

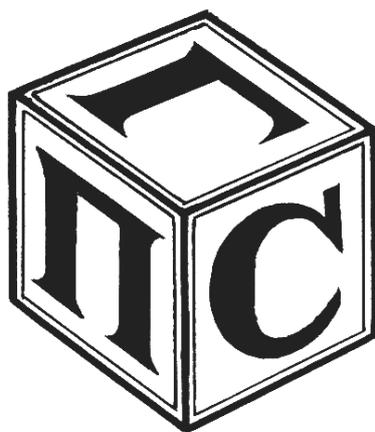
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»
дневной и заочной форм обучения*

Часть 2



Могилев 2023

УДК 691
ББК 38.6
С86

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»
«10» октября 2023 г., протокол № 3

Составитель ст. преподаватель Т. С. Латун

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

В методических рекомендациях представлены теоретическая часть и
порядок проведения лабораторных работ.

Учебное издание

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Часть 2

Ответственный за выпуск	С. В. Данилов
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

Введение.....	4
1 Лабораторная работа № 4. Определение свойств растворной смеси и раствора.....	5
2 Лабораторная работа № 5. Исследование свойств извести и силикатных изделий.....	10
3 Лабораторная работа № 6. Исследование свойств и качества керамических материалов.....	13
4 Лабораторная работа № 7. Исследование свойств органических вяжущих.....	20
5 Лабораторная работа № 8. Определение свойств пигментов и лакокрасочных покрытий.....	26
6 Лабораторная работа № 9. Исследование свойств и качества древесины в полевых лабораторных условиях.....	29
Список литературы.....	37

Введение

Методические рекомендации лабораторным работам составлены в соответствии с учебной программой подготовки студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» по основным разделам курса «Строительное материаловедение».

В процессе выполнения лабораторных работ студенты знакомятся с методами испытаний строительных материалов, учатся работать с нормативными документами, определять важнейшие характеристики строительных материалов, их сорта и марки.

Отдельные лабораторные работы содержат элементы исследований. Выполнение таких работ способствует повышению познавательной активности студентов, учит их анализировать полученные результаты, выявлять зависимости свойств материалов от различных факторов.

Некоторые лабораторные работы включают определение свойств строительных материалов ускоренными, упрощенными, или их еще называют полевыми методами. Их применение непосредственно на строительных площадках, удаленных от производственных баз, дает возможность строителям оперативно оценивать качество строительных материалов и изделий.

1 Лабораторная работа № 4. Определение свойств растворной смеси и раствора

Цель работы: определение состава раствора, свойств растворной смеси, а также физико-механических свойств растворов.

Используемые приборы и оборудование: лабораторные весы и разновесы, сферические чаши; лабораторная виброплощадка; камера влажностного режима; гидравлический пресс; емкость для кипячения; мерные цилиндры; прибор для определения подвижности; стальной стержень диаметром 12 мм; кельма.

Порядок выполнения работы

Расчет состава и приготовление растворной смеси.

Строительные растворы преимущественно изготавливают на портландцементе и его разновидностях. В качестве пластифицирующих добавок вводят известь или глину, а также поверхностно-активные вещества. Заполнителем служат кварцевый песок или топливные шлаки с крупностью зерен не более 2,5 мм.

Рассмотрим пример расчета состава растворной смеси.

Состав раствора определяют по таблице 1.1 в зависимости от марки раствора и марки применяемого цемента.

Согласно таблице 1.1 при марке цемента 300 состав в объемной дозировке для раствора марки 100 составляет 1:3.

Таблица 1.1 – Составы кладочных растворов

Марка цемента	Состав в объемной дозировке (Ц : П) для растворов марок			
	100	75	50	25
500	1:5,5	1:6	–	–
400	1:4,5	1:5,5	–	–
300	1:3	1:4	1:6	–

Лабораторный замес раствора для изготовления четырех образцов-кубов размером $7,07 \times 7,07 \times 7,07$ см с учетом уплотнения составит 2 л. Тогда для состава 1:3 на лабораторный замес 2 л необходимо взять одну часть цемента и три части песка – всего четыре части. Значит цемента необходимо взять: $2 : 4 = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, а песка $0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. Приняв насыпную плотность цемента 1100 кг/м^3 , песка 1550 кг/м^3 (значение насыпной плотности песка можно взять из таблицы 1.5 лабораторной работы № 1 [8]), рассчитывают расход цемента и песка по массе: $\text{Ц} = 1100 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,55 \text{ кг}$; $\text{П} = 1550 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} = 2,325 \text{ кг}$.

Водоцементное отношение строительных растворов принимают в зависимости от их назначения в пределах 0,4–0,8. Для изучения влияния В/Ц на свойства раствора изготавливают два состава растворных смесей, отли-

чающихся только значениями водоцементного отношения. Для первого состава принимают $В/Ц = 0,6$, для второго – $0,8$.

Песок высыпают на противень, к нему добавляют цемент и тщательно перемешивают в течение 5 мин, затем добавляют отмеренную воду и перемешивают смесь в течение 3...5 мин. Качество полученной растворной смеси контролируют по показателю подвижности.

Определение подвижности растворных смесей.

Подвижностью растворной смеси называют её способность легко растекаться по поверхности камня и заполнять все его неровности. Определяют подвижность по глубине погружения эталонного конуса (в сантиметрах). Подвижность растворной смеси зависит от назначения раствора.

С учетом специфических технологических особенностей – укладка тонким слоем на водоотсасывающее пористое основание (кирпич, бетон), отсутствие специальных методов выравнивания и уплотнения, а также длительный период выработки – растворные смеси должны быть подвижными. Определяют этот показатель по глубине погружения под действием собственной массы конуса в сантиметрах.

Для определения подвижности в металлический сосуд укладывают растворную смесь на 10 мм ниже ее краев, уплотняют штыкованием стальным стержнем диаметром 10...12 мм (25 раз) и встряхивают 5–6 раз легким постукиванием о стол.

Сосуд с растворной смесью устанавливают на подставку так, чтобы острие конуса соприкасалось с поверхностью растворной смеси. Стержень закрепляют зажимным винтом и фиксируют положение стрелки на шкале.

Затем винт отпускают для свободного погружения конуса в раствор и после остановки записывают второй отсчет по шкале. Глубину погружения конуса определяют как разность между вторым и первым отсчетами.

Полученные значения подвижности для каждого состава сравнивают с данными таблицы 1.2 и определяют марку по подвижности.

Таблица 1.2 – Марка растворной смеси по подвижности

Марка растворной смеси по подвижности $П_k$	Норма по подвижности по погружению конуса, см
$П_{k1}$	От 1 до 4 включ.
$П_{k2}$	Св. 4 до 8 включ.
$П_{k3}$	Св. 8 до 12 включ.
$П_{k4}$	Св. 12 до 14 включ.

Определение плотности, водопоглощения и коэффициента морозостойкости растворов.

Растворы различного назначения должны характеризоваться средней плотностью, низким водопоглощением, морозостойкостью.

Для определения этих показателей из растворной смеси каждого состава готовят образцы-кубики размером $7,07 \times 7,07 \times 7,07$ см. Способ формовки зависит от исходной подвижности растворной смеси. Из растворной смеси подвижностью менее 5 см образцы готовят в стандартных формах. Форму заполняют в два слоя, штыкуя каждый слой 12 раз.

При подвижности более 5 см образцы готовят в формах без нижнего основания, устанавливая их на керамический кирпич, покрытый бумагой, смоченной водой. Форму заполняют в один прием, штыкуя смесь 25 раз.

Свойства растворов определяют через 7 сут нормального твердения: температура – (20 ± 2) °С, влажность – 95 %...100 %.

Среднюю плотность ρ_0 , кг/м³, рассчитывают по формуле

$$\rho_0 = \frac{m}{V}, \quad (1.1)$$

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

Водопоглощение по объему B_V , %, которое характеризует открытую пористость, определяют путем кипячения образца каждого состава в течение часа и вычисляют по формуле

$$B_V = \frac{m_1 - m}{V} \cdot 100, \quad (1.2)$$

где m_1 – масса насыщенного образца, г;
 m – масса сухого образца, г;
 V – объем образца, см³.

Морозостойкость оценивают количеством циклов замораживания и оттаивания насыщенных водой образцов. В связи с длительностью испытаний морозостойкость можно оценить косвенно по отношению капиллярной (открытой) пористости, доступной проникновению воды, к общей пористости материала.

Общую пористость Π , %, определяют по формуле

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) \cdot 100, \quad (1.3)$$

где ρ_0 – средняя плотность раствора, кг/м³;
 ρ – истинная плотность цементно-песчаного раствора, принимаемая $\rho = 2700$ кг/м³.

Коэффициент морозостойкости вычисляем по формуле

$$K_{мор} = \frac{\Pi - B_V}{\Pi}. \quad (1.4)$$

Материал считается морозостойким, если $K_{мор} > 0,8$.

Определение прочности раствора.

Несущую способность конструкции в большей степени обеспечивают материалы, из которых она получена. Для стеновой конструкции, выполненной из мелкоштучных материалов или крупноразмерных блоков, ее несущая способность складывается из прочности самого стенового материала, прочности раствора и прочности сцепления раствора с поверхностью изделия.

Прочность раствора характеризуется маркой. Для раствора установлены следующие марки по прочности на сжатие: М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200.

Определение прочности раствора на сжатие выполняют с использованием гидравлического пресса на трех образцах-кубах размером $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм в возрасте 28 сут нормального твердения. Прочность на сжатие $R_{сж}$, МПа, рассчитывают по формуле

$$R_{сж} = \frac{F}{A}, \quad (1.5)$$

где F – разрушающая нагрузка, Н (кгс);

A – площадь поперечного сечения образца, мм² (см²).

Образцы, изготовленные на портландцементе, можно испытывать через 7 и 14 сут. В этом случае марку раствора определяют, используя данные таблицы 1.3. Результаты испытаний заносят в таблицы 1.4 и 1.5.

Таблица 1.3 – Соотношение возраста и прочности раствора

Возраст образцов, сут	3	7	14	28	60	90
Прочность раствора по отношению к марочной, %	33	65	80	100	120	130

Таблица 1.4 – Свойства растворяемых смесей

Номер состава	В/Ц	Подвижность, см	Марка по подвижности P_k	Рациональная область применения
1	0,6			
2	0,8			

По результатам определения прочности растворов строят графическую зависимость от водоцементного отношения.

Таблица 1.5 – Физико-механические свойства растворов

Номер состава	Средняя плотность, кг/м ³	Водопоглощение по объему (открытая пористость), %	Общая пористость, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Марка раствора	Коэффициент морозостойкости $K_{мор}$

Контрольные вопросы

- 1 Как определить подвижность растворной смеси?
- 2 Чем отличаются составы, используемые в работе?
- 3 С какой целью в состав цементно-песчаных растворов вводят различное количество воды?
- 4 Как определить предел прочности на сжатие?
- 5 Как определить открытую пористость раствора?
- 6 Какие экспериментальные данные необходимо иметь для расчета общей пористости раствора?
- 7 Какие данные необходимо иметь для расчета коэффициента морозостойкости?
- 8 От какого показателя структуры морозостойкость зависит в большей степени?
- 9 Выразите графически зависимость морозостойкости раствора от его В/Ц.
- 10 За счет каких физических явлений происходит разрушение растворов, применяемых для наружной кладки и оштукатуривания стен?
- 11 Классификация строительных растворов по виду вяжущего.
- 12 Классификация строительных растворов по назначению.
- 13 Чем отличаются сложные растворы от простых?
- 14 Какие заполнители применяют для изготовления строительных растворов?
- 15 Какими технологическими особенностями обладают растворы?
- 16 От каких факторов зависят свойства растворов?
- 17 Какие экспериментальные данные необходимо иметь для расчета предела прочности раствора на сжатие?
- 18 Какое влияние на физико-механические свойства раствора оказывает содержание воды?
- 19 Как можно повысить прочность растворов?

2 Лабораторная работа № 5. Исследование свойств извести и силикатных изделий

Цель работы: определение тонкости помола извести, содержания активных CaO и MgO, а также физико-механических свойств силикатного кирпича.

Используемые приборы и оборудование: весы; сита № 0,2 и 0,08; коническая колба емкостью 250 мл; плита; линейки.

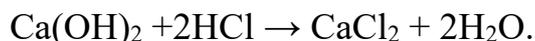
Порядок выполнения работы

Определение тонкости помола.

100 г высушенной порошкообразной извести-кипелки просеять через сита № 0,2 и 0,08. Просеивание считают законченным, если в течение 1 мин проходит не более 0,1 г извести. Остаток на сите в граммах по отношению к общей пробе, выраженной в процентах, характеризует тонкость помола.

Определение активности извести.

Суммарное содержание в извести активных CaO + MgO определяют титрованием прогидратированной в воде навески извести раствором соляной кислоты:



Окончание реакции нейтрализации фиксируется при помощи индикатора на щелочные растворы фенолфталеина по изменению (обесцвечиванию) малиновой окраски раствора.

Для этого из пробы извести, прошедшей через сито № 0,2, взять навеску в 1 г и поместить ее в коническую колбу. Добавить туда 150 мл дистиллированной воды и несколько стеклянных бус, поставить на плиту и нагреть в течение 5...7 мин, не доводя до кипения. Затем раствор охладить до комнатной температуры 20 °С...30 °С, добавить 2...3 капли 1-процентного спиртового раствора фенолфталеина и титровать при постоянном взбалтывании раствором соляной кислоты до обесцвечивания.

Активность извести, т. е суммарное содержанием активных оксидов, можно рассчитать по формуле

$$A = \frac{V \cdot T}{m} 100 \%, \quad (2.1)$$

где T – количество окиси кальция, соответствующее 1 мл нормального раствора соляной кислоты, $T = 0,2804$;

V – объем раствора однонормального соляной кислоты, пошедшей на титрование, мл;

m – масса навески, извести, г.

Определение свойств силикатных изделий.

Определение средней плотности кирпича силикатного и газосиликатного блока.

Средняя плотность образцов правильной формы (кирпича и газосиликатного блока) определяется путем непосредственного замера и определения его геометрического объема с последующим его взвешиванием.

Для более точных результатов измерять необходимо каждую грань образца в трех местах. За окончательный размер каждой грани принимают среднее арифметическое трех измерений. Обмер должен производиться с точностью до 0,1 мм, как показано на рисунке 2.1.

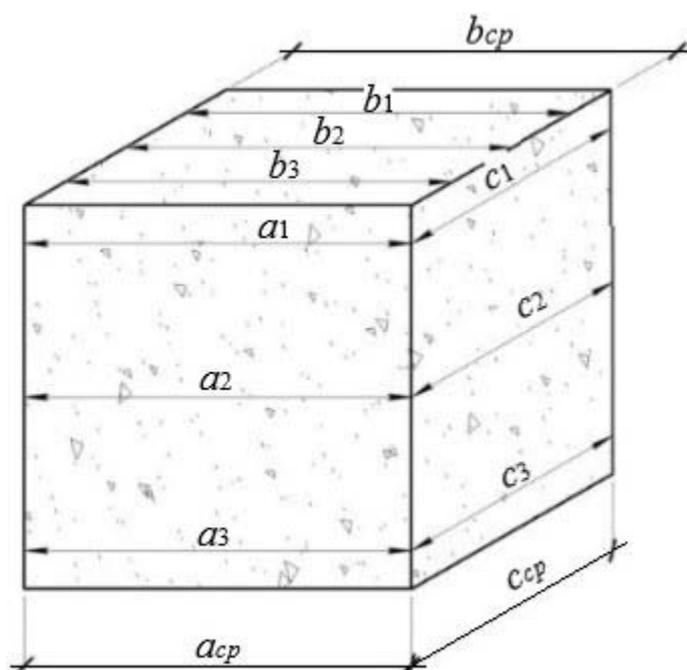


Рисунок 2.1 – Измерение образца кубической формы

Для образцов, имеющих форму куба или параллелепипеда, среднюю плотность можно определить по формуле

$$\rho_0 = \frac{m}{a_{cp} \cdot b_{cp} \cdot c_{cp}}, \quad (2.2)$$

где m – масса материалов, кг (г);

a_{cp}, b_{cp}, c_{cp} – средние значения граней, м (см).

Определение водопоглощения силикатных изделий.

Водопоглощением материала называют способность материала впитывать воду и удерживать ее. Она характеризуется отношением массы впитанной воды к массе сухого материала (водопоглощение по массе V_m) или объема впитанной воды к объему образца (водопоглощение по объему V_V) и определяется кипячением образцов, высушенных до постоянной массы m_1 в воде в течение 1 ч. Затем образцы вытирают влажной тканью и взвешивают, получая m_2 .

Показатели водопоглощения рассчитывают по формулам

$$B_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \%, \quad (2.3)$$

где m_1 – масса сухого образца, г (кг);

m_2 – масса водонасыщенного образца, г (кг);

$$B_V = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 100 \% = B_m \cdot \rho_0, \quad (2.4)$$

где V – объем сухого материала, г (кг);

ρ_0 – средняя плотность материала, г/см³ (кг/м³).

Из формул (2.3) и (2.4) видно, что среднюю плотность можно выразить отношением водопоглощения по объему к водопоглощению по массе:

$$\rho_0 = \frac{B_V}{B_m}. \quad (2.5)$$

Результаты выполнения работы

Данные всех опытов занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты проведения экспериментов

Наименование изделия	Средняя плотность, г/см ³	Водопоглощение, %		Остаток на сите, %		Активность А, % (CaO + MgO)
		по массе	по объему	№ 0,2	№ 0,08	
Кирпич силикатный						
Газосиликатный блок						

По результатам опытов и расчетов необходимо:

– построить графики зависимости скорости гашения извести от тонкости помола и водоизвесткового отношения;

– сделать вывод о способах интенсификации процесса гидратации минеральных вяжущих веществ;

– дать заключение о качестве извести в соответствии с требованиями СТБ ЕН 459-1–2007.

Контрольные вопросы

1 Сырье для получения воздушной строительной извести. Уравнение реакции получения, содержание глинистых примесей в сырье, температура

тепловой обработки.

2 Сырье для получения гидравлической извести. Количество глинистых примесей. Температура обжига.

3 Уравнение гидратации и карбонизации.

4 Что такое гидравлический модуль? Классификация извести по гидравлическому модулю.

5 Что такое известь-пушенка? Что такое известь-кипелка?

6 Что такое активность извести?

7 Какое содержание оксидов магния в кальциевой, магнезиальной и доломитовой извести?

8 Что принимается за скорость гашения и классификация по скорости гашения?

9 Область применения извести.

3 Лабораторная работа № 6. Исследование свойств и качества керамических материалов

Цель работы: изучение основных физических и механических свойств различных по плотности керамических изделий.

Используемые приборы и оборудование: лабораторные весы; сосуд для кипячения кирпича и плиток; технический войлок; пресс гидравлический; круг истирания; стальная линейка; угольник.

Порядок выполнения работы

Определение свойств кирпича глиняного обыкновенного.

Кирпич глиняный обыкновенный (СТБ 1160–99) представляет собой искусственный камень, получаемый из глины с добавками или без них, путем формовки сушки и обжигу, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и углами и плоскими гранями.

Кирпич изготавливается одинарным размером $250 \times 120 \times 65$ мм и утолщенный $250 \times 120 \times 88$ мм. Модульный кирпич с технологическими пустотами выполняется размером $288 \times 138 \times 65$ мм. Кирпич можно изготавливать сплошным или пустотелым, а камни только пустотелыми.

Марку камня и профильных изделий по прочности, устанавливают по значению предела прочности при сжатии, а кирпича – по значению пределов прочности при сжатии и изгибе, указанных в таблице 3.1.

Правильность формы кирпича, допускаемые отклонения от установленных размеров и другие дефекты, регламентированные стандартом, приводятся в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Марка кирпича по прочности

Марка изделия	Предел прочности, МПа, не менее							
	при сжатии		при изгибе					
	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного
300	30,0	25,0	4,4	2,2	3,4	1,7	2,9	1,5
250	25,0	20,0	3,9	2,0	2,9	1,5	2,5	1,3
200	20,0	17,5	3,4	1,7	2,5	1,3	2,3	1,1
175	17,5	15,0	3,1	1,5	2,3	1,1	2,1	1,0
150	15,0	12,5	2,8	1,4	2,1	1,0	1,8	0,9
125	12,5	10,0	2,5	1,2	1,9	0,9	1,6	0,8
100	10,0	7,5	2,2	1,1	1,6	0,8	1,4	0,7
75	7,5	5,0	1,8	0,9	1,4	0,7	1,2	0,6

Таблица 3.2 – Виды дефектов керамических изделий

Вид дефекта	Число, шт.
Для рядовых изделий. Отбитости углов и ребер глубиной более 5 мм и длиной от 10 до 15 мм	2
Трещины протяженностью до 30 мм по плашку полнотелого кирпича и пустотных изделий, не более чем до первого ряда пустот, длиной на всю толщину кирпича или на $\frac{1}{2}$ толщины тычковой или ложковой грани камня: на ложковых гранях на тычковых гранях	1 1
Для лицевых и профильных изделий. Отбитости углов и ребер глубиной более 5 мм и длиной от 5 до 15 мм	3
Трещины протяженностью до 30 мм по плашку полнотелого кирпича и пустотелых изделий, не более чем до первого ряда пустот, длиной на всю толщину кирпича или на $\frac{1}{2}$ толщины тычковой или ложковой грани камня: на одной лицевой ложковой грани на одной лицевой тычковой грани	Не допускается Не допускается
Отдельные трещины длиной до 30 мм на 1 дм ² лицевой поверхности	2
Заусенцы высотой более 5 мм	Не допускается

Оценка качества кирпича при внешнем осмотре.

Для внешнего осмотра отбирают 5 шт. изделий. При сравнении с эталоном (нормально обожженное изделие) устанавливают равномерность и качество обжига в контрольном кирпиче. На недожог указывает более светлый, чем у

эталона, алый цвет кирпича, глухой звук при ударе молотком. Пережженный кирпич отличается бурой, темно-фиолетовой или черной окраской, ярко выраженным искривлением ребер и граней, характеризуется оплавлением и вспучиванием. Не допускаются дутики (известковые включения), вызывающие разрушение кирпича.

Размеры кирпича, длину трещин, отбитости или притупленности углов и ребер измеряют с точностью до 1 мм металлической линейкой. Искривление поверхностей и ребер определяют с той же точностью при помощи линейки и угольника.

Определение плотности кирпича и его водопоглощения.

Плотность ρ , г/см³, определяем по ранее изученной методике, используя формулу

$$\rho_0 = \frac{m}{a_{cp} \cdot b_{cp} \cdot c_{cp}}, \quad (3.1)$$

где m – масса материалов, кг (г);

a_{cp} , b_{cp} , c_{cp} – средние значения размеров граней, м (см).

Водопоглощение кирпича можно определить способом кипячения. Высушенный до постоянной массы в сушильном шкафу и взвешенный образец погружают в металлическую емкость с водой на 0,9 высоты образца. Через 24 ч воду в емкости вместе с образцом кипятят в течение 2 ч, поддерживая постоянный уровень воды (доливая её), и образцы оставляют в воде еще 24 ч. В процессе кипячения воздух, заключенный в порах материала, расширяясь от нагревания, удаляется. Затем образцы вынимают из емкости, обтирают влажной тканью и взвешивают. По результатам взвешиваний водопоглощение V_m , %, вычисляют по формуле

$$V_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \%, \quad (3.2)$$

где m_1 – масса сухого образца, г;

m_2 – масса водонасыщенного образца, г.

Определение марки кирпича.

Марка кирпича устанавливается на основании пределов прочности его при сжатии и изгибе в соответствии с требованиями стандарта. Предел прочности при сжатии определяется на образцах, состоящих из двух целых изделий или из двух его половинок. Допускается определять предел прочности при сжатии на половинках кирпича, полученных после испытания его на изгиб.

Испытание образцов на изгиб. Образец устанавливают на двух опорах пресса. Нагрузку прикладывают в середине пролета и равномерно распределяют по ширине образца согласно рисунку 3.1. Нагрузка на образец должна возрастать непрерывно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20...60 с после начала испытаний.

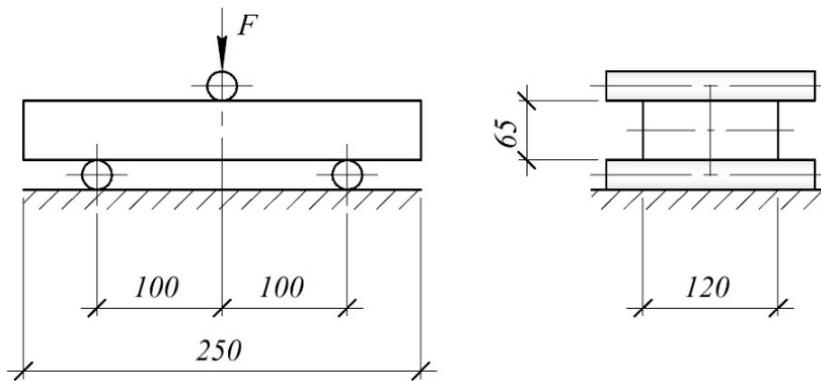


Рисунок 3.1 – Схема испытания образца кирпича на изгиб

Предел прочности при изгибе $R_{изг}$, МПа, образца вычисляют по формуле

$$R_{изг} = \frac{3 \cdot F \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2}, \quad (3.3)$$

где F – наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, МН (кгс);

l – расстояние между осями опор, $l = 20$ см;

b – ширина образца, $b = 12$ см;

h – высота образца посередине пролета без выравнивающего слоя, $h = 6,5$ см.

Испытание образцов на сжатие. Кирпичи или его половинки укладывают постелями друг на друга. Половинки размещают поверхностями раздела в противоположные стороны. Образцы из керамического кирпича полусухого прессования испытываются насухо, не производя выравнивания их поверхностей. При испытании на сжатие на боковые поверхности образца наносят вертикальные осевые линии. Образец устанавливают в центре плиты пресса, совмещая оси образца и плиты, и прижимают верхней плитой пресса (рисунок 3.2). Нагрузка на образец должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью, обеспечивающей его разрушение через 20...60 с после начала испытания.

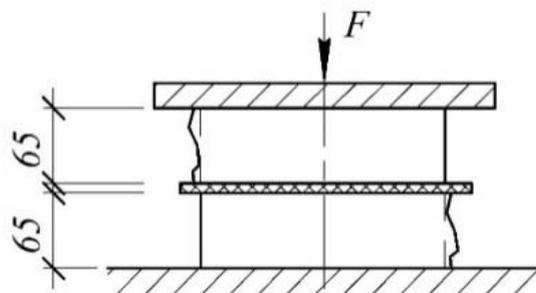


Рисунок 3.2 – Схема испытания образца кирпича на сжатие

Предел прочности образца при сжатии $R_{сж}$, МПа, рассчитывают по формуле

$$R_{сж} = \frac{F}{A}, \quad (3.4)$$

где F – наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, МН (кгс);
 A – площадь поперечного сечения образца, вычисляемая как среднее арифметическое значение площадей верхней и нижней его поверхностей, м^2 (см^2).

Допускается изготавливать образцы, выравнивая их опорные поверхности шлифованием, гипсовым раствором или применяя резиновый пластик, прокладки из технического войлока, картона и других материалов. Предел прочности при сжатии находят с погрешностью до 0,1 МПа, при изгибе – до 0,05 МПа, в обоих случаях – как среднее арифметическое результатов испытания пяти образцов. При определении марки кирпича учитываются также минимальные результаты испытаний.

Полученные результаты сравнивают с СТБ 1160–99 и устанавливают марку кирпича. При этом учитывают степень обжига кирпича, наличие дефектов, соответствие линейных размеров по СТБ.

Определение свойств плиток керамических для пола.

В соответствии с ГОСТ 6787–2001 плитки производят: квадратные, прямоугольные, треугольные, шестигранные, четырехгранные (половинки шестигранных). Форма и размеры плиток должны соответствовать требованиям стандарта.

Допускаемые отклонения от размеров плиток не должны превышать: по длине ± 1 мм, по толщине $\pm 0,5$ мм.

По виду лицевой поверхности плитки могут быть: гладкие, шероховатые, тисненные.

По цвету: одноцветные и многоцветные.

Плитки должны иметь правильную форму, четкие углы и грани, без выпуклостей, трещин, выбоин, без зазубрин и щербин на кромках лицевой поверхности. Боковые грани на квадратных и прямоугольных плитках должны составлять прямой угол с плоскостями плиток.

Водопоглощение плиток для пола не должно превышать 4 %.

Кроме прочности и сопротивления истиранию, напольная плитка должна обладать противоскользящими характеристиками. Такая плитка имеет большую толщину, чем настенная, и повышенную прочность.

Показатели внешнего вида плиток керамических для полов.

Внешним осмотром определяем тип плиток (по их форме). С помощью металлической линейки определяют размеры, угольником – правильность прямых углов.

Искривление плиток (выпуклость, вогнутость) определяют с помощью металлической линейки.

Результаты осмотра сравнивают с нормативными показателями.

Определение плотности и водопоглощения для половых плиток.

Для определения водопоглощения по массе пять образцов плиток размером не менее 3×5 см промывают в воде и просушивают до постоянной массы при $t = 105 \text{ }^\circ\text{C} \dots 110 \text{ }^\circ\text{C}$. Охлажденные образцы взвешивают m_1 , г, и кипятят в течение 1 ч в дистиллированной воде, после чего промывают в

проточной воде на протяжении 20 мин. Затем их вынимают из воды, вытирают влажным полотенцем и вновь взвешивают m_2 .

Водопоглощение одного образца, выраженное в процентах, определяют по формуле (3.2). Водопоглощение испытанных образцов определяют как среднее арифметическое из пяти полученных результатов.

Определение истирания для половых плиток.

Для определения потери массы плитки при истирании отбирают образцы 50×50 мм, которые предварительно взвешивают с точностью до 0,1 г и устанавливают в ячейки держателя на металлический диск (круг истирания). При вращении диска, на котором равномерно подается песок из расчета 20 г на 30 м пути, происходит истирание поверхностей образцов, т. е. потеря их массы. Скорость вращения круга истирания не должна превышать 35 об/мин, общая длина пути, пройденная истирающим диском при его вращении должна составить 150 м, что соответствует 110 оборотам диска.

Нагрузка на образцы должна составлять 600 г/см^2 .

Истирание I , г/см^2 , одной плитки определяют по формуле

$$I = \frac{(m_1 - m_2)}{A}, \quad (3.5)$$

где m_1 – масса образца до истирания, г;

m_2 – масса образца после истирания, г;

A – площадь истирания, см^2 .

Истирание партии плитки определяют как среднее арифметическое из пяти полученных результатов.

Полученные данные сравнивают с требованиями ГОСТ 27180–2001, согласно которому потеря в массе при истирании не должна превышать $0,08 \text{ г/см}^2$.

Прочность керамзитового гравия.

Определяют при сдавливании зерен в стальном цилиндре с внутренним диаметром, равным высоте. Цилиндр заполняют керамзитом до краев, закрывают пуансоном и помещают на нижнюю плиту пресса. Сдавливают наполнитель при помощи пресса до погружения пуансона в цилиндр на 20 мм, в этот момент отмечают показания стрелки манометра.

Прочность наполнителя при сдавливании в цилиндре $R_{сж}$, МПа (кг/см^2), вычисляют по формуле

$$R_{сж} = \frac{F}{A}, \quad (3.6)$$

где F – усилие сдавливания, Н (кгс);

A – площадь поперечного сечения цилиндра, мм^2 (см^2).

По результатам испытаний керамзита, используя таблицу 3.3, определяют марку гравия по прочности.

Таблица 3.3 – Марки керамзитового гравия по прочности в зависимости от прочности при сдавливании в цилиндре

Прочность гравия при сдавливании в цилиндре, МПа	Марка гравия по прочности
0,5...0,7	П25
0,7...1,0	П35
1,0...1,5	П50
1,5...2,0	П75
2,0...2,5	П100
2,5...3,3	П125
3,3...4,5	П150
4,5...5,5	П200
5,5...6,5	П250
6,5...8,0	П300

Помимо этого, прочность гранул керамзита можно ориентировочно определить, сжимая их пальцами. Если при этом зерна легко разрушаются, то их прочность обычно не превышает 1...1,2 МПа, если для этого нужно приложить усилие, то прочность составляет 1,5...2,0 МПа. Гранулы с прочностью 2...3 МПа и более разбиваются при несильном ударе по ним слесарным молотком.

Определение насыпной плотности и водопоглощения по массе керамзитового гравия производится по ранее изученной методике.

Результаты выполнения работы

Данные всех опытов занести в таблицу 3.4.

Необходимо:

- определить марку испытанных изделий;
- сделать выводы по лабораторной работе.

Таблица 3.4 – Результаты испытаний

Наименование показателей	Единица измерения	Кирпич	Плитка для пола	Керамзит
Средняя плотность	г/см ³			
Водопоглощение по массе	%			
Истираемость	г/см ²	–		–
Предел прочности при сжатии	МПа		–	
Предел прочности при изгибе	МПа		–	–
Соответствие СТБ и ГОСТ	(+/-)			

Контрольные вопросы

- 1 Какие материалы и изделия называются керамическими?
- 2 Классификация керамических материалов и изделий по плотности и назначению.
- 3 Сырьевые материалы для производства керамических материалов и изделий.
- 4 Схема технологии керамических изделий.
- 5 Чем отличается способ пластического формования от способа полусухого прессования? Каковы свойства полученных материалов?
- 6 Физико-химическая сущность спекания керамических материалов.
- 7 Как определить марку кирпича по прочности?
- 8 Какие показатели входят в условные обозначения керамических материалов?
- 9 Размеры керамических изделий (кирпича, камней).

4 Лабораторная работа № 7. Исследования свойств органических вяжущих

Цель работы: определение температуры размягчения битума, растяжимости битума, а также вязкости битума и хрупкости битума.

Используемые приборы и оборудование: прибор «кольцо и шар»; стеклянная пластинка; стеклянный стакан; термометры (ртутные стеклянные со шкалой до 100 °С и до 50 °С), плитка электрическая; глицерин; тальк; дуктилометр; формы латунные для битума-«восьмерки» (рисунок 4.1); пенетрометр с иглой; чашка металлическая цилиндрическая с плоским дном внутренним диаметром 55 мм, высотой 35 мм (при испытании битумов с пенетрацией до 250 °С) или 60 мм (при испытании битумов с пенетрацией более 250 °С), водяная баня; плоскодонный стеклянный или металлический сосуд вместимостью не менее 1 л и высотой не менее 15 мм над уровнем чашки; секундомер; чашка металлическая для расплавления битума; стеклянная палочка для перемешивания; нож для срезания битума; прибор Фрааса; углекислота твердая (сухой лед).

Порядок выполнения работы

Определение температуры размягчения битума.

Обезвоженный битум нагревают до подвижного состояния, процеживают через сито и тщательно перемешивают до удаления пузырьков воздуха. Битум заливают с некоторым избытком в два кольца прибора, помещенных на стеклянную пластинку, покрытую смесью талька с глицерином. После охлаждения на воздухе в течение 20 мин (температура (25 ± 10) °С). Избыток битума срезают нагретым ножом вровень с верхними краями колец. Кольца с битумом, температура размягчения которого ниже 25 °С, после охлаждения на воздухе в

течение 20 мин помещают на 3 мин в баню с водой (5 ± 1) °С, после чего срезают избыток битума ножом.

Кольца с битумом помещают в отверстия на верхней площадке подвески прибора. В среднее отверстие вставляют термометр. Нижняя точка ртутного резервуара термометра должна быть на одном уровне с нижней плоскостью слоя битума в кольце. Подвеску с кольцами ставят в стакан, заполненный водой, имеющий температуру 5 °С, воду наливают до метки на штанге прибора. На верхней и нижней поверхностях слоя битума в кольце не должно быть пузырьков воздуха. Через 15 мин подвеску вынимают из стакана, на кольцо в центре поверхности битума кладут стальной шарик и опять опускают подвеску в стакан: температура воды в стакане через 3 мин после нагрева должна повышаться со скоростью ($5 \pm 0,5$) °С/мин.

Для каждого образца *фиксируют температуру, при которой выдавливаемый шариком битум касается контрольного основания аппарата*. Расхождение результатов двух параллельных определений не должно превышать 1 °С при температуре размягчения битума до 80 °С включительно и 2 °С – свыше 80 °С.

Определение растяжимости битума.

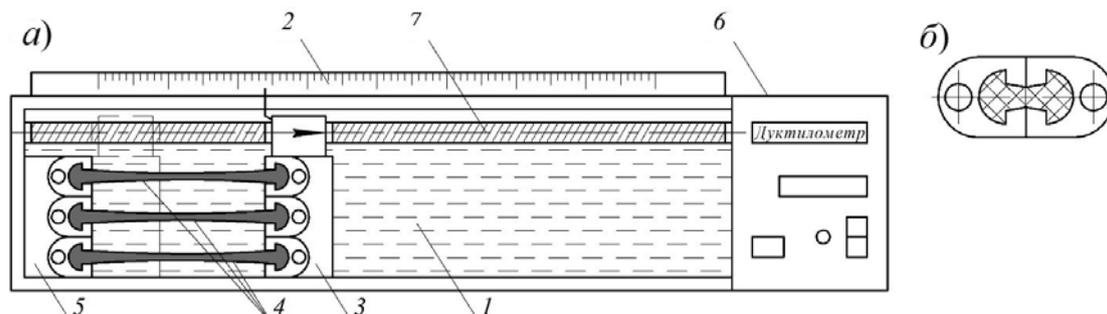
Пробу битума обезвоживают, т. е. удаляют воду, содержащуюся в ней в свободном (несвязанном) состоянии. Обезвоживание вязких и твердых битумов производят путем нагревания (без перегрева) до температуры, на 80 °С...100 °С превышающей ожидаемую температуру размягчения битума, но не ниже 120 °С и не выше 180 °С. Операцию заканчивают при прекращении вспенивания битума. Обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния битум процеживают через сито с металлической сеткой № 0,07 и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха. Стекланную пластинку и внутренние боковые стенки вкладышей покрывают смесью талька с глицерином (1 : 3).

Затем производят сборку формы на пластине (рисунок 4.1, б). Подготовленный битум заливают в три формы (тонкой струей от одного конца формы до другого), пока они не заполнятся выше краев. Залитый в форму битум охлаждают на воздухе в течение 30...40 мин при комнатной температуре. Для ускорения процесса охлаждения образцов их помещают в сосуд со снегом или льдом. После охлаждения битума его излишек срезают горячим ножом от середины формы к ее краям (вровень с краями).

Формы с битумом, не снимая с пластинки, помещают в ванну дуктилометра (рисунок 4.1, а), заложённую водой. Высота слоя воды над битумом должна быть не менее 25 мм. В ванне поддерживают температуру испытания ($25 \pm 0,5$) °С или ($0 \pm 0,5$) °С, добавляя и в нее горячую или холодную воду либо лед. По истечении 1 ч формы с битумом вынимают из воды, снимают с пластинки и закрепляют в дуктилометре, для чего кольца зажимов формы надевают на штифты, находящиеся на салазках и стойке дуктилометра. Сняв боковые части форм, включают привод прибора. Скорость растяжения образцов должна быть 5 см/мин.

При определении растяжимости битума при 0 °С допускается устанавливать перегородку в середину ванны дуктилометра.

При испытании битумов, плотность которых значительно отличается от плотности воды (при растяжении нити битума достигают дна сосуда или всплывают на поверхность воды), плотность последней повышают добавлением в нее раствора поваренной соли или глицерина либо уменьшают, добавляя этиловый спирт.



1 – ванна; 2 – линейка; 3 – подвижная пластинка со штифтами (салазками); 4 – образцы битума; 5 – неподвижная (упорная) пластина со штифтами; 6 – пульт управления с электродвигателем; 7 – червячный винт

Рисунок 4.1 – Дуктилометр (а) и форма для битума (б)

Растяжимость битума характеризуют длиной его нити (в сантиметрах), определяемой по указателю в момент ее разрыва. За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов трех параллельных определений.

Определение вязкости битума.

Расплавленный и обезвоженный битум наливают в металлическую чашку, чтобы поверхность битума была не более чем на 5 мм ниже верхнего края чашки, и тщательно перемешивают для полного удаления пузырьков воздуха. Чашку с битумом охлаждают на воздухе при $t = (25 \pm 5) ^\circ\text{C}$, предохраняя образец от пыли. Продолжительность охлаждения 60...75 мин. Затем чашку с битумом помещают в баню, заполненную водой. Температура воды в бане – $(25 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$. Расстояние между дном чашки и дном бани – не менее 50 мм, высота слоя воды над битумом – не менее 100 мм.

Чашку с образцом вынимают из бани через 60...75 мин и помещают в плоскодонный сосуд вместимостью не менее 1 л, наполненный водой так, чтобы высота ее над поверхностью битума была не менее 10 мм. Температура воды в сосуде – $(25 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$. Сосуд устанавливают на столик прибора и подводят острие иглы к поверхности битума, чтобы игла слегка касалась ее.

Отмечают положение стрелки пенетрометра, затем одновременно включают секундомер и нажимают кнопку прибора, давая игле свободно входить в испытываемый образец в течение 5 с, по истечении которых отпускают кнопку.

Определение повторяют не менее трех раз в различных точках на поверхности образца битума, отстоящих от краев чашки и друг от друга, не менее чем на 10 мм. После каждого погружения конец иглы необходимо

очищать от налипающего битума с помощью бензина или другого растворителя и вытирать насухо.

За глубину проникания иглы (пенетрация), выраженную в десятых долях миллиметра (или в числах, соответствующих градусам шкалы прибора), принимают среднее арифметическое результатов не менее трех параллельных определений. Расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать значений, указанных в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Допускаемое расхождение результатов параллельных опытов

Глубина проникания иглы, град	Допускаемое отклонение результатов, град
От 0 до 40	2
Св. 40 до 130	4
Св. 130 до 250	6
Св. 250	3 % (от среднего результата испытаний)

Если пенетрацию определяют при 0 °С...0,1 °С, то в банку с водой кладут лед, чашку с битумом выдерживают 60...90 мин. Кристаллизатор наполняют водой со льдом или 2...5-процентным раствором поваренной соли. На плунжер прибора надевают дополнительный груз – шайбу массой 100 г. Время погружения иглы – 60 с

Определение температуры хрупкости битума.

Температура перехода битума из упругопластического состояния в хрупкое называется температурой хрупкости.

При температуре ниже температуры хрупкости изменяются структурно-механические свойства битума. При внешних нагрузках он деформируется и разрушается как твердое хрупкое тело. По температуре хрупкости оценивают трещиностойкость битума при низких температурах. По значениям температуры хрупкости и размягчения оценивают интервал пластичности битума. Температуру хрупкости определяют по ГОСТ 11507–78 *Битумы нефтяные. Метод определения хрупкости по Фраасу*. Температура хрупкости битума должна быть не выше нормативных значений.

Испытание. Сущность метода состоит в циклическом изгибе слоя битума, нанесенного на стальную пластину, и определения температуры, при которой на поверхности битума появятся трещины или образец ломается.

За температуру хрупкости принимают среднее арифметическое значение результатов, полученных при испытании двух пластинок, округленных до целого числа с допускаемым расхождением данных параллельных определений, не превышающих 3 °С.

Допускаемые точностные характеристики действительны до температуры минус 30 °С.

Результаты выполнения работы

Результаты испытаний для определения марки битума заносят в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Определение температуры размягчения, растяжимости, вязкости и хрупкости битума

Показатель	Значение показателя			Среднее значение показателя
	1	2	3	
Температура размягчения				
Длина нити битума в момент разрыва, см				
Глубина проникания иглы, град, при $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$				
Температура хрупкости битума				

Необходимо:

- определить марку испытанного битума по таблице 4.3;
- сделать вывод по лабораторной работе.

Контрольные вопросы

- 1 Какой материал называется битумом?
- 2 Классификация битумов по виду исходного сырья.
- 3 Состав битума.
- 4 Свойства битумов и приборы для их определения.
- 5 Состав асфальтобетона.
- 6 Классификация асфальтобетона по температуре укладки.
- 7 Технология приготовления асфальтобетона.
- 8 Область применения битумов.
- 9 Классификация дегтей по виду исходного сырья.
- 10 Из каких компонентов изготавливают битумные эмульсии? Область применения битумных эмульсий
- 11 Условные обозначения битумов.

Таблица 4.3 – Марки битума

Показатель	Норма для битума марок					Метод испытания
	БД 200/300	БД 130/200	БД 90/130	БД 60/90	БД 40/60	
1 Глубина проникания иглы 0,1 мм: при 25 °С при 0 °С, не менее	201...300 45	131...200 35	91...130 28	61...90 20	40...60 13	По ГОСТ 11501
2 Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	35	40	43	47	51	По ГОСТ 11506
3 Растяжимость, см, не менее: при 25 °С при 0 °С	– 10,0	70 6,0	65 4,0	55 3,5	45 –	По ГОСТ 11505
4 Температура хрупкости, °С, не выше	–20	–18	–17	–15	–12	По ГОСТ 11507
5 Температура вспышки, °С, не ниже	220	230	235	240	240	По ГОСТ 12.1.044
6 Содержание парафина, масс.%, не более	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	По ГОСТ 17789 или по ГОСТ 28967
7 Коэффициент сцепления битума с гранитным щебнем при 20 °С, не менее	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	В соответствии с СТБ 1220–2000 (приложение А)
8 Показатели физико-химических свойств после прогрева (+163 °С/300 мин) потеря в массе, %, не более изменение глубины проникания иглы при 25 °С, %, не более изменение температуры размягчения по кольцу и шару, °С, не более	1,0 50 7	1,0 40 6	0,5 40 5	0,5 40 5	0,2 40 5	По ГОСТ 18180 По ГОСТ 11501 с допол- нением по п. 8.4 По ГОСТ 11506 с допол- нением по п. 8.3
9 Групповой химический состав, % масла смолы асфальтены	Для всех марок битума 45...49 32...34 19...21					В соответствии с СТБ 1220–2000 (приложение Б)

5 Лабораторная работа № 8. Определение свойств пигментов и лакокрасочных покрытий

Цель работы: исследование основных свойств минеральных пигментов; изучение влияния физических свойств пигментов на механические свойства лакокрасочных покрытий (пластичность пленки, сопротивление удару).

Используемые приборы и оборудование: набор сит; лабораторные технические весы с разновесами; бюретка со связующим; стеклянные пластины для определения укрывистости 10×20 см; шкала гибкости; жестяные пластины; прибор для определения сопротивления удару У-1.

Порядок выполнения работы

Определение качества пигмента.

Дисперсность (D) или степень измельчения пигмента определяют просеиванием через сита, номера которых указаны в технических условиях на испытываемый пигмент. Для этого навеску пигмента 10 г просеивают до тех пор, пока в течение 0,5 мин через сито не будет проходить порошок. После этого остаток снимают кисточкой и взвешивают.

Дисперсность D , %, определяют по формуле

$$D = \frac{b}{a} \cdot 100 \%, \quad (5.1)$$

где a – первоначальная навеска, г;

b – остаток пигмента на сите, г.

Укрывистость (U) пигмента устанавливают по расходу пигмента в граммах на квадратный метр поверхности.

Чем выше укрывистость, тем меньше пигмента расходуется, тем экономичнее состав.

Определение выполнить в следующей последовательности:

– взвесить пластину 10×20 мм с тремя нанесенными полосками (две черные и одна белая);

– навеску пигмента 5 г растереть и довести олифой до малярной консистенции, после чего наносить на пластину кистью до тех пор, пока полосы не перестанут быть заметными (окрашивание производят сначала вдоль, затем поперек полос). Для удобства сравнения часть пластинки 5×10 см не закрашивают;

– определить количество израсходованной краски в весе пластинки до и после окрашивания.

Укрывистость U , г/м², вычисляют по формуле

$$Y = \frac{m}{F}, \quad (5.2)$$

где F – окрашиваемая площадь стеклянной пластины, м²;
 m – масса краски малярной консистенции, г;

$$m = m_2 - m_1, \quad (5.3)$$

где m_2 – масса окрашенной пластины, г;
 m_1 – первоначальная масса пластины, г.

Маслоемкость пигмента, т. е. необходимое количество связующего для доведения до малярной консистенции лакокрасочного состава.

Для определения маслоемкости пользуются бюреткой с делениями, из которой подливают масло в стакан с отвешенной навеской 5 г сухого пигмента в такой последовательности: 0,3 мл 2...3 капли и далее по одной. После каждого подлива следует тщательно перемешивать компоненты стеклянной палочкой. *Момент, когда весь пигмент смачивается маслом и образуется сплошной комок с блестящей масляной поверхностью, является окончанием опыта.* Это означает, что точка насыщения пигмента достигнута. Количество масла, израсходованного на пигмент, определяется по разности уровней в бюретке до и после опыта.

Маслоемкость M , мл/г, находят по формуле

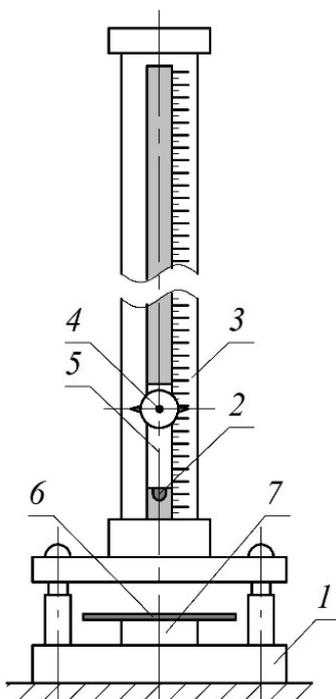
$$M = \frac{V \cdot \rho}{m} \cdot 100, \quad (5.4)$$

где V – количество израсходованного масла, мл;
 ρ – плотность масла, $\rho = 0,93$ г/мл;
 m – навеска пигмента, г.

Определение качества лакокрасочного покрытия.

Предварительно рассчитать необходимое количество краски для окрашивания 120 см² поверхности, окрасить образцы жести размером 2 × 10 см (для определения пластичности пленки) и 10 × 10 см (для определения сопротивления пленки удару).

Определение сопротивления пленки удару производят на приборе У-1 (рисунок 5.1). После высыхания металлической пластины 10 × 10 см поместить ее окрашенной стороной вверх на наковальню прибора под боек. Груз установить на заданной высоте, а затем отпустить для свободного падения на боек, передающий удар образцу. Образец осмотреть. При отсутствии трещин и отслаивания пленки высоту увеличивать до тех пор, пока не обнаружится разрушение пленки. *Сопротивление пленки удару принимается максимальная высота (в сантиметрах), при которой не происходит разрушения пленки.*



1 – станина; 2 – боек; 3 – направляющая труба со шкалой; 5 – груз; 6 – испытываемая пластина; 7 – наковальня

Рисунок 5.1 – Прибор У-1

Пластичность пленки – это способность лакокрасочной пленки, нанесенной на жестяную пластинку, выдерживать изгиб вокруг стержней различного диаметра не разрушаясь. Это испытание производится после высыхания пленки при помощи шкалы гибкости, представляющей собой набор стальных стержней различного диаметра (20, 15, 10, 5, 3 и 1 мм). Начинают испытывать пленку на стержне с большим диаметром и оканчивают изгиб на том стержне, после которого произошли повреждения покрытия. *Пластичность пленки выражается минимальным диаметром стержня, на котором лакокрасочное покрытие не имело повреждений.*

Результаты выполнения работы

Данные всех опытов занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты испытаний

Вид пигмента	Дисперсность, %	Укрывистость, г/м ²	Маслоемкость, мл/г	Сопротивление пленки удару, см	Пластичность пленки

Сделать вывод о влиянии качества пигмента на прочность и пластичность лакокрасочной пленки.

Контрольные вопросы

- 1 Основные компоненты лакокрасочных материалов.
- 2 Классификация красок по назначению.
- 3 Классификация красок по виду связующего.
- 4 С какой целью используется связующее?
- 5 Назначение и виды наполнителей.
- 6 Пигмент и его разновидности.
- 7 Свойства пигментов.
- 8 Свойства лакокрасочных покрытий.
- 9 Виды красочных составов.
- 10 Лаки и его разновидности.
- 11 Вспомогательные материалы. Для чего они предназначены?
- 12 Олифы и их разновидности.
- 13 Разновидности обоев.

6 Лабораторная работа № 9. Исследование свойств и качества древесины в полевых лабораторных условиях

Цель работы: изучение макростроения древесины; экспериментальное определение средней плотности древесины и прочности древесины расчетным и опытным способами; исследование влияния вида влаги древесины на ее прочность, при сжатии вдоль волокон и на изгиб.

Используемые приборы и оборудование: лабораторные технические весы с разновесами; штангенциркуль; два сосуда с водой; гидравлический пресс; психрометр; термостат; влагомер; камера с режимом: температура $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, относительная влажность $\geq 90 \%$, сушильный шкаф.

Порядок выполнения работы

Определение средней плотности древесины.

Определение средней плотности древесины лабораторным способом, т. е. по обычной методике определения средней плотности образца правильной формы $20 \times 20 \times 30$ мм, по формуле

$$\rho_0 = \frac{m}{V}, \quad (6.1)$$

где m – масса материалов, кг (г);
 V – объем материалов, м^3 (см^3).

Полученный результат привести к стандартной влажности 12 % по формуле

$$\rho_{12} = \rho_w \cdot [1 + 0,01 \cdot (1 - K_0) \cdot (12 - W)], \quad (6.2)$$

где ρ_{12} – средняя плотность древесины при стандартной влажности 12 %, кг/м³;

ρ_w – средняя плотность испытываемого образца при определении равновесной влажности, кг/м³;

K_0 – поправочный коэффициент, $K_0 = 2,5$;

W – равновесная влажность древесины, определяемая по номограмме на рисунке 6.1.

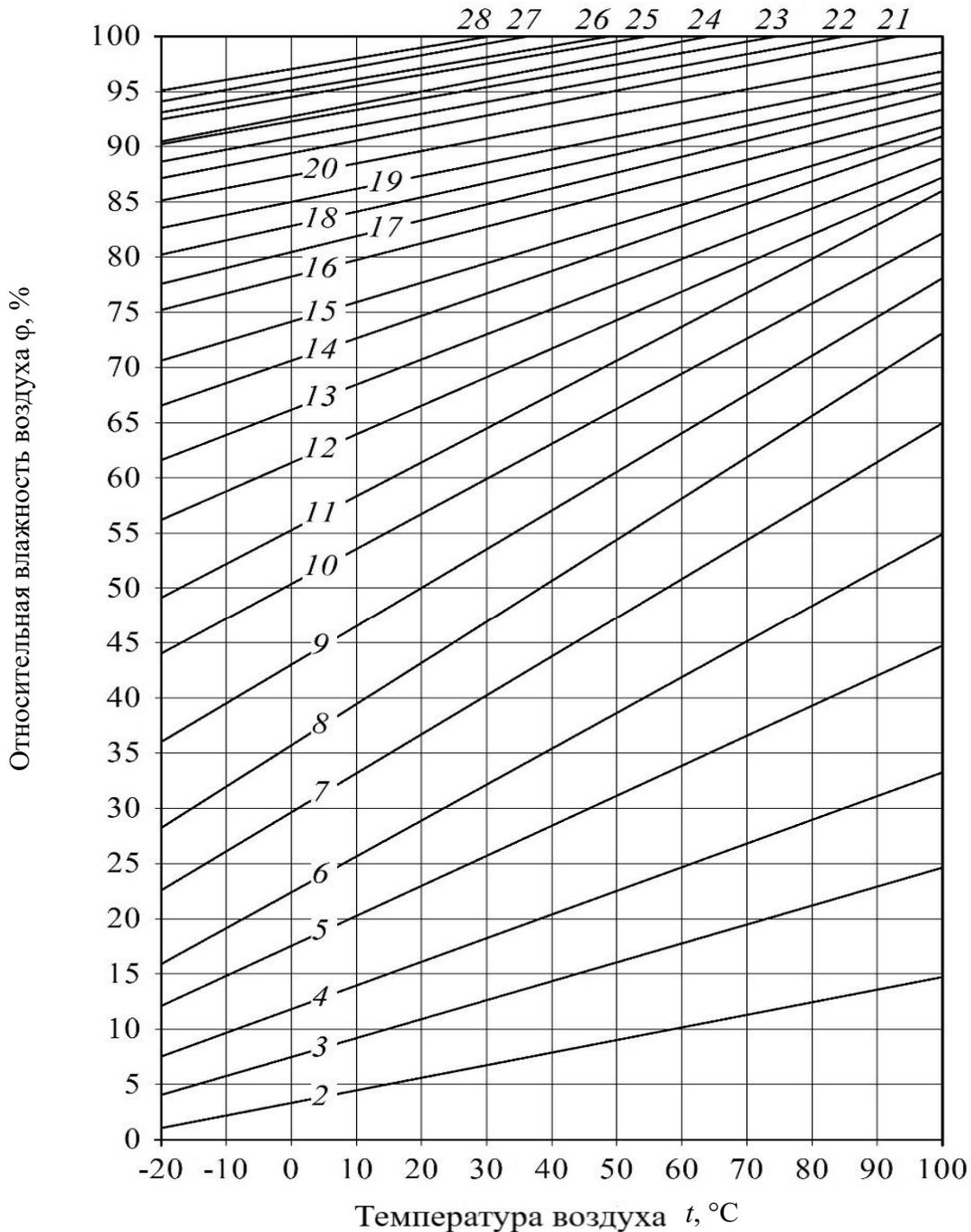
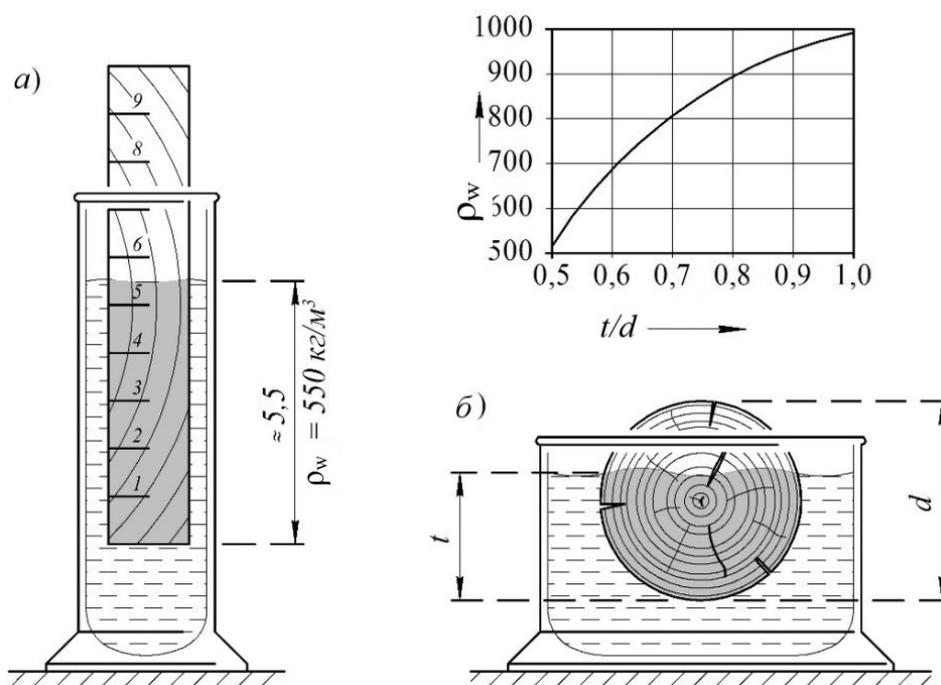


Рисунок 6.1 – Номограмма равновесной влажности древесины (диаграмма Чулицкого для древесины влажностью 2 %...28 %)

Определение средней плотности в полевых условиях. На строительной площадке при отсутствии приборов и оборудования среднюю плотность древесины можно ориентировочно определить по погружению в воду образца стержня или диска.

В первом случае на плоскость образца прямоугольного сечения, длиной не менее 12 см при помощи линейки наносят через сантиметр десять делений. Подготовленный образец стержень подвешивают на нити и погружают в цилиндр с водой. По уровню свободного погружения образца определяют его среднюю плотность. Испытания проводят по схеме на рисунке 6.2, а.

Во втором случае используют образец-диск диаметром 5...10 см, толщиной 3...6 см. Диск крепят на нити и погружают в цилиндр с водой по схеме на рисунке 6.2, б. Замеряют диаметр диска d , глубину погружения t с точностью до 0,1 см. Рассчитывают отношение t/d и по графику определяют среднюю плотность древесины.



а – схема погружения образца-стержня; б – схема погружения образца-диска и график определения средней плотности

Рисунок 6.2 – Схемы к определению средней плотности древесины в полевых условиях

Определение прочности древесины расчетными способами.

По содержанию поздней древесины. На поперечном срезе ствола изучают годовые кольца, каждое из которых состоит из слоя ранней древесины (весна-лето), светлоокрашенной, пористой, малопрочной и недолговечной, и слоя поздней древесины (лето-осень), темного за счет насыщения смолой, плотного, прочного и водостойкого. Чем больше содержится поздней древесины, тем она плотнее и прочнее. Для этого на торцевом срезе нанести линию,

перпендикулярную годовым кольцам, на ней выбрать отрезок не менее 20 мм, на котором измерить с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм ширину δ_n поздней древесины (темные участки) в каждом годичном слое, (рисунок 6.3).

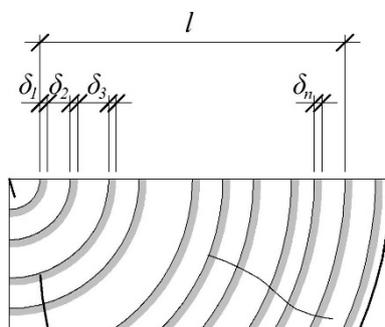


Рисунок 6.3 – Схема измерения содержания поздней древесины

Прочность древесины R_{12} , МПа, при стандартной влажности 12 % приближенно рассчитывается по формуле

$$R_{12} = A \cdot m + B, \quad (6.3)$$

где A, B – эмпирические коэффициенты, принимаемые по таблице 6.1;
 m – процентное содержание поздней древесины, %;

$$m = \frac{(\delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n) \cdot 100 \%}{l}, \quad (6.4)$$

где $\delta_1, \delta_2, \delta_n$ – ширина колец поздней древесины, мм;
 l – длина отрезка, $l = 20$ мм.

Таблица 6.1 – Эмпирические коэффициенты

Вид испытания	A		B	
	Лиственные породы	Хвойные породы	Лиственные породы	Хвойные породы
Сжатие вдоль волокон	0,3	0,6	30,0	30,0
Поперечный изгиб	0,7	1,4	47,5	56,0

По средней плотности древесины. Так как средняя плотность древесины при стандартной влажности 12 % характеризует ее пористость, а следовательно, и прочность, то по рассчитанной величине можно определить прочность по формуле

$$R_{12} = C \cdot \rho_{12} + D, \quad (6.5)$$

где C, D – эмпирические коэффициенты, принимаемые по таблице 6.1;

ρ_{12} – средняя плотность древесины при стандартной влажности 12 %, определенная по формуле (6.2), г/см³.

Таблица 6.2 – Эмпирические коэффициенты

Вид испытания	С		Д	
	Лиственные породы	Хвойные породы	Лиственные породы	Хвойные породы
Сжатие вдоль волокон	68	61	0	10
Поперечный изгиб	185	143	25	20

Определить равновесную влажность.

Метод 1. При помощи психрометра определяют влажность и температуру окружающего воздуха и по этим данным, используя номограмму на рисунке 6.1 (диаграмма Чулицкого), устанавливается равновесная влажность образцов. На номограмме находят значение температуры и влажности воздуха по соответствующим осям и точку с указанными координатами. По наклонным линиям находят ближайшее к найденной точке значение влажности древесины.

Метод 2. При помощи окрашенного ацетона с помощью пипетки каплями наносят на поверхность и измеряют диаметр всех образовавшихся следов. По среднему значению диаметра по таблице 6.3 определяют влажность древесины.

Таблица 6.3 – Определение влажности древесины

Средний диаметр следа, мм	Влажность, %	Средний диаметр следа, мм	Влажность, %
12...13	10	21...22	30
14...15	15	22...23	35
16...19	20	23...24	40
19...20	25	24...26	50

Метод 3. При помощи влагомера древесины определяют влажность древесины путем внедрения игл датчика в древесину и считывания показаний по шкале прибора.

Определение предела прочности при сжатии вдоль волокон.

В лабораторных условиях $R_{сж}$ определяют испытанием образцов размерами 20 × 20 × 30 мм. Образец устанавливают торцевой поверхностью на плиту гидравлического пресса, зажимают его и равномерно подают нагрузку до разрушения. Предел прочности при сжатии вдоль волокон при данной влажности R_w рассчитывается по формуле

$$R_w = \frac{F}{a \cdot b}, \quad (6.6)$$

где F – разрушающая нагрузка, Н (кН);

a, b – размеры поперечного сечения образца, м (мм).

Предел прочности при сжатии вдоль волокон пересчитывают на стандартную влажность 12 % по формулам:

– для образцов с влажностью меньше предела гигроскопичности ($W < 30$ %):

$$R_{12} = R_w \cdot [1 + \alpha \cdot (W - 12)]; \quad (6.7)$$

– для образцов с влажностью равной или большей предела гигроскопичности ($W \geq 30$ %)

$$R_{12} = \frac{R_w}{K_{12}^{30}}, \quad (6.8)$$

где R_w – предел прочности при сжатии вдоль волокон при данной влажности, Па (МПа);

W – влажность образца в момент испытания, %;

α – поправочный коэффициент, равный 0,04 на 1 % влажности;

K_{12}^{30} – коэффициент пересчета, при влажности ≥ 30 % для березы и лиственницы $K = 0,4$, для ели и осины $K = 0,445$, для сосны и бука $K = 0,45$, для дуба, липы $K = 0,55$.

Определение предела прочности при статическом изгибе.

Изготавливают образцы в форме бруска сечением 20×20 мм и длиной вдоль волокон 300 мм. Нагрузка прилагается по схеме на рисунке 6.4.

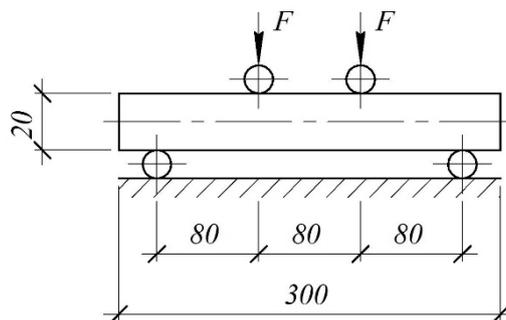


Рисунок 6.4 – Схема статического изгиба деревянных брусков

Предел прочности при статическом изгибе при данной влажности образца вычисляют по формуле

$$R_w = \frac{l \cdot F_{\max}}{b \cdot h^2}, \quad (6.9)$$

где l – расстояние между опорами, м (мм);
 F_{\max} – разрушающая нагрузка, Н (кН);
 b, h – ширина и высота образца, м (мм).

Предел прочности образцов пересчитывают при $W < 30$ % на влажность 12 % по формуле (6.7). Если $W \geq 30$ % – по формуле

$$R_{12} = R_w \cdot k, \quad (6.10)$$

где k – коэффициент пересчета, $k = 1,5$ для клена; $k = 1,62$ для вяза, дуба, липы, ольхи, ясеня; $k = 1,72$ для бука, ивы, сосны, пихты, тополя; $k = 1,83$ для березы, ели, лиственницы, ореха.

Определение коэффициента конструктивного качества.

Для оценки прочностной эффективности материала используют коэффициент конструктивного качества (*ККК*). Наиболее эффективными являются материалы, имеющие наименьшую среднюю плотность и наиболее высокую прочность. Рассчитать *ККК* можно по формуле

$$ККК = \frac{R_{сж}}{\rho_{ср}}, \quad (6.11)$$

где $R_{сж}$ – предел прочности при сжатии, кг·с/см²;
 $\rho_{ср}$ – средняя плотность, кг/м³.

Результаты выполнения работы

На основании данных таблиц 6.4 и 6.5:

- построить график и сделать вывод о зависимости предела прочности при сжатии вдоль волокон и при изгибе от влажности древесины;
- определить графически прочность древесины на сжатие и изгиб, если влажность образца составляет 25 %;
- сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Положительные свойства древесины.
- 2 Недостатки древесины как строительного материала.
- 3 В каких сечениях изучается макростроение дерева?
- 4 Микростроение древесины.
- 5 Пороки древесины.
- 6 Как определить среднюю плотность древесины?
- 7 Виды влаги, содержащиеся в древесине.
- 8 От каких факторов зависит предел прочности древесины при сжатии?
- 9 Формулы по определению прочности древесины.
- 10 Определение предела прочности при сжатии вдоль волокон при стандартной влажности 12 %.
- 11 Коэффициент конструктивного качества, предел прочности на сжатие и изгиб.
- 12 Применение древесины в строительстве.

Список литературы

- 1 **Донских, С. А.** Основы современного материаловедения: учебное пособие / С. А. Донских, В. Н. Семин; под общ. ред. С. А. Донских. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 176 с.
- 2 **Каклюгин, А. В.** Материалы для жилищного, промышленного и дорожного строительства: учебное пособие / А. В. Каклюгин, И. В. Трищенко. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 260 с.
- 3 **Широкий, Г. Т.** Строительное материаловедение: учебное пособие / Г. Т. Широкий; под общ. ред. Э. И. Батыновского. – 2-е изд., испр. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 460 с.
- 4 **Киреева, Ю. И.** Строительное материаловедение для заочного обучения: учебное пособие / Ю. И. Киреева, О. В. Лазаренко. – Минск: Новое знание, 2008. – 366 с.
- 5 **Красовский, П. С.** Строительные материалы: учебное пособие / П. С. Красовский. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2022. – 256 с.
- 6 **Рыбьев, И. А.** Строительное материаловедение: учебное пособие / И. А. Рыбьев. – 3-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2008. – 700 с.
- 7 Строительные материалы. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / Я. Н. Ковалев [и др.]; под ред. Я. Н. Ковалева. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 633 с.
- 8 Строительное материаловедение: методические рекомендации к лабораторным работам для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм обучения / Сост. Т. С. Латун. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2023. – Ч. 1. – 32 с.