парафина m , г		Плотность парафина $\rho_{\text{п}}$, г/см^3	
Масса образца грунта с парафином, взвешенного на воздухе m_1 , г		Плотность воды $\rho_{\text{в}}$, г/см^3	
Масса образца грунта с парафином, взвешенного в воде m_2 , г		Плотность грунта с ненарушенным сложением и природной влажностью, $\rho_{\text{г}}$, г/см^3	

8. Вывод.

,

Таблица 10 – Классификация глинистых грунтов

Виды глинистых грунтов	Число пластичности
Супесь	$0,01 \leq J_p \leq 0,07$
Суглинок	$0,07 < J_p \leq 0,17$
Глина	$J_p > 0,17$

А. Определение границы раскатывания и влажности на границе раскатывания

Оборудование и материалы: буюкс с крышкой, стеклянныe пластинки или глянцеваa бумага, весы с разновесами, сушильный шкаф, глинистый грунт.

Ход работы:

1. Приготовленное грунтовоe тесто перемешивают, берут из него небольшоe комочек и раскатывают пальцами на стекляннoй пластинке или глянцевoй бумаге до образования шнура диаметром 3 мм.

2. Если шнур при этой толщине сохраняет связность и пластичность его собирают в комочек и снова раскатывают в шнур.

3. Это повторяют до тех пор, пока шнур при диаметре 3мм не начнет делиться по всей длине поперечными трещинами на кусочки длиной 3-10 мм. Такое состояние грунта принимают за границу раскатывания (рис.4)

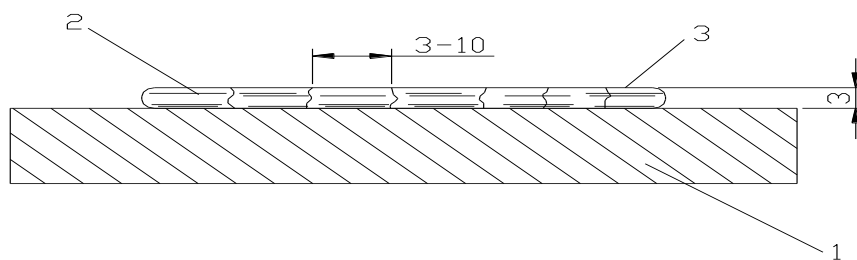


Рисунок 4 – Испытание нижней границы пластичности глинистого грунта

4. Все полученные кусочки собирают в заранее взвешенный буюкс и определяют влажность весовым методом.

5. Влажность грунта на границе раскатывания определяют по формуле:

$$W_p = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} 100$$

6. Результаты определения влажности грунта на границе раскатывания заносят в таблицу 11.

7.

Таблица 11 – Результаты определения влажности грунта на границе раскатывания

Масса, г			Влажность грунта на границе раскатывания, W_p , %
Пустого бюкса, m	Бюкса с влажным грунтом, m_1	Бюкса с высушенным грунтом, m_0	

Б. Определение границы текучести и влажности на границе текучести

Оборудование и материалы: бюкс с крышкой, балансирный конус А.М. Васильева, фарфоровая чашка, шпатель, весы с разновесами, сушильный шкаф, глинистый грунт.

Ход работы:

1. Приготовленное грунтовое тесто перемешивают шпателем и укладывают небольшими порциями в цилиндрическую форму прибора. Форму постукивают об упругую поверхность для удаления воздуха. Поверхность грунтового теста заглаживают шпателем в уровень с краями формы.

2. К поверхности грунтового теста подносят балансирный конус, смазанный тонким слоем вазелина так, чтобы острие касалось поверхности теста (рис. 5).

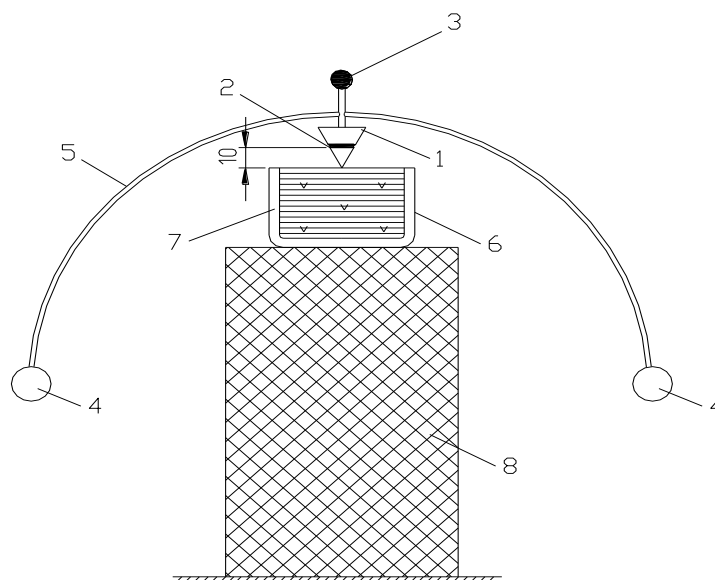


Рисунок 5 – Балансирный конус для испытания верхней границы пластичности грунтов
1 - конус из нержавеющей стали, полированный, с углом при вершине 30° , высотой 25 мм; 2 - круговая риска на расстоянии 10 мм от вершины, 3 – ручка, закрепленная в основании; 4 – металлический груз; 5 – стальной прут; 6 – грунтовая паста; 7 – металлическая чашка; 8 – подставка.

3. Опускают конус, и он погружается под действием собственной массы. Если балансирный конус за 5 секунд опускается в тесто на 10мм (до риски), то граница текучести достигнута. Когда глубина погружения конуса менее 10мм, грунт переносят в фарфоровую чашку, добавляют 1-2 капли воды, перемешивают и повторяют испытание.

4. Определяют влажность грунта весовым методом.

5. Влажность грунта на границе текучести определяют по формуле:

$$W_T = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} 100$$

6. Результаты определения влажности грунта на границе текучести заносят в таблицу 12.

Таблица 12 – Результаты определения влажности грунта на границе текучести

Масса, г			Влажность грунта на границе текучести, W_T , %
Пустого бюкса, m	Бюкса с влажным грунтом, m_1	Бюкса с высушенным грунтом, m_0	

За границу раскатывания принимается среднее арифметическое результатов параллельных определений влажности.

7. Вывод. На основе результатов определения влажности на границе раскатывания (W_p) и на границе текучести (W_T) вычислить число пластичности грунта используемого в опыте. По числу пластичности с использованием таблицы 10 определить вид глинистого грунта.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Построение карты гидроизогипс по данным геологоразведки

Цель работы. Освоение методики построения карты гидроизогипс и разреза водоносного горизонта по данным бурения, определения мощности водоносного горизонта и направления движения подземных вод.

Учебный материал. Результаты бурения для построения карты гидроизогипс грунтовых вод (число вариантов должно соответствовать числу студентов), микрокалькуляторы, линейки, карандаши, резинки, листы миллиметровой бумаги формата А5.

Методические указания.

Построение карты гидроизогипс грунтовых вод.

По данным замера уровня грунтовых вод в 9 скважинах, пробуренных по квадратной сетке на расстоянии 50 м друг от друга, необходимо построить карту в масштабе 1:1000, сечение гидроизогипс через 0,5 м при условии, что поверхность участка горизонтальная и ее абсолютная высотная отметка 250 м. Данные результатов бурения о вскрытии водоносного горизонта приведены в таблице 13.

Построение карты гидроизогипс выполняется на листе миллиметровой бумаги. Сначала, в соответствии с выбранным масштабом, определяется - какому количеству метров отвечает 1 см чертежа. Затем в заданном масштабе на чертеж наносятся точки, отвечающие местоположению каждой скважины. Рядом с каждой точкой подписывается номер скважины и глубина залегания водоносного горизонта по данным бурения.

Таблица 13 – Данные замера уровня грунтовых вод в 9 скважинах, пробуренных по квадратной сетке на расстоянии 50 м друг от друга

Номер варианта	Скв.1	Скв.2	Скв.3	Скв.4	Скв.5	Скв.6	Скв.7	Скв.8	Скв.9
1	2,0	3,5	4,5	2,5	4,0	5,5	3,5	5,0	6,5
2	3,0	4,5	5,5	3,5	5,0	6,5	4,5	6,0	7,5
3	5,0	6,5	7,5	6,5	7,0	8,5	6,5	8,0	9,5
4	4,0	5,5	8,0	5,5	6,0	10,5	5,0	8,0	11,5
5	5,0	6,5	9,0	6,5	7,0	11,5	6,0	9,0	12,5
6	7,0	8,5	11,0	8,5	9,0	13,5	8,0	11,0	14,5
7	7,5	5,0	3,0	6,0	4,0	2,5	4,5	3,0	1,5
8	8,5	6,0	4,0	7,0	5,0	3,5	5,5	4,0	2,5

9	10,5	8,0	6,0	9,0	7,0	5,5	7,5	6,0	4,5
10	5,0	6,5	5,5	6,0	7,5	6,5	7,0	8,0	7,0
11	6,0	7,5	6,5	7,0	8,5	7,5	8,0	9,0	8,0
12	8,0	9,5	8,5	9,0	10,5	9,5	10,0	11,0	10,0
13	6,0	9,5	7,5	6,5	10,0	8,5	8,5	11,5	7,5
14	7,0	10,5	8,5	7,5	11,0	9,5	9,5	12,5	8,5
15	9,0	12,5	10,5	9,5	13,0	11,5	11,5	14,5	10,5
16	6,5	4,5	6,0	7,0	5,0	6,5	6,7	4,8	6,2
17	7,5	5,5	7,0	8,0	6,0	7,5	7,7	5,8	7,2
18	9,5	7,5	9,0	10,0	8,0	9,5	9,7	7,8	9,2
19	7,0	5,5	7,0	8,0	7,2	7,5	8,5	7,5	8,3
20	8,0	6,5	8,0	9,0	8,2	8,5	9,5	8,5	9,3
21	10,0	8,5	10,0	11,0	10,2	10,5	11,5	10,5	11,3
22	2,8	3,0	1,0	3,2	4,0	1,5	4,2	5,1	2,3
23	3,8	4,0	2,0	4,2	5,0	2,5	5,2	6,1	3,3
24	5,8	6,0	4,0	6,2	7,0	4,5	7,2	8,1	5,3
25	6,5	8,5	11,0	7,0	9,0	12,0	7,5	9,5	12,5
26	7,5	9,5	12,0	8,0	10,0	13,0	8,5	10,5	13,5
27	9,5	11,5	14,0	10,0	12,0	15,0	10,5	12,5	15,5
28	6,0	7,5	9,5	6,5	7,0	9,2	6,8	7,3	9,5
29	7,0	8,5	10,5	7,5	8,0	10,2	7,8	8,3	10,5
30	9,0	10,5	12,5	9,5	10,0	12,2	9,8	10,3	12,5

Все точки попарно соединяются тонкими линиями. После этого каждая из линий делится штрихами на несколько равных отрезков, количество которых легко определить, если разницу абсолютных отметок глубины залегания водоносного горизонта в двух соседних скважинах разделить на 0,5 м (заданная величина сечения гидроизогипс). Например, если в двух соседних скважинах (например, №4 и №5), глубина залегания водоносного горизонта 4,5 и 6 м соответственно, то линию между ними нужно разделить на 3 равных отрезка (так как $6-4,5=1,5$ и $1,5:0,5=3$). У конца каждого отрезка (около соответствующего штриха) необходимо аккуратно подписать

промежуточное значение глубины залегания подземных вод (соответственно 5 и 5,5 м по направлению от скважины 4 к скважине 5). Нужно быть очень внимательным и не перепутать направление, в котором возрастает, либо убывает глубина залегания подземных вод. Операция повторяется до тех пор, пока все линии между соседними скважинами не будут разделены на нужное количество отрезков. Не следует забывать, что нужно соединять линиями соседние скважины не только по вертикали и горизонтали, но и по диагонали, что повышает точность построения гидроизогипс. Все вспомогательные построения проводят мягким простым карандашом. Соединяя одинаковые отметки глубины залегания подземных вод плавными кривыми линиями, получают гидроизогипсы. Гидроизогипсы обычно проводят синим цветом. Следует помнить, что гидроизогипсы *не могут пересекаться друг с другом*.

После построения гидроизогипс легко можно определить направление движения подземных вод. Так как вода всегда течет сверху вниз, то ее движение будет происходить по направлению от гидроизогипс с меньшими значениями глубины залегания к гидроизогипсам с большими значениями глубины залегания подземных вод. В приведенном ранее примере - от скважины 4 к скважине 5.

После построения карты гидроизогипс выполняют построение разреза водоносного горизонта по линии скважин 4-5-6 в том же масштабе (1:1000) при условии, что водоупорный слой залегает горизонтально и его кровля имеет абсолютную высотную отметку 225 м, а водовмещающие грунты представлены песчано-галечниковыми отложениями.

При построении разреза в левом верхнем углу ставится точка, около которой подписывается высотная отметка земной поверхности (площадки, на которой бурились скважины). В данном примере это 250 м. Вниз от этой точки на вертикальной оси в заданном масштабе откладывается расстояние, соответствующее разнице высотных отметок поверхности и глубины залегания водоупорного горизонта ($250-225=25\text{м}$). Ставится точка, около которой подписывается абсолютная отметка глубины залегания водоупорного горизонта. Так как по условиям задания и поверхность земли и поверхность водоупорного горизонта горизонтальны, вправо от полученных на вертикальной линии точек проводим две параллельные горизонтальные прямые линии. На верхней из них (не забывая про масштаб) наносим положение скважин 4, 5 и 6 и от полученных точек вниз (в том же масштабе) откладываем величину глубины залегания подземных вод в каждой из скважин. Получившиеся в результате точки соединяем плавной кривой – это кровля водоносного горизонта в разрезе. Площадь между получившейся кривой и нижней горизонтальной линией заполняем соответствующими условными знаками (в нашем случае это песчано-галечниковые отложения). Мы получили разрез водоносного горизонта по линии скважин 4-5-6.

Задания. По карте гидроизогипс (и разрезу) необходимо определить:

1. Направление движения подземных вод (провести 3-4 линии, наиболее характерные для потока).

2. Для центральной части участка определить мощность водоносного горизонта – определяется среднее значение мощности либо графически (с учетом масштаба), либо арифметическим расчетом (используя данные об абсолютных отметках земной поверхности, а также глубинах залегания подземных вод и водоупорного горизонта).

Оформление работы. Работа выполняется на отдельных листах формата А4, где указывается фамилия студента, номер группы, номер варианта.

Лист миллиметровой бумаги с построенной картой гидроизогипс грунтовых вод наклеивается на стандартный лист формата А4, на котором приводятся выводы студента о форме залежи грунтовых вод и направлении их движения. Указывается мощность водоносного горизонта. В конце занятия работы сдаются преподавателю для проверки.

Контрольные вопросы

1. Что такое гидроизогипсы?
2. Для чего строится карта гидроизогипс?
3. Как определить мощность водоносного горизонта?
4. Как определить направление движения подземных вод?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Построение геоморфологического и геологического разрезов

Цель работы: приобретение навыков построения геологического разреза по данным буровых работ.

Порядок проведения работы

1. В таблице вариантов найти номера скважин, по которым нужно построить геологический разрез, а в приложении А – их характеристики. Предложенная в задании очерёдность скважин должна строго соблюдаться при выполнении работы.

2. Задание составлено так, чтобы готовая работа поместилась на листе бумаги формата А4, расположенном горизонтально. Для этого можно использовать двойные тетрадные листы в клетку или миллиметровую бумагу соответствующего размера.

В нижней части листа во всю его длину построить таблицу, включающую в себя 5 граф: номер скважины, абсолютная отметка устья, абсолютная отметка забоя, уровень воды в скважине, расстояние между скважинами.

3. Выбрать для разреза горизонтальный и вертикальный масштабы.

Слева от предполагаемого разреза построить шкалу, отображающую вертикальный масштаб. Длина шкалы будет зависеть от глубины скважин. Нужно сравнить параметры всех задействованных скважин и выбрать из них минимальную отметку забоя и максимальную отметку устья. Нижняя отметка шкалы должна находиться на 1-2 см ниже минимальной отметки забоя, а верхняя – на столько же выше максимальной отметки устья. *Например, если минимальная отметка забоя 42 м, а максимальная отметка устья 63 м, то для построения разреза необходима шкала, включающая высотные отметки от 40 до 65 м включительно. Нумерацию на шкале рекомендуется начинать снизу вверх по возрастанию абсолютных отметок.*

При работе с пластами большой мощности масштабы могут быть одинаковыми. В других случаях, а так же в целях уменьшения длины разреза, горизонтальный масштаб можно принять в несколько раз меньше вертикального, но с таким расчетом, чтобы не получилось слишком большого искажения рельефа местности, обычно Мг 1:500 или 1:1000; Мв 1:100.

4. На расстоянии 1,5-2 см от шкалы провести жирную прямую вертикальную линию, изображающую ствол первой по порядку скважины. Ограничить её снизу коротким горизонтальным штрихом – так обозначают забой скважины.

Аналогично изобразить остальные скважины с учетом абсолютных отметок устья и забоя, а так же расстояния между скважинами.

Устья скважин соединить плавной линией для получения топографического профиля участка.

5. На линиях горных выработок, каждый раз начиная от устья, отложить в заданном масштабе границы пластов горных пород, отвечающие записям в журнале. Справа от ствола скважины подписать значения абсолютных отметок подошв пластов.

6. Границы одинаковых отложений в соседних скважинах соединить плавными линиями, которые будут являться графической интерполяцией положения пластов горных пород между выработками.

Если порода, имеющаяся в одной скважине, отсутствует в соседней, то её следует выклинивать на середине расстояния между выработками.

7. Если подземные воды достигнуты горными выработками, то в каждой скважине отображают положение их уровня синим цветом. Самые верхние отметки (УГВ – уровень грунтовых вод) соединить плавной синей линией, аналогично границам пластов.

8. Окончательно оформить разрез штриховкой пород однородного состава и одинакового возраста общепринятыми условными обозначениями.

9. Справа от разреза указать расшифровку условных обозначений. Масштабы изображения записать под заголовком работы.

Геологический разрез по линии скважин №№2-6-20-17

Мг 1:1000
Мв 1:1000

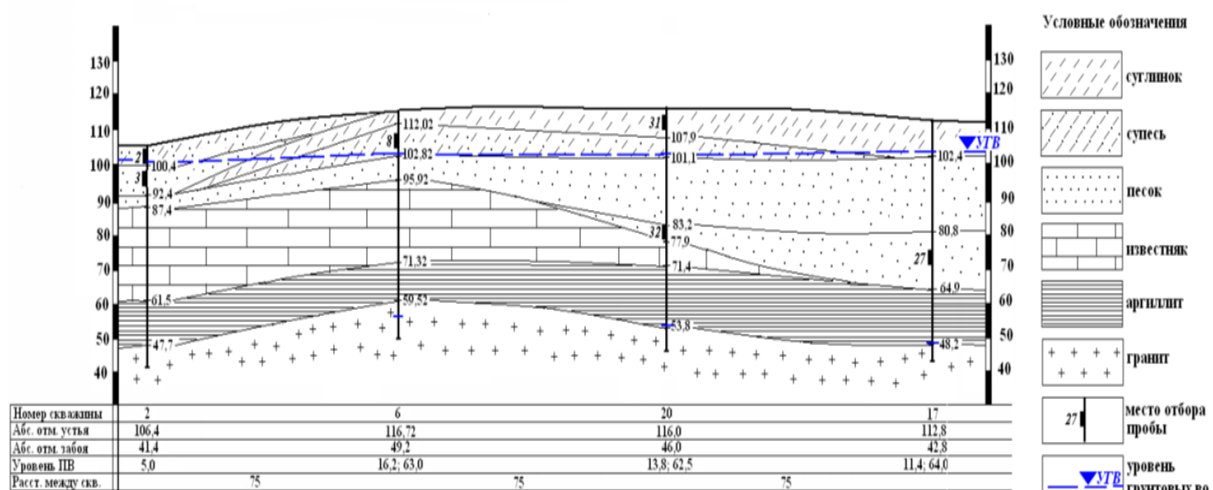


Рисунок 6 – Пример построения геологического разреза

Варианты заданий

На участке вдоль прямой линии пробурено 4 скважины на расстоянии 75 метров друг от друга. Построить геологический разрез по данным журнала документации буровых скважин, используя горизонтальный масштаб 1:1000, вертикальный масштаб 1:1000.

Таблица 14 – Исходные данные для построения геологического разреза

Вариант	Скважины	Вариант	Скважины	Вариант	Скважины
1.	1, 2, 3, 4	11.	2, 4, 1, 3	21.	4, 2, 1, 3
2.	1, 3, 2, 4	12.	2, 4, 3, 1	22.	4, 2, 3, 1
3.	1, 4, 3, 2	13.	3, 4, 2, 1	23.	4, 3, 2, 1
4.	1, 3, 4, 2	14.	3, 4, 1, 2	24.	4, 3, 1, 2
5.	1, 4, 2, 3	15.	3, 2, 1, 4	25.	5, 6, 7, 8
6.	1, 2, 4, 3	16.	3, 2, 4, 1	26.	5, 7, 8, 6
7.	2, 1, 3, 4	17.	3, 4, 1, 2	27.	5, 8, 7, 6
8.	2, 1, 4, 3	18.	3, 1, 2, 4	28.	5, 6, 8, 7
9.	2, 3, 1, 4	19.	4, 1, 2, 3	29.	5, 7, 6, 8
10.	2, 3, 4, 1	20.	4, 1, 3, 2	30.	5, 8, 6, 7

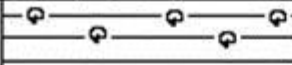
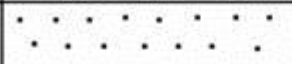
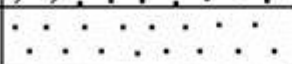
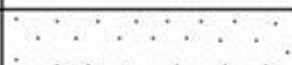
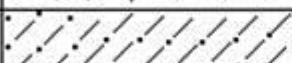
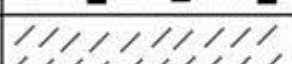
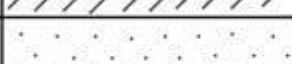
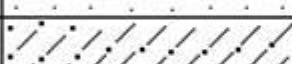
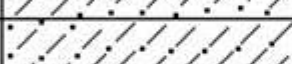
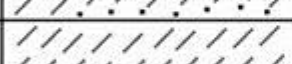
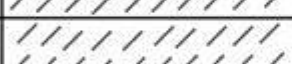
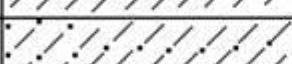
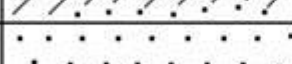
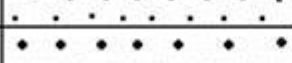
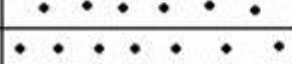
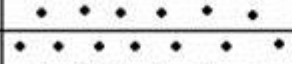
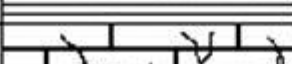
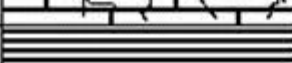
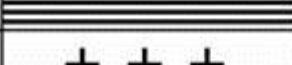
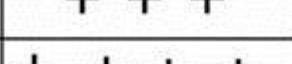
ЖУРНАЛ ДОКУМЕНТАЦИИ БУРОВЫХ СКВАЖИН

№ скваж.	Абсолютная отметка устья, м	№ слоя	Геологический индекс	Описание горных пород, места отбора проб	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м. Дата замера (2002-03 г.).	
						появивш.	установив.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	102,3	1.	aQ ₄	Супесь серая заторфованная	4,0	0,8 (06.01)	0,3 (18.09) Проба 1
		2.	aQ ₄	Ил серый с остатками органики	6,0		
		3.	aQ ₄	Песок мелкий, проба 1	20,4		
		4.	aQ ₃	Песок средней крупности	31,7		
		5.	C ₁	Известняк трещиноватый	65,0		
2	106,4	1.	aQ ₄	Супесь серая, проба 2	6,0	5,0 (10.01)	5,0 (18.09) Проба 2
		2.	aQ ₄	Песок мелкий, проба 3	14,0		
		3.	aQ ₃	Песок средней крупности	19,0		
		4.	C ₁	Известняк трещиноватый	34,9		
		5.	D ₃	Аргиллит серый	58,7		
		6.	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый	65,0		
3	141,3	1.	dQ ₄	Супесь серая заторфованная	2,2	0,8 (19.01)	0,6 (18.09)
		2.	C ₃	Глина чёрная плотная, проба 4	8,8		
		3.	C ₁	Известняк трещиноватый	69,08		
		4.	D ₃	Аргиллит серый	89,3		
		5.	γPR	Гранит крупнокристаллический выветрелый	92,0		
						40,1 (25.01)	40,7 (18.09) Проба 3
						89,3 (28.01)	90,0 (29.01)

1	2	3	4	5	6	7	8
4	144,1	1. 2. 3. 4. 5.	dQ ₄ C ₃ C ₁ D ₃ γPR	Супесь серая заторфованная Глина чёрная плотная, проба 5 Известняк трещиноватый Аргиллит серый, проба 6 Гранит трещиноватый крупнокристаллический	3,1 11,3 72,8 97,9 99,6	0,6 (01.02) 45,0 (06.02) 97,9 (11.02)	0,8 (18.09) 45,6 (18.09) Проба 4 95,8 (12.02)
5	144,6	1. 2. 3. 4. 5.	eQ ₄ C ₃ C ₁ D ₃ γPR	Супесь серая заторфованная Глина чёрная плотная, проба 7 Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый	3,5 12,1 73,2 94,9 97,4	0,4 (12.02) 46,2 (17.02) 94,9 (20.02)	0,5 (18.09) 46,8 (18.09) Проба 5 96,1 (21.02)
6	116,72	1. 2. 3. 4. 5. 6.	aQ ₃ aQ ₃ aQ ₃ C ₁ D ₃ γPR	Суглинок бурый плотный Супесь жёлтая, проба 8 Песок средней крупности Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый	4,7 13,9 20,8 45,4 65,2 67,0	15,8 (13.03) 65,2 (18.03)	16,2 (18.09) Проба 6 63,0 (19.03)
7	101,1	1. 2. 3. 4. 5. 6.	aQ ₄ aQ ₃ fgQ ₁ C ₁ D ₃ γPR	Песок мелкий, проба 9 Песок средней крупности Песок крупный кварцевый Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый	3,8 5,3 6,4 29,6 65,2 70,0	1,9 (21.03) 65,2 (28.03)	1,5 (18.09) Проба 7 66,5 (29.03)

1	2	3	4	5	6	7	8
8	94,6	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.	аQ ₄ аQ ₄ аQ ₃ fgQ ₁ С ₁ D ₃ γPR	Супесь бурая рыхлая Песок мелкий кварцевый Песок средней крупности Песок крупный, проба 10 Известняк трещиноватый Аргиллит серый Гранит трещиноватый выветрелый	5,8 14,3 24,6 32,5 33,9 52,2 61,0	4,1 (02.04)	4,6 (18.09) Проба 8
9	107,9	1. 2. 3. 4. 5. 6.	pQ ₄ аQ ₃ аQ ₃ fgQ ₁ D ₃ γPR	Щебень известняка Суглинок бурый, проба 11 Песок средней крупности Песок крупный кварцевый Аргиллит серый Гранит крупнокристаллический трещиноватый	2,3 9,6 28,3 42,0 56,0 59,0	9,6 (23.04) 56,0 (28.04)	15,5 (18.09) Проба 9 57,0 (29.04)
10	105,7	1. 2. 3. 4. 5. 6.	pQ ₄ аQ ₄ аQ ₃ fgQ ₁ D ₃ γPR	Щебень известняка Песок мелкий, проба 12 Песок средней крупности Песок крупный, проба 13 Аргиллит серый Гранит трещиноватый крупнокристаллический	2,3 12,8 25,9 41,5 45,4 52,6	4,6 (14.05) 45,4 (11.05)	5,1 (18.09) Проба 10 4,1 над устьем (12.05)

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Индекс	Литологический разрез	Описание пород
aQ ₄		Супесь серая заторфованная
aQ ₄		Ил серый с органическими остатками
aQ ₄		Щебень известняка
aQ ₄		Песок мелкий
aQ ₄		Супесь бурая рыхлая
aQ ₄		Песок мелкий кварцевый
aQ ₄		Песок пылеватый
pQ ₄		Супесь серая заторфованная
pQ ₄		Щебень известняка
dQ ₄		Суглинок серый
dQ ₄		Песок пылеватый
dQ ₄		Супесь серая заторфованная
eQ ₄		Супесь серая заторфованная
aQ ₃		Суглинок бурый иловатый
aQ ₃		Суглинок бурый плотный
aQ ₃		Супесь жёлтая
aQ ₃		Песок средней крупности
fgQ ₃		Песок крупный
fgQ ₁		Песок крупный кварцевый
fgQ ₁		Песок крупный
C ₁		Глина чёрная плотная
C ₁		Известняк трещиноватый
D ₃		Аргиллит серый
γPR		Гранит крупнозернистый выветрелый
γPR		Гранит крупнозернистый трещиноватый

Журнал документации буровых скважин

№ скв.	Абсол. отметка устья, м	№ слоя	Геолог. индекс	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Абсол. отметка забоя, м	Абсол. отметка подошвы слоя, м	Глубина залегания УПВ, м установивш.
		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Тема 1.2. Строительные материалы и изделия

Определение физических свойств строительных материалов

1. Определение истинной и средней плотности горной породы.
2. Определение пористости горной породы.

Цель работы: изучение методики и порядка определения показателей основных физических свойств строительных материалов.

Для правильного использования строительных материалов, изделий и деталей при возведении зданий и сооружений необходимо знать их физические и механические свойства.

К основным физико-механическим свойствам строительных материалов относят истинную плотность, среднюю плотность, пористость, водопоглощение, прочность. С методикой определения этих свойств в первую очередь должны познакомиться студенты на лабораторных занятиях.

Определение истинной и средней плотности горной породы

А. Определение истинной плотности

Оборудование и материалы: объемомер Ле-Шателье, весы технические, фарфоровая ступка, щебень гранитный.

Истинной плотностью материала называют физическую величину, равную отношению массы материала к его объему в абсолютно плотном состоянии.

Истинную плотность материала ρ , кг/м³, определяют по формуле

$$\rho = m/V,$$

где m – масса материала, кг;
 V – объем материала, м³.

Ход работы:

1. Берут высушенную и измельченную в порошок навеску каменного материала массой (m) 100 г.

2. Истинную плотность материала определяют при помощи объемомера Ле Шателье (рис. 7), который представляет собой стеклянную колбу объемом 120-150 см³ с узкой шейкой, несколько расширяющейся в средней части. На шейке колбы выше и ниже шаровидного уширения нанесены две черты, объем между которыми равен 20 см³. Шейка градуирована с ценой деления 0,1 см³.

Объемомер Ле - Шателье наполняют водой до нулевой черты.

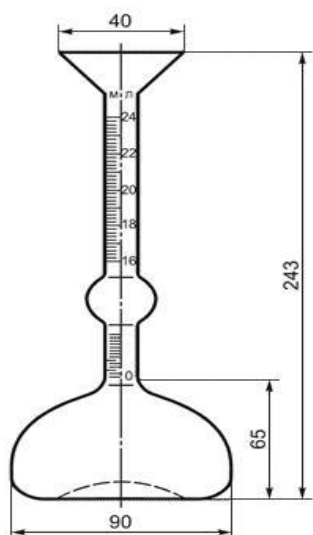


Рисунок 7 – Объеммер Ле-Шателье

3. Высыпают навеску каменного материала в объеммер до поднятия уровня воды на отметку 20 см³.

4. Взвешивают остаток навески каменного материала (m_1).

5. Определяют истинную плотность материала по формуле:

$$\rho = \frac{m - m_1}{V},$$

где m – масса навески каменного материала измельченного в порошок, г;

m_1 – масса остатка навески каменного материала после испытания, г;

V – объем жидкости, вытесненной навеской каменного материала (объем порошка в объеммере), см³.

6. Истинную плотность материала вычисляют с точностью до 0,01 кг/см³ как среднее арифметическое двух определений, расхождение между которыми не должно превышать 0,02 г/см³.

Результаты определения истинной плотности материала записывают в таблицу 15 и сравнивают с данными, приведенными в таблице 16.

Таблица 15 – Результаты определения истинной плотности материала

Материал	Навеска порошка каменного материала, г	Остаток навески после испытания, г	Вес порошка в объеммере, г	Объем порошка, см ³	Истинная плотность, г/см ³
Щебень гранитный					
Щебень гранитный					

7. Вывод

Таблица 16 - Истинная и средняя плотности некоторых строительных материалов

Материал	Истинная плотность, кг/м ³	Средняя плотность, кг/м ³
Гранит	2800-2900	2600-2700
Известняк плотный	2400-2600	2100-2400
Туф вулканический	2600-2800	900-2100
Кирпич керамический	2600-2800	1600-1800
Древесина сосны	1550-1600	500-600
Песок	2600-2700	1400-1600
Пенопласты	1300-1400	20-50
Стекло	2400-2600	2400-2600
Сталь строительная	7800-7850	7800-7850

Б. Определение средней плотности образца правильной формы

Оборудование и материалы: технические весы, штангенциркуль, образцы правильной формы.

Средней плотностью называют отношение массы материала в естественном состоянии, т.е. вместе с порами и пустотами, к его объему. Среднюю плотность ρ_0 , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_0 = m/V_1,$$

где m – масса материала, кг;

V_1 – объем материала в естественном состоянии, м³.

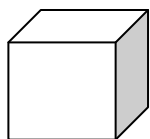
От средней плотности материала в значительной мере зависят его физико-механические свойства, например прочность и теплопроводность. Значение средней плотности материала используют при определении его пористости, массы и размера строительных конструкций, при расчетах транспорта.

При определении средней плотности материала можно использовать образцы как правильной, так и неправильной геометрической формы. От формы образца зависит метод определения средней плотности материала.

Ход работы:

1. Взвешивают образцы материалов правильной формы (m) на технических весах.
2. Измеряют образцы при помощи штангенциркуля.

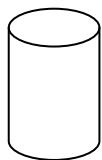
Объемы образцов правильной формы:



$$V = a^3, \quad \text{где } a - \text{сторона куба}$$



$$V = l \cdot b \cdot h, \quad \text{где } l, b, h - \text{длина, ширина, высота образца}$$



$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h, \quad \text{где } d, h - \text{диаметр, высота образца}$$

Рисунок 8 – Образцы правильной формы

3. Определяют объемы образцов (V).

4. Определяют среднюю плотность материала по формуле:

$$\rho_{cp} = \frac{m}{V},$$

где m – масса образца материала, г;

V – объем образца материала, см^3 .

6. Результаты испытаний записывают в таблицу 17 и сравнивают с данными, приведенными в таблице 16.

Таблица 17 – Результаты испытаний

Материал образца	Форма образца	Размер образца, см				Объем образца, см^3	Масса образца, г	Средняя плотность, г/см^3
		длина	ширина	высота	диаметр			

6. Вывод

В. Определение средней плотности материала методом гидростатического взвешивания.

Оборудование и материалы: технические весы, гидростатические весы, образцы камня неправильной формы, мензурка.

Ход работы:

1. Взвешивают образцы камня (m) на технических весах.
2. Погружают образцы камня в воду на 2 ч.
3. Вынимают образцы камня из воды, вытирают влажной тканью и взвешивают на технических весах (m_1).

4. Взвешивают образцы камня на гидростатических весах (m_2).

Для определения средней плотности материала неправильной геометрической формы используют гидростатические весы (рис.9).

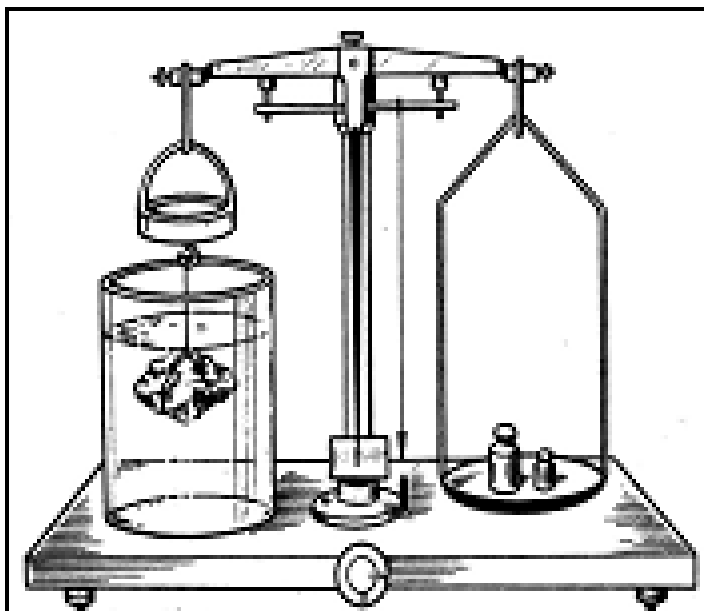


Рисунок 9 – Гидростатические весы

5. Определяют среднюю плотность материала по формуле:

$$\rho_{cp} = \frac{m}{m_1 - m_2} \cdot \rho_{\text{в}},$$

где m – масса высушенного образца горной породы, г;

m_1 – масса образца горной породы насыщенного водой и взвешенного на воздухе, г;

m_2 – масса образца горной породы насыщенного водой и взвешенного в воде, г;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воды, равная $1,0 \text{ г/см}^3$.

6. Среднюю плотность материала вычисляют как среднее арифметическое определений трех – пяти образцов.

Результаты испытаний записывают в таблицу 18 и сравнивают с данными, приведенными в таблице 16.

Таблица 18 – Результаты испытаний

Материал	Масса образца, г			Средняя плотность, г/см ³
	сухого	насыщенного водой	в воде	
Щебень гранитный				
Щебень гранитный				
Щебень гранитный				

7. Вывод

Определение пористости горной породы

Пористость материала характеризуется степенью заполнения его объема порами. Ее вычисляют по формуле

$$П = [1 - (\rho_0/\rho)] 100,$$

где П – пористость материала, %;

ρ_0 – средняя плотность материала, кг/м³;

ρ – истинная плотность материала, кг/м³.

Значения пористости строительных материалов различны, например для стекла и металла пористость составляет 0%, кирпича – 25-35%, обычного тяжелого бетона – 5-10%, газобетона – 55-85%, поропласта – 90-95%.

Ход работы:

1. Определив истинную и среднюю плотность каменного материала, подсчитывают пористость материала в % от объема материала принимаемого за единицу по формуле:

$$П = \left(1 - \frac{\rho_{cp}}{\rho} \right) \cdot 100,$$

где ρ_{cp} – средняя плотность каменного материала, г/см³

ρ – истинная плотность каменного материала, г/см³

2. Вывод.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Ознакомление со структурой и пороками древесины

Цель работы: изучение микро- и макроструктуры древесины; ознакомление с образцами различных пород древесины; пороки древесины.

Оборудование и материалы: образцы различных древесных пород и пороков древесины, микроскоп.

Порядок выполнения практического задания:

1. Макроскопическое строение древесины изучают с целью распознавания пород древесины, при этом оценивают цвет и поверхность коры, определяют наличие и вид ядра и заболони, степень видимости годовичных слоев и их очертание, различие между ранней и поздней древесиной, наличие прожилок, размеры и распределение сосудов, величину и число вертикальных смоляных ходов, а также текстуру, блеск древесины и прочее.

Для изучения макроскопического строения древесины каждой породы должны быть предварительно изготовлены комплекты образцов. Каждый комплект состоит из трёх образцов, которые предназначены для одной бригады учащихся, хранить образцы следует в сухом и тёмном месте, можно и в стеклянном шкафу, но обязательно в мешочке из полиэтиленовой плёнки, чтобы сохранить их естественную свежесть и цвет.

Обычно ствол дерева рассматривают на трёх основных разрезах: поперечном (торцевом), радиальном продольном (по диаметру или радиусу) и тангентальном продольном (по хорде).

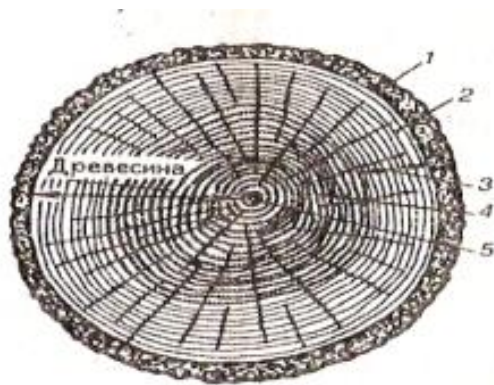


Рисунок 10 - Торцевой разрез ствола дерева

1 – кора; 2 – камбий;
3 – заболонь; 4 – ядро;
5 - сердцевина

При рассмотрении поперечного среза дерева можно обнаружить следующие основные его части: кору, камбий, заболонь, ядро и сердцевину.

Кора защищает дерево от механических воздействий, она состоит из двух слоев - наружного (корки) и внутреннего (луба). По лубяному слою в растущем дереве движутся питательные вещества.

Камбий находится между древесиной и корой; он состоит из живых клеток и имеет важное значение в процессе роста дерева.

Древесина состоит из ряда концентрических слоев, называемых годовичными кольцами, которые светлее к поверхности ствола и темнее у центра. Светлая часть древесины называется заболонью, а темная – ядром. Заболонь состоит из молодых живых веток. В растущем дереве по заболони движется влага, с растворёнными в ней минеральными веществами. Ядро состоит из мёртвых

клеток и обеспечивает прочность стволу дерева. В зависимости от наличия ядра и заболони породы делят на ядровые (сосна, дуб, лиственница, кедр) и заболонные, не имеющие ядра (береза, осина, ольха, липа). Породы, имеющие в поперечном сечении одинаковую окраску и содержащие различное количество влаги в центральной и периферической частях, называют спелодревесными породами (ель, бук, пихта).

Сердцевина представляет собой слабую ткань первичного образования, которая легко поддается загниванию. На радиальном и тангентальном разрезах ствола отчетливо видны годовичные слои. Каждый годовичный слой состоит из двух различаемых глазом зон: внутренней темной - поздней, образовавшейся к концу лета. Чем выше содержание в годовичных слоях поздней древесины, тем прочнее материал.

На поперечном разрезе ствола дуба, бука, клёна и других пород заметны узкие радиальные линии, так называемые сердцевидные лучи, направленные от коры к сердцевине; на радиальном разрезе они имеют вид широких и узких лент, а на тангентальном разрезе – вид коротких, слегка утолщенных штрихов. В растущем дереве сердцевидные лучи служат для перемещения влаги и питательных веществ. Хвойные породы имеют смоляные ходы, расположенные в продольном и поперечном направлении, в них сосредотачивается смола.

2. Признаки древесины основных пород

Сосна – годовичные слои хорошо видны, заболонь широкая, смоляные ходы довольно крупные и многочисленные.

Ель – ядра нет, древесина белого цвета, имеются смоляные ходы разного диаметра.

Лиственница – резко выделена разница между ранней и поздней древесиной годовичных слоев, заболонь узкая, смоляные ходы мелкие и немногочисленные.

Дуб – кольцесосудистая порода, имеющая широкие сердцевидные лучи, мелкие сосуды в поздней зоне образуют радиальные группы - язычки; заболонь узкая, резко ограниченная.

Ясень – сердцевидные лучи на радиальном разрезе очень узкие, невидимые, мелкие сосуды в поздней зоне объединены в группы в виде точек и коротких черточек; заболонь широкая, резко ограниченная, ядро светло-бурого цвета.

Береза – наиболее характерным признаком является часто встречающаяся сердцевинные повторения; древесина белая с легким красноватым или буроватым оттенком, средней массы и твердости; сердцевинные лучи видны только на торцевом разрезе.

Осина – древесина белая, легкая, довольно мягкая, сердцевидные лучи не видны ни на одном разрезе.

Липа – древесина белая, мягкая, сердцевинные лучи узкие и видны на поперечном и радиальном разрезах. На основании проведенного изучения

образцов древесной породы каждый студент бригады заносит результаты в отчет по лабораторным работам и зарисовывает основные разрезы стволов деревьев предложенных образцов.

3. Микроскопическое строение древесины изучают на типичных представителях трёх основных групп пород древесины. Например, микроскопическое строение хвойных пород изучают на готовых срезах древесины сосны, лиственных кольцесосудистых пород – на срезах дуба, лиственных рассеяно-сосудистых – на срезах древесины березы.

Перед началом занятий учащиеся должны ознакомиться по инструкции с оптической схемой и устройством микроскопа, расположением винтов для грубой наводки и точной фокусировки.

Качество изображения препарата, рассматриваемого в микроскоп, зависит от освещения, которое может быть и естественным и искусственным. В учебной лаборатории техникума препараты рекомендуется рассматривать при дневном освещении. Микроскоп устанавливают на массивный стол так, чтобы зеркало не было обращено к окну. Прямые солнечные лучи не должны попадать в микроскоп.

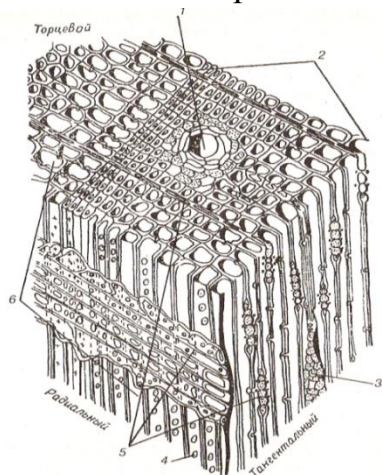


Рисунок 11 - Схема микроскопического строения древесины сосны
1 – вертикальный смоляной ход;
2 – годичный слой; 3 – многорядный луч;
4 – поры; 5 – сердцевинные лучи;
6 – ранние трахеиды

Препарат помещают на предметный столик микроскопа и закрепляют его пружинными клеммами так, чтобы изучаемый объект бы в центре поля зрения. Как только появиться ясное изображение предмета, начинают точную фокусировку микроскопа микрометрическими винтами. Достигнув четкого и ясного изображения препарата, приступают к изучению микроскопического строения древесины.

Наблюдая под микроскопом строение древесины сосны, сравнивают ее с изображением на схеме (рис.11). При изучении микроскопического строения древесины сосны в поперечном разрезе обращают внимание на границу между годичными слоями, на ранние и поздние трахеиды, сердцевидные лучи и вертикальные смоляные ходы. На разрезе трахеиды имеют вид клеток квадратной или прямоугольной формы, расположенных радиальными рядами. В пределах годичного слоя различают ранние (образующиеся весной и в начале лета) и поздние (образующиеся в конце

лета и осенью) трахеиды. Ранние трахеиды – с тонкими стенками и широкой полостью – проводящие клетки. Поздние трахеиды – с толстыми стенками и малой полостью – механические ткани. Сердцевидные лучи направлены поперёк годовичных слоев и имеют вид узких радиальных полосок. Вертикальные смоляные ходы представляют собой каналы, направленные вдоль трахеиды.

В радиальном разрезе сосны трахеиды имеют вид длинных волокон, на стенках которых хорошо видны окаймленные поры в виде концентрических окружностей. Узкие сердцевидные лучи видны хорошо; они длинными полосами пересекают трахеиды.

На тангентальном разрезе сосны трахеиды – длинные волокна преимущественно с гладкими стенками. Сердцевидные лучи имеют вид вертикальных цепочек и по высоте луча состоят из нескольких рядов клеток. Параллельно трахеидам проходят вертикальные смоляные ходы.

При изучении макроскопического строения древесины дуба (рис. 12) на поперечном разрезе обращают внимание на границу между годовичными слоями, крупные и мелкие сосуды, широкие и узкие сердцевидные лучи, волокна либриформа и древесную паренхимну. На радиальном разрезе дуба хорошо различимы под микроскопом границы между годовичными слоями. Следует обратить внимание на сосуды и их группировку, сердцевидные лучи, волокна либриформа и паренхимные клетки, вид сердцевидных лучей на тангентальном разрезе - на форму широких и узких сердцевидных лучей, вид сосудов, волокон либриформа и паренхимна.

При изучении микроскопического строения древесины данной породы необходимо в отчете по лабораторным работам сделать соответствующие зарисовки строения древесины и сравнить со схемами, представленными на рис.3.

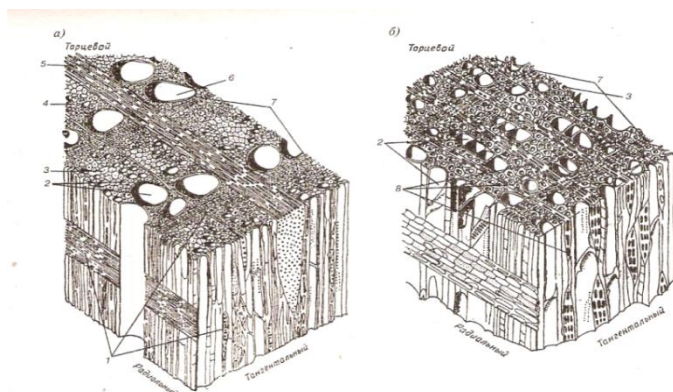
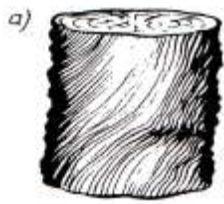


Рисунок 12 - Схема микроскопического строения древесины дуба (а) и березы (б)

1 – узкие сердцевинные лучи; 2 – сосуды; 3 – либриформ; 4 – мелкий сосуд поздней древесины; 5 – широкий сердцевинный луч; 6 – сосуд ранней древесины; 7 – годовичный слой; 8 – сердцевинные лучи

4. Ознакомление с видами пороков древесины

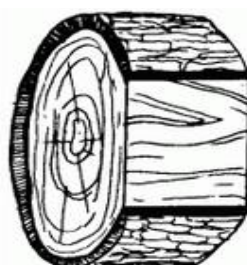
<i>Пороки древесины</i>	<i>Рисунок</i>
Косослой (рис., а) представляет собой вилообразное расположение волокон древесины. Он значительно снижает качество пиломатериалов. Косослойная древесина обладает повышенной величиной усушки и способна в большей степени к короблению.	
Свилеватость (рис., б) древесины характеризуется путаным или редко волнистым расположением волокон. Она чаще всего встречается у лиственных пород, преимущественно в комлевой части ствола. Свилеватость снижает прочность древесины при сжатии, изгибе и растяжении, а также затрудняет обработку древесины (сгорание) вследствие возникновения выдиров и отщепов.	
Крень (рис., в) представляет собой резкое утолщение летней древесины годовичного слоя со значительным повышением его твердости на более узкой стороне и смещением сердцевины. Степень этого порока определяется в процентах по отношению к общей площади торца.	
Двойная сердцевина (рис., г) представляет собой ясно видимые в поперечном разрезе ствола дерева две сердцевины. Снаружи древесного ствола обе сердцевины окружены сплошными кольцами годового слоя. Этот порок затрудняет переработку (распиловку) древесины, увеличивает количество отходов и склонность ее к растрескиванию.	
Метик представляет собой продольные трещины, видимые на торце дерева и идущие от комля дерева вверх и от центра до поверхности ствола.	
Отлуп - внутренняя трещина, идущая по годовому слою и распространяющаяся на некотором протяжении вдоль сортамента. Отлуп образуется под влиянием напряжений, возникающих под воздействием ветра и мороза. Нарушая цельность древесины в пиломатериалах, отлуп понижает их сортность.	
Морозобоина - наружная радиальная трещина, возникающая зимой при резком охлаждении ствола. Она чаще всего располагается в комлевой части ствола и идет на значительную глубину до сердцевины. Нарушая условность древесины и изменяя форму ствола, она может понижать сортность и выход пиломатериалов.	

Задание. Ознакомиться со строением основных древесных пород.

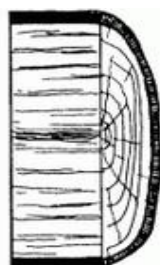
Пользуясь учебником, перечислить и зарисовать основные пороки древесины в соответствии с классификацией ГОСТ 2140–81.

1. Макроструктура древесины

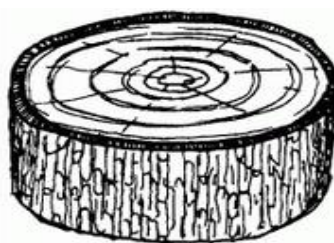
Зарисуйте срезы древесины сосны в трех основных направлениях



Тангентальный срез.



Радиальный срез.



Поперечный срез.

2. Микроструктура древесины

Пользуясь учебником, плакатами, срезами пород, микроскопом, опишите особенности микроструктуры древесины (при необходимости зарисуйте фрагменты микроструктуры).

3. Пороки древесины

1. Сучки (зарисуйте)
2. Трещины (зарисуйте)
3. Пороки формы ствола (зарисуйте)
4. Пороки строения древесины (зарисуйте)
5. Покоробленности (зарисуйте)
6. Химические окраски (перечислите)
7. Грибные поражения (перечислите)
8. Биологические повреждения (перечислите)
9. Инородные включения (перечислите)
10. Механические повреждения (перечислите)
11. Пороки обработки (перечислите)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Определение качества и марки кирпича

1. Оценка качества кирпича по внешним параметрам.
2. Определение марки кирпича.

Цель работы: выработать умение оценивать качество керамического кирпича и определять его маркировку по пределу прочности.

Оценка качества кирпича по внешним параметрам

Оборудование и материалы: угольник стальной, линейка, кирпич.

Керамическими называют искусственные каменные материалы, получаемые из глиняных масс путем формования, сушки и последующего обжига. После обжига керамические материалы приобретают значительную прочность, водостойкость, морозостойкость и ряд других ценных свойств. Среди керамических материалов наибольшее распространение имеют керамический обыкновенный и пустотелый кирпичи, пустотелые керамические камни, облицовочные плитки, керамическая черепица и керамзит.

Керамический кирпич изготавливают из легкоплавких глин с отощающими добавками или без них, пластическим или полусухим способами прессования и с последующей сушкой и обжигом.

Согласно ГОСТ 530-95, керамический кирпич выпускают одинарный с размерами 250х120х65 мм и модульный – 250х120х88 мм.

Полученные результаты по внешнему осмотру следует сравнить с требованиями ГОСТа и сделать заключение о качестве кирпича данной партии.

Ход работы:

1. Кирпич подвергается внешнему осмотру, в процессе которого устанавливают: качество обжига, наличие трещин, отбитости или притупленности ребер и углов.
2. Кирпич измеряют по длине, ширине, толщине, а также определяют искривление поверхностей и ребер, длину трещин.
3. Результаты испытаний заносят в таблицу 19, вычисляют отклонения и сравнивают их с допустимыми.

Таблица 19 – Результаты испытаний

Показатели	Фактические	По ГОСТ	Отклонения, мм
Размеры кирпича, мм:			
Длина		250 ±5	
Ширина		120 ±4	
Толщина		65 (88) ±3	
Искривление поверхности и ребер кирпича, мм:			
По постели		±3	
По ложку		±3	
		±4	
Количество сквозных трещин на ложковых гранях на всю толщину длиной до 40 мм включительно		Не более 1	
Отбитости или притупленности ребер и углов длиной до 15 мм		Не более 2	
Качество обжига		Эталон	

4. Вывод

Определение марки кирпича

А. Определение марки кирпича по пределу прочности на сжатие

Оборудование и материалы: гидравлический пресс, цементное тесто, кирпич

Марку кирпича определяют по пределу прочности при сжатии и изгибе подготовленных и испытанных на гидравлическом прессе образцов.

Ход работы:

1. Отобранные для испытания кирпичи (5 штук) распиливают по ширине на две равные части.
2. Половинки постелями накладывают одна на другую так, чтобы поверхности распила были направлены в противоположные стороны.
3. Склеивают половинки кирпичей цементным тестом толщиной до 5 мм.

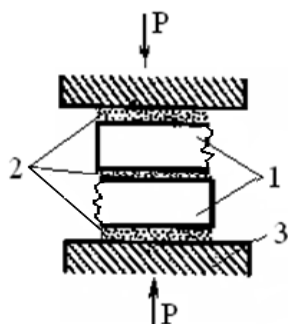


Рисунок 13 – Схема испытания кирпича на сжатие
1 – кирпич керамический; 2 – цементное тесто затвердевшее, слой 3-4 мм; 3 – плита гидравлического пресса

4. Подготовленный образец устанавливают на пресс и плавно увеличивают нагрузку до полного его разрушения.
5. Предел прочности при сжатии определяют по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P}{S} \cdot 1,2$$

где P – разрушающая нагрузка, кг;

S – площадь кирпича, см²;

1,2 – коэффициент на толщину кирпича.

6. Результаты испытаний заносят в таблицу 20.

Таблица 20 – Результаты испытаний

Площадь кирпича, см ²	Разрушающая нагрузка, кг	Предел прочности при сжатии, кг/см ²

7. Определяют среднее и минимальное значение предела прочности при сжатии.

8. Вывод. Марка кирпича определяется по среднему и минимальному результату значений предела прочности при сжатии и изгибе (табл. 21).

Таблица 21 – Марки керамического кирпича

Марка изделия	Предел прочности, МПа, не менее					
	При сжатии всех изделий		При изгибе			
	Средний для пяти образцов	Наименьший из пяти значений	Одинарного и утолщённого полнотелого кирпича		Утолщённого пустотелого кирпича	
			Средний для пяти образцов	Наименьший из пяти значений	Средний для пяти образцов	Наименьший из пяти значений
300	30,0	25,0	4,0	2,7	2,4	1,8
250	25,0	20,0	3,5	2,3	2,0	1,6
200	20,0	15,0	3,2	2,1	1,8	1,3
175	17,5	13,5	3,0	2,0	1,6	1,2
150	15,0	12,5	2,7	1,8	1,5	1,1
125	12,5	10,0	2,4	1,6	1,2	0,9
100	10,0	7,5	2,0	1,3	1,0	0,7
75	7,5	5,0	1,6	1,1	0,8	0,5

Б. Определение марки кирпича по пределу прочности на изгиб

Оборудование и материалы: гидравлический пресс, опоры, кирпич.

Ход работы:

1. Кирпич укладывают плашмя на две опоры, расположенные на расстоянии 20 см одна от другой.

2. Передают нагрузку на середину кирпича через опоры.

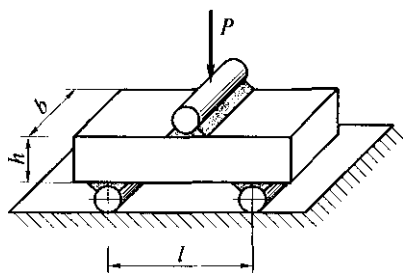


Рисунок 14 - Схема испытания кирпича на изгиб

3. Предел прочности при изгибе определяют по формуле

$$R_{изг} = \frac{3 \cdot P \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2},$$

где P – разрушающая нагрузка, кг;

l – расстояние между опорами, см;

b – ширина кирпича, см;

h – высота (толщина) кирпича, см.

4. Результаты испытаний заносим в таблицу 22

Таблица 22 – Результаты испытаний

№ образ-ца	Ширина b , см	Толщина h , см	h^2	Расстояние между опорами, см	$2bh^2$	Разрушающая нагрузка P , кг	$R_{изг}$, кг/см ²	$R_{изг.ср.}$, кг/см ²	$R_{изг.мин.}$, кг/см ²

5. Вывод. Марка кирпича определяется по среднему и минимальному результату значений предела прочности при сжатии и изгибе (таблица 9).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Определение водопотребности и сроков схватывания цементного теста

1. Определение нормальной густоты цементного теста
2. Определение сроков схватывания цементного теста

Цель работы: изучение основных требований к цементам, методов оценки их качественных показателей, определение марки цемента и его вида.

Определение нормальной густоты цементного теста

Оборудование и материалы: весы технические, прибор Вика, сферическая чашка, ручная мешалка, мензурка, секундомер, портландцемент.

Среди минеральных вяжущих веществ наибольшее применение в строительстве имеют цементы на основе портландцементного клинкера. Цементы, полученные на основе портландцементного клинкера по составу, в зависимости от содержания и вида активных минеральных добавок подразделяют согласно ГОСТ 23464-79 на портландцемент, портландцемент с минеральными добавками, быстротвердеющий портландцемент, шлакопортландцемент, быстротвердеющий шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и др.

Портландцемент – гидравлическое вяжущее вещество – продукт тонкого измельчения клинкера с добавкой гипса. Клинкер получают в результате обжига до спекания сырьевой смеси определенного состава, обеспечивающего преобладание в клинкере силикатов кальция.

Нормальную густоту цементного теста определяют согласно ГОСТ 310.3-76 на приборе Вика.

Ход работы:

1. Отвесить 400 г цемента и всыпать его в сферическую чашку.
2. Влить 100 мл воды в чашку с цементом и через 30 секунд перемешать цемент с водой. Продолжительность перемешивания – 5 минут с момента затворения цемента водой.
3. Цементное тесто уложить в кольцо прибора Вика, уплотнить встряхиванием, избыток теста срезать и выровнять поверхность ножом.
4. При определении нормальной густоты цементного теста в нижнюю часть стержня вставляют металлический цилиндр-пестик 1. Пестик прибора Вика привести в соприкосновение с поверхностью цементного теста.
5. Опустить пестик и через 30 секунд определить глубину его погружения по шкале прибора.

6. Сравнить с номинальной глубиной погружения пестика (5–7 мм выше дна кольца), соответствующей нормальной густоте цементного теста.

7. Если глубина погружения пестика не соответствует номинальной, то испытания повторить с количеством воды 110 мл, 115 мл.

8. Результаты испытаний занести в таблицу 23

Таблица 23 – Результаты испытаний

Показатели	Номер опыта		
	1	2	3
Навеска цемента, г			
Количество воды затворения, мл			
Глубина погружения пестика, мм			

9. Вывод: для получения цементного теста нормальной густоты на 100 г цемента необходимо взять _____ мл воды, то есть _____ % по массе цемента.

Определение сроков схватывания цементного теста

Оборудование и материалы: весы технические, прибор Вика, сферическая чашка, ручная мешалка, мензурка, секундомер, портландцемент.

Ход работы:

1. Отвесить 400 г цемента и всыпать его в сферическую чашку.

2. Влить в чашку с цементом количество воды, соответствующее нормальной густоте цементного теста. Количество воды определить по формуле

$$B = \frac{400 \cdot \text{НГ}}{100},$$

где НГ – нормальная густота цементного теста.

3. Перемешав цемент с водой в течение 5 минут, приготовить цементное тесто и уложить его в кольцо прибора Вика, уплотнить встряхиванием, избыток теста срезать и выровнять поверхность ножом.

4. Иглу прибора Вика привести в соприкосновение с поверхностью цементного теста.

5. Иглу погружать в цементное тесто и определять глубину ее погружения по шкале прибора через каждые 5 минут до начала схватывания цементного теста и через каждые 15 минут в последующее время до конца схватывания цементного теста.

6. Определить начало и конец схватывания цементного теста.

За начало схватывания принимают время с момента затворения цемента водой до момента, когда игла не дойдет до стеклянной пластинки на

1-2 мм. За конец схватывания принимают время от начала затворения цементного теста до момента, когда игла будет опускаться в тесто более чем на 1-2 мм.

Начало схватывания портландцемента должно наступать не ранее чем через 45 мин, а конец схватывания – не позднее 10 ч с момента затворения цементного теста.

7. Результаты испытаний занести в таблицу 24.

Таблица 24 - Результаты испытаний

Время от момента затворения цемента водой, мин.	Глубина погружения иглы в цементное тесто, мм

8. Вывод: начало схватывания цементного теста _____ мин.,
конец схватывания _____ час.

Задание для самостоятельной работы

Приведите некоторые данные о неорганических вяжущих веществах.

Определение понятия «Неорганические вяжущие вещества»

Типы неорганических вяжущих веществ (с примерами)

Дайте определение:

– извести строительной воздушной

– гипса строительного

– портландцемента

– глиноземистого цемента

Основные сырьевые материалы для производства:

– извести строительной воздушной _____

– гипса строительного _____

– портландцемента _____

– глиноземистого цемента _____

Области применения в строительстве:

– извести строительной воздушной _____

– гипса строительного _____

– портландцемента _____

– глиноземистого цемента _____

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Определение гранулометрического состава песка

Цель работы: ознакомиться с техническими требованиями на песок для строительных работ, методами испытания песка, научиться давать оценку возможности использования песка для приготовления бетонов, растворов и для других строительных целей.

Оборудование и материалы: стандартный набор сит, весы с разновесами, чашки, совки, песок.

Зерновой (гранулометрический) состав песка имеет большое значение для получения тяжелого бетона заданной марки. В тяжелом бетоне песок служит для заполнения пустот между зернами крупного заполнителя. В то же время все пустоты между зернами песка должны быть заполнены цементным тестом. Кроме того, этим же тестом должны быть покрыты и поверхности всех частиц. Для уменьшения расхода цементного теста следует применять пески с малой пустотностью и наименьшей суммарной поверхностью частиц. Для получения бетона плотной структуры при наименьшем расходе цемента целесообразно применять крупные пески, содержащие оптимальное количество средних и мелких частиц.

Зерновой состав песка характеризуется процентным содержанием в нем зерен различного размера. Для определения зернового состава песка применяют ситовой анализ.

Ход работы:

1. Навеску песка массой $m = 1000\text{г}$ просеивают через стандартный набор сит.

2. Полученные на каждом сите остатки взвешивают и определяют частные остатки α_i и полные остатки A_i .

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100\%$$

где m_i - масса остатка на данном сите;

m - масса просеиваемой навески песка.

$$A_i = \alpha_{2,5} + \alpha_{1,25} + \dots + \alpha_i$$

где $\alpha_{2,5}$; $\alpha_{1,25}$ - частные остатки на ситах с размером отверстий 2,5; 1,25мм и т.д.;

α_i - частный остаток на данном сите.

Таблица 25 - Гранулометрический состав песка m = 1000г

№ вар.	Размеры отверстий сит, мм					
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	< 0,14
1	250	150	150	150	200	100
2	200	250	150	150	150	100
3	100	150	200	200	200	150
4	200	350	200	150	100	-
5	150	250	150	150	250	50
6	250	150	150	250	150	50
7	150	50	50	300	250	200
8	250	300	250	50	150	-
9	50	200	250	300	200	-
10	200	300	250	200	50	-
11	100	300	100	150	300	50
12	300	200	50	300	100	50
13	50	100	300	100	350	100
14	350	100	300	100	150	-
15	100	50	200	250	250	150
16	250	250	100	150	100	150
17	50	100	200	350	300	-
18	300	350	200	100	50	-
19	100	300	300	50	50	200
20	150	150	300	300	50	50
21	250	150	250	100	200	50
22	200	100	250	50	250	150
23	150	100	50	300	350	50
24	350	300	100	100	150	-
25	200	150	150	250	150	100

3. Результаты определения зернового состава заносят в таблицу 26.

По данным таблицы 26 и значениям рекомендованным ГОСТ (табл. 27) строят график зернового состава песка и предельные кривые (рис. 15).

Таблица 26 – Результаты определения зернового состава песка

Остатки в ситах	Размеры отверстий сит, мм					Прошло через сито 0,14
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Частные, г						
Частные, %						
Полные, %						

Таблица 27 – Значения рекомендованные ГОСТ

Размер отверстий сит, мм	Полный остаток на сите, %
2,5	0 - 20
1,25	5 - 45
0,63	20 - 70
0,315	35 - 90
0,14	90 - 100

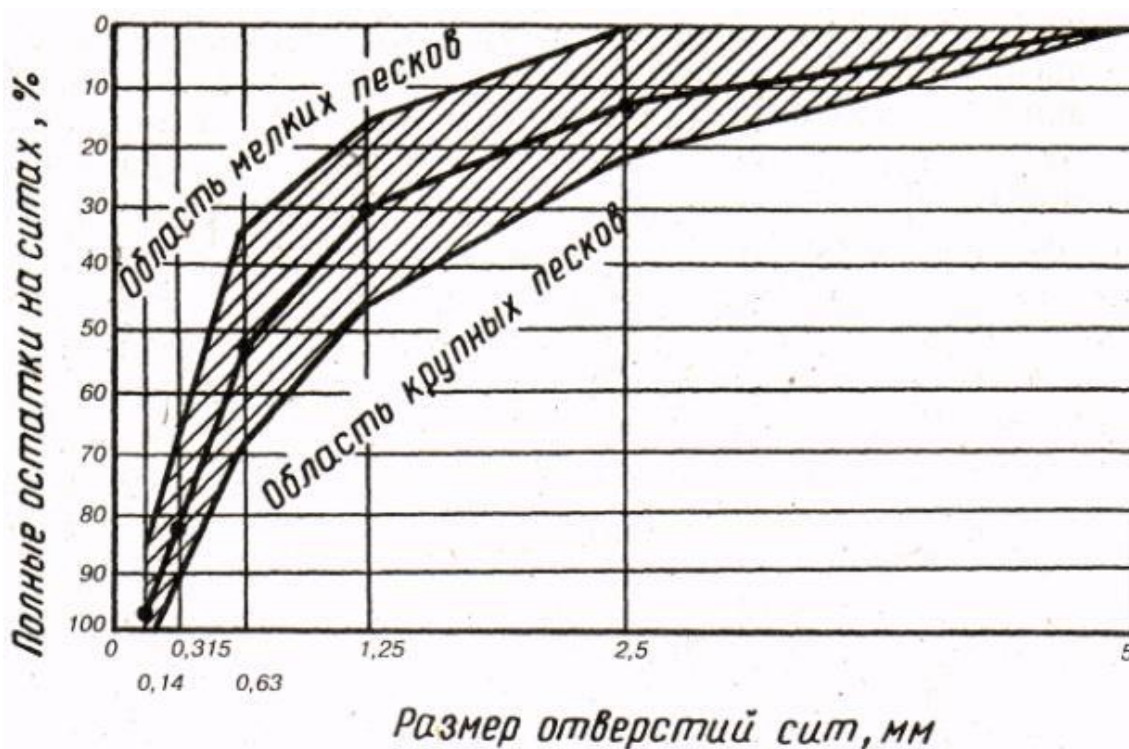


Рисунок 15 – График зернового состава песка

Так как кривая данного отсева вписалась между предельными кривыми, то песок по гранулометрическому составу соответствует ГОСТ и пригоден для приготовления бетонной смеси.

4. Определяют модуль крупности песка:

$$M_{кр} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

где $A_{2,5}$, $A_{1,25}$, $A_{0,63}$, $A_{0,315}$, $A_{0,14}$ – полные остатки на ситах, %.

Пески для строительных работ (ГОСТ 8736-77) в зависимости от зернового состава подразделяют на следующие группы: крупные, средние, мелкие и очень мелкие (табл.28).

Таблица 28 – Группы песков (ГОСТ 8736-77)

Группа песков	M_k	Полный остаток на сите №063, % по массе
Крупный	Свыше 2,5	Свыше 45
Средний	2 – 2,5	30 - 45
Мелкий	1,5 - 2	10 - 30
Очень мелкий	1 – 1,5	До 10

5. Вывод:

Так как $M_{кр} > 2,5$ то песок является крупнозернистым и по модулю крупности пригоден для строительных работ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

Тема 8.1.3 Определение качества щебня

1. Определение зернового состава щебня.
2. Определение влажности щебня.

Цель работы: ознакомиться с техническими требованиями на щебень для строительных работ, методами определения качества щебня.

Определение зернового состава щебня

Оборудование и материалы: стандартный набор сит, весы с разновесами, чашки, совки, щебень.

Щебень представляет собой рыхлый материал, получаемый путем дробления крупных кусков твердых горных пород. Смеси зерен щебня различных размеров подвергают рассеву на отдельные фракции.

Зерновой состав крупного заполнителя (щебня или гравия) в значительной мере влияет на качество приготовления на нем бетона. При выборе зернового состава крупного заполнителя для бетона необходимо исходить из основного требования: получить наименьший объем пустот в крупном заполнителе, а следовательно, наименьший расход цемента в бетоне заданной марки.

Ход работы:

1. Навеску щебня массой $m = 5000\text{г}$ просеивают через стандартный набор сит.

2. Полученные на каждом сите остатки взвешивают и определяют частные остатки α_i и полные остатки A_i на каждом сите.

Частные остатки определяют по формуле:

$$\alpha_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100\%$$

где m_i - масса частного остатка на сите, г;

m - масса навески щебня.

Полные остатки определяют по формуле:

$$A_i = \alpha_{40} + \alpha_{20} + \dots + \alpha_i$$

где α_{40} ; α_{20} - частные остатки на ситах с размером отверстий 40; 20мм и т.д.;

α_i - частный остаток на данном сите.

Определяют наибольшую $D_{\text{наиб}}$ и наименьшую $D_{\text{наим}}$ крупность зерен щебня:

$$D_{\text{наиб}} = 40 \text{ мм}; D_{\text{наим}} = 5 \text{ мм}$$

$$0,5 \cdot (D_{\text{наиб}} + D_{\text{наим}}) = 0,5 \cdot (40 + 5) = 22,5 \text{ мм} \approx 20 \text{ мм}$$

Принимаем сито с отверстием 20мм.

$$1,25 \cdot D_{\text{наиб}} = 1,25 \cdot 40 = 50 \text{ мм}$$

3. Результаты определения зернового состава щебня заносят в таблицу 21. По данным таблицы 29 и рекомендованным ГОСТ (табл. 30) значениям строят график гранулометрического состава щебня и предельные кривые (рис. 16).

Таблица 29 – Результаты определения зернового состава щебня

Остатки в ситах	Размеры отверстий сит, мм				Прошло через сито 5
	40	20	10	5	
Частные, г					
Частные, %					
Полные, %					

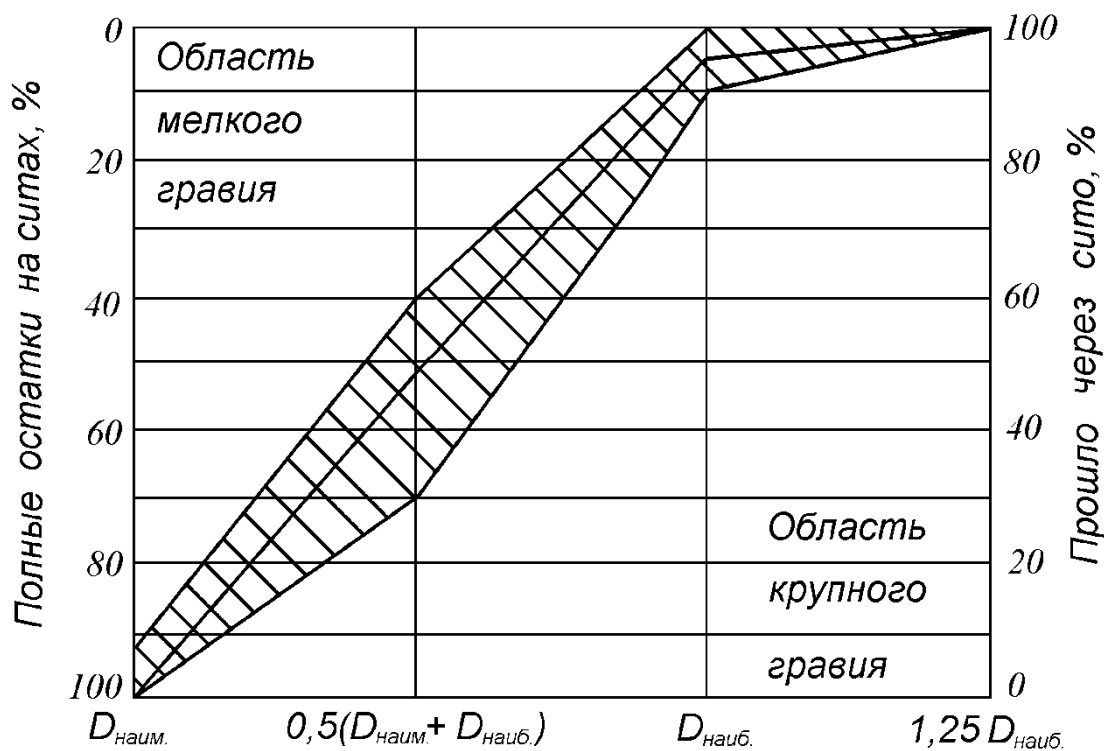


Рисунок 16 - График зернового состава гравия (щебня)

Так как кривая данного отсева вписалась между предельными кривыми, то щебень по гранулометрическому составу соответствует ГОСТ и пригоден для приготовления бетонной смеси.

Таблица 30 – Значения, рекомендованные ГОСТ

Размер отверстий сит, мм	Полный остаток на сите, %
$D_{\text{наиб}}$	0 - 10
$D_{\text{наим}}$	90 - 100
$0,5 \cdot (D_{\text{наиб}} + D_{\text{наим}})$	30 - 80
$1,25 \cdot D_{\text{наиб}}$	0 - 5

4. Вывод:

Определение влажности щебня

Оборудование и материалы: весы технические, сушильный шкаф, щебень

Ход работы:

1. Навеску щебня фракции 5-10мм массой $m_{\text{в}} = 500\text{г}$ высушивают до постоянной массы.
2. Взвешивают щебень в сухом состоянии ($m_{\text{с}}$)
3. Определяют влажность щебня:

$$W = \frac{m_{\text{в}} - m_{\text{с}}}{m_{\text{с}}} \cdot 100$$

4. Вывод

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ № 13, 14

Приготовление бетонной смеси и проверка свойств бетонной смеси

1. Расчет состава бетонной смеси.
2. Определение подвижности бетонной смеси.
3. Определение жесткости бетонной смеси.

Цель работы: рассчитать состав бетонной смеси и определить его основные свойства.

Расчет состава бетонной смеси

1. Рассчитывают лабораторный состав бетонной смеси по методу абсолютных объемов.

1.1. Определяют водоцементное отношение бетонной смеси по формуле:

$$R_6 = A \cdot R_u \cdot \left(\frac{Ц}{B} - C \right); \quad \text{Отсюда} \quad \frac{B}{Ц} = \frac{A \cdot R_u}{R_6 + C \cdot A \cdot R_u},$$

где R_u, R_6 – пределы прочности цемента и бетона при сжатии;
 A – коэффициент, учитывающий качество песка и щебня;
 $A = 0,65$ – для высококачественных материалов;
 $A = 0,6$ – для рядовых материалов;
 $A = 0,55$ – для материалов пониженного качества;
 C – коэффициент, учитывающий вид напряженного состояния;
 $C = 0,5$ для сжатия.

1.2. Определяют расход воды на 1 м^3 бетонной смеси в зависимости от осадки конуса ОК и наибольшей крупности зерен щебня по таблице 31.

Таблица 31 – Расход воды на 1 м^3 бетонной смеси

Характеристика бетонной смеси		Содержание воды в бетонной смеси, л/м ³ при крупности щебня, мм		
Осадка конуса, см	Жесткость, сек.	10	20	40
0	150-200	155	140	130
0	90-120	160	145	135
0	60-90	170	155	140
0	30-60	175	160	145
0	15-30	185	170	155
1	-	195	180	165
2	-	200	185	170
3	-	205	190	175
5	-	210	195	180
7	-	215	200	185
8	-	220	205	190
10	-	225	210	195

1.3. Определяют расход цемента на 1 м³ бетонной смеси по формуле:

$$Ц = \frac{В}{В/Ц}$$

Если расход цемента на 1 м³ бетонной смеси окажется меньше минимально допустимого – 200 кг/м³, то из условия получения плотного бетона расход цемента увеличивают до требуемой нормы.

1.4. Определяют расход щебня на 1 м³ бетонной смеси

$$Щ = \frac{1}{\frac{П_{щ} \cdot K_{щ}}{\rho_{щ}} + \frac{1}{\rho_{ц}}}$$

Пустотность щебня

$$П_{щ} = 1 - \frac{\rho_{нщ}}{\rho_{ц}}$$

Коэффициент раздвижки зерен щебня цементно-песчаным раствором определяют по таблице 32 в зависимости от расхода цемента и водоцементного отношения бетонной смеси.

Таблица 32 – Коэффициент раздвижки зерен щебня

Расход цемента кг/м ³	Коэффициент K _щ при В/Ц				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	1,3	1,36	1,42	-
350	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,4	1,46	-	-	-

Примечание: при других значениях Ц и $\frac{В}{Ц}$ коэффициент K_щ находят интерполяцией.

1.5. Определяют расход песка на 1 м³ бетонной смеси

$$П = \left[1 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} \right) \right] \cdot \rho_{п} \text{ (кг/м}^3\text{)}$$

Вывод: лабораторный состав бетонной смеси

$$\frac{Ц}{Ц} : \frac{Щ}{Ц} : \frac{П}{Ц} \text{ при } \frac{В}{Ц}$$

1. Определяют полевой (рабочий) состав бетонной смеси с учетом природной влажности песка и щебня.

1.1 Содержание цемента не меняется, так как влажность для цемента не допустима.

$$Ц' = Ц \text{ (кг)}$$

1.2 Так как вода присутствует в щебне и песке и повышает водоцементное отношение, то ее количество надо уменьшить на количество воды содержащееся в щебне и песке

$$B' = B - \frac{\Pi \cdot W_{\text{ш}}}{100} - \frac{\Pi \cdot W_{\text{п}}}{100}$$

1.3 Пересчитывают водоцементное отношение

$$\frac{B'}{Ц'}$$

1.4 Определяют содержание щебня с учетом его природной влажности

$$\Pi \Pi' = \Pi \Pi + \frac{\Pi \cdot W_{\text{ш}}}{100} \quad (\text{кг/м}^3)$$

1.5 Определяют содержание песка с учетом его природной влажности

$$\Pi \Pi' = \Pi \Pi + \frac{\Pi \cdot W_{\text{п}}}{100} \quad (\text{кг/м}^3)$$

Вывод: полевой состав бетонной смеси

$$\frac{\Pi \Pi'}{\Pi \Pi'} : \frac{\Pi \Pi'}{\Pi \Pi'} : \frac{\Pi \Pi'}{\Pi \Pi'} \quad \text{при} \quad \frac{B}{\Pi \Pi'}$$

Определяют расход материалов на один замес бетономешалки

1.6 Определяют коэффициент выхода бетонной смеси.

Так как при перемешивании компонентов бетонной смеси песок занимает пустоты между крупным заполнителем, а цементное тесто – пустоты между частицами песка, то объем готовой смеси всегда меньше объема исходных материалов. Коэффициент выхода бетонной смеси определяют с учетом того, что вода идет только на смачивание материалов и к увеличению объема не приводит

$$\beta = \frac{1}{\frac{\Pi \Pi'}{\rho_{\text{ш}}} + \frac{\Pi \Pi'}{\rho_{\text{п}}} + \frac{\Pi \Pi'}{\rho_{\text{ц}}}}$$

1.7 Определяют расход материалов на один замес бетономешалки с полезным объемом $V_6 = \text{л}$

$$B_v = \frac{B' \cdot \beta \cdot V_6}{1000}$$

$$\Pi \Pi_v = \frac{\Pi \Pi' \cdot \beta \cdot V_6}{1000}$$

$$\Pi \Pi_v = \frac{\Pi \Pi' \cdot \beta \cdot V_6}{1000}$$

$$\Pi \Pi_v = \frac{\Pi \Pi' \cdot \beta \cdot V_6}{1000}$$

1.8 Средняя плотность готовой бетонной смеси составит

$$\rho_{\text{ср}} = B' + \Pi \Pi' + \Pi \Pi' + \Pi \Pi' \quad (\text{кг/м}^3)$$

Задание на проектирование

Рассчитать состав бетонной смеси для бетонирования монолитных балок и колонн со следующими характеристиками:

- предел прочности бетона при сжатии R_6 (МПа)
- осадка конуса ОК

Портландцемент:

- активность R_c (МПа)
- истинная плотность ρ_c (кг/м³)
- насыпная плотность ρ_{nc} (кг/м³)

Щебень:

- истинная плотность $\rho_{щ}$ (кг/м³)
- насыпная плотность $\rho_{нщ}$ (кг/м³)
- влажность $W_{щ}$ (%)
- гранулометрический состав щебня $m = 20000г$

Песок:

- истинная плотность ρ_p (кг/м³)
- насыпная плотность ρ_{np} (кг/м³)
- влажность W_p (%)
- гранулометрический состав песка $m = 1000г$

Таблица 33 – Исходные данные для проектирования бетонной смеси

№ вар.	R_b	R_c	ОК	ρ_c	ρ_p	$\rho_{щ}$	ρ_{nc}	ρ_{np}	$\rho_{нщ}$	ρ_v	V_b	W_p	$W_{щ}$
1	10	30	0	3100	2400	2700	1100	1600	1700	1000	600	1	2
2	10	30	0	3100	2500	2700	1200	1500	1800	1000	800	2	3
3	15	30	0	3200	2600	2800	1300	1600	1700	1000	1200	3	1
4	15	30	0	3000	2700	2900	1400	1500	1800	1000	600	1	2
5	20	30	0	3100	2400	3000	1100	1600	1700	1000	800	2	3
6	20	30	0	3200	2500	3100	1200	1500	1800	1000	1200	3	1
7	25	30	0	3000	2600	3200	1300	1600	1700	1000	600	1	2
8	25	30	0	3100	2700	2600	1400	1500	1800	1000	800	2	3
9	25	50	1-2	3200	2400	2700	1100	1600	1700	1000	1200	3	1
10	25	50	2-3	3000	2600	2900	1200	1500	1800	1000	600	1	2
11	30	50	1-2	3100	2700	3000	1300	1600	1700	1000	800	2	3
12	35	50	1-2	3000	2400	3100	1400	1500	1600	1000	1200	3	1
13	35	50	2-3	3100	2500	3200	1100	1600	1700	1000	600	1	2
14	30	50	2-3	3200	2700	3000	1200	1500	1800	1000	800	2	3
15	30	50	1-2	3200	2600	2600	1300	1600	1700	1000	1200	3	1
16	30	50	2-3	3000	2700	2700	1400	1500	1600	1000	600	1	2

17	35	50	1-2	3100	2400	2800	1100	1600	1700	1000	800	2	3
18	35	50	2-3	3200	2500	2900	1200	1500	1800	1000	1200	3	1
19	40	50	1-2	3000	2600	3000	1300	1600	1700	1000	600	1	2
20	40	50	2-3	3100	2700	3100	1400	1500	1800	1000	800	2	3
21	50	50	1-2	3200	2400	3200	1100	1600	1700	1000	1200	3	1
22	50	50	2-3	3000	2500	2600	1200	1500	1800	1000	600	1	2
23	50	50	1-2	3100	2600	2700	1300	1600	1700	1000	800	2	3
24	30	50	2-3	3200	2600	2800	1400	1500	1800	1000	1200	3	1
25	35	50	1-2	3000	2400	2900	1100	1600	1700	1000	600	1	2

Пример

I. Рассчитывают лабораторный состав бетонной смеси по методу абсолютных объемов.

1. Определяют водоцементное отношение бетонной смеси по формуле:

$$R_6 = A \cdot R_u \cdot \left(\frac{Ц}{B} - C \right); \quad \text{отсюда} \quad \frac{B}{Ц} = \frac{A \cdot R_u}{R_6 + C \cdot A \cdot R_u},$$

где R_u , R_6 – пределы прочности цемента и бетона при сжатии;

A – коэффициент, учитывающий качество песка и щебня;

$A = 0,65$ – для высококачественных материалов;

$A = 0,6$ – для рядовых материалов;

$A = 0,55$ – для материалов пониженного качества;

C – коэффициент, учитывающий вид напряженного состояния;

$C = 0,5$ для сжатия.

Так как кривые песка и щебня вписались между предельными кривыми, то $A = 0,65$

$$\frac{B}{Ц} = \frac{0,65 \cdot 50}{40 + 0,5 \cdot 0,65 \cdot 50} = 0,58$$

2. Определяют расход воды на 1 м^3 бетонной смеси а зависимости от осадки конуса ОК и наибольшей крупности зерен щебня по таблице 34.

Для ОК = 1 – 2см и $D_{\text{наиб}} = 40$ мм ориентировочный расход воды составит

$$B = \frac{165 + 170}{2} = 167,5 \text{ л}$$

Таблица 34 – Содержание воды в бетонной смеси

Характеристика бетонной смеси		Содержание воды в бетонной смеси, л/м ³ при крупности щебня, мм		
Осадка конуса, см	Жесткость, сек.	10	20	40
0	150-200	155	140	130
0	90-120	160	145	135
0	60-90	170	155	140
0	30-60	175	160	145
0	15-30	185	170	155
1	-	195	180	165
2	-	200	185	170
3	-	205	190	175
5	-	210	195	180
7	-	215	200	185
8	-	220	205	190
10	-	225	210	195

3. Определяют расход цемента на 1 м³ бетонной смеси по формуле:

$$Ц = \frac{В}{В/Ц} = \frac{167,5}{0,58} = 288,8 \text{ кг/м}^3$$

Если расход цемента на 1 м³ бетонной смеси окажется меньше минимально допустимого – 200 кг/м³, то из условия получения плотного бетона расход цемента увеличивают до требуемой нормы.

3. Определяют расход щебня на 1 м³ бетонной смеси

$$Щ = \frac{1}{\frac{П_{щ} \cdot K_{щ}}{\rho_{щ}} + \frac{1}{\rho_{ц}}}$$

Пустотность щебня $П_{щ} = 1 - \frac{\rho_{щ}}{\rho_{ц}} = 1 - \frac{1700}{3100} = 0,45$

Коэффициент раздвижки зерен щебня цементно-песчаным раствором определяют по таблице 35 в зависимости от расхода цемента и водоцементного отношения бетонной смеси.

Таблица 35 – Коэффициент раздвижки зерен щебня

Расход цемента, кг/м ³	Коэффициент K _щ при В/Ц				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	1,3	1,36	1,42	-
350	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,4	1,46	-	-	-

Примечание: при других значениях Ц и $\frac{B}{Ц}$ коэффициент $K_{щ}$ находят интерполяцией.

$$\text{Для } Ц = 288,8 \text{ кг/м}^3 \quad \text{и} \quad \frac{B}{Ц} = 0,58$$

коэффициент раздвижки зерен щебня $K_{щ} = 1,34$

Расход щебня на 1 м³ бетонной смеси составит:

$$Щ = \frac{1}{\frac{0,45 \cdot 1,34}{1700} + \frac{1}{3100}} = 1470,6 \text{ кг/м}^3$$

5. Определяют расход песка на 1 м³ бетонной смеси

$$П = \left[1 - \left(\frac{Ц}{\rho_c} + \frac{B}{\rho_b} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} \right) \right] \cdot \rho_n = \left[1 - \left(\frac{288,8}{3200} + \frac{167,5}{1000} + \frac{1470,6}{3100} \right) \right] \cdot 2600 = 697,1 \text{ кг/м}^3$$

Вывод: лабораторный состав бетонной смеси

$$\frac{Ц}{Ц} : \frac{Щ}{Ц} : \frac{П}{Ц} = 1 : 5,09 : 2,41 \quad \text{при} \quad \frac{B}{Ц} = 0,58$$

II. Определяют полевой (рабочий) состав бетонной смеси с учетом природной влажности песка и щебня.

1. Содержание цемента не меняется, так как влажность для цемента не допустима.

$$Ц' = Ц = 288,8 \text{ кг}$$

2. Так как вода присутствует в щебне и песке и повышает водоцементное отношение, то ее количество надо уменьшить на количество воды содержащееся в щебне и песке

$$B' = B - \frac{Щ \cdot W_{щ}}{100} - \frac{П \cdot W_{п}}{100} = 167,5 - \frac{1470,6 \cdot 1}{100} - \frac{697,1 \cdot 3}{100} = 131,9 \text{ л}$$

3. Пересчитывают водоцементное отношение

$$\frac{B'}{Ц'} = \frac{131,9}{288,8} = 0,46$$

4. Определяют содержание щебня с учетом его природной влажности

$$Щ' = Щ + \frac{Щ \cdot W_{щ}}{100} = 1470,6 + \frac{1470,6 \cdot 1}{100} = 1485,3 \text{ кг/м}^3$$

5. Определяют содержание песка с учетом его природной влажности

$$П' = П + \frac{П \cdot W_{п}}{100} = 697,1 + \frac{697,1 \cdot 3}{100} = 718,0 \text{ кг/м}^3$$

Вывод: полевой состав бетонной смеси

$$\frac{Ц'}{Ц'} : \frac{Щ'}{Ц'} : \frac{П'}{Ц'} = 1 : 5,14 : 2,59 \quad \text{при} \quad \frac{B}{Ц} = 0,46$$

III. Определяют расход материалов на один замес бетономешалки

1. Определяют коэффициент выхода бетонной смеси.

Так как при перемешивании компонентов бетонной смеси песок занимает пустоты между крупным заполнителем, а цементное тесто – пустоты между частицами песка, то объем готовой смеси всегда меньше объема исходных

материалов. Коэффициент выхода бетонной смеси определяют с учетом того, что вода идет только на смачивание материалов и к увеличению объема не приводит

$$\beta = \frac{1}{\frac{Ц'}{\rho_{ц}} + \frac{Щ'}{\rho_{щ}} + \frac{П'}{\rho_{п}}} = \frac{1}{\frac{288,8}{1300} + \frac{1485,3}{1700} + \frac{718,0}{1600}} = 0,65$$

2. Определяют расход материалов на один замес бетономешалки с полезным объемом $V_6 = 1200$ л

$$B_v = \frac{B' \cdot \beta \cdot V_6}{1000} = \frac{131,9 \cdot 0,65 \cdot 1200}{1000} = 102,9 \text{ л}$$

$$Ц_v = \frac{Ц' \cdot \beta \cdot V_6}{1000} = \frac{288,8 \cdot 0,65 \cdot 1200}{1000} = 225,3 \text{ кг}$$

$$Щ_v = \frac{Щ' \cdot \beta \cdot V_6}{1000} = \frac{1485,3 \cdot 0,65 \cdot 1200}{1000} = 1158,5 \text{ кг}$$

$$П_v = \frac{П' \cdot \beta \cdot V_6}{1000} = \frac{718,0 \cdot 0,65 \cdot 1200}{1000} = 560,0 \text{ кг}$$

3. Средняя плотность готовой бетонной смеси составит

$$\rho_{cp} = B' + Ц' + Щ' + П' = 131,9 + 288,8 + 1485,3 + 718,0 = 2624 \text{ кг/м}^3$$

Определение подвижности бетонной смеси

Оборудование и материалы: стандартная форма-конус, металлический стержень, линейка, бетонная смесь.

Удобоукладываемость характеризует способность бетонной смеси заполнять форму бетонируемого изделия и уплотняться в ней под действием силы тяжести или внешних механических воздействий. Это свойство бетонной смеси оценивают подвижностью или жесткостью.

Ход работы:

1. Готовят бетонную смесь.
2. Форму-конус (рис. 17, а) устанавливают на гладкую поверхность и заполняют ее через воронку тремя равными по высоте слоями бетонной смеси. Каждый слой уплотняют штыкованием металлическим стержнем 25 раз.
3. Снимают воронку и избыток смеси срезают вровень с верхними краями конуса.
4. Форму-конус плавно поднимают вертикально вверх и ставят рядом с конусом из уплотненной бетонной смеси.
5. Измеряют осадку бетонного конуса дважды в течение 10 минут.

Осадку бетонной смеси определяют дважды, за результат принимают среднее арифметическое двух определений, отличающихся одно от другого не более чем на 1 см при ОК = 4 см, не более чем на 2 см при ОК = 5 – 9 см и не более чем на 3 см при ОК = 10 см. Значение осадки конуса, см, характеризует подвижность испытываемой бетонной смеси.

По степени подвижности бетонные смеси подразделяются на малоподвижные с осадкой конуса 1 – 3 см, подвижные – 5 – 15 см и литые – более 15 см (табл.3). Если при определении подвижности бетонной смеси осадка конуса равна нулю, смесь признают не обладающей требуемой подвижностью.

6. Вывод.

Определение жесткости бетонной смеси

Оборудование и материалы: прибор для определения жесткости бетонной смеси, стандартная форма-конус, металлический стержень, виброплощадка, секундомер, бетонная смесь.

Ход работы:

1. Кольцо прибора (рис. 17, б) устанавливают на виброплощадку.
2. В кольцо вставляют и закрепляют форму-конус, заполняют ее бетонной смесью тремя равными по высоте слоями, уплотняя послойно штыкованием металлическим стержнем по 25 раз.
3. Снимают форму-конус и на отформованную бетонную смесь опускают диск прибора путем поворота штатива и закрепляют его.
4. Одновременно включают секундомер и виброплощадку.
5. Вибрирование продолжают до тех пор, пока не начнется выделение цементного теста из любых двух отверстий диска. В этот момент выключают секундомер и виброплощадку. Полученное время в секундах характеризует жесткость бетонной смеси (табл. 36).

6. Вывод.

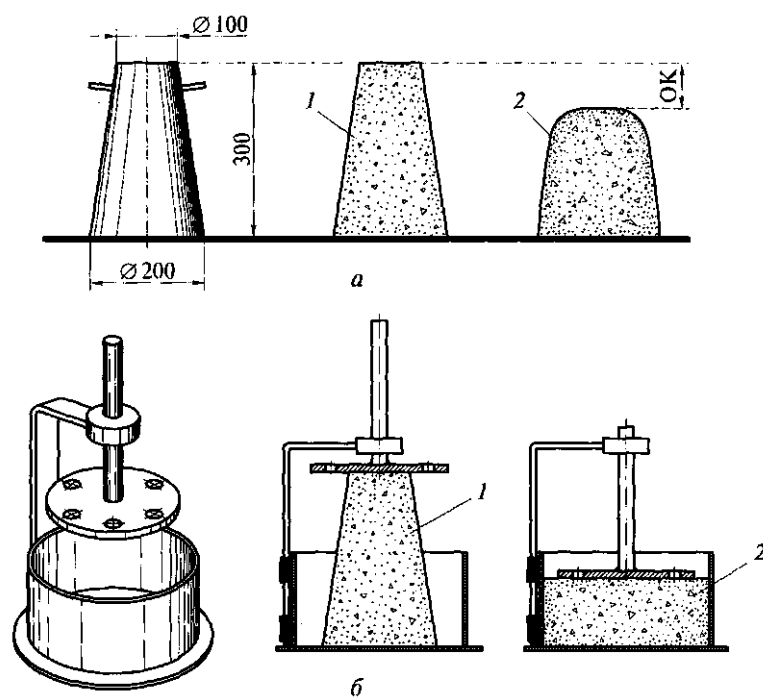


Рисунок 17 - Определение удобоукладываемости бетонной смеси:
 а - конус Абрамса: 1 - жесткая бетонная смесь (ОК = 0);
 2 - подвижная бетонная смесь (ОК > 0);
 б - прибор Вебе для определения жесткости бетонной смеси:
 1, 2 - соответственно начальный и конечный моменты испытания

Таблица 36 – Жесткость бетонной смеси

Марка бетонной смеси	Характеристика	Показатель удобоукладываемости		
		Жесткость, с	Осадка конуса, см	Распływ конуса, см
СЖ3	Сверхжесткие	Более 100	—	—
СЖ2		51...100	—	—
СЖ1		41...50	—	—
Ж4	Жесткие	31...40	—	—
Ж3		21...30	—	—
Ж2		11 ...20	—	—
Ж1		5...10	—	—
П1	Пластичные	4 и менее	1...4	—
П2		—	5...9	—
П3	Литые	—	10...15	—
П4		—	16...20	26...30
П5		—	21 и более	31 и более

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15

Испытания арматуры для железобетонных конструкций

Цель работы: иметь представление о технологическом производстве арматуры, ознакомление с видами арматур.

Оборудование и материалы: пресс; линейка, штангенциркуль, разрывная машина, образцы арматуры.

Порядок выполнения лабораторной работы:

Для испытания стали на растяжение до разрыва используют цилиндрические и плоские образцы, изготовленные путем соответствующей механической обработки.

Образцы цилиндрической формы должны иметь соответствующие размеры (рис.18).

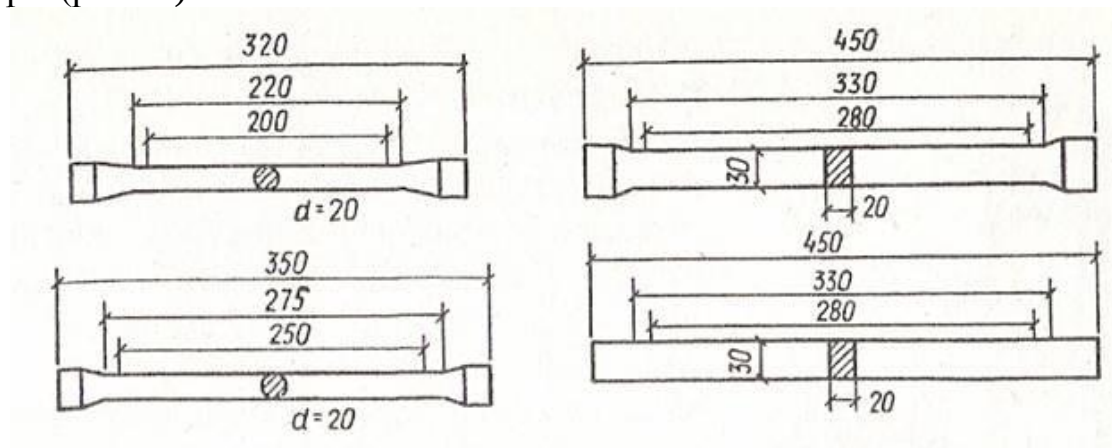


Рисунок 18 – Образцы стали для испытания на растяжение

Образцы для испытания вытачивают на металлорежущих станках с диаметром рабочей части в 20 мм с головкой, размер которой зависит от формы захватов разрывной машины. Переход от рабочей части образца к головкам, форма которых зависит от конструкции применяемых захватов, должен быть плавным. Нормальными называют образцы, у которых диаметр d_0 рабочей части равен 20 мм, а длина рабочей части l_0 в 10 или 5 раз больше диаметра d_0 . Отклонения размеров образцов от стандартных не должны превышать значений, приведенных в табл. 37.

Таблица 37 – Допускаемые отклонения размеров образца стали

Диаметр образцов, мм	Размеры рабочей части, мм		Разность наибольшего и наименьшего диаметра по длине рабочей части образца, мм
	по диаметру	по длине	
До 10	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,02$
10 и более	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,05$

Перед испытанием цилиндрические образцы тщательно измеряют при помощи штангенциркуля или микрометра с точностью до 0,5 мм следующим образом: диаметр d_0 измеряют в двух взаимно перпендикулярных направлениях в трех местах по длине рабочей части.

При испытании стержней диаметром до 36 мм и при наличии разрывной машины большой мощности можно пользоваться неправильными образцами. Если же приходится вытачивать образец, то необходимо предохранять последние от перегрева и наклепа. Для изготовления натуральных образцов отпиливают от стержней образцы соответствующей длины.

Затем вычисляют площадь поперечного сечения образца S_0 по наименьшим из полученных размеров с точностью до 0,5%. Кроме того, на поверхности образца наносят керном риски и измеряют расстояние между ними – расчетную длину образца l_0 – с точностью до 0,1 мм. На обеих головках каждого образца набивают клейма (номер образца).

Сталь на растяжение испытывают на разрывных машинах различного типа.

На рис.19 показан общий вид универсальной испытательной машины типа УММ-50.

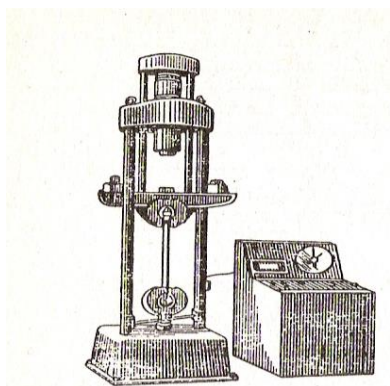


Рисунок 19 – Общий вид универсальной испытательной машины УММ - 50

Подлежащий испытанию образец помещают в захваты машины и центрируют его. Для записи диаграммы растяжения на барабане автоматического самопишущего прибора закрепляют миллиметровую бумагу и устанавливают масштабы нагрузок и деформаций.

После установки стрелки шкалы силоизмерителя машины на нуль, включают ее двигатель и испытывают образец на растяжение до полного разрушения. При этом следят за нарастанием нагрузки по движению стрелки силоизмерителя и за деформацией образца по диаграмме деформации.

Наращение нагрузки должно быть плавным.

Результаты испытания стального образца на растяжение получают в виде зависимости между нагрузкой и деформацией (рис. 20).

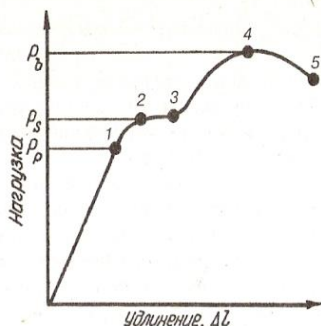


Рисунок 20 – Диаграмма деформаций при растяжении образца из малоуглеродистой стали

Прямой участок диаграммы растяжения (от начала координат до точки 1) показывает, что удлинение (деформация) образца Δl возрастает пропорционально приложенной нагрузке p . Если образец подвергнуть растяжению нагрузкой, равной или меньшей p_p , а затем снять эту нагрузку, то образец примет первоначальную длину, т. е. в нем будут отсутствовать остаточные деформации. Точка 1 на кривой растяжения соответствует *пределу пропорциональности*, т. е. тому наибольшему напряжению, при котором растяжение металла прямо пропорционально нагрузке. Это напряжение σ_p , МПа, вычисляют по формуле:

$$\sigma_p = \frac{p_p}{S_0}$$

где p_p – нагрузка при пределе пропорциональности, Н;

S_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца, м^2 .

При увеличении нагрузки (свыше p_p) испытываемый образец удлиняется быстрее, чем возрастает нагрузка. Таким образом, пропорциональность нарушается.

На диаграмме это показано кривой 1-2, которая затем переходит в горизонтальную 2-3. Наличие горизонтального участка указывает на то, что образец самопроизвольно вытягивается (течет), хотя нагрузка остается постоянной.

Напряжение, при котором появляется текучесть стали, называют пределом текучести. Различают предел текучести физический и предел текучести условный.

1. Предел текучести физический – наименьшее напряжение, при котором образец деформируется без видимого увеличения нагрузки. При испытании образца стали следят за показаниями стрелки силоизмерителя. Как только сталь достигнет предела текучести, стрелка прибора останавливается, а затем вновь начинает двигаться. Значения нагрузки p_s в момент остановки стрелки фиксируют и принимают за нагрузку, соответствующую пределу текучести σ_s , МПа, (физическому), который вычисляют по формуле:

$$\sigma_s = \frac{p_s}{S_0}$$

где p_s – нагрузка при пределе текучести, Н;

S_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца, м^2 .

2. Предел текучести условный $\sigma_{0,2}$ – напряжение, при котором образец получает остаточное удлинение, составляющее 0,2 % первоначальной длины. Его определяют в тех случаях, когда при растяжении образца не обнаруживают резко выраженного явления текучести, и предел текучести физический не может быть определен указанными выше способами.

3. Пределом прочности при растяжении – называют напряжение, которое соответствует максимальной нагрузке, предшествующей

разрушению образца. Максимальная нагрузка может быть легко определена в процессе испытания стального образца, так как на циферблатах испытательных машин имеется вторая контрольная стрелка, которая увлекается рабочей стрелкой машины до крайнего положения и фиксирует наибольшее отклонение рабочей стрелки.

На диаграмме (см. рис. 20) точкой 4 зафиксирована максимальная нагрузка, которую выдерживает образец. Начиная с этой точки, деформация концентрируется в каком-либо одном месте, которое начинает быстро растягиваться и уменьшать площадь поперечного сечения. При этом нагрузка падает до точки 5, где происходит разрыв образца.

Предел прочности при растяжении σ_b МПа, вычисляют по формуле:

$$\sigma_b = \frac{p_b}{S_0}$$

где p_b – наибольшая нагрузка, предшествующая разрыву образца, Н;
 S_0 – первоначальная площадь поперечного сечения образца, м^2 .

4. Относительным удлинением называют отношение приращения расчетной длины образца после разрыва к ее первоначальной длине. Для определения относительного удлинения испытанного стального образца обе его части плотно прикладывают одну к другой и измеряют длину образца после разрыва l_1 (рис. 21).



Рисунок 21 – Определение относительного удлинения образца

Значение относительного удлинения, δ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta = \left| \frac{l_1 - l_0}{l_0} \right| \times 100,$$

где l_1 – длина образца после разрыва, мм;

l_0 – расчетная (начальная) длина образца, мм.

Относительное удлинение вычисляют как среднее арифметическое из результатов всех определений.

Результаты испытаний стали на растяжение заносят в отчет по лабораторным работам и по полученным результатам, а также по данным, приведенным в табл. 38, определяют марку исследуемой стали.

Таблица 38.

**Механические свойства углеродистых сталей
обыкновенного качества**

Марка стали группы А	Предел текучести, МПа, не менее	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %
Ст0	—	Не менее 310	20 – 23
Ст1 сп, пс	—	320 – 420	31 – 34
Ст2 сп, пс	200 – 230	340 – 440	29 – 32
Ст3 сп, пс	210 – 250	380 – 490	23 – 26
Ст4 сп, пс	240 – 270	420 – 540	21 – 24
Ст5Гсп	260 – 290	460 – 600	17 – 20
Ст6 сп, пс	300 – 320	Не менее 800	12 – 15

Примечание. Дополнительные индексы «сп» – спокойная сталь, «пс» – полуспокойная сталь; в стали марки Ст5Г пс повышенное содержание марганца.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16

Определение предела прочности бетона на сжатие

1. Определение средней плотности бетонной смеси.
2. Изготовление бетонных образцов – кубов.
3. Определение предела прочности бетона на сжатие.

Цель работы: определение свойств бетона и бетонной смеси.

Определение средней плотности бетонной смеси

Оборудование и материалы: сосуд металлический цилиндрический, весы лабораторные, виброплощадка, стальной стержень, линейка стальная, бетонная смесь.

Ход работы:

1. Взвешивают мерный сосуд.
2. Бетонную смесь помещают в сосуд и уплотняют штыкованием или вибрированием.
3. После уплотнения избыток смеси срезают стальной линейкой вровень с краями мерного сосуда.
4. Взвешивают сосуд с бетонной смесью.
5. Среднюю плотность бетонной смеси определяют по формуле

$$\rho_{\delta,см} = \frac{m - m_1}{V}$$

где m – масса мерного сосуда с бетонной смесью, г;

m_1 – масса мерного сосуда, г;

V – объем мерного сосуда, см³.

6. Вывод

Изготовление бетонных образцов – кубов

Оборудование и материалы: разборные стальные формы, металлический стержень, виброплощадка, бетонная смесь.

Ход работы:

1. Формы (рис. 22) очищают от остатков бетона, смазывают машинным маслом.
2. Укладывают бетонную смесь в формы и уплотняют штыкованием или вибрированием.

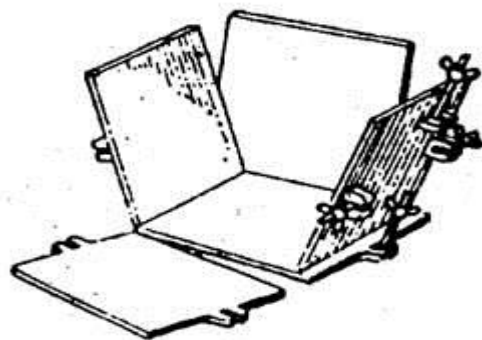


Рисунок 22 – Форма для изготовления бетонных образцов-кубов

3. Уплотненные образцы в формах накрывают влажной тканью и хранят 24 часа в помещении с температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажностью 95%
4. Через сутки образцы вынимают из форм, маркируют (номер и время изготовления) и помещают в камеру нормального твердения при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажностью 95%
5. Образцы испытывают через 28 суток после изготовления

Определение предела прочности бетона на сжатие

Оборудование и материалы: гидравлический пресс, образцы-кубы бетона в возрасте 28 суток.

Определение прочности бетона выполняют путем испытания до разрушения специально изготовленных контрольных образцов.

Ход работы:

1. Образцы бетона извлекают из камеры влажного хранения, осматривают и устраняют дефекты опорных граней.
2. На образцах выбирают и отмечают краской или мелом опорные грани, учитывая, что сжимающая сила направлена параллельно слоям укладки бетонной смеси.
3. Образцы бетона измеряют линейкой и вычисляют площадь сечения образца как полусумму площадей опорных граней.
4. Очищают рабочие поверхности плит пресса.
5. Устанавливают образец на нижнюю плиту по оси пресса.
6. Включают пресс и нагружают образец со скоростью 0,6-0,4 МПа/с до разрушения образца.
7. Определяют предел прочности бетона при сжатии по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{F}$$

где P – разрушающее усилие (Н);

F – площадь опорного сечения (мм^2).

Предел прочности при сжатии бетона вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания трех образцов при условии, что наименьший результат испытания одного из трех образцов отличается от следующего показателя не более чем на 15%.

8. Вывод.

Марку (класс) бетона определяют как предел прочности при сжатии бетонного образца-куба с длиной ребра 150 мм (табл. 39).

Прочность бетона на сжатие - это основной показатель, которым характеризуют бетон. В настоящее время, встречаются две системы выражения данного показателя, а именно:

Класс бетона, В - это так называемая кубиковая прочность (т.е. сжимаемый образец в форме куба) показывающая выдерживаемое давление в МПа, с долей вероятности разрушения не более 5 единиц из 100 испытываемых образцов. Обозначается латинской буквой В и числом показывающим прочность в МПа. Согласно СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции».

Марка бетона, М - это предел прочности бетона на сжатие, кгс/см². Обозначается латинской буквой М и числами от 50 до 1000. Максимальное допустимое отклонение прочности бетона 13,5%. Согласно ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжёлые и мелкозернистые. Технические условия» установлено следующее соответствие марки бетона его классу.

Таблица 39 - Соответствие марки бетона (М) классу (В) и прочности на сжатие

Марка бетона, М	Класс бетона, В	Прочность, МПа	Прочность, кг/см ²
M50	B3.5	4.5	45.8
M75	B5	6.42	65.5
M100	B7,5	9.63	98.1
-	B10	12.84	130.9
M150	B12,5	16.05	163.7
M200	B15	19.26	196.4
M250	B20	25.69	261.8
M300	B22,5	28.9	294.6
-	B25	32.11	327.3
M350	B27,5	35.32	360
M400	B30	38.35	392.8
M450	B35	44.95	458.2
M500	B40	51.37	523.7
M600	B45	57.8	589.2
M700	B50	64.2	654.6
M750	B55	71.64	720.1
M800	B60	77.06	785.5
M900	B65 / B70		
1000	B75 / B80		

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 17

Испытание и контроль качества бетона не разрушающим способом

Цель работы: определение прочности бетона в различных местах железобетонных изделий без их разрушения.

Оборудование и материалы: шариковый молоток И.А.Физделя, эталонный молоток К.П. Кашкарова, прибор ультразвуковой «Бетон», штангенциркуль, образцы бетонных кубиков.

Порядок выполнения лабораторной работы:

Рассмотренное выше определение прочности бетона по результатам испытаний на сжатие образцов-кубов не всегда отражает действительную прочность бетона в конструкциях. Кроме того, часто возникает необходимость дополнительно определить прочность бетона в более поздние сроки, чем предполагалось ранее. Однако отсутствие контрольных образцов не позволяет это сделать. Не представляется возможным оценить прочность бетона ранее возведённых железобетонных конструкций и сооружений. В последние годы разработан ряд механических и физических методов, позволяющих определить прочность бетона в различных местах железобетонных изделий и конструкций без их разрушения.

В механических методах используются различные приборы, основанные на принципе заглубления в бетон бойка (шарика) при ударе с определённой силой и получения значения пластической деформации, а также на принципе отскока от поверхности бетона и получения значения упругой деформации. К таким приборам относится шариковый молоток конструкции И.А. Физделя, эталонный молоток НИИМосстроя конструкции К.П. Кашкарова, прибор системы КМ и др.

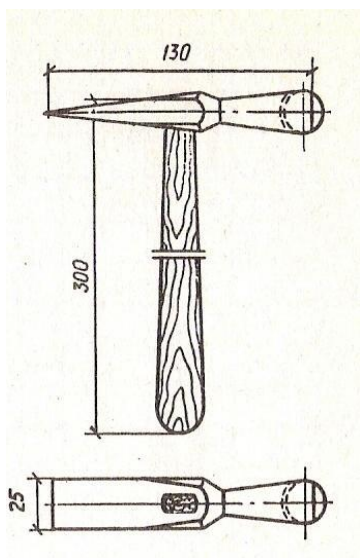


Рисунок 23 - Шариковый молоток конструкции

Шариковый молоток конструкции И.А. Физделя (рис. 23) состоит из самого металлического молотка массой 250 грамм, который с одной стороны заострён, а с другой (ударной) оканчивается вращающимся шариком с завальцованной сферической частью гнезда, и деревянной ручки длиной 300

мм и массой 100 г. При ударе молотком шарик вминается в бетон и образует лунку, глубина которой зависит от прочности бетона. Бетон следует испытывать со стороны боковых поверхностей конструкции, предварительно очистив их от пыли и посторонних предметов. При испытании со стороны верхней поверхности намечаемые места ударов должны быть очищены от слабой цементной плёнки.

Для оценки прочности бетона в данном месте конструкции необходимо сделать не менее 6-10 ударов молотком и измерить (с точностью до 0,1 мм) диаметр, получившихся лунок штангенциркулем или увеличительной градуированной лупой с 10-кратным увеличением. Диаметр лунок вычисляют как среднее арифметическое близких по значению диаметров 4-6 лунок. Лунки, полученные при нечетном ударе, а также образованные при попадании шарика в раковины или щебень, не измеряют.

Прочность бетона в данном месте конструкции определяют, пользуясь графиком зависимости диаметра лунки от прочности (рис. 24). Точность данного метода в значительной мере зависит от умения и опыта работника, выполняющего испытания.

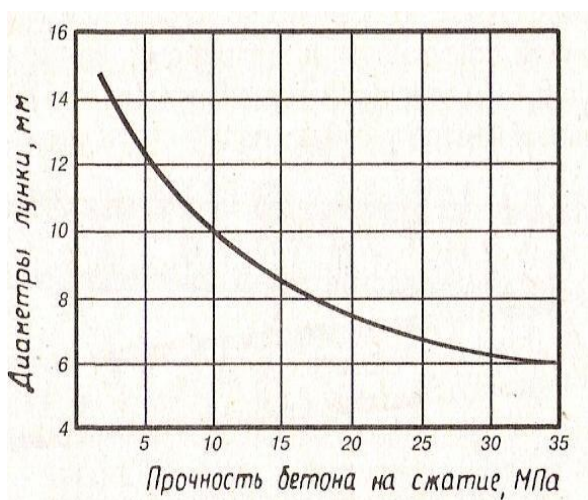


Рисунок 24 - График зависимости между диаметром лунок и прочности бетона

Метод определения прочности бетона *эталонным молотком НИИМосстроя конструкции К П. Кашкарова* (рис.25) заключается в том, что при ударе им по поверхности железобетонной конструкции одновременно образуются два отпечатка: первый диаметром d_6 на бетоне, второй диаметром d_s на введенном в молоток эталонном стержне.

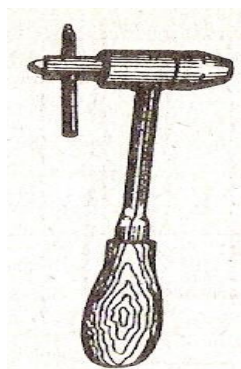
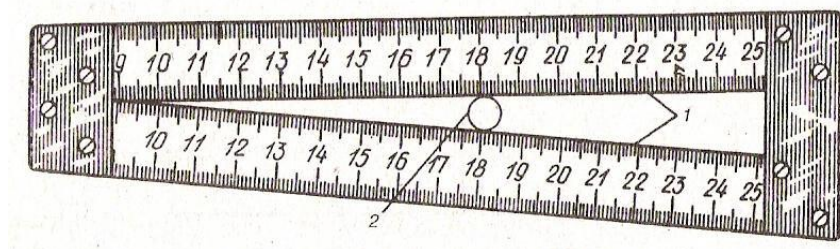


Рисунок 25 - Эталонный молоток НИИМосстроя конструкции К П. Кашкарова

За косвенную характеристику прочности бетона принимают отношение $d_6 : d_3$, по которому определяют прочность бетона в данном месте конструкции. Эталонный стержень изготовлен из стали Ст3 длиной 150 и диаметром 10 мм, конец стержня заострен.

Эталонным молотком наносят не менее 10 ударов в различных точках по длине или площади конструкции. Во время испытания необходимо следить за тем, чтобы ось головки молотка была перпендикулярна поверхности испытываемой конструкции.

После каждого удара эталонный стержень передвигают таким образом, чтобы расстояние между центрами соседних отпечатков было не менее 10 мм. Удары по поверхности испытываемой конструкции наносят так, чтобы расстояние между отпечатками не превышало 30 мм. Диаметр лунок на бетонной поверхности и эталонном стержне измеряют с точностью до 0,1 мм угловым масштабом (рис. 26), состоящим из двух стальных измерительных линеек, склепанных под углом.



1 — угловой масштаб; 2 — измеряемая лунка

Рисунок 26 - Определение диаметра отпечатка на бетоне угловым масштабом

Прочность бетона в конструкциях устанавливают по графику (рис. 27) согласно вычисленному отношению $d_6 : d_3$ как среднее арифметическое результатов 10 ударов молотка. Полученные таким образом значения $R_{сж}$ справедливы для бетона с влажностью 2-6 %. В случае повышенной влажности значение предела прочности бетона необходимо умножить на коэффициент влажности K_v , принимаемый при влажности 8 % - 1,1 и при влажности 12 % - 1,2. При мокрой поверхности бетона $K_v = 1,4$.

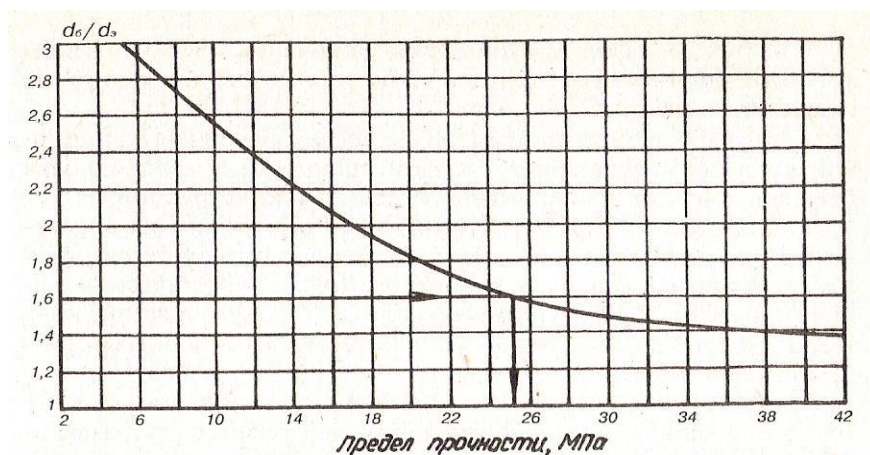


Рисунок 27 - График для определения прочности бетона, приготовленного на щебне

При контроле прочности бетона в конструкциях без их разрушения используются и другие приборы механического действия. Например, склерометр ОМШ-1, предназначен для определения прочности бетона на сжатие в диапазоне 5-40 МПа в бетонных и железобетонных конструкциях и изделиях методом упругого отскока по ГОСТ 22690.1.-77, ГОСТ 22690-88.

Принцип действия склерометра основан на ударе с нормированной энергией бойка о поверхность бетона и измерении высоты его отскока в условных единицах шкалы прибора, являющейся косвенной характеристикой прочности бетона на сжатие.

Прочность бетона определяют по градуировочным зависимостям между высотой отскока и прочностью бетона на сжатие путем параллельных испытаний контрольных кубов бетона склерометром и в прессе по ГОСТ 10180-78.

В настоящее время широко применяются физические методы контроля: импульсный ультразвуковой, волны удара и радиометрический. Импульсный ультразвуковой метод контроля прочности бетона основан на измерении скорости распространения в бетоне продольных ультразвуковых волн и степени их затухания. По ранее составленным графикам в зависимости скорости ультразвука от прочности бетона данного состава определяют прочность бетона контролируемой конструкции.

Для испытания прочности бетона импульсным методом наиболее часто применяют прибор «Бетон-12». Контроль прочности бетона методом волны удара основывается на измерении скорости распространения в бетоне продольных волн, вызванных механическим ударом. Радиометрический метод испытания бетона в измерении интенсивности проникающей радиации через исследуемое изделие. По изменению интенсивности γ -лучей судят о плотности бетона и других характеристиках. Этот метод применяют для выявления скрытых дефектов в железобетонных изделиях и конструкциях.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18

Ознакомление со строительными смесями и листовыми материалами на основе гипсовых вяжущих

Цель работы: Ознакомление с образцами современных отделочных и лакокрасочных материалов.

Материалы: – образцы современных отделочных и лакокрасочных материалов.

Порядок выполнения практического задания:

1. Изучить образцы отделочных и лакокрасочных материалов;
2. Ознакомится с сопутствующей информацией (рекламные проспекты, техническая характеристика материалов, интернет и т.д.);
3. Внести данные в таблицу.

1. Отделочные материалы

Отделочные материалы - это большая группа разнообразных по сырью, способу приготовления и применения строительных материалов, объединенных по своему назначению – повышать эксплуатационные и декоративные качества зданий и сооружений.

Отделочные материалы классифицируются по химической природе: на органические (древесина, битум, пластмассы), минеральные (природный камень, керамика, строительный раствор, асбестоцемент и т.п.), металлы (сталь, алюминий, медь).

Эстетическое впечатление, которое производит отделочный материал, зависит от внешнего вида.

Физическими показателями декоративности отделки являются цвет, фактура, рисунок лицевой поверхности материала, а для штучных изделий и его форма.

Для эффективного использования отделочных материалов, главным образом, полимерных, обоев, и лакокрасочных покрытий, важно учитывать их цветоустойчивость.

Цветоустойчивость – это способность материала сохранять окраску при длительном воздействии оптического излучения.

Фактура – это видимый характер лицевой поверхности материала, определяемый степенью ее неровности или, наоборот, гладкости.

Рельефные фактуры различают по высоте и характеру рельефа.

Гладкие фактуры (зеркальная, глянцевая, лощеная, матовая) различают по степени обработки поверхности и по разному отражению падающего на поверхность света.

Отделочные материалы на лицевой поверхности могут иметь определенный естественный (текстура) или специально нанесенный рисунок.

2. Лакокрасочные материалы

Лакокрасочные материалы – вязкие жидкости (реже – порошки), которые после нанесения превращаются в твердую пленку на поверхности окрашиваемого материала.

В зависимости от пленкообразующего вещества красочные составы подразделяются на: масляные, клеевые, силикатные, известковые, полимерные, композиционные.

По виду лакокрасочные материалы делят на лаки, краски, порошковые краски, эмали, грунтовки и шпаклевки.

По химическому составу лакокрасочные материалы классифицируют и обозначают следующим образом: АС – алкидно-акриловые, АТ – алкидно-уретановые, АЦ – ацетилцеллюлозные, БТ – битумные, КФ – канифольные, КЧ – каучуковые, МА – масляные, АК – полиакриловые, АД – полиамидные, УР – полиуретановые, ФА – фенолоалкидные, ФЛ – фенольные, ШЛ – шеллачные, ЭП – эпоксидные, ГФ – глифталевые, ХВ – перловиниловые.

Обозначения основных лакокрасочных материалов состоят из пяти букв буквенно-цифровых знаков для эмалей, красок, грунтовок, шпаклевок и четырех групп знаков для лаков.

Первая группа знаков в обозначении определяет вид материала и состоит из слова, например, «эмаль», «лак» и т.д.

Вторая группа знаков определяет пленкообразующее вещество. Для водоразбавляемых (В), водоземulsionных (Э), порошковых (П), органодисперсионных (ОД) материалов, а также материалов без активного растворителя (Б) между первой и второй группами знаком ставится индекс определяющий разновидность материала.

Третья группа знаков характеризует преимущественное назначение лакокрасочного материала и обозначается цифрой. Третью группу знаков грунтовок, лаков, масляных красок обозначают цифрой 0, шпаклевок – цифрами 00.

Четвертая группа знаков в обозначении определяет присвоенный материалу порядковый номер и состоит из одной, двух или трех цифр. Для масляных красок вместо порядкового номера ставится цифра, определяющая вид олифы: 1 – натуральная, 2 – оксоль, 3 – глифталевая, 4 – пентафталевая, 5 – комбинированная.

Иногда после порядкового номера допускается буквенный индекс, характеризующий особенности материала: М – матовый, ПМ – полуматовый, ГС – горячей сушки и т.д.

Пятая группа знаков характеризует цвет материала и состоит из слова.

Примеры обозначений лакокрасочных материалов:

Лак БТ – 783: БТ – битумный, 7 – химически стойкий, 83 – порядковый номер.

Краска МА – 025 зеленая: МА – масляная, 0 – густотелая, 2 – ограниченно атмосферостойкая, 5 – комбинированная олифа, зеленая.

Эмаль ХВ – 113 голубая: ХВ – перхлорвиниловая, 1 – атмосферостойкая, 13 – порядковый номер, голубая.

Грунтовка ГФ – 020 красно-коричневая: ГФ – глифталевая, 0 – грунтовка, 20 порядковый номер, красно-коричневая.

Шпаклевка ЭП – 0010 – красно-коричневая: ЭП – эпоксидная, 00 – шпаклевка, 10 порядковый номер, красно-коричневая.

№ п / п	Наименование материала	Марка с расшифровкой	Расход на 1 м ²	Основные характеристики	Вид упаковки и емкость	Область применения
Материалы для потолка						
	Окрашенный					
	Краска «Ecolor»		9-10	Высокоукрывистая и износостойчивая, шелковисто-матовая акрилатная белоснежная краска для внутренних работ. Не содержит растворителей, безэмиссионная.	Пластиковое ведро	Рекомендована для окраски стен и потолков в детских, учебных и медицинских учреждениях.

Контрольные вопросы

1. Приведите номенклатуру материалов для внутренней и наружной отделки зданий и сооружений.
2. Назовите отделочные материалы из стекла.
3. Что называют строительными растворами?
4. Каково назначение лакокрасочных материалов?
5. Перечислите основные виды сухих строительных смесей.
6. Какие современные виды лакокрасочных материалов вы знаете?
7. какие виды лаков и красок вы знаете?
8. В чем отличие лака от краски и краски от грунтовки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 19

Ознакомление с эксплуатационно – техническими характеристиками кровельных гидроизоляционных материалов

Цель работы: ознакомление с разновидностями современных кровельных и гидроизолирующих материалов

Материалы: – образцы кровельных и гидроизолирующих материалов.

Порядок выполнения практического задания:

1. Изучить образцы кровельных и гидроизоляционных материалов;
2. Ознакомится с сопутствующей информацией (рекламные проспекты, техническая характеристика материалов, интернет и т.д.);
3. Внести данные в таблицу.

1. Кровельные материалы

Кровельные материалы предназначены для защиты от атмосферных осадков (дождь, снег, град), т.е. от кратковременного (периодического) воздействия осадков.

Кровельные материалы подразделяются:

– *по виду исходного сырья* – на металлические (из стали, алюминия, меди и других металлов, а также их сплавов), керамические, получаемые обжигом глиняного сырья (черепица), цементно-волоконные (асбестоцементные, стеклоцементные), пластмассовые (стекловолоконный пластик, органическое стекло), цементно-песчаные (бетонные) черепицы, битумные (на основе битума, дегтя, полимеров и их смесей);

– *по конфигурации* – на плоские, волнистые, пазогребневые, гребневые;
– *по форме* на

- рулонные – полотнища шириной около 1 м и длиной 7...20 м, поставляемые на строительную площадку в рулонах;
- листовые и штучные – мелкогабаритные полосы и листы (площадью менее 1 и 2 м² соответственно);
- мастичные – вязкие жидкости, образующие сплошную водонепроницаемую пленку после нанесения на изолируемую конструкцию;
- мембранные – большеразмерные полотнища (площадью 100...500 м²).

Выбор того или иного типа материала зависит от многих факторов:

- конструктивных (угол наклона крыши, материал основания);
- технологических (простота устройства покрытия);
- архитектурно-декоративных (желаемый цвет и фактура поверхности кровли);
- экономических (стоимость и долговечность).

Рулонные материалы относятся к группе «мягкая кровля». Они представляют собой полотнища, скатанные в рулоны (отсюда они и получили свое название). Полотнища выпускаются шириной около 1000 мм и длиной от 7 до 20 м, длина полотнища определяется толщиной материала, составляющей обычно 1,0-6,0 мм.

Рулонные материалы могут обеспечивать водонепроницаемость даже при нулевых уклонах, а верхний предел рекомендуемых уклонов составляет 45-50 °С. Кровельный ковер из современных рулонных материалов, как правило, является двухслойным. Поэтому различают материалы для нижнего и для верхнего слоя. Вес 1 кв./м кровельного ковра, в зависимости от вида материала и количества слоев составляет, примерно, 5-12 кг.

В настоящее время на рынке присутствуют рулонные материалы нескольких поколений, для производства которых применяются различные компоненты, как для основы, так и для покровных слоев.

К первому поколению рулонных материалов относятся битумные на картонной основе (рубероид, рубемаст и т.п.). Они по-прежнему широко применяются, хотя уже и не отвечают современным требованиям.

Важным шагом в развитии рулонных материалов стала замена биологически недолговечной картонной основы не гниющими материалами: стеклохолстами, стеклотканями и т.п. (битумные материалы на не гниющих основах). При этом кроме биологической долговечности материала увеличилась и его прочность, в то время как остальные минусы, присущие битумным материалам остались. Это, в первую очередь, проблемы, связанные со «старением» битума. Поистине революционным стало применение в рулонных материалах полимеров, как в качестве модификаторов битума (битумно-полимерные материалы), так и для создания чисто полимерных кровельных материалов (полимерные мембраны). К преимуществам всех рулонных материалов можно отнести то, что они, вне зависимости от условий производства работ и состояния поверхности, создают изоляционный слой с необходимой гарантированной толщиной. К недостаткам рулонных кровельных материалов относится большое количество швов (нахлестов) при изготовлении ковра. Для устройства рулонного водоизоляционного ковра рекомендуется применять битумные и битумно-полимерные материалы на негниющей стеклянной, синтетической или картонной основе или эластомерные вулканизированные пленочные материалы, а также мастичные материалы. Аналогичные материалы рекомендуется применять для устройства пароизоляции. Рулонные материалы на картонной основе с битумным вяжущим допускается применять для устройства водоизоляционного ковра в кровлях временных зданий и сооружений со сроком службы до 5 лет.

2. Гидроизоляционные материалы

Гидроизоляционные материалы предназначены для предохранения строительных конструкций от контакта с водой, поглощения воды или от фильтрации воды через них. В зависимости от физического состояния и соответственно технологии их применения гидроизоляционные материалы можно разделить на жидкие, пастообразные пластично-вязкие, твердые упругопластичные.

Жидкие гидроизоляционные материалы могут быть пропиточные и пленкообразующие.

Пропиточные материалы – жидкости, проникающие в поры поверхностных слоев материала, создавая водонепроницаемый барьер, либо

гидрофобизирующие поверхность пор (битумы и дегти, пропитка полимерами, кремнийорганические жидкости).

Инъекционные материалы – нагнетают в поры изолируемого материала под давлением (эпоксидные смолы, полимерные дисперсии).

Пленкообразующие материалы – вязкожидкие составы, которые после нанесения на поверхность изолируемой конструкции образуют на ней водонепроницаемую пленку (разжиженные битумы, битумные эмульсии, лаки, эмали).

Пастообразные гидроизоляционные материалы используют как обмазочные и приклеивающие.

Обмазочные материалы, после нанесения образуют на изолируемой поверхности достаточно толстый гидроизоляционный слой (мастики, пасты).

Упругопластичные гидроизоляционные материалы представлены рулонными материалами (безосновными и на различных основах), аналогичные кровельным.

№ п / п	Наименование материала	Марка с расшифровкой	Основание	Толщина 1 слоя	Гибкость на брус	Область применения	Рекомендуемое количество слоев
Рулонные кровельные материалы							
1	Бикрост	К - с крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны и полимерной пленкой с нижней стороны полотна	Полиэстер Стеклоткан ь стеклохолс т		R=25м м, 0°С, не выше	применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра	Бикрост наносится в один слой при восстановительном ремонте старого покрытия, и в два при организации нового кровельного ковра, либо при капитальном ремонте.
		П - с мелкозернистой посыпкой или полимерной пленкой с лицевой стороны и полимерной пленкой с нижней стороны полотна или мелкозернистой посыпкой с обеих сторон полотна	Полиэстер Стеклоткан ь стеклохолс т			применяется для устройства нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции строительных конструкций.	

Задание. Пользуясь коллекцией, учебником, методическими указаниями, охарактеризуйте следующие кровельные и гидроизоляционные материалы.

Рулонные битумные материалы

1. Пергамин _____

2. Рубероид _____

Рулонные безосновные битумно-полимерные материалы

3. Изол _____

Штучные и листовые материалы

4. Гибкая черепица _____

5. Листы гофрированные _____

Мастики

6. Мастика битумная горячая _____

7. Мастика битумно-полимерная горячая _____

8. Мастика битумная холодная _____

Задание для самостоятельной работы

Пользуясь учебником и конспектом лекций, ответьте на следующие вопросы:

1. Основные химические элементы, входящие в состав битума _____

2. Каковы основные эксплуатационные свойства битума? _____

3. По каким показателям определяется марка битума? _____

4. Основные области применения битумов _____

5. Как повысить эксплуатационные свойства битумных вяжущих веществ и материалов на их основе? _____

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 20

Ознакомление с эксплуатационно - техническими характеристиками теплоизоляционных материалов

Цель работы: Ознакомление с образцами органических и неорганических теплоизоляционных материалов

Материалы: - образцы органических и неорганических теплоизоляционных материалов.

Порядок выполнения практического задания:

1. Изучить образцы теплоизоляционных и акустических материалов;
2. Ознакомиться с сопутствующей информацией (рекламные проспекты, техническая характеристика материалов, интернет и т.д.);
3. Внести данные в таблицу.

Теплоизоляционными называют строительные материала и изделия, предназначенные для изоляции тепловых потоков, конструкций зданий и сооружений, аппаратуры, трубопроводов, холодильников.

По ГОСТ 16381-77, теплоизоляционные материалы классифицируются по следующим основным признакам: форма и внешний вид; структура; вид исходного сырья; средняя плотность; жесткость; теплопроводность; горючесть. По форме и внешнему виду теплоизоляционные материалы подразделяют на: штучные изделия (плиты, блоки, кирпичи, цилиндры, полуцилиндры, скорлупы, сегменты); рыхлые и сыпучие (вата, перлит, песок); рулонные и шнуровые (маты, шнуры, жгуты).

Марка теплоизоляционного материала отражает величину средней плотности, которая выражается в кг/м^3 (ρ_0). Согласно этому показателю, теплоизоляционные материалы имеют следующие марки: особо низкой плотности (ОНП) 15, 25, 35, 50, 75, низкой плотности (НП) 100, 125, 150, 175, средней плотности (СП) 200, 250, 300, 350, плотные (ПЛ) 400, 450, 500.

Марка теплоизоляционного материала обозначает верхний предел его средней плотности. Например, изделия марки 100 могут иметь $\rho_0=75-100 \text{ кг/м}^3$.

По структуре материалы бывают: волокнистые, зернистые, ячеистые.

По виду исходного сырья материалы относят к двум группам: Неорганические и органические.

По жесткости теплоизоляционные материалы подразделяют на следующие виды: мягкие (М) – сжимаемость $> 30\%$ (при удельной нагрузке 0.002 МПа), полужесткие (П) – сжимаемость $< 30\%$ (при удельной нагрузке 0.002 МПа), жесткие (Ж) – сжимаемость до 6% (при удельной нагрузке 0.002 МПа), повышенной жесткости (ПЖ) – сжимаемость до 10% (при удельной

нагрузке 0.004 МПа), повышенной твердости (Т) – сжимаемость до 10% (при удельной нагрузке 0.1 МПа).

По возгораемости теплоизоляционные материалы бывают: несгораемые, трудносгораемые, сгораемые.

По теплопроводности материалы и изделия относят к классам: А – низкой теплопроводности, Б – средней теплопроводности, В – повышенной теплопроводности.

1. Органические теплоизоляционные материалы

Органические теплоизоляционные материалы изготавливают в виде плит,

обычно крупноразмерных. Основным сырьем для их изготовления служит

древесина в виде отходов (опилки, стружка, горбыль, рейка) и другое растительное сырье волокнистого строения (камыш, солома, малоразложившийся верхний торф, костра льна и конопли).

Для повышения огнестойкости, биостойкости и водостойкости в теплоизоляционных материалах на основе органики вводят антипирены, антисептики и гидрофобизаторы.

Материалы на основе древесного сырья

Древесно-волокнистые плиты ДВП (ГОСТ 4598-86) изготавливают из неделовой древесины, отходов лесопильной и деревообрабатывающей промышленности, бумажной макулатуры, стеблей соломы, кукурузы, хлопчатника и некоторых других растений.

Для улучшения отдельных свойств плит древесноволокнистая масса пропитывается различными химикатами, способствующими уменьшению водопоглощения, повышению биостойкости и огнестойкости.

Плиты древесноволокнистые в зависимости от назначения изготавливаются следующих видов: сверхтвердые, твердые, полутвердые, изоляционно-отделочные и изоляционные.

Древесно-стружечные плиты ДСП. Этот материал получается путем прессования древесной стружки с добавкой синтетических смол. их выпускают одно- и многослойными. ДСП имеют длину 2500-2600 мм, ширину 1200-1800 мм, а толщину от 13 до мм.

Фибролит и арболит – материалы из древесной стружки (фибролит) и опилок и щепы (арболит) на цементном вяжущем.

Полимерные теплоизоляционные материалы

Пенопласты – листовые и фасонные изделия – получают вспениванием различных полимеров: полистирола, поливинилхлорида, полиэтилена, фенольных полимеров и др. используется прессовый и беспрессовый методы изготовления пенопластов.

Пенополистирол – наиболее известный вид строительных пенопластов.

Беспрессовый пенополистирол (ПСБ) состоит из склеивающихся друг с другом вспененных гранул полистирола. Беспрессовый пенополистирол в виде листов и плит применяется для тепловой изоляции стен.

Прессованный (экструзионный) пенополистирол имеет плотные корки на обеих поверхностях плит и полностью замкнутую пористость.

Пенополивинилхлорид – материал в виде плит, по методу получения и структуре аналогичен прессовому пенополистиролу. Применяют для теплоизоляции слоев кровельных конструкций.

Пенополиэтилен – материал получаемый на основе полиэтилена и газообразующих добавок.

2. Неорганические теплоизоляционные материалы

Неорганические материалы изготавливают из минерального сырья (горных пород, шлаков, стекла, вяжущих веществ, асбеста и т.п.) к этим материалам относят изделия из минеральной ваты, пеностекло, ячеистые бетоны, асбестосодержащие засыпки и мастичные составы, а также пористые заполнители, используемые как теплоизоляционные засыпки (керамзит, перлит, вермикулит).

Минераловатные изделия получают на основе коротких и очень тонких минеральных волокон (минеральной ваты), скрепляемых в изделия с помощью связующего или другими способами.

Минеральная вата в зависимости от плотности подразделяется на марки 75, 100, 125, 150. она огнестойка, не гниет, малогигроскопичная и имеет низкую теплопроводность – 0,04 – 0,05 Вт/(м·С).

Минеральная вата хрупка, и при ее укладке образуется много пыли. Поэтому вату гранулируют, т.е. превращают в рыхлые комочки-гранулы. Их используют в качестве теплоизоляционной засыпки пустотелых стен и перекрытий. Сама минеральная вата является как бы полуфабрикатом, из которого выполняют разнообразные теплоизоляционные минераловатные изделия.

Минеральные маты – представляют собой листовой или рулонный материал, состоящий из минеральной ваты, покрытой с одной или двух сторон битуминизированной бумагой, прошитый прочными нитками. Размеры матов: длина 3000-5000, ширина 500 или 1000 мм.

Маты выпускают марки 100 (по величине плотности), их теплопроводность 0,04Вт/(м·С). Маты применяют для теплоизоляции ограждающих конструкций жилых и промышленных зданий, технологического оборудования и трубопроводов.

Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем изготавливают длиной 900-1800, шириной 500-1000 и толщиной 40-100 мм. По плотности плиты подразделяют на марки 50, 75, 125, 175, 200, 300. Теплопроводность их 0,044 – 0,058 Вт/(м·С).

Плиты используют для тепловой изоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов.

Плиты из минеральной ваты на битумном связующем получают смешиванием волокон минеральной ваты с битумной эмульсией или пастой с последующим формованием и сушкой формовочных плит. Длина минераловатных плит 1000-1500 и 2000, ширина 500 и 1000, толщина 40-100 мм. По плотности плиты делят на марки 200 и 250. Теплопроводность плит зависит от марки и находится в пределах 0,06 – 0,076 Вт/(м·С).

Минераловатные плиты на битумном связующем служат для утепления бесчердачных покрытий и чердачных перекрытий, теплоизоляции стен жилых и промышленных зданий, а также для изоляции поверхности промышленного оборудования.

Для изоляции трубопроводов широко применяют минераловатные изделия – полуцилиндры и цилиндры, обладающие такими же показателями физико-механических свойств, что и минераловатные плиты.

В настоящее время разработано множество новейших изделий на основе минеральной ваты. Вот несколько примеров:

Продукция "Роквул" (ROCKWOOL) – мин.вата на каменной (вулканической) породе. Отличительные свойства: изоляция, огнеустойчивость, звуконепроницаемость, водоотталкиваемость, стойкость к деформации.

Минеральная вата "PAROC". С помощью изделий "PAROC" можно утеплить все части здания. Очень важно для потребителя и то, что при работе эти материалы не требуют специальных строительно-монтажных навыков.

Стекловолоконная вата – минерал, состоящий из беспорядочно расположенных стеклянных волокон.

Маты и полосы изготовляют из непрерывного стеклянного волокна, скрепленного прошивкой стеклонитью. Плотность этих изделий не более 175 кг/м³, теплопроводность не более 0,04-0,05 Вт/(м·С). Маты выпускают длиной 100-3000, шириной 200-700, толщиной 10-50 мм.

В настоящее время разработано много новых материалов на основе стеклянного волокна.

Теплоизоляционные изделия "URSA" представляют собой ковер из тончайших стеклянных волокон, обработанных связывающим составом, что обеспечивает главное достоинство – высокую изоляционную способность при низкой плотности.

Вата "ISOVER" – стекловолоконная вата высшего качества, изготавливается в основном из вторично используемого стекла, песка, соды и известняка. Отличительные свойства ваты "ISOVER" – высокая изоляционная способность; относится к группе негорючих стройматериалов; эластичность; химическая стойкость.

№ п / п	Наименование материала	Марка с расшифровкой	Размеры, мм	Толщина, мм	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/мК	Горючесть	Область применения
1	Вермикулит вспученный	100			100	0,055	НГ	Вермикулит применяют в качестве теплоизоляционного засыпки при температуре изолируемых поверхностей от минус 260 до плюс 1100 °С (до 900 °С - при изоляции вибрирующих поверхностей), для изготовления теплоизоляционных изделий, а также в качестве заполнителя для легких бетонов и для приготовления штукатурных растворов.
		150			150	0,060		
		200			200	0,065		

Задание для самостоятельной работы

Пользуясь учебником и методическими указаниями, приведите некоторые данные о теплоизоляционных строительных материалах.

1. Основные области применения теплоизоляционных материалов

2. Классы теплоизоляционных материалов: _____

3. Показатели пожарной опасности горючих теплоизоляционных материалов: _____

4. Приемы улучшения эксплуатационных свойств теплоизоляционных материалов: _____

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

Список основной литературы

1. Ананьев, В.П. Инженерная геология: учебник /В.П. Ананьев, А.Д. Потапов – Москва: Высшая школа, 2000. – 577с.
2. Гушин А. И. Общая геология: практические занятия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. И. Гушин, М. А. Романовская, Г. В. Брянцева; под общ. ред. Н. В. Короновского. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 236 с. — Режим доступа: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/966308>
3. Короновский Н. В. Общая геология [Электронный ресурс]: учебник / Н. В. Короновский. — 2-е изд., стереотип. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 474 с. — Режим доступа: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/1002052>
4. Лолаев А.Б. Инженерная геология и грунтоведение: учебник: /А.Б. Лолаев, В.В. Бутюгин – СПО: изд-во Феникс, 2017 – 350 с.
5. Платов, Н.А. Основы инженерной геологии: учебник / Н.А. Платов – Москва: ИНФРА-М, 2009.-192с.
6. Попов Ю. В. Общая геология [Электронный ресурс]: учебник / Ю. В. Попов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2018. – 273 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561232>
7. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2003.- 701 с.
8. Грушко И.М., Золотарев В.А., Глущенко и др. Испытание дорожностроительных материалов. Лабораторный практикум.- М.: Транспорт, 1985.- 200 с.
9. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.- М.: Изд-во стандартов, 1985. - 6 с.
10. ГОСТ 310.3-76 Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема.- М.: Изд-во стандартов, 1976. - 8 с.
11. ГОСТ 310.4-81 Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.- М.: Изд-во стандартов, 1981. - 12 с.
12. ГОСТ 22245-90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.- М.: Изд-во стандартов, 1990. - 9 с.
13. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.- М.: Изд-во стандартов, 1993. – 12 с.
14. ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.- М.: Изд-во стандартов, 1991. - 23 с.
15. ГОСТ 10181.1-81 Смеси бетонные. Методы определения удобоукладываемости.- М.: Изд-во стандартов, 1981. - 8 с.

ТОХАЕВА Мина Аскеровна

**МДК.02.01. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ НА ОБЪЕКТЕ КАПИТАЛЬНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Практикум для студентов специальности
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Корректор Чагова О.Х.
Редактор Чагова О.Х.

Сдано в набор 02.06.2025 г.
Формат 60х84/16
Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Усл. печ. л.5,81
Заказ № 5131
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен
в Библиотечно-издательском центре СКГА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36

