

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»
Технологический факультет
Кафедра строительных и общепрофессиональных дисциплин

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»**

Часть 2

для подготовки студентов всех форм обучения
по направлению подготовки бакалавров
08.03.01 Строительство

Майкоп - 2017

УДК 620.22 (07)
ББК 30.3
У-91

Печатается по решению научно-технического совета
ФГБОУ ВО «МГТУ»

Рецензенты:

М.В. Васеха - канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «МГТУ»
г. Мурманск;

З.А. Меретуков - доктор техн. наук, профессор ФГБОУ ВО
«МГТУ» г. Майкоп

Составители:

Е.А. Хадыкина - канд. техн. наук, доцент кафедры строительных и
общепрофессиональных дисциплин ФГБОУ ВО «МГТУ»;

Л.М. Левашова - канд. техн. наук, доцент кафедры строительных и
общепрофессиональных дисциплин ФГБОУ ВО «МГТУ»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ» (Часть 2) для подготовки студентов
всех форм обучения по направлению подготовки бакалавров
08.03.01 Строительство. - Майкоп: Изд-во «ИП Кучеренко В.О.»,
2017. – 84 с.

Учебно-методическое пособие является продолжением учебно-методического пособия по дисциплине «Материаловедение» (часть 1). В пособии рассматриваются теоретические основы и методики выполнения лабораторных работ по курсу «Материаловедение» по разделам «Заполнители для бетонов и растворов», «Вяжущие вещества», «Древесные материалы».

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов высших и средних учебных заведений строительных специальностей, а также для инженерно-технических работников строительной отрасли.

Дисциплина «Материаловедение» согласно государственному образовательному стандарту профессионального образования по направлению подготовки бакалавров 08.03.01 Строительство входит в состав дисциплин, обеспечивающих общую фундаментальную подготовку специалистов строительного профиля. Она является базовой для профилирующих дисциплин: металлических, железобетонных, деревянных и других конструкций, архитектуры, технологии строительного производства, экономики и организации строительства.

Данное учебное пособие предназначено для выполнения лабораторных работ по материаловедению, целью которых является закрепление теоретического курса. Оно поможет выполнить следующие задачи, обеспечивающие подготовку специалистов широкого профиля:

- необходимость использования ГОСТ 22851-77 «Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции. Основные положения»;
- усиление роли стандартизации в повышении качества материалов и изделий;
- изучение взаимосвязей состава, строения и свойств материала, принципов оценки показателей его качества;
- установление требований к материалу по номенклатуре показателей качества: назначению, технологичности, механическим свойствам, долговечности, конкурентоспособности и др.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Тема 1. Заполнители для бетонов и растворов	9
Лабораторная работа № 1. Определение зернового состава песка	12
Лабораторная работа № 2. Определение зернового состава крупного заполнителя	16
Контрольные вопросы	18
Тема 2. Вяжущие вещества.	
Лабораторная работа № 3. Определение тонкости помола гипса	22
Лабораторная работа № 4. Определение нормальной густоты гипсового теста	24
Лабораторная работа № 5. Определение сроков схватывания гипсового теста	26
Лабораторная работа № 6. Определение тонкости помола цемента	36
Лабораторная работа № 7. Определение насыпной плотности цемента	38
Лабораторная работа № 8. Определение истинной плотности цемента ускоренным методом	40
Лабораторная работа № 9. Определение нормальной густоты цементного теста	43
Лабораторная работа № 10. Определение скорости гашения извести	46
Контрольные вопросы	50
Тема 3. Древесные материалы.	50
Лабораторная работа №11. Изучение строения древесины	53
Лабораторная работа № 12. Определение содержания поздней древесины в годичном слое	56
Лабораторная работа № 13. Визуальное ознакомление со строением разных древесных пород и пороками древесины	58

Лабораторная работа №14. Определение влажности древесины	66
Лабораторная работа № 15. Определение средней плотности древесины при влажности в момент испытания	68
Лабораторная работа 16 .Определение влагопоглощения древесины	72
Лабораторная работа 17. Определение водопоглощения, радиального и тангенциального разбухания древесины	74
Лабораторная работа № 18. Определение величины усушки древесины	78
Контрольные вопросы	81
Приложения	83
Список литературы	92

ВВЕДЕНИЕ

Для возведения гражданских и промышленных зданий, инженерных сооружений требуется большое количество различных строительных материалов. Их стоимость от общей стоимости строительства составляет более 60%. Для правильного использования строительных материалов необходимо знать их свойства и область применения. Изучением свойств материалов занимается наука «Материаловедение».

Все строительные материалы и изделия должны соответствовать Государственным стандартам (ГОСТ), разрабатываемым на основе новейших достижений науки и техники. В ГОСТах даются определение и назначение материала, классификация, технические требования, условия изготовления, хранения и транспортировки. Испытание строительных материалов также регламентируется ГОСТами, и на их основе разрабатывается методика определения свойств материалов. Лабораторное определение свойств строительных материалов играет большое значение в повышении качества, долговечности, сохранности и экономичности строительных конструкций.

В стандартах требования к свойствам материалов выражены в виде марок. Марка строительного материала – условный показатель, устанавливаемый по главнейшим эксплуатационным характеристикам или комплексу важнейших свойств. Так, существуют марки по плотности, прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и т.д.

Большое значение в определении качества строительного материала играет отбор проб, которые должны быть усредненными. Средней пробой называется небольшое количество материала, соответствующее по своему химическому составу, размерам, физико-химическим свойствам всей партии материала. Величина партии и средней пробы определяется ГОСТами или техническими условиями. Материал отбирают порциями, с помощью специальных приспособлений, которые в дальнейшем составят среднюю пробу. Среднюю пробу кусковых и сыпучих материалов подвергают

сокращению путем квартования. Пробу тщательно перемешивают и насыпают в виде конуса. Совком делают усеченный конус, который делят сверху двумя взаимно перпендикулярными линиями на четыре равные части - сектора. Две противоположные части отбрасывают, а две оставшиеся снова подвергают квартованию до получения средней пробы необходимой величины. При необходимости пробу измельчают.

После получения средней пробы приступают к испытаниям строительного материала или изделия по стандартной методике. Лабораторные работы по строительным материалам следует проводить по подгруппам (лабораторная группа). Для обеспечения максимальной самостоятельности лабораторную группу студентов делят на бригады с учетом трудоемкости отдельных лабораторных испытаний. Результаты выполнения лабораторных работ оформляют в виде таблиц, графиков, делают выводы о соответствии материала требованиям ГОСТа и дают рекомендации по его применению. Если показатели свойств материала имеют незначительные отклонения от стандарта, необходимо сформулировать рекомендации по улучшению его качества.

Тема 1. Заполнители для бетонов и растворов

Заполнители классифицируют по химическому составу - органические, неорганические; по происхождению - природные и искусственные; по форме частиц - зернистые (крупно-, средне-, мелкозернистые), порошкообразные, волокнистые, стержневые и др.); по плотности - тяжелые, легкие; по строению - плотные, пористые; по способности вступать в химические реакции с вяжущим веществом - высокоактивные, активные, малоактивные и инертные. Наибольшее применение при производстве искусственных строительных конгломератов получили неорганические зернистые наполнители.

Мелкий заполнитель. В качестве мелкого заполнителя применяют природный или искусственный песок. Размер зёрен от 0,14 до 5 мм, истинная плотность более $\rho > 1800 \text{ кг/м}^3$. Искусственный песок получают путём дробления плотных, тяжёлых горных пород. При оценке качества песка определяют его истинную плотность, среднюю насыпную плотность, межзерновую пустотность, влажность, зерновой состав и модуль крупности.

Поступающий на строительство песок должен отвечать требованиям ГОСТ 8736-93, ГОСТ 26633-91 и ГОСТ 8735-88 по зерновому составу, наличию примесей и загрязнений.

Межзерновая пустотность $V_{п}$ (%) - показывает, какую долю составляют пустоты между зёрнами крупного заполнителя от его объема в рыхло-насыпном состоянии

$$V_{п} = \left[1 - \frac{\rho_{н}}{\rho} \right] \cdot 100 \quad (1)$$

$\rho_{н}$ - насыпная плотность песка, кг/м^3 ; ρ - истинная плотность песка, кг/м^3 ;

В хороших песках межзерновая пустотность составляет 30...38%, в разнотернистых – 40...42%.

Зерновой состав песка определяют на стандартном наборе сит с размерами ячеек: 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14 мм. Навеску сухого песка просеивают через набор сит, остатки песка на каждом сите взвешивают и вычисляют *частные остатки* a_i (%) на каждом сите

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100 \quad (2)$$

где m_i - масса остатка на данном сите, m - масса просеиваемой навески.

полный остаток A_i (%) определяют как сумму частного остатка на данном сите плюс сумму частных остатков на ситах с меньшим размером отверстий

$$A_{1,25} = a_{1,25} + a_{2,5} + a_5 \quad (3)$$

Размеры полных остатков характеризуют зерновой состав песка.

модуль крупности M_K

$$M_K = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100} \quad (4)$$

Для строительных растворов рекомендуется применять пески с модулем крупности не менее 1,2, а для бетонов - не менее 2. Для бетонов применяют песок крупностью не более 5 мм, для растворов, используемых для замоноличивания сборных железобетонных конструкций и заполнения швов при монтаже панелей, - также не более 5 мм; для растворов, служащих для кладки кирпича, камней правильной формы и блоков, - не более 2,5 мм; для штукатурных отделочных растворов - не более 1,25 мм.

По зерновому составу пески классифицируют на группы (табл. 1).

Таблица 1

Классификация песков по зерновому составу

Группы песков	Модуль крупности M_K	Полный остаток на сите № 0,63 % по массе
Крупный	Свыше 2,5	Свыше 45
Средний	2,0 - 2,5	30-45
Мелкий	2,5 – 2,0	10-30
Очень мелкий	1,0 – 1,5	До 10

Крупный заполнитель. В качестве крупного заполнителя бетонной смеси применяют природный или искусственный щебень либо гравий с крупностью зёрен от 5 до 70 мм. В зависимости от насыпной плотности и структуры зерен крупного заполнителя различают плотные (тяжелые) заполнители ($c_{нас} > 1200$ кг/м³),

используемые для тяжелого бетона, и пористые ($c_{нас} < 1200 \text{ кг/м}^3$), используемые для легкого бетона.

Плотные заполнители - щебень и гравий.

Щебень - обычно искусственный рыхлый материал с неокатанными шероховатыми зёрнами, получаемый путём дробления горных пород, крупного природного гравия или искусственных камней.

Гравий - рыхлый природный материал с окатанными, гладкими зёрнами, образовавшийся в процессе физического выветривания горных пород.

Для легких бетонов применяют легкие заполнители - керамзит, шлаковую пемзу, аглопорит, перлит щебень из пемзы, туфа и пористых известняков.

Керамзит - гранулы округлой формы с пористой сердцевинкой и плотной спекшейся оболочкой.

Шлаковая пемза - пористый щебень, получаемый вспучиванием расплавленных металлургических шлаков путем их быстрого охлаждения водой или паром.

Аглопорит - пористый заполнитель в виде гравия, щебня, получаемый спеканием (агломерацией) сырьевой шихты из глинистых пород топливных отходов.

Вспученные перлитовый песок и щебень - пористые зерна белого или светло-серого цвета, получаемые путем быстрого (1...2 мин) нагрева до температуры $1000... 1200^\circ \text{C}$ вулканических горных пород, содержащих небольшое количество (1...3 %) гидратной воды (перлит и др.).

Поступающий на строительство крупный заполнитель должен отвечать требованиям ГОСТ 8736 - 93, ГОСТ 26633-91, ГОСТ 8267-93 и ГОСТ 8735 - 88.

Чтобы обеспечить оптимальный зерновой состав крупный заполнитель делят на фракции в зависимости от наибольшей крупности зёрен $D_{наиб}$. При $D_{наиб} = 20 \text{ мм}$ крупный заполнитель имеет две фракции: от 5 до 10 мм и от 10 до 20 мм;

При $D_{наиб} = 40 \text{ мм}$ - три фракции: от 5 до 10 мм; от 10 до 20 мм и от 20 до 40 мм;

При $D_{наиб} = 70$ мм - четыре фракции: от 5 до 10 мм; от 10 до 20 мм; от 20 до 40 мм; от 40 до 70 мм.

Зерновой состав крупного заполнителя устанавливают в результате просеивания просушенного крупного заполнителя набором сит с отверстиями размером 70; 40; 20; 10; 5 мм с учётом его максимальной $D_{наиб}$ и минимальной $D_{наим}$ крупности. За наибольшую крупность зерен принимают размер отверстий того верхнего сита, на котором полный остаток не превышает 5 %, а за наименьшую крупность - размер отверстия нижнего сита, полный остаток на котором составляет не менее 95 %.

Кроме того вычисляют значения $0,5(D_{наим} + D_{наиб})$ и $1,25D_{наиб}$. Зерновой состав каждой фракции должен находиться в пределах, установленных ГОСТ 8267-93 «Межгосударственный стандарт. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ» (приложение 1).

Лабораторная работа № 1. Определение зернового состава песка.

Цель работы: определить зерновой состав песка и его пригодность для приготовления бетонной смеси.

Материалы и оборудование:

- Высушенный кварцевый песок;
- Сита с размером ячеек 5; 2,5; и 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14 мм;
- весы лабораторные электронные ВЛТ 6100-П;

Теоретическая часть.

Зерновой состав – это полные остатки песка на ситах с определенным диаметром отверстий.

Зерновой состав и модуль крупности определяет качество мелкого заполнителя и его пригодность для приготовления строительных растворов и бетонной смеси.

Поступающий на строительство песок должен отвечать требованиям ГОСТ 8736-93, ГОСТ 26633-91 и ГОСТ 8735-88 по зерновому составу, наличию примесей и загрязнений

Зерновой состав песка определяют на стандартном наборе сит с размерами ячеек: 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14 мм. Навеску сухого песка просеивают через набор сит, остатки песка на каждом сите взвешивают и вычисляют частные остатки a_i (%) на каждом сите, а затем полные остатки на каждом сите. Размеры полных остатков характеризуют зерновой состав песка.

Модуль крупности характеризует назначение песка. Для строительных растворов рекомендуется применять пески с модулем крупности не менее 1,2, а для бетонов - не менее 2. Для бетонов применяют песок крупностью не более 5 мм, для растворов, используемых для замоноличивания сборных железобетонных конструкций и заполнения швов при монтаже панелей, - также не более 5 мм; для растворов, служащих для кладки кирпича, камней правильной формы и блоков, - не более 2,5 мм; для штукатурных отделочных растворов - не более 1,25 мм.

Методика выполнения работы:

- Подготовить среднюю пробу песка: из емкости с высушенным песком отобрать в разных местах 10-15 частичных проб. Частичные пробы соединить (общая масса должна составить 5-10 кг), тщательно перемешать и сократить с помощью метода квартования до 2 кг.

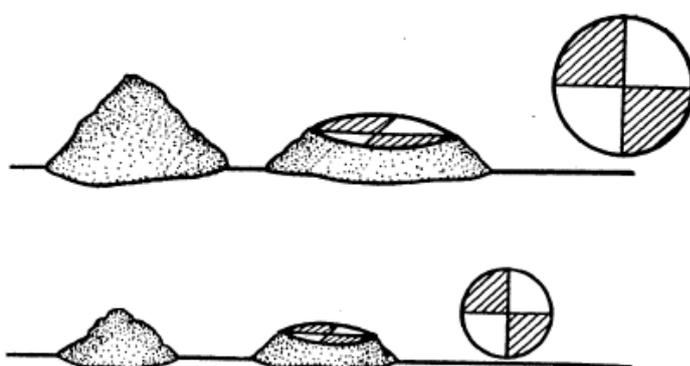


Рис. 1. Метод квартования сыпучих и кусковых материалов.

Метод квартования состоит в том, что после перемешивания среднюю пробу песка в виде усеченного конуса разравнивают слоем толщиной 8-10 см и делят через центр перпендикулярными линиями на четыре равные части, из которых две любые

противоположные части удаляют, а две оставшиеся после перемешивания и разравнивания снова делят на четыре части. Такое деление продолжают до тех пор, пока не остается требуемое количество песка.

- Взвесить 2,0 кг сухого песка.
- Просеять навеску через сито с отверстиями 5,0 мм.
- Из пробы песка, прошедшего через сито с отверстиями 5,0 мм отобрать навеску 1000,0 г.
- Взвесить массу каждого сита и занести ее значение в лабораторный журнал.
- Навеску песка 1000,0 г. просеять через комплект сит, последовательно расположенных по мере уменьшения диаметра отверстий. Просеивание считается законченным, если через сито на чистый лист бумаги за 1 минуту проходит не более 0,1% зерен песка от общей массы просеиваемой навески.
- Взвесить массу каждого сита с остатками песка, и занести ее в соответствующую графу лабораторного журнала.
- Рассчитать частные остатки на каждом сите с точностью 0,1%.
- Рассчитать полные остатки песка на каждом сите с точностью 0,1%.
- Для определения пригодности песка для приготовления бетонной смеси строим график по результатам просеивания. На графике по оси абсцисс в определенном масштабе откладывают размеры отверстий на ситах с сетками № 0,14, 0,315; 0,63; 1,25; 2,5 и 5, а по оси ординат – значения полных остатков на соответствующих ситах, %. Полученные точки соединяем ломаной линией. Если кривая, характеризующая зерновой состав испытуемого песка, располагается в заштрихованной области графика (рис. 2), то такой песок признают пригодным для приготовления бетонной смеси. Если ломаная линия располагается выше заштрихованной области, то песок считается мелким, а если ниже – крупным. В нашем примере ломаная линия находится в заштрихованной области графика, поэтому испытуемый песок пригоден для приготовления бетонной смеси.

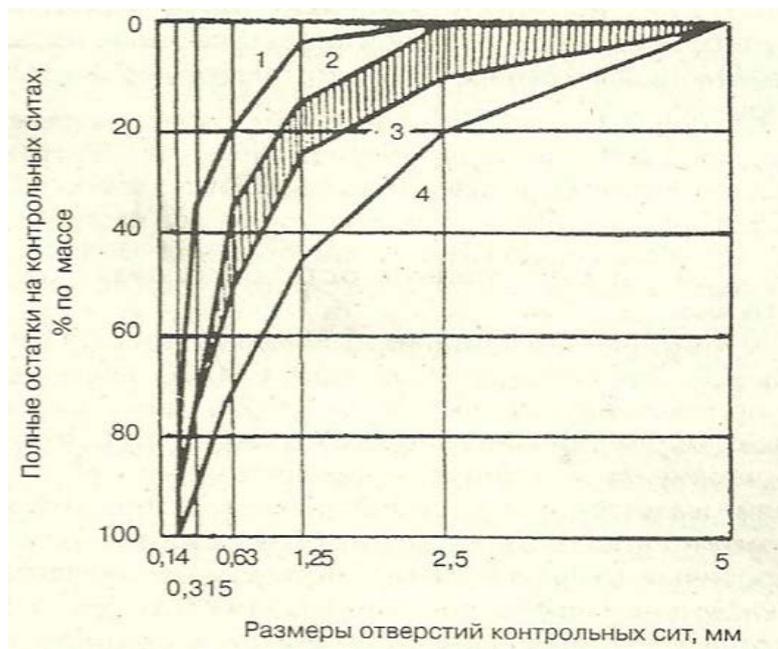


Рис. 2. График оптимального и допустимого зернового состава песка для бетона и раствора:

- 1 – допустимая верхняя граница, соответствующая $M_K = 1,5$;
- 2 – рекомендуемая верхняя граница;
- 3 – рекомендуемая нижняя граница;

4 - допустимая нижняя граница, соответствующая $M_K = 3,5$

Лабораторный журнал.

Размеры отверстий в сите, мм	Масса песка на сите, г	Частный остаток на сите, %	Полный остаток на сите, %
5,0			
2,5			
1,25			
0,63			
0,315			
0,14			
Прошло через все сита			

Вывод:

Песок (не) пригоден для приготовления бетонной смеси. По модулю крупности песок рекомендуется для _____ растворов.

Лабораторная работа № 2. Определение зернового состава крупного заполнителя.

Цель работы: определить зерновой состав крупного заполнителя и его пригодность для приготовления бетонной смеси.

Материалы и оборудование:

- высушенный щебень (гравий);

- сита с размером ячеек 70; 40; 20; 10; 5 мм;
- весы лабораторные электронные ВЛТ 6100-П;
- емкость для взвешивания.

Теоретическая часть.

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

В зависимости от размера зерен щебень (гравий) подразделяется на следующие фракции 5-10, 10-20, 20-40 и 40-70 мм. В каждой фракции гравия или щебня должны быть зерна всех размеров от наибольшего до наименьшего в данной фракции.

Зерновой состав каждой фракции должен находиться в пределах, установленных ГОСТ 8267-93 «Межгосударственный стандарт. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ» (приложение).

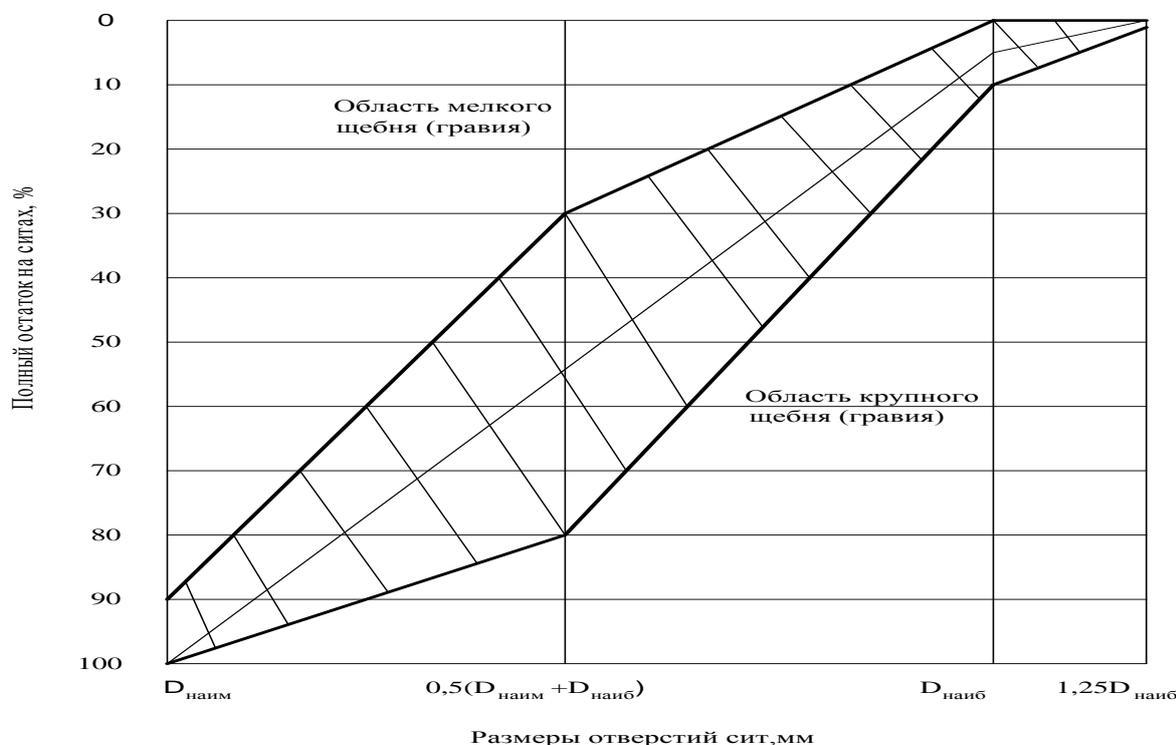


Рис.3. График зерновых составов щебня, соответствующего требованиям ГОСТ 8267-93

На рисунке 3 штрихованная область отображает зерновой состав крупного заполнителя, соответствующего требованиям ГОСТ 8267-93 .

Методика выполнения работы:

- Взвесить 4,0 кг сухого крупного заполнителя.
- Навеску крупного заполнителя просеять через комплект сит 70; 40; 20; 10; 5 мм, последовательно расположенных по мере уменьшения диаметра отверстий. Просеивание считается законченным, если через сито на чистый лист бумаги за 1 минуту проходит не более 0,1 % зерен крупного заполнителя от общей массы просеиваемой навески.
- Перенести крупный заполнитель, оставшийся на каждом сите в емкость для взвешивания, взвесить его и занести значение массы в соответствующую графу лабораторного журнала.
- Рассчитать частные остатки на каждом сите с точностью 0,1 %.
- Рассчитать полные остатки крупного заполнителя на каждом сите с точностью 0,1 %.
- Для определения пригодности щебня (гравия) для приготовления бетонной смеси определяем $D_{\text{наиб}}$ (D) и $D_{\text{наим}}$ (d) и рассчитываем $0,5 \cdot (d+D)$ и $1,25D$. Строим график по результатам просеивания и расчетов. На графике по оси абсцисс в определенном масштабе откладывают размеры отверстий на ситах с сетками 10, 20, 40, 70 и $0,5 \cdot (d+ D)$ и $1,25D$, а по оси ординат – значения полных остатков на соответствующих ситах, %. Полученные точки соединяем ломаной линией. Если кривая, характеризующая зерновой состав испытуемого заполнителя, располагается в заштрихованной области графика (рис.3.), то такой заполнитель признают пригодным для приготовления бетонной смеси. Если ломаная линия располагается выше заштрихованной области, то заполнитель считается мелким, а если ниже – крупным.
- Оцениваем соответствие каждой фракции крупного заполнителя на требование ГОСТ 8267-93 «Межгосударственный стандарт. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ» (приложение 1).

Лабораторный журнал.

Размеры отверстий в сите, мм	Масса заполнителя на сите, г	Частный остаток на сите, %	Полный остаток на сите, %
10			
20			
40			
70			

$d=$; $D=$; $0,5 \cdot (d+D)=$; $1,25D=$

Вывод:

- Щебень (гравий) (не) пригоден для приготовления бетонной смеси.
- Щебень (гравий) (не) соответствует требованию ГОСТ 8267-93 «Межгосударственный стандарт. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ»

Контрольные вопросы

1. Чем отличается щебень от гравия?
2. На какие фракции делят крупный заполнитель?
3. В чем заключается технический смысл фракционирования?
4. В чем сущность метода квартования?
5. Что такое частные и полные остатки на ситах?
6. Какие зерна называют пластинчатыми (лещадными) и игловатыми?
7. Что такое зерновой состав песка? Как он определяется?
8. Что такое насыпная плотность крупного заполнителя и как ее определяют?
9. Понятие о межзерновой пустотности и методах ее определения.
10. Дать определение песка как строительного материала.
11. На какие фракции делят песок?
12. Понятие о модуле крупности песка. Дать формулу его определения.
13. По каким параметрам устанавливают группу крупности песка?
14. Как определяют насыпную плотность песка?

15. Как влажность влияет на насыпную плотность?

Тема 2. Неорганические вяжущие вещества.

Минеральные (неорганические) вяжущие вещества – это тонкомолотые порошки, которые при смешивании с водой дают пластичное тесто, а в результате физико-химических процессов постепенно превращающееся в камень. Это свойство позволяет использовать их для приготовления строительных растворов и бетонов, безобжиговых искусственных каменных материалов и изделий.

Минеральные вяжущие получают обжигом и помолом из минерального природного сырья: известняков, доломитов, магнезитов, гипсового камня.

По условиям затвердевания минеральные вяжущие подразделяют на *воздушные, гидравлические и кислотостойкие*. Воздушные вяжущие твердеют и набирают прочность в воздушно-сухих условиях. К ним относят воздушную известь, гипсовые вяжущие, магнезиальные вяжущие. При систематическом увлажнении бетоны, растворы, изделия на воздушных вяжущих быстро теряют прочность и разрушаются. *Гидравлические* вяжущие твердеют и набирают прочность не только на воздухе, но и в воде. При этом прочность их увеличивается с течением времени. К ним относят портландцемент и его разновидности, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент, глиноземистый цемент, романцемент, гидравлическую известь, известково-шлаковые вяжущие и др.

Кислотостойкие вяжущие вещества – это тонкомолотые смеси кварцевого песка и кремнефтористого натрия, затворяемые водным раствором силиката натрия или калия (жидкое стекло). Это вяжущее, предварительно выдержанное в воздушной среде, сопротивляется агрессивному воздействию неорганических и органических кислот (исключение составляет фтористо-водородная кислота).

В отдельную группу выделяют вяжущие *автоклавного твердения*, образующие прочный плотный камень при автоклавном синтезе (в среде насыщенного пара при $T=170^{\circ}\text{C}$ и давлении до 10-12 атмосфер). В эту группу входят известково-кремнеземистые, известково-золевые, известково-шлаковые вяжущие и др.

Твердение минеральных вяжущих – это сложный физико-химический процесс взаимодействия вяжущего и воды, в основе которого лежит реакция гидратации. Основными свойствами минеральных вяжущих являются плотность, тонкость помола, водопотребность, сроки схватывания, равномерность изменения объема, прочность при сжатии и изгибе. Требования к свойствам вяжущих, методы их испытания, область применения указаны в государственных стандартах.

Строительным гипсом называют воздушное вяжущее вещество, получаемое при термической обработке природного гипсового камня ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) при температуре $110-180^{\circ}\text{C}$ до превращения его в полуводный гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) с последующим помолом в тонкий порошок:



В некоторых технологических схемах получения гипса помол предшествует обжигу или помол и обжиг совмещены в одном аппарате. Гипс строительный относится к быстросхватывающимся и быстротвердеющим вяжущим, обладает довольно высокой прочностью, не влагостоек. Гипс твердеет в результате реакции гидратации, присоединяя при этом 1,5 молекулы воды по реакции:



Для регулирования сроков схватывания и улучшения физико-механических свойств гипса вводят специальные добавки.

Строительный гипс применяется в производстве гипсолитовых, гипсобетонных плит, перегородочных панелей, деталей строительного назначения, при изготовлении сложных строительных растворов и т.д.

По степени помола, %, гипс разделяют на три вида:

I – грубого помола – остаток на сите №02 < 23;

II – среднего помола – остаток на сите < 14;

III – тонкого помола – остаток не более 2.

По срокам схватывания, мин, гипс разделяют на три вида:

Вид гипса	Начало, не ранее	Конец, не позднее
А-быстротвердеющий	2	15
Б-нормальнотвердеющий	6	30
В-медленнотвердеющий	20	-

По пределу прочности при сжатии и изгибе, МПа, гипсовые вяжущие делят на 12 марок (табл. 3).

Таблица 3.

Марки гипсовых вяжущих по прочности

Марка вяжущего	Предел прочности образцов-балочек 40x40x160 мм, не менее (даН/см ²)	
	при сжатии	при изгибе
Г-2	20	12
Г-3	30	18
Г-4	40	20
Г-5	50	25
Г-6	60	30
Г-7	70	35
Г-10	100	45
Г-13	130	55
Г-16	160	60
Г-19	190	65
Г-22	220	70
Г-25	250	80

Лабораторная работа № 3. Определение тонкости помола гипса.

Цель работы: определить тонкость помола гипса, индекс помола и вид гипса.

Материалы и оборудование:

- гипс высушенный;
- сито с сеткой № 02;
- шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ;
- эксикатор;
- чашки Петри;

- весы лабораторные электронные ВМК 622.

Теоретическая часть.

Тонкость помола – одно из важнейших свойств гипса: чем тоньше помол гипса, тем короче сроки его схватывания и выше качество. Тонкость помола определяют ситовым анализом как остаток на сите с сеткой № 02 в процентах от первоначальной массы просеиваемой пробы. Испытания проводят вручную или на приборе для механического просеивания. Просеивание считается законченным, если в течение 1 мин через сито проходит не более 0,05 г гипса. По окончании просеивания остаток на сите взвешивают с точностью до 0,01 г.

В зависимости от степени помола различают гипс грубого, среднего, тонкого помола. (Выписка из ГОСТ 125-79 . «Вяжущие гипсовые. Технические условия. Свойства гипсовых вяжущих).

Вид вяжущего	Индекс степени помола	Максимальный остаток на сите с размерами ячеек 0,2 мм, %, не более
Грубого помола	I	23
Среднего помола	II	14
Тонкого помола	III	2

Методика выполнения работы:

- Взвесить сито с сеткой № 02, с донышком. Данные занести в лабораторный журнал.
- Взвесить 50,0 г сухого гипса в чашке Петри из подготовленной пробы.
- Высыпать навеску гипса на сито. Закрыв сито крышкой, начать просеивание. Через 5-7 мин от начала просеивания осторожно снять донышко и высыпать из него прошедший через сито гипс, прочистить сетку с нижней стороны мягкой кистью, вставить донышко и продолжить просеивание.
- Через 1-2 мин снять донышко и провести контрольное просеивание. Контрольное просеивание выполняют вручную при снятом донышке на бумагу в течение 1 мин. Операцию просеивания считают законченной, если при контрольном просеивании сквозь сито проходит не более 0,05 г гипса.
- Рассчитать тонкость помола гипса (в %) по формуле

$$T = \frac{g \cdot 100}{G} \quad (5)$$

где g - масса остатка гипса на сите с сеткой № 02, г;

G - масса первоначальной навески гипса, 50,0 г.

- Повторить исследование еще раз с новой порцией гипса.

Лабораторный журнал:

№ п/п	Масса сита с сеткой № 02, с доньшком	Масса сита с сеткой № 02, с доньшком и остатками гипса	масса гипса, оставшегося на сите с сеткой № 02	тонкость помола гипса, %
1				
2				

За окончательный результат принять среднюю тонкость помола по результатам просеивания 2 параллельных проб.

Вывод:

- Тонкость помола гипса составляет %.
- Индекс помола - ,
- Вид гипса -

Лабораторная работа № 4. Определение нормальной плотности гипсового теста.

Цель работы: определить нормальную плотность гипсового теста.

Материалы и оборудование:

- высушенный строительный гипс;
- вискозиметра Суттарда;
- весы лабораторные электронные ВМК 622;
- мерный цилиндр вместимостью 500 мл;
- секундомер;
- емкость для смешивания;
- ручная мешалка;
- нож.

Теоретическая часть.

Определение нормальной плотности гипсового теста сводится к установлению количества воды (в см³ на 100 г гипса), необходимого для придания гипсовому тесту определенной

пластичности. Эти данные необходимы для последующего определения предела прочности гипсового камня и сроков схватывания гипса.

Определение нормальной густоты гипсового теста производится с помощью вискозиметра Суттарда (рис. 4), который состоит из медного или латунного цилиндра, имеющего внутренний диаметр 5 см и высоту 10 см, и квадратного листового стекла со сторонами 20 см. Цилиндр должен быть хорошо отполирован у краев и внутри. На стекле нанесен ряд concentрических окружностей метром 6-20 см, причем окружности диаметром до 15-20 см расположены через каждый 1 см, а от 17 до 19 - через 0,5 см.

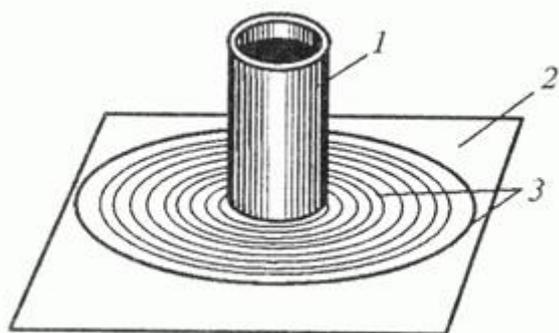


Рис. 4. Вискозиметр Суттарда:

- 1- цилиндр;
- 2- стеклянная пластинка;
- 3- concentрические окружности

Требуемой густотой обладает тесто, которое дает лепешку высотой около 1 см. Диаметр расплыва должен быть равен (180 ± 5) мм.

Методика выполнения работы:

- Рассчитать объем воды, необходимый для затворения гипса по вашему варианту.
- В чистую чашку, предварительно протёртую тканью, влить отмеренный объем воды.
- Взвесить 300 г гипса.
- Подготовить вискозиметр Суттарда: цилиндр и стекло увлажнить мягкой тканью, смоченной в чистой воде. Перед смачиванием с внутренней поверхности цилиндра и со стекла тщательно удалить гипс, оставшийся от предыдущего испытания.

Стеклянная пластинка кладется строго горизонтально, цилиндр ставится в центр концентрических окружностей.

- Всыпать в воду в течение 2-5с гипс. Массу перемешать в течение 30 с, начиная отсчёт времени от начала всыпания гипсового вяжущего в воду.
- Сделав два резких перемешивания, быстро вылить массу в цилиндр, поставленный на стекло, и ножом сравнить поверхность гипса с краями цилиндра (на это затрачивается не более 15 с). Резким вертикальным движением поднять цилиндр, тесто разливается на стекло в конусообразную лепешку, величина которой обуславливается консистенцией теста.
- Повторить испытания для другого варианта.

Лабораторный журнал:

№ варианта	Масса гипсового вяжущего, г	Массовая доля воды, %	Объем воды, см ³	Диаметр расплыва, мм

Нормальная густота гипсового теста выражается числом кубических сантиметров воды, приходящейся на 100 г гипса.

Вывод: Нормальная густота гипсового теста составляет

Лабораторная работа № 5. Определение сроков схватывания гипсового теста.

Цель работы: определить сроки схватывания гипсового теста, определить группу гипса по срокам схватывания.

Материалы и оборудование:

- гипс строительный;
- стандартный прибор Вика;
- весы лабораторные электронные ВМК 622;
- мерный цилиндр вместимостью 500 мл;
- нож;
- емкость для смешивания.

Теоретическая часть.

Гипсовые вяжущие - группа воздушных вяжущих веществ, в затвердевшем состоянии состоящих из двухводного сульфата кальция ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), включающая в себя собственно гипсовые вяжущие и ангидритовые вяжущие (ангидритовый цемент и эстрихгипс).

Гипс (в строительной практике иногда используют устаревший термин *алебастр* от гр. *alebastro* - белый) – быстротвердеющее воздушное вяжущее, состоящее из полуводного сульфата кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, получаемого низкотемпературной ($< 200^\circ \text{C}$) обработкой гипсового сырья.

Технические свойства гипса. Истинная плотность полуводного гипса - 2,65-2,75 г/см³ (двухводного - 2,32 г/см³); насыпная плотность полуводного гипса – 800- 1100 кг/м³.

По срокам схватывания, определяемым на приборе Вика гипс делят на три группы (А, Б, В):

Выписка из ГОСТ 125-79. Вяжущие гипсовые. Технические условия.

Вид вяжущего	Индекс сроков твердения	Сроки схватывания, мин	
		начало, не ранее	конец, не позднее
Быстротвердеющий	А	2	15
Нормальнотвердеющий	Б	6	30
Медленнотвердеющий	В	20	Не нормируется

Замедляют схватывание гипса добавкой столярного клея, сульфитно-спиртовой барды (ССБ), технических лигносульфонатов (ЛСТ), кератинового замедлителя, а также борной кислоты, буры и полимерных дисперсий (например, ПВА).

Марку гипса определяют испытанием на сжатие и изгиб стандартных образцов-балочек $4 \times 4 \times 16$ см спустя 2 ч после их формования. За это время гидратация и кристаллизация гипса заканчивается.

Установлено 12 марок гипса по прочности от Г-2 до Г-25 (цифра показывает нижний предел прочности при сжатии данной марки гипса в МПа):

В строительстве используется в основном гипс марок от Г-4 до Г-7.

По тонкости помола, определяемой максимальным остатком пробы гипса при просеивании на сите с отверстиями 0,2 мм, гипсовые вяжущие делят на три группы: грубый, средний, тонкий.

Плотность затвердевшего гипсового камня низкая (1200 - 1500 кг/м³) из-за значительной пористости (60 - 30 % соответственно).

Для определения сроков схватывания гипсового теста используют стандартный прибор Вика (рис.5).

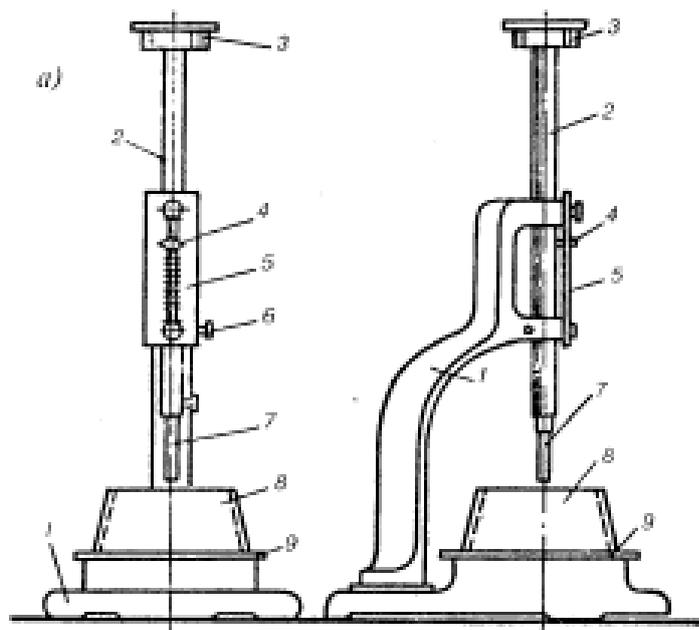


Рис.5. Прибор Вика для определения сроков схватывания (вид сбоку)

- 1 – станина,
- 2 – подвижный металлический стержень,
- 3 – площадка для добавочного груза,
- 4 – стрелка для отсчета относительного перемещения стержня относительно шкалы,
- 5 – шкала с делениями 0-40

мм,

6 – зажимной винт для закрепления стержня на требуемой высоте,

7 – стальная игла диаметром 1 мм, длиной 50 мм,

8 – латунное кольцо в виде усеченного конуса,

9 – стеклянная пластинка.

Перед началом испытания проверяют свободное падение металлического стержня, чистоту иглы, положение стрелки, которая должна быть на нуле, если игла упирается в пластинку. Кольцо 8 и пластинку 9 перед началом испытания смазывают тонким слоем машинного масла.

Методика выполнения работы:

- Взвесить 200,0 г гипса.

- Отмерить с помощью мерного цилиндра необходимое количество воды (50-70% от массы гипса для обеспечения нормальной густоты гипсового теста) и перелить в емкость.
- Равномерно высыпать в емкость с водой взвешенный гипс и перемешать с течение 30 с.
- Приготовленное тесто быстро влить в кольцо прибора, установленное на стекле. Для удаления попавшего в гипсовое тесто воздуха кольцо с пластинкой 4-5 раз встряхивают путем поднятия и опускания одной из сторон пластинки примерно на 10 мм. Избыток теста срезают и поверхность заглаживают ножом.
- Кольцо с гипсовым тестом помещают под иглу прибора, приводят ее в соприкосновение с поверхностью теста в центре кольца и закрепляют стержень зажимным винтом. Затем иглу через каждые 30 секунд опускают с гипсовое тесто так, чтобы каждый раз она погружалась в новое место. После извлечения из теста иглу тщательно вытирают. Глубину погружения иглы в гипсовое тесто фиксируют по показанию стрелки, расположенной на подвижном стержне. Время и глубину погружения заносят в лабораторный журнал.
- По полученным значениям определяют начало и конец схватывания. Началом схватывания считают промежуток времени от момента затворения гипсового теста (всыпания гипса в воду) до момента, когда игла не доходит до дна пластинки на 0,5 мм. Концом схватывания считают промежуток времени от момента затворения гипсового теста до момента погружения иглы в тесто не более чем на 0,5 мм.
- Сроки схватывания сравнивают с требованиями стандарта.

Лабораторный журнал:

Время от начала момента затворения гипсового теста, мин	Глубина погружения иглы в гипсовое тесто
0,5	
1,0	
1,5	
2,0	

2,5	
3,0	
3,5	
4,0	
4,5	
5,0	
5,5	
6,0	
7,0	
8,0	
9,0	
10,0	

Вывод:

По срокам схватывания гипс относится к группе _____ .

Цементные вяжущие вещества

Цемент – это порошкообразный строительный вяжущий материал, который обладает гидравлическими свойствами, состоит из клинкера, гипса и добавок.

Согласно ГОСТ 30515-97, по назначению цементы подразделяют на общестроительные и специальные. Основное требование к общестроительному цементу – обеспечение прочности и долговечности бетонов и растворов. К специальному цементу наряду с прочностью предъявляют специальные требования.

По виду клинкера цементы подразделяют на цементы с портландцементным клинкером, глиноземистым клинкером, сульфоалюминатным (-ферритным) клинкером.

По прочности на сжатие цементы подразделяют на классы: 22,5; 32,5; 42,5; 52,5. Для цементов, выпускаемых по ранее утвержденным документам, до их пересмотра или отмены сохраняется подразделение цементов по прочности на сжатие по маркам.

По скорости твердения общестроительные цементы подразделяют на:

- нормальнотвердеющие, с нормированием прочности в возрасте 2(7) и 28 сут.
- быстротвердеющие, с нормированием прочности в течение 2 сут. и 28 сут.

По срокам схватывания цементы подразделяют на следующие виды:

- медленносхватывающиеся, с нормируемым сроком начала схватывания более 2ч.;
- нормальносхватывающиеся, с нормируемым сроком начала схватывания 45-120 мин.;
- быстросхватывающиеся, с нормируемым сроком схватывания менее 45 мин.

Портландцемент – это гидравлическое вяжущее вещество, полученное при обжиге до спекания и помоле сырьевой смеси из известняка, глины, добавок, преимущественно состоящее из силикатов и кальция.

Минералогический состав портландцемента характеризуется наличием в нем следующих соединений:

- трехкальциевый силикат – алит $3\text{CaOSiO}_2(\text{C}_3\text{S})$ 40-65%;
- двухкальциевый силикат – белит $2\text{CaOSiO}_2(\text{C}_2\text{S})$ 15-40%;
- трехкальциевый алюминат $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3(\text{C}_3\text{A})$ 3-15%;
- трехкальциевый аллюмоферрит $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{C}_4\text{AF})$ 10-20%.

В процессе твердения портландцемент выделяет тепло, количество и интенсивность которого зависит от минералогического состава, тонкости помола, температуры окружающей среды.

При повышении содержания того или иного клинкерного минерала цемент получает особое название:

- высокоалитовый цемент ($\text{C}_3\text{S} \geq 60\%$) характеризуется повышенной скоростью твердения, высоким тепловыделением, большой прочностью;
- для белитовых цементов ($\text{C}_2\text{S} \approx 35-40\%$) характерно замедленное твердение, малое тепловыделение, более низкая прочность;
- высококальциевые цементы ($\text{C}_3\text{A} > 10\%$) характеризуются высоким тепловыделением и быстрым набором прочности,

возможен сброс прочности; кроме того, они понижают морозостойкость бетона.

Физико-механические характеристики основных видов цементов даны в таблице 4.

Портландцемент по внешнему виду представляет собой порошок серо-зеленого цвета. Плотность его $3,1 \text{ г/см}^3$, насыпная плотность $1100-1300 \text{ кг/м}^3$, угол естественного откоса $41-42^\circ$, водопотребность $22-28\%$.

Тонкость помола характеризуется остатком на сите №008 или удельной поверхностью порошка, которая обычно составляет $2200-3500 \text{ см}^2/\text{г}$. В зависимости от прочности на 28 сутки портландцемент изготавливают четырех марок: 400, 500, 550, 600. Определение физико-механических свойств производят методами, предусмотренными соответствующими стандартами.

Портландцементы применяют для изготовления бетонов и растворов в промышленном и гражданском строительстве, если среда не агрессивна.

Основные технические требования к портландцементу представлены в таблице 4.

Таблица 4

Технические требования к портландцементу

Предел прочности через 28 сут дан/см ² (кг/см ²)	Марка цемента			
	400	500	550	600
При изгибе, не менее	55	60	62	65
При сжатии, не менее	400	500	550	600

Определение вида цемента.

При определении вида цемента необходимо учитывать ориентировочный цвет различных видов цемента:

- портландцемент - серовато-зеленый, различных оттенков;
- пуццолановый портландцемент - светло-серый или желтоватый;
- шлакопортландцемент - сероватый с голубым оттенком;
- глиноземистый цемент - темно-серый, стальной без зеленого оттенка или коричнево-шоколадный;

Для окончательного определения вида цемента проверяют наличие в нем доменного шлака. Присутствие металлических частиц в цементе устанавливается с помощью магнита. При погружении магнита и энергичном примагничивании им цемента попавшие вместе с доменным шлаком металлические частицы притягиваются. Значительное количество металлических частиц, извлеченных из цемента, может служить верным признаком присутствия в нем шлака.

Проверка пробы цемента на сероводород осуществляется следующим образом: из цементного теста изготавливают лепешку и кладут на нее лист реактивной свинцовой бумаги. Затем немедленно лепешку помещают в пары кипящей воды, закрывают сосуд крышкой и выдерживают в течение 30 мин. Почернение свинцовой бумаги свидетельствует о наличии шлака. Кроме того, лепешка, изготовленная из шлакопортландцемента, в свежем изломе имеет зеленоватый цвет и издает запах сероводорода. Для определения наличия в цементе природной активной минеральной добавки применяют следующий метод. Пробирку до половины наполняют бромформом (плотность $2,9 \text{ г/см}^3$), вводят на конце перочинного ножа испытуемый цемент и слегка встряхивают. При этом частицы цементного клинкера тонут, а гидравлическая добавка всплывает на поверхность бромформа. По значительному количеству активной минеральной добавки, скопившейся на поверхности бромформа в виде хлопьев, испытуемый цемент относят к пуццолановому портландцементу.

Отличительными признаками цементов могут также служить плотность и средняя плотность, нормальная густота цементного теста (табл. 5).

Таблица 5

Требования к физико - механическим характеристикам основных видов цемента

Цемент	Тонкость помола по остатку на сите № 008, %	Сроки схватывания		Марка цемента	Предел прочности через сут, не менее, МПа			
		Начало	Конец		При сжатии		При изгибе	
					3	28	3	28
портландцемент и	не более 15	не ранее 45 мин	не позднее 10 ч	300	–	30	–	4,5
				400	–	40	–	5,5
				500	–	50	–	6
				550	–	55	–	6,2
				600	–	60	–	6,5
				400	-	40	-	5,5
портландцемент с минеральными добавками	«	то же	то же	400	-	40	-	5,5
сульфатостойкий портландцемент	«	«	«	300	-	30	-	4,5
				400	-	40	-	5,5
шлакопортландцемент	«	«	«	400	-	40	-	5,5
				500	-	50	-	6
сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками	«	«	«	300	-	30		4,5
				400	-	40		5,5
сульфатостойкий шлакопортландцемент	«	«	«	300	-	30		4,5
				400	-	40		5,5
пуццолановый портландцемент	«	«	«	400	25	40	4	5,5
				500	28	50	4,5	6
быстротвердеющий портландцемент	не более 12	«	«	400	20	40	3,5	5,5

Лабораторная работа № 6. Определение тонкости помола цемента.

Цель работы: определить тонкость помола цемента.

Материалы и оборудование:

- цемент высушенный;
- сито с сеткой № 008;
- шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ;
- эксикатор;
- весы лабораторные электронные ВМК 622.

Теоретическая часть.

Для оценки качества цемента от каждой партии (размер партии 2000 т) отбирают общую пробу массой 10 кг. Если цемент поступает навалом в вагонах, то пробу отбирают равными долями из каждого вагона в разных местах; если автотранспортом - равными долями от каждых 50 т цемента, если в мешках - равными долями из 10 мешков, отобранных от каждой партии из разных мест. Отобранные от каждой партии пробы цемента тщательно смешивают.

Пробы цемента доставляют в лабораторию в герметичной таре и хранят до испытания в сухом помещении. Перед испытанием каждую пробу просеивают через сито с сеткой № 09. Остаток на сите взвешивают и отбрасывают. Показатель массы остатка, а так же его характеристику (наличие кусков металла, комков, дерева) заносят в журнал для лабораторных работ.

При испытании цемента в строительной лаборатории определяют его насыпную плотность и истинную плотность, тонкость помола, нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста, равномерность изменения объема цемента, предел прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек, изготовленных их цементного раствора.

Тонкость помола определяют ситовым анализом. Тонкость помола определяют как остаток на сите с сеткой № 008 в процентах от первоначальной массы просеиваемой пробы. Согласно требованиям ГОСТ 10178-85 (с изм.) тонкость помола

цемента должна быть такой, чтобы при просеивании его через сито с сеткой № 008 проходило не менее 85 % пробы, взятой для просеивания, а остаток на сите был не более 15%.

Испытания проводят вручную или на приборе для механического просеивания. Просеивание считается законченным, если в течение 1 мин через сито проходит не более 0,05 г цемента. По окончании просеивания остаток на сите взвешивают с точностью до 0,01 г.

Методика выполнения работы:

- Взвесить сито с сеткой № 008, закрытое крышкой. Данные занести в лабораторный журнал.
- Взвесить 50,0 г сухого цемента из подготовленной пробы.
- Высыпать навеску цемента на сито. Закрыв сито крышкой, начать просеивание. Через 5-7 мин от начала просеивания осторожно снять доньшко и высыпать из него прошедший через сито цемент, прочистить сетку с нижней стороны мягкой кистью, вставить доньшко и продолжить просеивание.
- Через 1-2 мин снять доньшко и провести контрольное просеивание. Контрольное просеивание выполняют вручную при снятом доньшке на бумагу в течение 1 мин. Операцию просеивания считают законченной, если при контрольном просеивании сквозь сито проходит не более 0,05 г цемента.
- Рассчитать тонкость помола цемента (в %) по формуле

$$a_i = \frac{m_{008}}{m} \cdot 100 \tag{6}$$

где m_{008} - масса цемента, оставшегося на сите с сеткой №008, m – масса навески цемента.

- Повторить исследование еще раз с новой порцией цемента

Лабораторный журнал:

№ п/п	Масса сита с сеткой № 008, с крышкой	Масса сита с сеткой № 008, с крышкой и цементом	масса цемента, оставшегося на сите с сеткой №008	тонкость помола цемента, %
1				
2				

За окончательный результат принять среднюю тонкость помола по результатам просеивания 2 параллельных проб.

Вывод:

Тонкость помола цемента составляет _____%.

Лабораторная работа № 7. Определение насыпной плотности цемента.

Цель работы: Определить насыпную плотность цемента.

Материалы и оборудование:

- высушенный портландцемент;
- весы лабораторные электронные ВЛТ 600-П;
- прибор «Стандартная воронка»;
- сито с размером ячейки 5 мм;
- линейка;
- мерный сосуд объемом 1 л.

Теоретическая часть

Для сыпучих материалов (цемент, песок, щебень, гравий и др.) вместо средней определяют насыпную плотность. В объеме таких материалов существуют не только поры в самом материале, но и пустоты между зернами и кусками материала. Насыпную плотность необходимо знать для расчета состава бетона и строительных растворов, определения пустотности заполнителей, а так же для расчетов, связанных с перевозкой сыпучих материалов, проектирования складов заполнителей.

Насыпная плотность – масса единицы объема материала в свободно насыпанном состоянии (в насыпной объем включены межзерновые пустоты):

$$\rho_n = \frac{m_n}{V_n} \quad (7)$$

где m_n - масса материала в свободно насыпанном состоянии, г;

ρ_n - насыпная плотность, г/см³;

V_n - насыпной объем, см³.

Методика выполнения работы:

- Взвесить мерный сосуд емкостью 1,0 л - m_1 , г. Взвешивание произвести с точностью до 0,1 г.
- Взвесить 3 кг цемента;
- В «Стандартную воронку», установленную на поддон, засыпать цемент при закрытой задвижке;

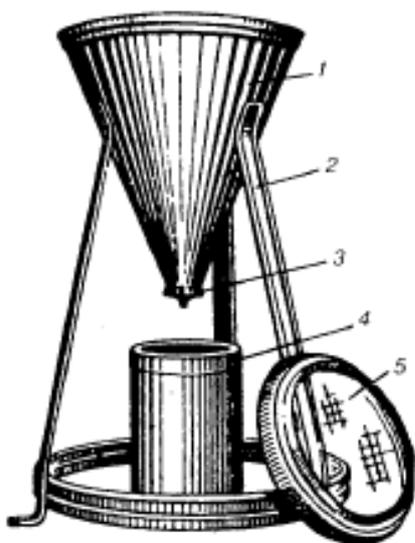


Рис.6. Устройство установки «Стандартная воронка»

- 1 - воронка;
- 2- подставка;
- 3 - задвижка;
- 4 - металлический мерный цилиндр;
- 5 - сито (для предохранения попадания крупных включений)

- Одним приемом, открыв задвижку, заполнить цементom мерный сосуд до образования конуса над его краями;
- Удалить избыток цемента, проводя линейкой по верхней части образующей сосуда;
- Взвесить мерный сосуд, заполненный цементom, - m_2 , Г;
- Рассчитать насыпную плотность цемента.
- Определить насыпную плотность цемента по формуле:

$$\rho_n = \frac{m_2 - m_1}{V_n}$$

где m_2 – масса сосуда с цементom; m_1 – масса пустого сосуда; V_n – насыпной объем сосуда.

- данные занести в лабораторные журнал.

Лабораторный журнал

№ п/п	Мерный сосуд		Масса сосуда с цементom, Г m_2	Масса цемента, г $m = m_2 - m_1$	Насыпная плотность	
	Объем, см ³ V_n	Масса, г m_1			Г/см ³	кг/м ³
1						
2						

Насыпную плотность цемента определить два раза, используя каждый раз новую пробу.

За окончательный результат принять среднее значение 2-х определений.

Согласно ГОСТ, насыпная плотность портландцемента в рыхлом состоянии 1100-1300 кг/м³.

Вывод: Насыпная плотность цемента (не) соответствует требованию ГОСТ.

Лабораторная работа № 8. Определение истинной плотности цемента ускоренным методом.

Цель работы: определить истинную плотность цемента.

Материалы и оборудование:

- цемент высушенный;
- сито с сеткой № 008;
- шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ;
- эксикатор;
- весы лабораторные электронные ВМК 622;
- Прибор Ле-Шателье;
- обезвоженный керосин;
- стаканы мерные.

Теоретическая часть

Истинная плотность – масса единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии (без пор и пустот).

$$\rho = \frac{m}{V_a} \quad (8)$$

$$V_a = V - V_n \quad (9)$$

где ρ - истинная плотность, г/см³;

m - масса материала в абсолютно плотном состоянии, г;

V_a - объем материала в абсолютно плотном состоянии, см³;

V - объем материала в естественном состоянии, см³;

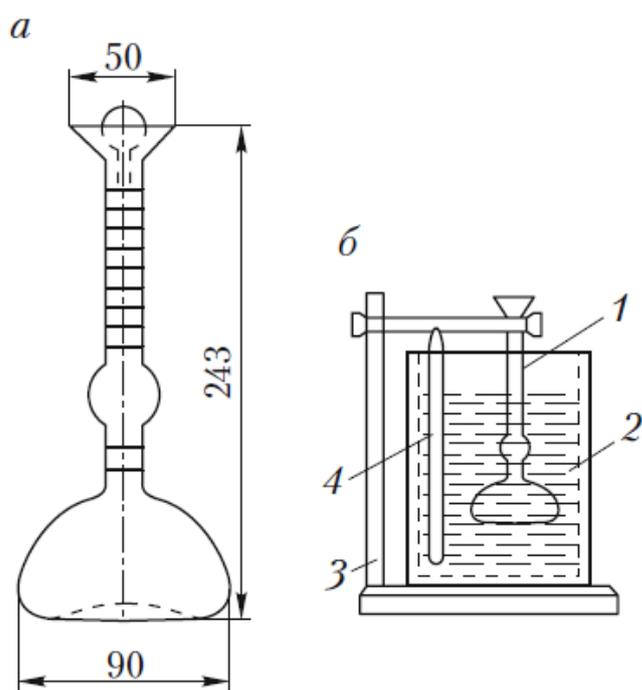
V_n - объем пор, заключенных в материале, см³.

Таким образом, истинная плотность характеризует не материал, а вещество, из которого состоит материал, - это физическая константа вещества.

Значение истинной плотности вещества зависит в основном от его химического состава, и у материалов с близким химическим составом истинная плотность приблизительно одинаковая.

Методика выполнения работы:

- Прибор Ле Шателье наполнить обезвоженным керосином до нулевой черты по нижнему мениску. После этого свободную от керосина часть прибора (выше нулевой черты) тщательно протереть тампоном из фильтровальной бумаги.
- Взвесить навеску высушенного цемента массой 65,0 г и высыпать ее в прибор Ле-Шателье (рис.7) ложечкой через воронку небольшими равномерными порциями. Для удаления пузырьков воздуха прибор вынуть из емкости с водой и поворачивая его в наклонном положении в течение 10 мин на гладком резиновом коврике. Затем прибор снова поместить в емкость с водой не менее чем на 10 мин, после чего провести отсчет уровня жидкости в пределах верхней градуированной части прибора.
- Результаты занести в лабораторный журнал.



- 1 – объемомер;
- 2- сосуд с водой;
- 3 – штатив;
- 4 - термометр

Рис. 7. Прибор Ле-Шателье (а) и вид прибора при проведении испытания (б):

Лабораторный журнал

№ п/ п	Объем керосина в приборе Ле- Шателье,		Объем керосина, вытесненн ый цементом, $V, \text{см}^3$ V $= V_1 - V_0$	Масса пустог о стакана , г m_0	Масса стакана с цементо м, г m_1	Масса цемента в стакане, $m_{ц}, \text{г}$ $m_{ц} = m_1 -$ m_0	Истинна я плотнос ть цемент а, $\text{г}/\text{см}^3$
	Началь н. $V_0,$ см^3	Конечн н. $V_1, \text{см}^3$					
1							
2							

Плотность цемента $\rho_{ц}, \text{г}/\text{см}^3$, вычислить по формуле

$$\rho_{ц} = \frac{m_{ц}}{V}, \quad (10)$$

где $m_{ц}$ — масса навески цемента, г;

V — объем керосина, вытесненного цементом, см^3 .

За плотность цемента принимают среднеарифметическое значение результатов двух определений, расхождение между которыми не должно превышать $0,02 \text{ г}/\text{см}^3$. Результат вычисления округляют до $0,01 \text{ г}/\text{см}^3$.

Вывод: Истинная плотность цемента составляет _____ $\text{г}/\text{см}^3$.

Лабораторная работа № 9. Определение нормальной густоты цементного теста.

Цель работы: определить нормальную густоту цементного теста.

Материалы и оборудование:

- портландцемент;
- машинное масло;
- стандартный прибор Вика;
- весы лабораторные электронные ВМК 622;
- мерный цилиндр вместимостью 500 мл;
- нож;

- емкость для смешивания.

Теоретическая часть.

Нормальная густота цементного теста – водоцементное отношение в процентах, при котором достигается нормированная консистенция цементного теста.

Нормальную густоту цементного теста определяют на приборе Вика (рис.8), заменяя иглу пестиком $d=10\text{мм}$, $l=50\text{мм}$. Масса стержня прибора с пестиком должна быть $300\pm 2\text{г}$.

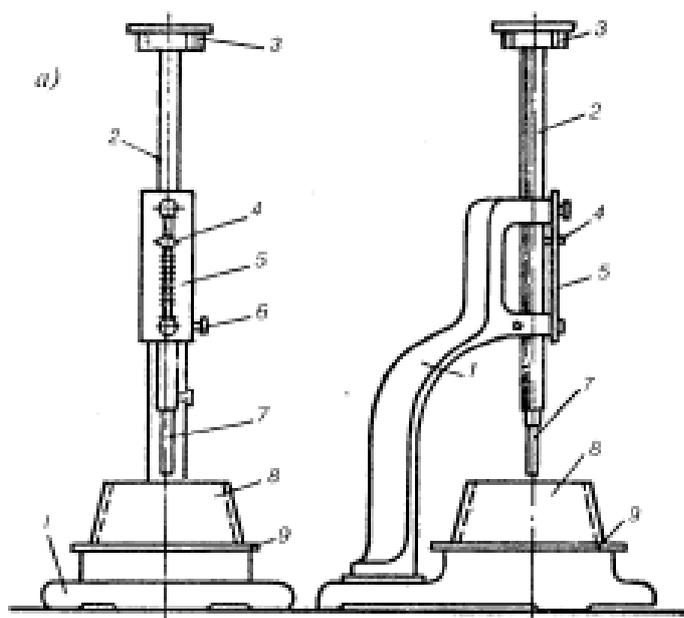


Рис. 8. Прибор Вика для определения сроков схватывания (вид сбоку)

- 1 – станина,
- 2 – подвижный металлический стержень,
- 3 – площадка для добавочного груза,
- 4 – стрелка для отсчета относительного перемещения стержня относительно шкалы,

- 5 – шкала с делениями 0-40 мм,
- 6 – зажимной винт для закрепления стержня на требуемой высоте,
- 7 – стальная игла диаметром 1 мм, длиной 50 мм,
- 8 – латунное кольцо в виде усеченного конуса,
- 9 – стеклянная пластинка.

Перед началом испытания проверяют свободное падение металлического стержня, чистоту иглы, положение стрелки, которая должна быть на нуле, если игла упирается в пластинку. Кольцо 8 и пластинку 9 перед началом испытания смазывают тонким слоем машинного масла.

Количество воды для первого пробного замеса принимают 22-28% от массы цемента.

Методика выполнения работы:

- Отмерить с помощью мерного цилиндра 110 см^3 воды.

- Взвесить 400,0 г цемента. Цемент горкой всыпать в металлическую чашу, протертую влажной тканью, и сделать углубление, в которое в один прием влить отмеренное количество воды. Углубление, в которое налита вода, при помощи стальной лопатки заполнить цементом и через 30с после этого осторожно перемешать, а затем энергично растереть тесто лопаткой во взаимно перпендикулярных направлениях, периодически поворачивая чашу на 90°. Продолжительность перемешивания с момента затворения водой 5 минут.
- После окончания перемешивания цементное тесто уложить в кольцо, которое 5-6 раз встряхивают, постукивая пластинкой с кольцом о поверхность стола. Избыток теста срезать ножом, протертым влажной тканью. Кольцо поставить под стержень прибора, пестик привести в соприкосновение с поверхностью теста в центре кольца и закрепить зажимным винтом. Через 30 с с момента освобождения стержня зафиксировать глубину погружения пестика по шкале прибора.
- Результаты занести в лабораторный журнал.

Густота цементного теста считается нормальной, если пестик не доходит до стеклянной пластинки на 5-7 мм (глубина погружения 33-35 мм). Если пестик, погружаясь в цементное тесто, остановится выше, то опыт повторяют с большим количеством воды, а если ниже – с меньшим, добиваясь погружения пестика на глубину, соответствующую нормальной густоте теста.

Лабораторный журнал:

Показатели	Опыт		
	1	2	3
Масса цемента, г			
Количество воды в % от массы цемента			
Масса воды, г			
Время наливания воды в цемент			
Продолжительность перемешивания цемента с водой, мин			
Продолжительность погружения пестика в цементное тесто, сек			
Пестик не доходит до дна, мм			

Вывод:

Нормальная густота портландцементного теста составляет _____ % воды.

Нормальная густота портландцементного теста соответствует (не соответствует) рекомендованной величине 22...28%.

Лабораторная работа № 10. Определение скорости гашения извести.

Цель работы: определить скорость гашения извести.

Материалы и оборудование:

- негашеная известь;
- вода;
- прибор для определения скорости гашения;
- весы лабораторные электронные влк 622;
- мерный цилиндр вместимостью 50 мл.

Теоретическая часть.

Строительной воздушной известью называют продукт обжига до полного удаления углекислоты кальциево-магниевого карбонатных горных пород, содержащий не более 6% глинистых и песчаных примесей и состоящий в основном из оксида кальция.

По содержанию воды строительную известь делят на:

- негашеную (без воды) – комовую и молотую;
- известковое тесто (до 60-70%) воды;
- гашеную – гидратную (более 100% воды) (пушонку).

В зависимости *от температуры, развивающейся при гашении*, различают:

- низкоэкзотермичную (температура гашения ниже 70⁰С);
- высокоэкзотермичную (температура гашения выше 70⁰С) извести.

По скорости гашения различают известь:

- быстрогасящуюся (скорость гашения не более 8 мин),
- среднегасящуюся (скорость гашения не менее 8 мин и не более 25 мин)

- медленногасящуюся (скорость гашения не менее 25 мин).

В зависимости от содержания свободных CaO и MgO , определяющих активность извести, содержания CO_2 , а также непогасившихся зерен, негашеная известь делится на три, а гашеная на два сорта. Технические требования к негашеной кальциевой извести приведены в таблице 6.

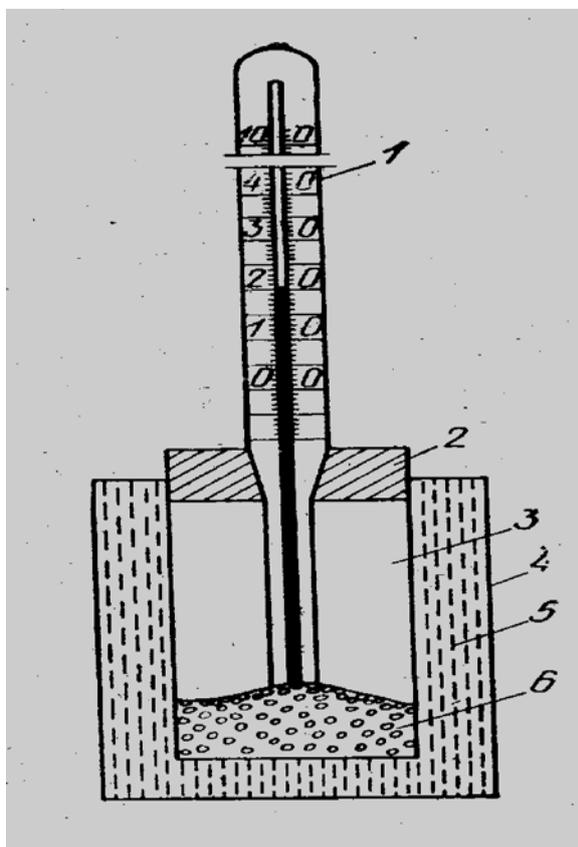
Технические требования к негашеной кальциевой извести

Таблица 6

Сорт	Содержание, % по массе			
	активных CaO , не менее	активных MgO , не более	CO_2 , не более	непогасившихся зерен, не более
1	90	5	3	7
2	80	5	5	11
3	70	5	7	14

Скорость гашения извести является важной характеристикой ее качества, она устанавливается по температуре и времени гашения.

Под скоростью гашения понимают время, прошедшее с момента затворения извести водой до момента достижения образовавшимся известковым тестом максимальной температуры.



Скорость гашения определяют в приборе-термосе, состоящем из двух фарфоровых стаканов, пространство между стенками и дном которых заполняют теплоизоляционным материалом (рис.9).

Рис.9. Прибор для определения скорости гашения:

- 1-термометр;
- 2-пробка;
- 3-внутренний цилиндр.
- 4-фарфоровый сосуд.
- 5-изоляционный слой.
- 6-известь.

Методика выполнения работы:

- Взвесить 10,0 г измельченной негашеной извести;
- Отмерить с помощью мерного цилиндра 20,0 мл воды;
- Навеску негашеной извести поместить в прибор, влить в него 20 мл воды с температурой 20⁰С и закрыть прибор пробкой, в которой установлен термометр со шкалой до 150⁰С и длиной хвостовой части 100...150 мм (ртутный шарик термометра должен быть полностью погружен в реагирующую смесь).
- Отсчет температуры производить через каждые 60 секунд, начиная с момента добавления воды. Данные занести в лабораторный журнал.

Сначала температура возрастает, а затем начинает снижаться, что свидетельствует об окончании гашения.

Определение считается законченным, если в течение 4 мин $t, ^\circ\text{C}$ не повышается на один градус.

Лабораторный журнал:

Время от начала гашения, мин	Температура реакционной смеси, ⁰ С
1	
2	
3	
...	
25	

- По результатам замера температуры необходимо построить термограмму, по которой устанавливают максимальную температуру T_{max} и скорость (время) гашения $V_{\text{гаш}}$, мин., а затем – вид извести по скорости гашения.

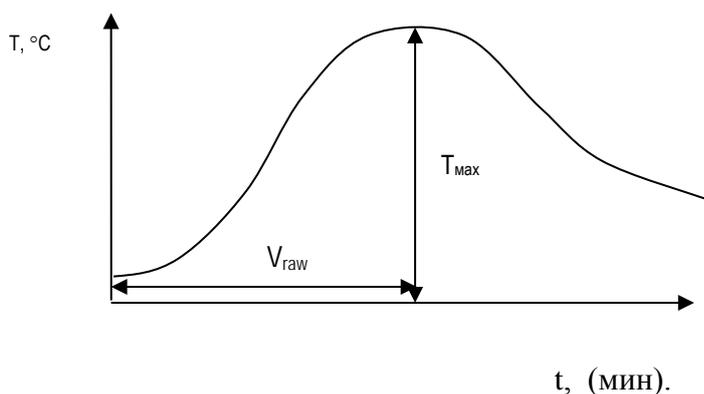


Рис 10. Термограмма гашения извести

За время гашения принимают время с момента добавления воды до начала периода, когда рост температуры не превышает $0,25^{\circ}\text{C}$ в минуту.

Вывод:

1. В зависимости от температуры, развивающейся при гашении, известь относится к виду _____.
2. По скорости гашения различают известь относится к виду _____.

Контрольные вопросы

1. Что такое минеральные вяжущие, как они подразделяются по условиям затвердевания?
2. Что такое реакции гидратации?
3. Что такое тонкость помола вяжущего и как ее определить?
4. Как влияет тонкость помола вяжущего на его свойства.
5. Что такое сроки схватывания минеральных вяжущих и как их определить?
6. Что такое воздушная известь? По каким показателям назначается сорт извести?
7. Назовите активные составляющие извести и метод их определения.
8. Что такое негашеная известь? В чем заключается сущность гашения извести?
9. Как определить скорость гашения извести?
10. Расскажите о строительном гипсе, какие требования предъявляются к нему?
11. По каким показателям маркируют гипс строительный?
12. Как определить марку гипса по прочности?
13. Как классифицируются цементы.
14. Что такое портландцемент?
15. Как определить марку портландцемента?
16. Что такое активность портландцемента?

17. Назовите основные минералы портландцементного клинкера и объясните их влияние на свойства портландцемента.

Тема 3. Лесные материалы.

Качество лесных материалов (древесины), применяемых в строительстве, определяется породой дерева, физико-механическими свойствами, наличием пороков и др. Древесные породы делятся на две группы: хвойные и лиственные. В строительстве широко используются хвойные породы - сосна, лиственница, пихта, ель, кедр. Лиственные породы используются реже, чем хвойные - это в основном дуб, ясень, бук, береза, осина. Свойства некоторых пород древесины даны в таблице 7.

Основные физико-механические свойства некоторых пород древесины

Таблица 7

№ п/п	Порода дерева	Плотность кг/м ³	Пористость %	Коэффициент объемной усушки %	Среднее число годовых слоев в 1 см	Предел прочности (МПа) вдоль волокон при:			
						Сжатии	Растяжении	Статическом изгибе	Скалывании
Хвойные породы									
1	Лиственница	660-680	46-73	0,52	10	64,5	125,0	111,5	9,9
2	Сосна	500-530	53-70	0,44	6	48,5	103,5	86,0	7,5
3	Ель	445-460	62-75	0,43	12	44,5	103,0	79,5	6,9
4	Пихта	375-390	55-81	0,39	8	39,0	67,0	68,5	6,4
Лиственные породы									
5	Дуб	690-720	32-61	0,43	6	57,5	123,0	107,5	10,2
6	Береза	630	50-61	0,54	5	55,0	168,0	109,5	9,3
7	Бук	670	40-70	0,47	7	55,5	123,0	108,5	11,6
8	Осина	495	62-80	0,41	5	42,5	125,5	78,0	6,3

Древесина обладает рядом положительных свойств объясняющих ее широкое применение в строительстве: высокой прочностью при небольшой плотности, малой теплопроводностью, высокими технологическими свойствами.

Особенностью древесины является ее анизотропность, т.е. неодинаковость свойств по разным направлениям, обусловленная волокнистым строением. К недостаткам древесины относят неоднородность строения, деформативность при изменении влажности, высокую гигроскопичность, легкую загниваемость, возгораемость, наличие пороков. Развитие химических технологий значительно повысило долговечность материалов, изделий и конструкций из древесины. Пропитка антисептиками, антипиренами, полимерными смолами позволяет получить прочные, био- огнестойкие материалы.

Отходы деревообработки после специальной подготовки используют для изготовления древесно-стружечных (ДСП) и древесно-волокнистых (ДВП) плит. Большое распространение в современном строительстве получили клееные, деревометаллические и другие комбинированные конструкции.

Лабораторная работа №11. Изучение строения древесины.

Цель работы: Изучить строение древесины.

Материалы и оборудование:

- образцы древесины;
- лупы.

Теоретическая часть

Древесина – это освобожденная от коры часть ствола дерева. Строение древесины, видимое невооруженным глазом или при незначительном увеличении, называют *макроструктурой*, а видимое в микроскоп - *микроструктурой*.

Макроструктура древесины.

Макроскопическое строение древесины изучают на трех основных разрезах ствола (рис. 11): поперечный – торцовый и два продольных – радиальный, проходящий через ось ствола, и тангентальный, проходящий по касательной к годовым кольцам.

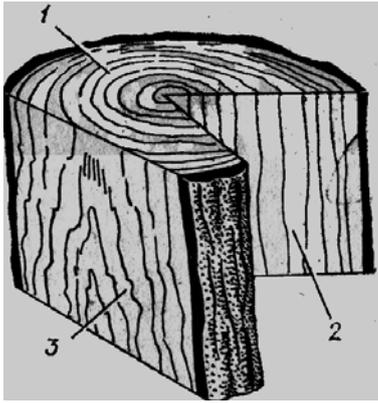


Рис. 11. Основные разрезы ствола:

- 1-торцовый,
- 2-радиальный,
- 3-тангентальный.

На торцевом разрезе ствола (рис.12.) невооруженным глазом можно различить следующие слои:

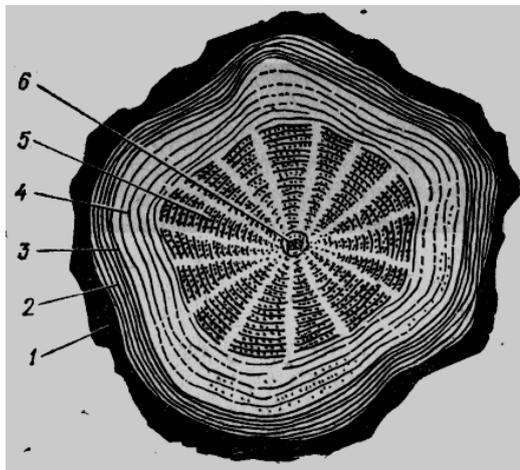


Рис. 12. Торцевой разрез ствола.

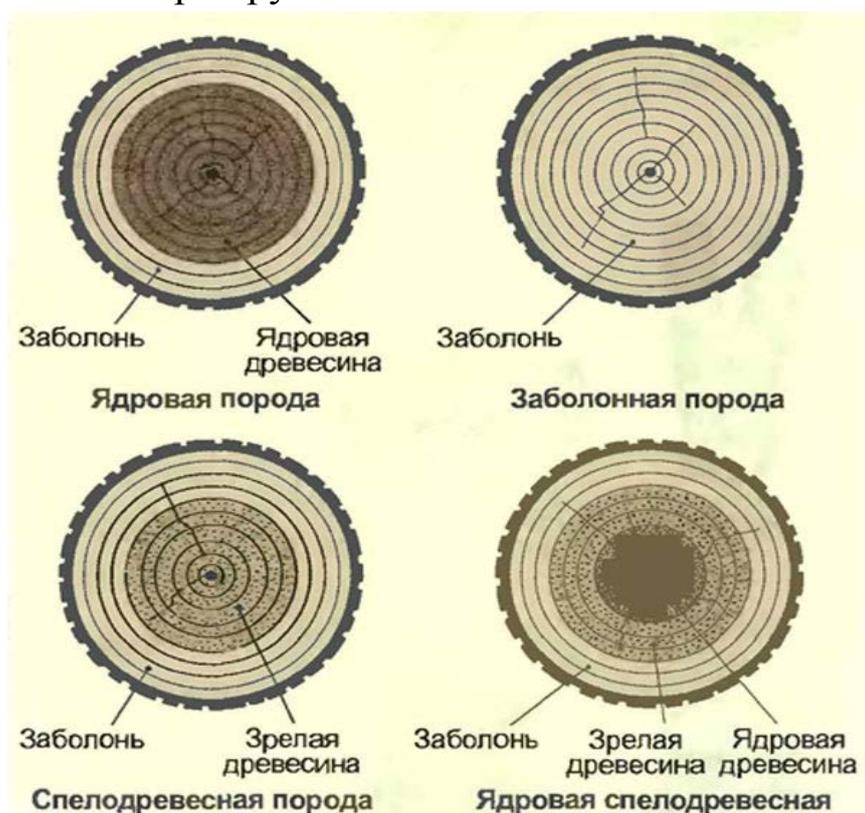
1. Кора - защищает дерево от механических повреждений, от действия высоких и низких температур, атмосферных факторов.
2. Луб - тонкий внутренний слой коры, проводит питательные вещества, откладывает запасы этих веществ.
3. Камбий - тонкий слой живых клеток между лубом и древесиной. Деление клеток камбия ведет к росту дерева в толщину.
4. Заболонь - обычно более светлая часть древесины, состоящая из молодых клеток, по которым перемещается влага с питательными веществами. Заболонь в свежесрубленной древесине имеет большую влажность, легко загнивает, обладает малой прочностью.
5. Ядро - более темная часть древесины, состоящая из отмерших клеток, пропитанных смолой или дубильными веществами. Наиболее прочная, твердая, гнилостойкая часть древесины.
6. Сердцевина - проходит вдоль всего ствола дерева по центру. Образуется в первый год развития дерева. Состоит из слабо

связанных между собой клеток с тонкими стенками. Обладает малой прочностью, подвержена загниванию.

7. Сердцевинные лучи - расположены по радиусу, начинаясь от сердцевины или на каком-то расстоянии от нее, доходят до коры. Служат для перемещения влаги и питательных веществ, создания запасов питательных веществ в зимнее время.

8. Годичные слои - имеют вид концентрических окружностей. Каждый слой соответствует одному году жизни дерева и состоит из светлого кольца ранней древесины и темного кольца поздней древесины. Ранняя древесина образуется весной и обладает меньшей прочностью. Поздняя древесина образуется летом и в начале осени, она более прочная и плотная. Чем больше процент поздней древесины, тем прочнее древесина в целом.

В зависимости от макроструктуры древесные породы можно разделить на три группы:



- *ядровые породы*, имеющие ядра и заболонь. Они прочны, гнилостойки. К ним относятся дуб, сосна, кедр, лиственница, ясень.

- *заболонные породы*, не имеющие ядро, а лишь заболонь. Эти породы склонны к загниванию, имеют меньшую прочность, чем ядровые породы. К ним относятся береза, ольха, клен, осина.
- *спелодревесные* породы, имеющие вместо ядра спелую древесину и заболонь.

Спелая древесина - это центральная часть древесины, имеющая все свойства ядра, но по цвету не отличающаяся от заболони. К этой группе относятся ель, пихта, бук, липа.

Лучшими породами для строительства являются ядровые породы.

Методика выполнения работы:

- Рассмотреть образец с помощью лупы;
- Зарисовать макроструктуру образца в лабораторный журнал;
- Определить вид древесины (ядровая, заболонная, спелодревесная) и ее породу.

Лабораторная работа № 12. Определение содержания поздней древесины в годичном слое.

Цель работы: Определить содержание поздней древесины в годичном слое.

Материалы и оборудование:

- образцы древесины;
- линейки;
- штангенциркуль;
- лупы.

Теоретическая часть.

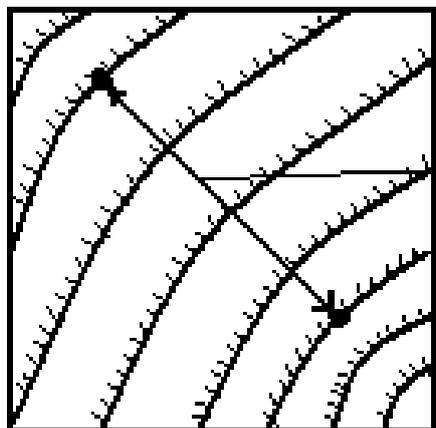
Сопротивление древесины сжатию в значительной степени зависит от плотности, которая непосредственно зависит от процентного содержания в дереве поздней древесины. Отсюда и возникает практически очень ценная возможность оценки качества древесины по процентному содержанию в ней поздней древесины. Для испытания берут образцы размером 20х20 и длиной вдоль волокон от 10 до 20 мм или используют образцы, предназначенные для других испытаний.

Методика выполнения работы:

Определение числа годовых слоев

- на торцевой поверхности образца в радиальном направлении отметить границы целых годовых слоев (рис. 13).

Рис. 13. Определение числа годовых слоев



Расстояние между отмеченными точками (1) (отрезок должен быть ≥ 2 см) измерить с точностью 0,5 мм и подсчитать количество целых годовых слоев (n)

Число годовых слоев рассчитать по следующей формуле

$$n = \frac{N}{l} \quad (12)$$

где N - общее количество целых слоев на отрезке;

l - протяженность изучаемого участка, см.

Определение процента поздней древесины.

Методика выполнения работы:

- На торцевой поверхности образца в радиальном направлении отметить границы целых годовых слоев (рис. 14).

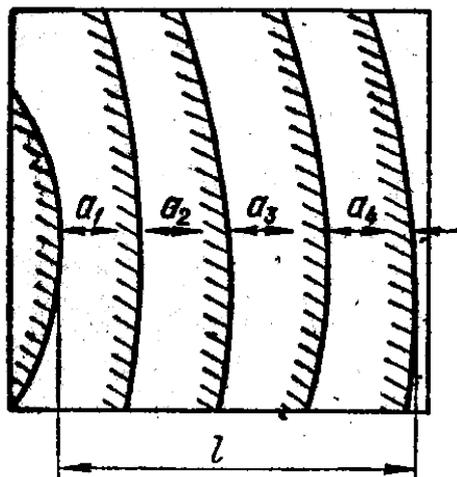


Рис. 14. Определение процента поздней древесины.

- В каждом из годовых слоев на отрезке (l) измерить ширину поздней зоны (a) с точностью до 0,1 мм. При косом срезе использовать масштабную линейку.

- Процент поздней древесины определить по формуле

$$P = \frac{\sum b}{l} \cdot 100\% \quad (13)$$

где P – процент поздней древесины, %;

$\sum b$ – суммарная ширина зон поздней древесины, мм;

l – расстояние между отметками, мм.

- Рассчитать ожидаемую прочность древесины в зависимости от процента поздней древесины.

Зависимость предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон в кгс/см² от процента поздней древесины выражается формулами:

$$\text{для сосны } r_{сж(12)}=6m+300 \quad (14)$$

$$\text{для дуба } r_{сж(12)}=32m+295 \quad (15)$$

Вывод:

Число годовичных слоев на 1 см поверхности составляет _____.

Процент поздней древесины в образце составляет _____.

Ожидаемая прочность древесины составляет _____ кгс/см².

Лабораторная работа № 14. Визуальное ознакомление с пороками древесины.

Цель работы: ознакомиться с пороками древесины.

Материалы и оборудование:

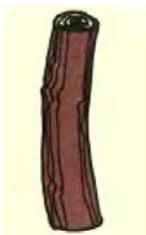
- образцы древесины с различными пороками;
- плакаты и альбомы с пороками древесины;
- металлическая линейка.

Теоретическая часть.

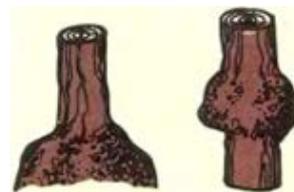
Пороками древесины называют отклонения от нормального строения, нарушение целостности ткани или клеточных оболочек и различные заболевания. Пороки снижают прочность древесины, долговечность изделий и конструкций из нее, понижают сортность древесины, снижают выход пиломатериалов. Поэтому сорт древесины устанавливают не только по физико-механическим показателям, но и по оценке имеющихся в ней пороков.

Пороки формы ствола, как правило, образуются вследствие ненормальных условий роста дерева и климатических воздействий. К основным порокам относят кривизну, сбежистость и закомелистость, которые затрудняют применение круглых лесоматериалов по назначению и усложняют их переработку, снижают сортность древесины, увеличивают количество отходов

при распиловке и лущении, а так же являются причиной возникновения пороков строения древесины.



Кривизна – искривление ствола по длине. Понижает сорт круглого лесоматериала, уменьшает выход пиломатериалов, переводит древесину в разряд дров.



Закомелистость - резкое утолщение комля (нижней части ствола) по сравнению с остальной частью ствола.



Сбежистость - резкое уменьшение диаметра ствола на всем протяжении от комля до вершины, превышающее нормальный сбег, равный 1см на 1м длины бревна. Этот порок увеличивает отходы при распиловке, обуславливает появление радиального наклона волокон в пиломатериале и шпоне, снижение прочности.

Пороки строения древесины:

Косослой - наклон волокон, винтообразное направление волокон. Косослой бывает природный и искусственный (возникает при распиловке). Косослой ухудшает прочность при изгибе и растяжении, способствует усушке и короблению вдоль волокон.

Свилеватость - волнистое или путаное расположение древесных волокон. Этот порок понижает прочность при изгибе, затрудняет обработку древесины.

Завиток - местное искривление годовых слоев, вызванных наличием сучков. Завиток снижает прочность древесины на сжатие и изгиб.

Крень - ненормальное утолщение поздней древесины в годовых слоях, смещение сердцевины. Характерен для наклонно стоящих и искривленных деревьев.

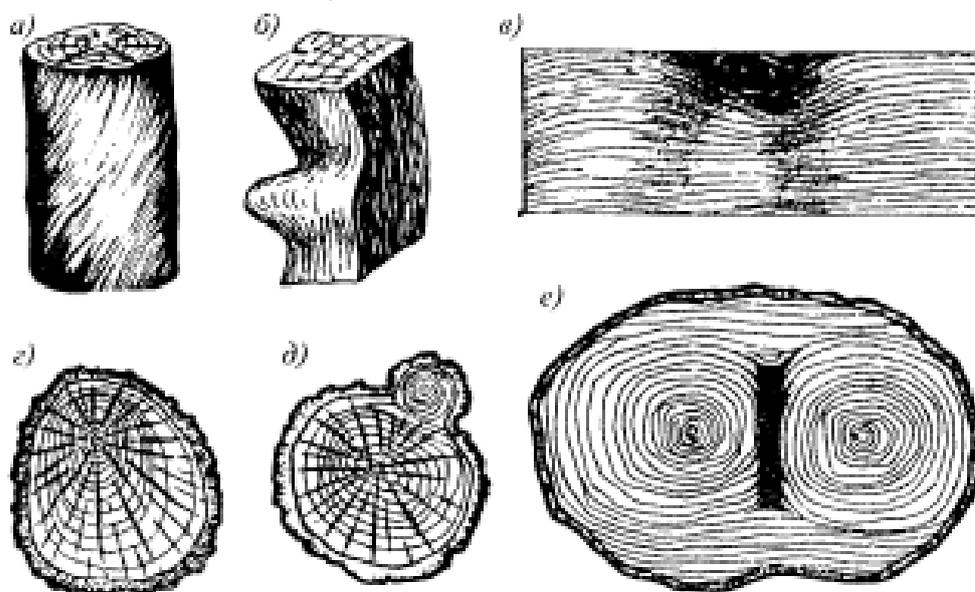


Рис.14. Пороки строения древесины.

а) – косослой; б) – свилеватость; в) – завиток; г) – крень; д) – пасынок; е) – двойная сердцевина.

Сучки - это заключенные в древесине ствола основания ветвей. Сучки ухудшают внешний вид древесины, вызывают искривление волокон и годичных слоев, нарушают однородность строения, затрудняют механическую обработку, снижают прочность при растяжении вдоль волокон и изгибе.

Сучки различаются (рис. 15.) по степени зарастания (открытые и заросшие); по форме разреза на поверхности сортимента (круглые, овальные, продолговатые); по положению (пластевые, кромочные, сшивные, ребровые, торцовые); по взаимному расположению (разбросанные и групповые); по степени срастания (сросшиеся, частично сросшиеся, выпадающие); по состоянию древесины (светлые здоровые, темные здоровые, здоровые с трещинами, гнилые, табачные).

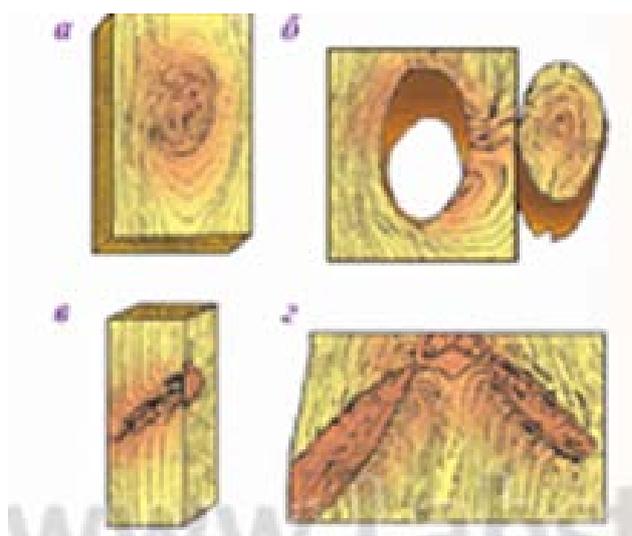


Рис. 15. Разновидности сучков:

а – вросший здоровый;
 б – несросшийся (выпадающий);
 в – сшивной;
 г – разветвленный.

В зависимости от положения на стволе дерева и плоскости разреза при распиловке сучки бывают округло-овальными, сшивными, лапчатыми. При попадании распила сросшегося сучка получают сшивной сучок, поперек двух расположенных рядом сучков – лапчатый сучок. В зависимости от состояния древесины сучка и степени ее срастания с древесиной ствола сучки бывают сросшиеся твердые и несросшиеся (выпадающие). Сросшиеся твердые сучки являются остатками отмерших ветвей. Сросшиеся твердые сучки могут быть здоровыми (без признаков гнили) и роговыми. Роговые сучки имеют здоровую древесину, обильно пропитанную смолой или дубильными веществами, по цвету темнее окружающей древесины. Несросшиеся выпадающие твердые сучки не связаны с окружающей древесиной и выпадают при высыхании и механической обработке. Рыхлые и табачные сучки – остатки омертвевших ветвей, утративших механическую прочность. Табачные сучки при надавливании легко превращаются в коричневый порошок. Они указывают на наличие в древесине гнили.

Трещины - это разрывы древесины вдоль волокон (рис. 16). Они нарушают целостность, снижают механическую прочность и долговечность древесины.

Образование трещин связано с наличием внутренних напряжений, возникающих в растущем дереве. В срубленной древесине напряжения возникают под действием внешних факторов.

Метик – одна или несколько продольных трещин, проходящих через середину ствола и направленных по радиусу, но не достигающих до периферии. Метик бывает простой и сложный. *Простой метик* состоит из одной, двух трещин на торце расположенных вдоль ствола в одной плоскости. *Сложный метик* состоит из нескольких трещин, расположенных вдоль ствола в разных плоскостях.

Отлуп – внутренняя трещина, идущая по годовому слою, проходящая вдоль ствола. Отлуп образуется от внутренних напряжений, возникающих под действием ветра и мороза.

Морозобоина – наружная радиальная трещина, возникающая зимой при резком охлаждении ствола. Она проходит из заболони в ядро и имеет значительную протяженность по длине ствола. Морозобоина бывает открытой и закрытой. Она способствует появлению в древесине гнили.

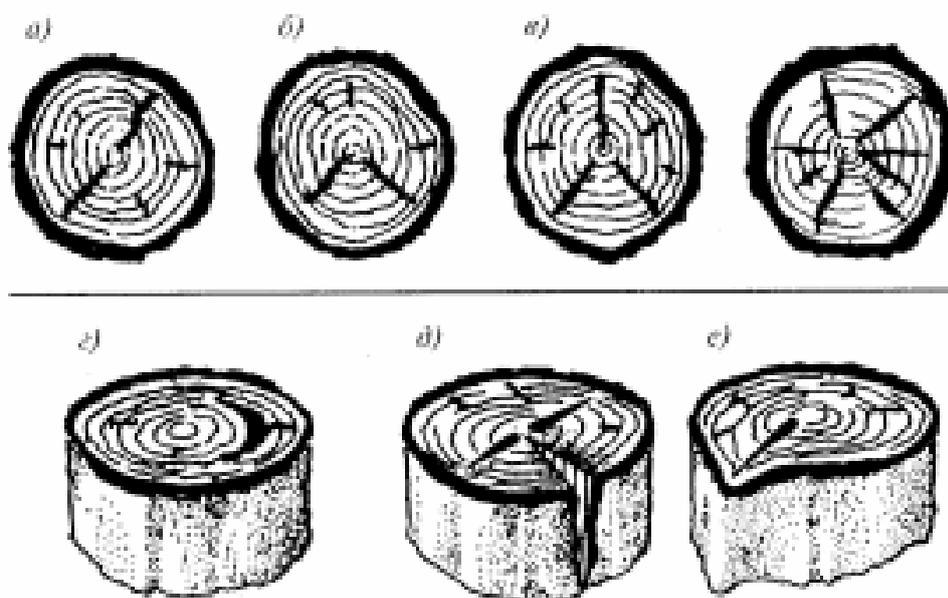


Рис. 16. Разновидности трещин: а – метик простой; б – метик сложный; в – метик крестовый; г – отлуп; д – морозобоина открытая; е – морозобоина закрытая.

Трещины усушки – наружные трещины, образующиеся в бревнах и пиломатериалах при высыхании древесины, направленные по радиусу торцевого среза. По расположению в изделиях трещины бывают боковыми, пластовыми, кромочными, торцевыми. Они отличаются от метиковых и морозных трещин меньшей глубиной и протяженностью (не более 1 м).

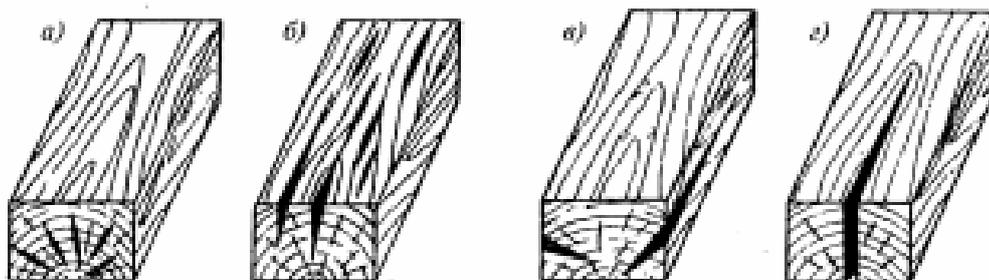
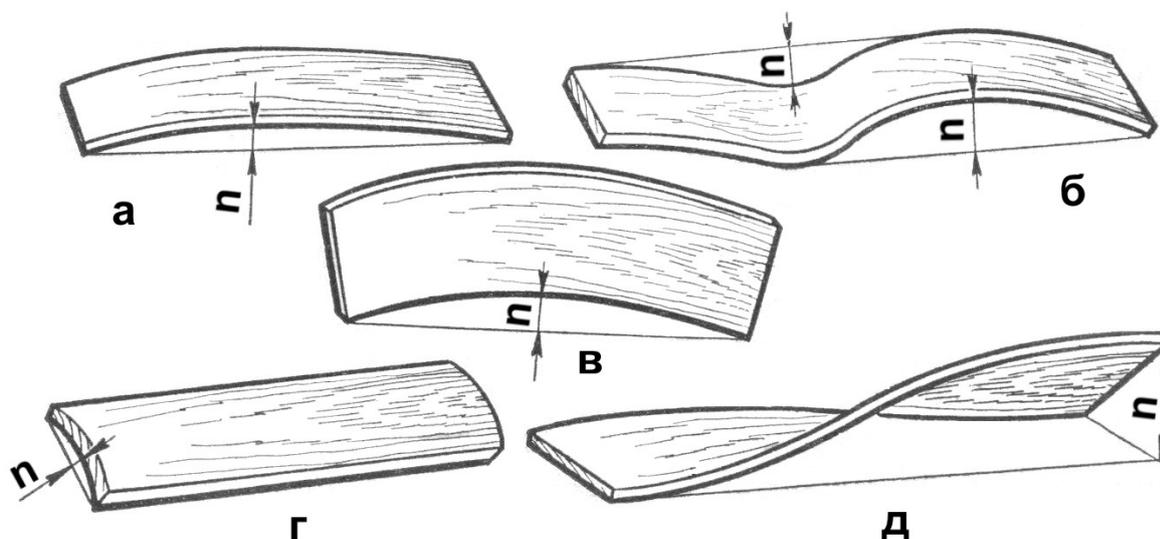


Рис. 17. Трещины усушки:

а – торцевые; б – пластовые; в – кромочные; г – сквозные.

Отлупные трещины проходят между годичными слоями, возникая в растущем дереве, увеличиваются в срубленном дереве при его высушивании.

Покоробленность - изменение формы пиломатериалов возникает при выпиливании, сушке или хранении. Она затрудняет использование пиломатериалов и заготовок по назначению. Высыхание и увлажнение древесины приводит к изменению степени покоробленности.



Ри. 18. Покоробленность:

а - простая продольная по пласту; б - сложная; в - продольная по кромке; г - поперечная;

д - кривловатость; п - прогиб.

Гниль - биологическое изменение древесины, вызванное развитием в ней грибков. Питательной средой для грибков служит целлюлоза древесины, а условиями развития - теплая, влажная среда и кислород воздуха. Заражение древесины происходит с

помощью насекомых. Под воздействием грибов древесина окрашивается, происходит снижение ее физико-механических свойств вследствие изменения структуры. Характерный признак заражения древесины грибами – появление плесневатых налетов гнили, белого пушка или белых нитей. Сначала появляется бурая гниль, а затем образуются трещины вдоль и поперек волокон. Степень поражения различна: от следов грибницы до плодовых тел грибов. В течение короткого времени деревянные конструкции зданий, пораженные домовыми грибами, могут прийти в аварийное состояние. Наличие гнили не допускается ни в одном из сортов древесины. Для борьбы с гниением используют сушку древесины до влажности 20%, антисептирование, создание благоприятных условий эксплуатации деревянных конструкций.

Повреждения насекомыми.

Насекомые поражают древесину (рис. 19) в периоды роста, хранения и эксплуатации сооружений. Они образуют в древесине червоточины, представляющие собой совокупность ходов и овальных отверстий, бороздок канавок. В зависимости от глубины проникания червоточина бывает поверхностная (до 3 мм), неглубокая (до 15 мм), глубокая (>15 мм) и сквозная. По размерам отверстий червоточина бывает не крупная – диаметр отверстий до 3 мм и крупная – диаметр отверстий более 3 мм. Червоточину измеряют по диаметру, мм, и по количеству, шт, на 1 м длины или на 1 м² площади. Особенно большой вред древесине наносят жуки-короеды и домовые точильщики

Жуки-короеды образуют неглубокие извилистые ходы-борозды и заносят в древесину грибы, вызывая быстрое загнивание конструкций.

Повреждение домовыми точильщиками представляют собой много мелких круглых отверстий, из которых высыпается древесная мука. Домовой точильщик поражает стропила, чердачные балки и т.д. Для защиты от насекомых используют инсектициды.

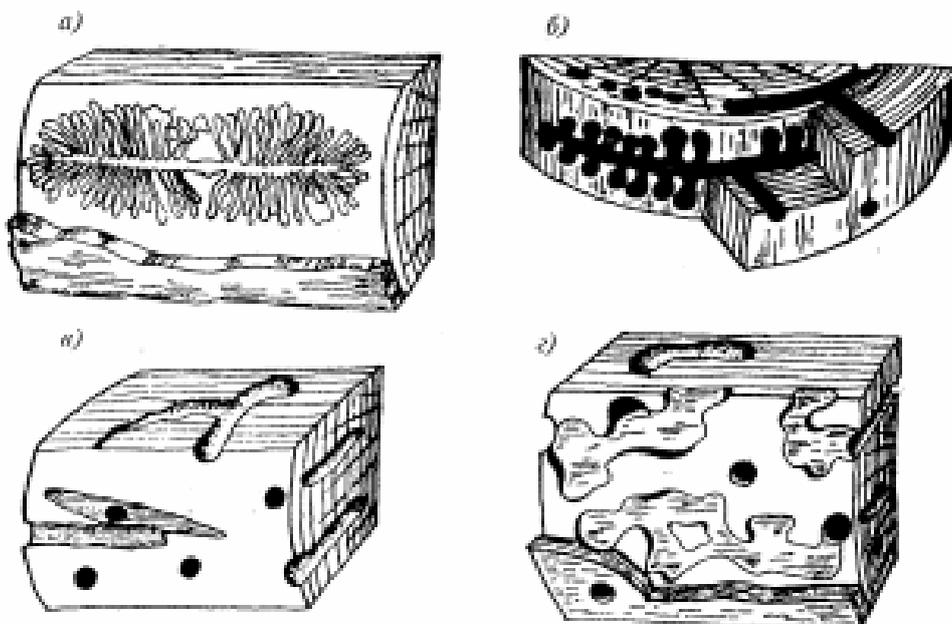


Рис.19. Виды червоточин:

а – поверхностная; б – неглубокая; в – глубокая; г – сквозная.

Методика выполнения работы:

- изучить пороки древесины, указанные преподавателем;
- заполнить лабораторный журнал.

Лабораторный журнал.

№ п/п	Наименование порока	Рисунок	Влияние на свойства, сортность

Лабораторная работа №14. Определение влажности древесины.

Цель работы: определить влажность образцов древесины.

Материалы и оборудование:

- образцы древесины;
- шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ;
- эксикатор;
- весы лабораторные электронные ВМК 622.

Теоретическая часть

Влажность - массовое количество влаги, содержащее в древесине.

Различают три вида влаги в древесине: *капиллярную* (свободную), содержащуюся в полости клеток и межклеточном пространстве, *гигроскопическую*, находящуюся в стенках клеток, и *химически связанную*, входящую в химический состав веществ, из которых состоит древесина.

По степени влажности различают древесину: мокрую (сплавную), свежесрубленную (влажность 15% и более), воздушно-сухую (влажность 15- 20%), комнатно-сухую (влажность 8-12%) и абсолютно-сухую, высушенную в лаборатории до постоянной массы при 100-1050С. Условно-стандартной считают влажность равной 12%. В строительстве разрешают применять древесину с влажностью 15-20%.

Методика выполнения работы:

- отобранные образцы очистить от пыли и загрязнения и взвесить m , г
- поместить образцы в сушильный шкаф на 2 часа (при температуре 105 ± 5 °С);
- вынуть образец из сушильного шкафа, охладить в эксикаторе и взвесить – m_1 , г;
- поместить образцы в сушильный шкаф на 2 часа (при температуре 105 ± 5 °С);
- вынуть образец из сушильного шкафа, охладить в эксикаторе и взвесить – m_2 , г;
- поместить образцы в сушильный шкаф на 2 часа (при температуре 105 ± 5 °С);
- вынуть образец из сушильного шкафа, охладить в эксикаторе и взвесить – m_3 , г;
- рассчитать влажность материала.

Образцы считаются высушенными, если два последних взвешивания образца не будут различаться между собой более чем на 0,002 г.

За конечный результат принять среднее арифметическое из 3-х параллельных определений при условии, что относительное

отклонение отдельного результата от среднего значения не превышает 5%.

Лабораторный журнал:

№ п/п	Масса исходного образца, г m	Масса высушенного образца, г			Потеря массы, г $\Delta m = m - m_3$	Влажность, % $W = \frac{\Delta m}{m_3} 100\%$
		m_1	m_2	m_3		
1						
2						
3						

Вывод: Влажность образца древесины равна - %.

Лабораторная работа № 15. Определение средней плотности древесины при влажности в момент испытания.

Цель работы: определить среднюю плотность древесины при влажности в момент испытания.

Материалы и оборудование:

- образцы древесины правильной геометрической формы;
- штангенциркуль;
- линейка;
- весы лабораторные электронные ВМК 622

Методика выполнения работы:

Определение плотности древесины производится на образцах в виде прямоугольной призмы сечением 20x20 мм и высотой (вдоль волокон) 30 мм.

Если годовые слои имеют ширину более 4 мм, размеры поперечного сечения должны быть увеличены так, чтобы образец включал не менее 5 слоев.

Подлежащие испытанию образцы должны иметь прямые углы и гладко выструганные поверхности. Величину поперечного сечения и длину (а, b и l) измеряют штангенциркулем с точностью до 0,1 мм по осям симметрии образцов.

Порядок проведения измерений штангенциркулем:

Перед измерение детали необходимо прежде всего проверить совпадение нулевого штриха нониуса с нулевым штрихом штанги.

При измерении деталь берут в левую руку, а штангенциркуль в правую и большим пальцем подвижную рамку штангенциркуля перемещают по штанге до тех пор, пока рабочие поверхности губок не будут плотно прилегать к поверхностям измеряемой детали.

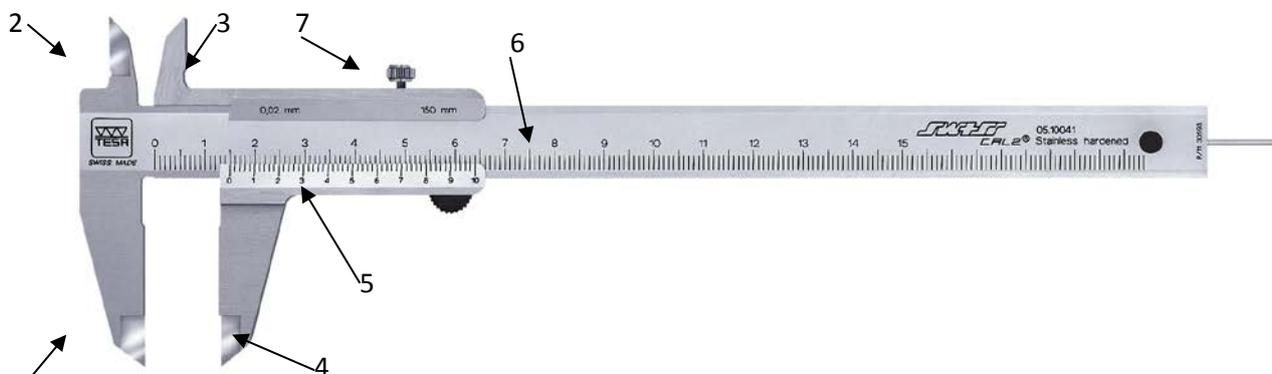


Рис. 20. Устройство штангенциркуля. 1,2 – неподвижная губка, 3,4 – подвижная рамка, 5 – нониус, 6 – шкала штанги, 7 – винт для зажима рамки

Чтобы определить размер, показываемый штангенциркулем, необходимо:

- 1) Установить, какое деление штанги прошло нулевое деление нониуса;
- 2) Определить, какое деление нониуса точно совпадает с делением штанги;
- 3) Сложить результаты двух отсчетов.

Целое число миллиметров отсчитывается по миллиметровой шкале до нулевого штриха нониуса, а десятые доли миллиметра – по шкале нониуса от нулевой метки до той риски, которая совпадает с какой-либо рисккой миллиметровой шкалы. На рисунке 21 показаны положение шкал штангенциркуля при отсчете размеров.

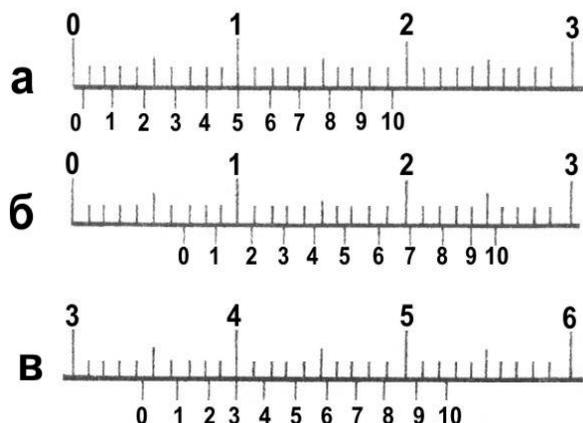


Рис.21. Отсчет десятых долей миллиметра при измерении штангенциркулем:

а – 0,5 мм; б – 6,9 мм;
в – 34,3 мм. (Нулевое деление нониуса прошло 3 см и 4 мм на шкале штанги, а деление штанги

4 совпало с третьим делением нониуса. Тогда отсчет будет равен 3 см + 4 мм + 0,1·3 мм = 3,43 мм)

Измеряя деталь, нельзя допускать перекоса губок штангенциркуля. Положение их обязательно фиксируется стопорным винтом. После работы штангенциркуль надо протереть чистой ветошью.

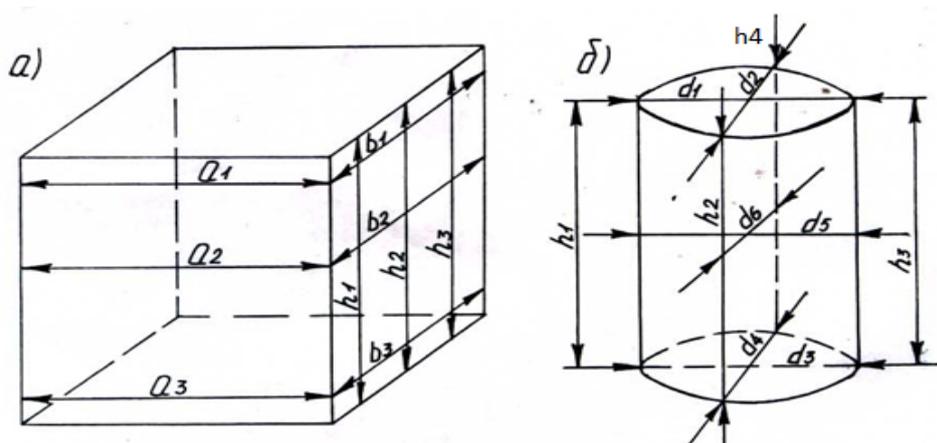


Рис.21. Схемы измерения объема образцов правильной геометрической формы.

Лабораторный журнал

№ п/п	Длина, см			Ширина, см			Высота, см			Масса, г	Средняя плотность	
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	b ₁	b ₂	b ₃	h ₁	h ₂	h ₃	m	г/см ³	кг/м ³
1												
2												
3												

Объем образца вычисляют с точностью до 0,01 см³. Сразу после измерения образец взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г и вычисляют плотность:

$$\rho_{m(w)} = m_w / V_w \quad ,$$

(16)

где m_w – масса образца при влажности W , г; V_w – объем образца при влажности W , см³.

Найденную плотность пересчитывают на стандартную 12%-ную влажность древесины

$$\rho_{m(12)} = \rho_{m(w)} \cdot [1 + 0,01 \cdot (1 - k_0) \cdot (12 - W)],$$

(17)

где k_0 – коэффициент объемной усушки, %; W – влажность образца, %.

Если коэффициент объемной усушки не определялся, то при пересчете для древесины березы, бука и лиственницы значение его берут равным 0,6, а для прочих пород – 0,5.

Вывод:

Средняя плотность древесины составляет _____%.

Лабораторная работа № 16. Определение влагопоглощения древесины.

Цель работы: Определить влагопоглощение древесины.

Материалы и оборудование:

- образцы древесины;
- насыщенный раствор соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;
- шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ;
- эксикатор;
- весы лабораторные электронные ВМК 622;
- штангенциркуль.

Теоретическая часть

Всякая древесина способна поглощать влагу из окружающего пространства. Следует отличать влагопоглощение древесины от ее водопоглощения. Под влагопоглощением понимают то количество воды, которое она способна поглотить из окружающего воздуха при температуре 20 ± 2 °С в течение определенного промежутка времени, обычно за 30 суток.

Влагопоглощение древесины определяют на гладкоостроганных, специально изготовленных для этой цели образцах призматической формы с основанием 30×30 мм и высотой вдоль волокон 10 мм. На каждом образце годовые слои древесины должны быть параллельны одной паре противоположных граней и перпендикулярны другой. Перед

испытанием все образцы предварительно высушиваются до постоянства массы.

Методика выполнения работы:

- Взвесить образец древесины, m
- Поместить образец древесины одной боковой стороной на решетку эксикатора, на дно которого предварительно наливают насыщенный раствор соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Все образцы на решетке располагают в один ряд, чтобы они не касались друг друга, расстояние между ними и стенками эксикатора должно составлять не менее 15 – 20 мм. Затем эксикатор с образцами плотно закрывают пришлифованной к нему крышкой, выдерживают все время опыта при 20 ± 2 °С.
- Через сутки с момента помещения образцов в эксикатор каждый образец пинцетом вынимают, взвешивают $m_{\text{нас}}$, а затем опять помещают в эксикатор для дальнейшего влагопоглощения.
- Последующее периодическое взвешивание образцов производится через 2, 3, 5, 8, 13, 20 и 30 сут. Опыт прекращают, когда разница во влажности за последние 10 сут. будет меньше 2 %.

Результаты занести в лабораторный журнал.

Лабораторный журнал:

№ образца	Показатель	Время выдерживания, сут.						
		2	3	5	8	13	20	30
1	m_0							
	$m_{\text{нас}}$							
	W_m							
2	m_0							
	$m_{\text{нас}}$							
	W_m							
3	m_0							
	$m_{\text{нас}}$							
	W_m							

Влагопоглощение рассчитать по формуле

$$W_m = \frac{(m_{\text{нас}} - m_0)}{m_0} \cdot 100\% \quad (18)$$

где $m_{\text{нас}}$ масса образца древесины после n суток влагопоглощения, m_0 - масса сухого образца древесины.

На основании результатов испытания, записанных в приведенной таблице, в прямоугольной системе координат строят диаграмму влагопоглощения древесины. На оси ординат откладывают величину влагопоглощения (%), а на оси абсцисс – соответствующее значение времени (сут). Максимальная влажность древесины, полученная в результате 30-суточного выдерживания ее в эксикаторе над насыщенным раствором соды, будет основным показателем влагопоглощения.

Вывод: Влагопоглощение древесины через 30 суток составляет _____ %.

Лабораторная работа 17. Определение водопоглощения, радиального и тангенциального разбухания древесины.

Цель работы: Определить водопоглощение, радиальное и тангенциальное разбухание древесины.

Материалы и оборудование:

- образцы древесины;
- шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ;
- эксикатор;
- безводный хлористый кальций;
- весы лабораторные электронные ВМК 622;
- штангенциркуль.

Теоретическая часть

При водопоглощении древесина разбухает. Величина водопоглощения и разбухания у неодинаковых сортов дерева различна и колеблется в значительных пределах.

Методика выполнения работы:

Для определения величины водопоглощения и разбухания древесины из нее изготавливают не менее двух образцов, гладко остроганных под угольник, в виде прямоугольной призмы высотой 10 – 30 мм и основанием 20 × 20 мм. Высоту призмы определяют вдоль волокон. Годовые слои древесины на торцовых

поверхностях образцов должны располагаться перпендикулярно одной паре противоположных граней и параллельно второй.

- На торце каждого образца простым карандашом нанести его номер и провести две взаимно перпендикулярные линии так, чтобы торцовая поверхность образца разделилась на четыре равные части.
- Каждый образец поместить в сушильный шкаф и выдержать сначала при 50 – 60 °С в течение 3 ч, а затем при 103 ± 2 °С до постоянной величины сухой массы образца. Чтобы определить конец высушивания образцов, их периодически вынимают из сушильного шкафа, охлаждают до комнатной температуры в закрытом эксикаторе, на дно которого налита 94%-ная серная кислота или насыпан безводный хлористый кальций, и взвешивают с точностью до 0,01 г. Образцы из мягких пород взвешивают через 6 ч, а из твердых – через 10 ч от начала сушки. Последующие взвешивания делают через 2 ч после предыдущего. Образцы считаются высушенными, когда разница между двумя последними взвешиваниями не превышает 0,02 г.
- Окончательную величину массы записать как массу сухого образца,
- Сделают поперечный замер микрометром по тангенциальному $l_{\text{тп}}$ и по радиальному $l_{\text{рп}}$ направлениям.
- Сухие замеренные образцы поместить в сосуд с дистиллированной водой так, чтобы каждый образец плавал на торцовой поверхности. Температуру воды все время поддерживают в пределах 20 – 22 °С. Сосуд с водой и плавающими в ней образцами закрыть притертой крышкой.
- Образцы периодически вынимают, промокают фильтровальной бумагой и взвешивают, а затем измеряют в направлении $l_{\text{т}}$ и $l_{\text{р}}$ с точностью до 0,01 мм.
- Измеренные образцы опять помещают в сосуд с водой для дальнейшего водонасыщения. Сначала образцы взвешивают через 2 ч после пребывания их в воде, а затем через 1; 2; 4; 7;

12; 20 и 30 сут. Испытание на водопоглощение прекращается, когда два последних измерения будут отличаться одно от другого не более чем на 0,02 мм за последние трое суток.

Лабораторный журнал:

№ образца	Показатель	Время выдерживания						
		2 часа	1 сут.	2 сут.	4 сут.	7 сут.	20 сут.	30 сут.
1	m_0							
	$m_{нас}$							
	W_m							
	l_r							
	l_t							
2	m_0							
	$m_{нас}$							
	W_m							
	l_r							
	l_t							
3	m_0							
	$m_{нас}$							
	W_m							
	l_r							
	l_t							

После взвешивания величину предельного водопоглощения каждого образца, % подсчитывают по формуле

$$W_m = \frac{(m_{нас} - m_0)}{m_0} \cdot 100\% \quad (19)$$

Затем подсчитывают среднюю величину водопоглощения всех образцов.

Величину линейного разбухания каждого образца вычисляют с точностью до 0,1 %:

$$a_{t_{max}} = \left[\frac{(l_{x_{max}} - l_{t_{min}})}{l_{t_{min}}} \right] \cdot 100 \quad (20)$$

$$a_{r_{max}} = \left[\frac{(l_{r_{max}} - l_{r_{min}})}{l_{r_{min}}} \right] \cdot 100 \quad (21)$$

где $a_{t_{max}}$ – величина набухания по тангенциальному направлению, %;

$a_{r_{max}}$ – то же, по радиальному направлению, %;

$l_{t_{min}}, l_{r_{min}}$ – размеры образцов по тангенциальному и радиальному направлениям после высушивания;

$l_{x_{max}}, l_{r_{max}}$ – после влагонасыщения.

По данным водопоглощения в прямолинейной системе координат строят кривую, откладывая по оси абсцисс значение времени выдерживания образцов в воде, а по оси ординат – количество поглощенной воды (%).

Эта кривая представляет собой основной показатель процесса водопоглощения, максимальная величина которого достигается за 30 сут выдерживания образцов в воде.

Вывод: Водопоглощение древесины через 30 суток составляет _____ %.

Лабораторная работа № 18. Определение величины усушки древесины.

Цель работы: определить объемную усушку древесины и коэффициент и объемной усушки.

Материалы и оборудование:

- образцы древесины;
- безводный хлористый кальций;
- шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ;
- эксикатор;
- весы лабораторные электронные ВМК 622;
- штангенциркуль.

Теоретическая часть

Срубленное дерево, находясь на воздухе или в сухом помещении, высыхает и уменьшается в размерах, т.е. дает усушку. Величина ее зависит от состояния окружающей среды и продолжительности пребывания в ней.

Величину усушки древесины определяют на образцах, изготовленных в форме прямоугольной призмы размерами $20 \times 30 \times 30$ мм. Образцы изготовляют таким образом, чтобы годовые слои на торцовых поверхностях располагались параллельно двум

противоположным граням и перпендикулярно основаниям призмы. Образцы гладко остругивают под угольник и затем подвергают полному водонасыщению.

По достижении полного водопоглощения каждый образец взвешивают для определения влажности и обмеривают по высоте l_{max} , толщине l_{tmax} и ширине l_{rmax} для определения его объема V_{max} . Затем все образцы кондиционируют при влажности $65 \pm 5\%$, температуре $20 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ до постоянной влажности и объема, периодически взвешивая их и измеряя объем. Образцы, давшие трещину, из опыта исключают. Затем их переносят в сушильный шкаф, сушат сначала в течение 3 ч при $50 - 60\text{ }^\circ\text{C}$, а потом при $103 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ до постоянства массы. Образцы считаются сухими, когда разность между двумя взвешиваниями не превышает 0,002 г.

Сухие образцы тут же измеряют с прежней степенью точности и по тем же направлениям, что и до высушивания. На основании полученных данных рассчитывают влажность каждого образца $W_{пн}$, его объем до высушивания V_{max} и после высушивания V_{min} , величину усушки по объему $V_{Об}$, а также величину коэффициента усушки, представляющего собой отношение величины усушки к влажности образца. Для вычисления перечисленных величин пользуются формулами (22-25).

Методика выполнения работы:

Для выполнения работы необходимо воспользоваться образцами и данными лабораторной работы № 17.

- Перенести в лабораторный журнал массы сухих образцов, массы насыщенных образцов и их линейные размеры.
- Рассчитать максимальный объем образца
- Все образцы выдерживают на воздухе (кондиционируют) при влажности $65 \pm 5\%$, температуре $20 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 7 суток. Образцы, давшие трещину, из опыта исключают.
- Затем образцы перенести в сушильный шкаф, и высушить сначала в течение 3 ч при $50 - 60\text{ }^\circ\text{C}$, а потом при $103 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ до постоянства массы (. Образцы считаются сухими, когда разность между двумя взвешиваниями не превышает 0,002 г.

- Сухие образцы тут же измерить с прежней степенью точности и по тем же направлениям, что и до высушивания. Данные занести в лабораторный журнал.

Лабораторный журнал:

№ образца	Показатель	Время выдерживания						
		2 часа	1 сут.	2 сут.	4 сут.	7 сут.	20 сут.	30 сут.
1	m_0							
	$m_{нас}$							
	W_m							
	l_r							
	l_t							
	l_a							
2	m_0							
	$m_{нас}$							
	W_m							
	l_r							
	l_t							
	l_a							
3	m_0							
	$m_{нас}$							
	W_m							
	l_r							
	l_t							
	l_a							

Максимальный объем образца

$$V_{max} = l_{a max} \cdot l_{t max} \cdot l_{r max} \quad (22)$$

Минимальный объем образца

$$V_{min} = l_{a min} \cdot l_{t min} \cdot l_{r min} \quad (23)$$

Величину усушки рассчитать по формуле

$$y_{об} = \frac{(V_{max} - V_{min})}{V_{max}} \cdot 100\% \quad (24)$$

Коэффициент усушки:

$$K_{об} = \frac{V_{max}}{W} \quad (25)$$

Результаты испытаний и вычислений записать в лабораторный журнал.

Контрольные вопросы.

1. Что такое макро- и микроструктура древесины?

2. Как влияет строение древесины на прочность материалов и изделий?
3. Что такое анизотропность древесины?
4. Как зависят свойства древесины от влажности?
5. Что такое равновесная влажность древесины и как ее определить?
6. Назовите основные пороки древесины?
7. Какие виды сучков вам известны?
8. Перечислите основные физические свойства древесины?
9. Назовите механические свойства древесины?
10. Нарисуйте схемы испытаний древесины на сжатие, изгиб, скалывание.
11. Какие виды трещин в древесине вы знаете?
12. Что такое червоточина. На какие виды она подразделяется?
13. Как влияют пороки древесины на ее сортность?
14. Каков (в среднем) предел гигроскопической влажности древесины?
15. В каком интервале влажности происходит усушка и набухание древесины?
16. Стандартной влажностью (применяемой при определении основных свойств древесины) принято считать:
17. Из чего состоит древесина?
18. Какова роль антипиренов?
19. Достоинство шпунтованных досок.
20. Указать среднюю плотность древесины.
21. Какая порода древесины имеет наибольшую среднюю плотность?
22. Выделить наиболее важный фактор, влияющий на набухание и усушку древесины.
23. При каких условиях образуется отлуп?
24. Какими особенностями отличается строение древесины?
25. Какие клетки древесины передают питательные вещества по горизонтали?
26. Какова прочность древесины сосны при сжатии?

**Государственные стандарты (ГОСТ) на основные
строительные материалы и методы их испытаний**

(по состоянию на 1.01.2004 года)

ГОСТ 10060.0-95	Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования.
ГОСТ 10060.1-95	Бетоны. Базовый метод Определения морозостойкости
ГОСТ 10180-90	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
ГОСТ 10181.0-81	Смеси бетонные. Общие требования к методам испытаний.
ГОСТ 10181.1-81	Смеси бетонные. Методы определения удобоуелыдываемости.
ГОСТ 10181.2-81	Смеси бетонные. Методы определения плотности.
ГОСТ 10923-93	Рубероид. Технические условия.
ГОСТ 11506-73 (1993)	Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару.
ГОСТ 11507-78 (1997)	Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу.
ГОСТ 11529-86(с изм. 1 1999)	Материалы поливинилхлоридные для полов. Методы контроля.
ГОСТ 11830-66 (1989)	Строительные материалы. Норма точности взвешивания
ГОСТ 125-79 (с попр. 1984)	Вяжущие гипсовые. Технические условия.
ГОСТ 12730.0-78 (1994)	Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости.
ГОСТ 12801-98	Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и

	аэродромного строительства. Методы испытаний.
ГОСТ 13087-81	Бетоны. Методы определения истираемости.
ГОСТ 15825-80	Портландцемент цветной технические условия.
ГОСТ 16381-77 (СТ СЭВ 5069-85) (1992)	Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования
ГОСТ 17177-94	Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний .
ГОСТ 18105-86 (1992, с изм. 1 1987)	Бетоны. Правила контроля прочности.
ГОСТ 22245-90 (1997)	Битумы нефтяные дорожные. Технические условия.
ГОСТ 22688-77	Известь строительная. Методы испытаний.
ГОСТ 22690-88 (1989)	Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.
ГОСТ 23735-79	Смеси песчано-гравийные для строительных работ. Технические условия.
ГОСТ 23789-79 (1986)	Вяжущие гипсовые. Методы испытаний.
ГОСТ 24452-80	Бетоны. Методы испытаний.
ГОСТ 25192-82 (1991)	Бетоны. Классификация и общие технические требования.
ГОСТ 26633-91	Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия
ГОСТ 2678-94 (с попр. 1998)	Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний.

ГОСТ 27006-86 (1989)	Бетоны. Правила подбора состава.
ГОСТ 28013-98	Растворы строительные. Общие технические условия.
ГОСТ 33515-97	Цементы. Общие технические условия.
ГОСТ 30547-97	Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия.
ГОСТ 310.1-76 (1992)	Цементы. Методы испытаний. Общие положения.
ГОСТ 310.2-76 (1992)	Цементы. Методы определения тонкости помола.
ГОСТ 310.3-76 (1992)	Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема.
ГОСТ 310.4-81 (1992)	Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.
ГОСТ 4640-93 (с изм. 1 1997)	Вата минеральная. Технические условия.
ГОСТ 530-95	Кирпич и камни керамические. Технические условия.
ГОСТ 5802-86 (с попр.1989)	Растворы строительные. Методы испытаний.
ГОСТ 6617-76 (1994)	Битумы нефтяные строительные. Технические условия.
ГОСТ 7473-94	Смеси бетонные. Технические условия.
ГОСТ 8267-93 (1996, с изм. 1 1998)	Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.
ГОСТ 8462-85	Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе.
ГОСТ 8735-88 (1997)	Песок для строительных работ.

ГОСТ 8736-93 (С изм. 1 1998)	Методы испытаний. Песок для строительных работ. Технические условия.
ГОСТ 9128-97 (с попр. 1999)	Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.
ГОСТ 9179-77 (1989)	Известь строительная. Технические условия.

Выписка из ГОСТ 8267-93 Межгосударственный стандарт.Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ

Полные остатки крупного заполнителя на контрольных ситах

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	$0,5 (d + D)$	D	$1,25D$
Полные остатки на ситах, % по массе	От 90 до 100	От 30 до 60	До 10	До 0,5

Примечания

1 Для щебня и гравия фракций от 5 (3) до 10 мм и смеси фракций от 5 (3) до 20 мм применяют дополнительно: нижние сита 2,5 мм (1, 25); полный остаток на которых должен быть от 95 до 100 %.

2 По согласованию изготовителя с потребителем допускается изготавливать щебень и гравий с полным остатком на сите $0,5 (d + D)$ от 30 до 80% по массе.

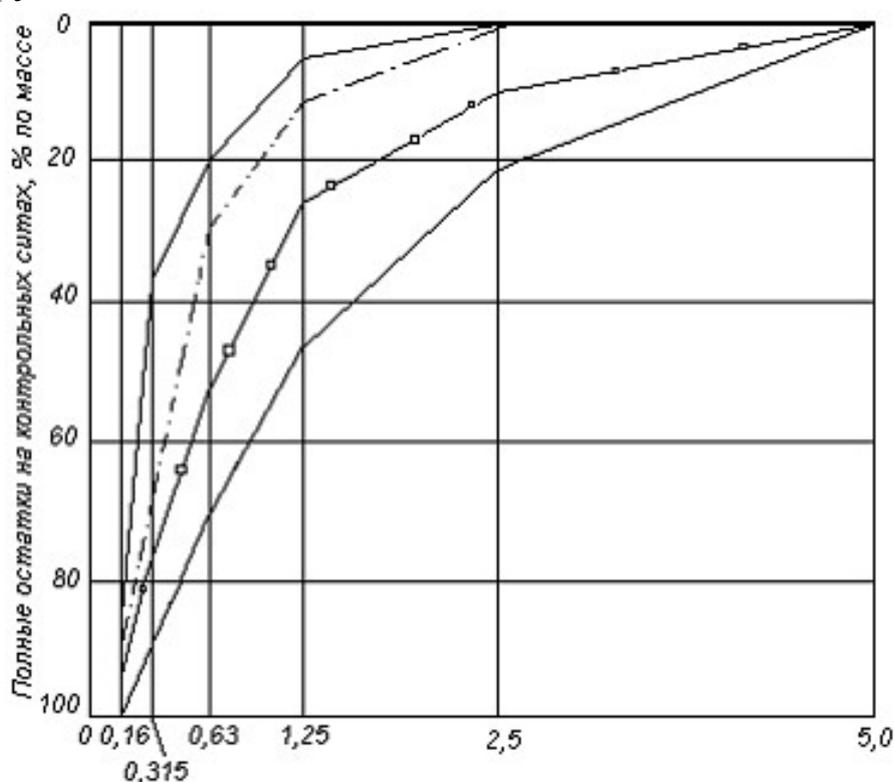
4.2.2 Полные остатки на контрольных ситах при рассеивании щебня и гравия фракций от 5 (3) до 10 мм, св. 10 до 15 мм; св. 10 до 20 мм, св. 15 до 20 мм; св. 20 до 40 мм, св. 40 до 80 (70) мм и смеси фракций от 5 (3) до 20 мм должны соответствовать указанным в таблице 4, где d и D - наименьшие и наибольшие номинальные размеры зерен.

4.2.3 Для щебня и гравия фракций св. 80 (70) до 120 мм и св. 120 до 150 мм, а также для смеси фракций выпускаемых по согласованию изготовителя с потребителем полные остатки на контрольных ситах диаметром $d, D, 1,25D$ должны удовлетворять указанным в таблице 4, а соотношение фракций в смесях устанавливают по согласованию изготовителя с потребителем в соответствии с нормативными документами на применение этих смесей для строительных работ.

Приложение 3

Зерновой состав мелкого заполнителя (выписка из ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия»)

1.6.12. Зерновой состав мелкого заполнителя должен соответствовать графику (см. чертеж). При этом учитывают только зерна, проходящие через сито с круглыми отверстиями диаметром 5 мм. При несоответствии зернового состава природных песков требованиям графика следует применять укрупняющую добавку к мелким и очень мелким пескам - песок из отсевов дробления или крупный песок, а к крупному песку - добавку, понижающую модуль крупности, - мелкий или очень мелкий песок.



Размеры отверстий контрольных сит, мм

1 - нижняя граница крупности песка (модуль крупности 1,5);

2 - нижняя граница крупности песка (модуль крупности 2,0) для бетонов класса В15 и выше; 3 - нижняя граница крупности песка (модуль крупности 2,5) для бетонов класса В25 и выше;

4 - верхняя граница крупности песков (модуль крупности 3,25).

Свойства строительной извести (Выписка из ГОСТ 9179-77)

Наименование показателей	Норма для извести, % по массе				
	негашеной			гидратной	
	кальциевой			Сорт	
	Сорт				
	1	2	3	1	2
Активной (СаО·Mg) не менее	90	80	70	67	60
Активная Mg не более	5	5	5	-	-
Непогасившихся зерен, не более	7	11	14	-	-

6.2. Строительная негашеная известь по времени гашения подразделяется на:

быстрогосящуюся – не более 8 мин;

среднегоящуюся – не более 25 мин;

медленногоящуюся – не менее 25 мин.

6.3. Степень дисперсности порошкообразной воздушной и гидратной извести должна быть такой, чтобы при просеивании пробы извести, через сито 02 и 008 проходило соответственно не менее 98,5 и 85% массы просеиваемой пробы

Приложение 5

Свойства гипсовых вяжущих (Выписка из ГОСТ 125-79 Вяжущие гипсовые. Технические условия).

1.3. В зависимости от предела прочности на сжатие различают следующие марки гипсовых вяжущих: Г-2, Г-3, Г-4, Г-5, Г-6, Г-7, Г-10, Г-13, Г-16, Г-19, Г-22, Г-25.

Минимальный предел прочности каждой марки вяжущего должен соответствовать значениям, приведенным в табл. XII.

Таблица XII

Марка вяжущего	Предел прочности образцов-балочек размерами 40x40x160 мм в возрасте 2 ч, не менее (МПа (кгс/см ²))	
	при сжатии	при изгибе
Г-2	2 (20)	1,2 (12)
Г-3	3 (30)	1,8 (18)
Г-4	4 (40)	2,0 (20)
Г-5	5 (50)	2,5 (25)
Г-6	6 (60)	3,0 (30)
Г-7	7 (70)	3,5 (35)
Г-10	10 (100)	4,5 (45)
Г-13	13 (130)	5,5 (55)
Г-16	16 (160)	6,0 (60)
Г-19	19 (190)	6,5 (65)
Г-22	22 (220)	7,0 (70)
Г-25	25 (250)	8,0 (80)

1.4. В зависимости от сроков схватывания различаются виды вяжущих, приведенные в табл. XIII

Таблица XIII

Вид вяжущего	Индекс сроков твердения	Сроки схватывания, мин	
		начало, не ранее	конец, не позднее
Быстротвердеющий	А	2	15
Нормальнотвердеющий	Б	6	30
Медленнотвердеющий	В	20	Не нормируется

1.6. В зависимости от степени помола различают виды вяжущих, приведенные в табл. XIV.

Таблица XIV

Вид вяжущего	Индекс степени помола	Максимальный остаток на сите с размерами ячеек в свету 0,2 мм, %, не более
Грубого помола	I	23
Среднего помола	II	14
Тонкого помола	III	2

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов, Л.А. Строительные материалы: учебник / Л.А.Алимов, В.В.Воронин - М.: Издательский центр «Академия», 2012. -320 с.
2. Архитектурное материаловедение: Методические указания для выполнения лабораторных работ /Сост. Баранова Г.П., Еджиевская И.Г./.- Красноярск: СФУ, 2-11. – 42 с.
3. Байер В.Е. Материаловедение для архитекторов, реставраторов, дизайнеров. Учебное пособие.- М: Астраль·АСТ, 2004, 250 с.
4. ГОСТ Р 51672-2000. Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Государственный стандарт российской федерации [Текст]:- Введ. 2000-22-11–М.: Изд-во стандартов, 2000.
5. ГОСТ 8267-93. Межгосударственный стандарт. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия [Текст]: - Введ. 1995-01-01. - М. : Изд-во стандартов, 1994.
6. ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия [Текст]: - Введ. 1987-01-01. - М. : Изд-во стандартов, 1986.
7. ГОСТ 31108-2003. Межгосударственный стандарт.Цементы общестроительные. Технические условия [Текст]: - Введ. 2004-01-09. - М. : Изд-во стандартов, 2004.
8. ГОСТ 125-79.Государственный стандарт союза ССР. Вяжущие гипсовые. Технические условия [Текст]: - Введ. 1980-01-07. - М. : Изд-во стандартов, 1980.
9. ГОСТ 30515-97. Межгосударственный стандарт. Цементы. Общие технические условия [Текст]: - Введ. 1998 – 01 - 10 - М. : Изд-во стандартов, 1997.
10. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 27.04.93 № 4871-1.
11. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Материаловедение», «Дорожно-строительные

- материалы» для всех специальностей.- Тюмень.: Изд-во ТГАСА, 2004
12. МИ 2091-90. Государственная система обеспечения единств измерений. Измерения физических величин. Общие требования.- М.: ВНИИМС Госстандарта России, 1990.
 13. МИ 2630-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Физические величины и их единицы. - М.: ВНИИМС Госстандарта России, 2000.
 14. Микульский В.Г. Строительные материалы. [Текст]: учеб. пособие для студ. высш.учеб.заведений/ В.Г.Микульский, Г.И.Горчаков, В.В.Козлов и др. – М.: АСВ, 2011.
 15. Микульский В.Г., Горчаков Г.И., Козлов В.В. Строительные материалы.- М.: АСВ, 2000.
 16. По материалам сайта <http://www.shpora-zon.narod.ru>
 17. Попов К.Н. Методические указания для выполнения лабораторных работ и домашнего задания по теме «основные свойства строительных материалов» для студентов направления 270800.62 «строительство» [Текст] / К.Н.Попов, М.Б.Каддо и др. – М.: Студент, 2011.
 18. Попов К.Н. Строительные материалы и изделия. [Текст] / К.Н.Попов, М.Б.Каддо.– М.: Студент, 2011.
 19. Попов К.Н., Каддо М.Б. Строительные материалы и изделия. Учебник. – М.: «Высшая школа», 2001, 367с.
 20. Попов К.Н., Каддо М.Б., Кульков О.В. Оценка качества строительных материалов. – М.: АСВ, 1999.
 21. Попов, Л.Н. Лабораторные работы по дисциплине «Строительные материалы и изделия» [Текст]: учеб. пособие. /Л.Н.Попов, Н.Л. Попов.– М.:ИНФРА-М, 2003. – 219 с., ил. – (Серия «Профессиональное образование»).- Библиогр.: с. 212. - Предм. указ.: с. 213-214. - 10000 экз.
 22. Рыбьев, И.А. Материаловедение в строительстве [Текст]: учеб.пособие для студ. высш. учеб.заведений/И.А.Рыбьев и др.; под общ. ред. И.А.Рыбьева. -М.: Академия, 2006.

23. Строительные материалы. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие [Текст] / Я.Н. Ковалев и др. / под ред. д.т.н. Я.Н. Ковалева. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2013. — 633 с.
24. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. — М.:Стройиздат, 1991.
25. Физические и механические свойства строительных материалов: метод. Указания к лаб. Работам/ сост. Тур Н.Н., Шлапак А.А./ . — Владимир: Изд-во ВлГУ, 2005 – 52 с.
26. Хадыкина, Е.А. Учебное пособие по дисциплине «Материаловедение» по направлению подготовки «Строительство» для студентов всех форм обучения [Текст]/ Е.А. Хадыкина, Л.В.Василенко. – Майкоп.: ИП Магарин, 2011. – 50 с.
27. Юдина Л.В. Испытание и исследование строительных материалов: учебное пособие. – Ижевск: издательство ИжГТУ, 2004. – с., с илл.
28. Материалы сайта <http://www.portal-student.ru/lstmat1-1.php>
29. Материалы сайта <http://www.kafedra-stroymat.ru/>