

Министерство Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий

Академия Государственной противопожарной службы
Уральский институт Государственной противопожарной службы

Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре

Учебное пособие

*Под редакцией доктора технических наук,
профессора Б. Б. Серкова*

*Допущено Министерством Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий
в качестве учебного пособия для образовательных учреждений
МЧС России*

Москва
2016

УДК 699.81:614.849 (075)
ББК 38.96 я73 + 38.35
З 46

А в т о р ы:

А. Ю. Акулов, Е. Л. Барина, В. Н. Демехин,
М. М. Казиев, А. Ю. Кошелев, Г. В. Мальцев,
О. А. Мокроусова, И. Л. Мосалков, Б. Б. Серков,
А. Б. Сивенков, А. Ю. Фролов, Ю. Г. Шевкуненко

Р е ц е н з е н т ы:

А. В. Попов, заместитель начальника отдела Департамента надзорной деятельности МЧС России;

А. В. Вагин, доцент кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, кандидат технических наук

З 46 Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре : учеб. пособие /
А. Ю. Акулов и др. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2016. – 164 с.

ISBN 978-5-9229-0121-5

Учебное пособие разработано в соответствии с программой курса «Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре» и предназначено для проведения лабораторных работ в высших пожарно-технических образовательных учреждениях МЧС России. В учебном пособии отражены современные представления по вопросам, связанным с поведением строительных материалов в условиях пожара, а также экспериментальной оценкой пожарно-технических свойств строительных материалов и пределов огнестойкости строительных конструкций и их элементов, выполненных из металла, древесины и железобетона.

УДК 699.81:614.849 (075)
ББК 38.96 я73 + 38.35

ISBN 978-5-9229-0121-5

© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2016
© Уральский институт Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2016

Общие положения

Для выполнения лабораторных работ обучающийся должен изучить соответствующий теоретический материал.

Перед тем как приступить к непосредственному выполнению лабораторной работы, обучающийся должен внимательно прочесть ее описание по данному пособию.

После выполнения каждой лабораторной работы обучающийся составляет индивидуальный отчет. Схемы, графики, таблицы выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД и соответствующих стандартов.

Единицы физических величин в отчете следует выражать только в системе СИ.

При выполнении лабораторных работ могут использоваться физические величины, выраженных в единицах системы СИ (табл. 1).

Таблица 1

Основные физические величины

Величина	Единица	Обозначение (русское)
<i>Основные</i>		
Длина	Метр	м
Масса	Килограмм	кг
Время	Секунда	с
Температура	Кельвин Цельсий	К °С
<i>Производные</i>		
Площадь	Квадратный метр	м ²
Объем	Кубический метр	м ³
Плотность (объемная масса)	Килограмм на кубический метр	кг/м ³
Скорость	Метр в секунду	м/с
Сила	Ньютон	Н
Давление, напряжение механическое	Паскаль или ньютон на квадратный метр	Па Н/м ²
Модуль упругости	Паскаль или ньютон на квадратный метр	Па Н/м ²
Работа, энергия, количество теплоты	Джоуль	Дж
Мощность	Ватт	Вт
Коэффициент теплопроводности	Ватт на метр на кельвин	Вт/м·К
Коэффициент теплоемкости	Джоуль на килограмм на кельвин	Дж/кг·К

Лабораторную работу обучающиеся выполняют самостоятельно, только при необходимости обращаясь за советом или помощью к преподавателю либо к лаборанту.

Обработку экспериментальных данных, полученных в ходе проведения лабораторной работы, оформление отчета и защиту работы обучающиеся осуществляют, как правило, в часы, отведенные для выполнения лабораторных работ. Обучающиеся, не защитившие лабораторные работы в установленное время, защищают их в дополнительное время, установленное кафедрой.

Обучающиеся, не защитившие две лабораторные работы, не допускаются к выполнению очередной лабораторной работы, однако остаются в лаборатории и занимаются подготовкой к защите незащищенных работ либо ознакомлением с содержанием очередной работы.

По результатам защиты лабораторной работы выставляется дифференцированная оценка. Обучающиеся, не выполнившие лабораторную работу по уважительной причине, выполняют ее в дополнительное время, отведенное кафедрой.

Перед тем как приступить к непосредственному выполнению лабораторной работы, обучающиеся должны ознакомиться с правилами техники безопасности и пожарной безопасности и расписаться в журнале по технике безопасности.

При выполнении лабораторных работ необходимо строгое соблюдение следующих правил техники безопасности:

- во время выполнения лабораторных работ в каждой подгруппе обучающихся назначается старший, который следит за порядком на рабочем месте своей подгруппы и отвечает за состояние приборов и чистоту рабочего места по окончании работ;
- на рабочем месте не должно быть никаких лишних предметов: приборов, не используемых в данной работе, свертков, портфелей, головных уборов и т. п.;
- обучающиеся должны беречь приборы и оборудование и аккуратно с ними обращаться;
- в случае возникновения повреждения в приборе или лабораторной установке (поломка, короткое замыкание и т. п.) немедленно отключить электропитание и, не предпринимая попыток к исправлению неисправности, сообщить о случившемся преподавателю или лаборанту;
- в случае получения травмы необходимо оказать пострадавшему первую помощь и немедленно доложить о случившемся преподавателю;

- не открывать и не включать аппараты, приборы, рубильники и выключатели, не имеющие отношения к данной лабораторной работе;
- не прикасаться к поверхности нагретых или находящихся под напряжением элементов лабораторных установок;
- не оставлять без присмотра включенные приборы и оборудование;
- не открывать подачу газа к горелке до поднесения к ней источника зажигания (при испытании материалов на горючесть и т. п.);
- не оставлять открытой подачу газа к горелке после прекращения горения;
- не выносить за пределы вытяжных шкафов образцы до полного прекращения их самостоятельного горения (тления);
- не оставлять без присмотра приборы, работающие с открытым источником огня;
- не класть на нагретые до высокой температуры образцы и оборудование горючие предметы;
- по окончании лабораторных работ выключать электрооборудование и приборы с открытыми источниками огня;
- перед закрытием лаборатории проверить, выключены ли все электроприборы и установки – отключить электросеть общим рубильником;
- в случае возникновения пожара (загорания) сообщить об этом в дежурную часть и в пожарную охрану города, затем принять меры к тушению пожара с помощью имеющихся в лаборатории огнетушителей. Если горит электрооборудование, вначале отключить его от сети;
- тушением пожара до прибытия подразделения пожарной охраны руководит преподаватель. В тушении пожара могут принять участие 3–4 обучающихся (старшие подгруппы). Остальные обучающиеся организованно покидают лабораторию.

Лабораторная работа 1

Определение основных физических свойств строительных материалов

Цель лабораторной работы – экспериментальное определение физических свойств строительных материалов.

Для выполнения лабораторной работы необходимо знать свойства строительных материалов, уметь определять плотность и объемную массу строительных материалов, производить расчет относительной плотности материала, а также владеть техникой безопасности.

Свойства строительных материалов. К основным физическим свойствам строительных материалов относятся:

- плотность – ρ , кг/м³, г/см³,
- объемная масса – ρ_0 , кг/м³, г/см³,
- относительная плотность – d ,
- пористость – Π , %,
- водопоглощение: по массе – W_m , %, по объему – W_o , %.

Знать перечисленные свойства необходимо для определения массы строительных конструкций, расчета их несущей и ограждающей способности, прогнозирования поведения материалов и конструкций в условиях пожара.

Формулы для определения указанных свойств можно вывести теоретически, исходя из массы образца материала и соотношения объема образца (в целом), объема, занимаемого собственно материалом, и объема, занимаемого порами.

Объем образца материала может быть определен по следующим формулам:

$$V = V_a + V_{\Pi}, \quad (1)$$

где V – объем образца материала в естественном состоянии, м³(см³); V_a – часть объема образца, занимаемого собственно материалом (в абсолютно плотном состоянии), м³(см³); V_{Π} – часть объема образца, занимаемого порами, м³(см³);

$$V_{\Pi} = V_{o.\Pi} + V_{з.\Pi}, \quad (2)$$

где $V_{o.\Pi}$ – объем открытых пор (сообщающихся с поверхностью образца), м³(см³); $V_{з.\Pi}$ – объем закрытых пор (не сообщающихся с поверхностью образца), м³(см³).

Плотность – это масса единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии (при этом в объем материала не входит объем пор).

Плотность материала ρ , кг/м³, г/см³, рассчитывают по формуле

$$\rho = \frac{m}{V_a}, \quad (3)$$

где m – масса образца материала (сухого), кг(г).

Объемная масса (средняя плотность) – масса единицы объема материала в естественном состоянии (при этом в объем материала входит объем пор).

Объемную массу материала ρ_o , кг/м³, г/см³, определяют по формуле

$$\rho_o = \frac{m}{V}. \quad (4)$$

Относительная плотность – степень заполнения объема образца материалом.

Относительную плотность материала можно рассчитать по формуле

$$d = \frac{\rho_o}{\rho} = \frac{m}{V} \frac{V_a}{m} = \frac{V_a}{V}. \quad (5)$$

Истинная пористость – степень заполнения объема образца порами.

Истинную пористость материала Π , %, находят по формуле

$$\Pi = \frac{V_p}{V} 100 \%. \quad (6)$$

Истинную пористость можно рассчитать, используя и другие соотношения:

$$\begin{aligned} \Pi &= \frac{V - V_a}{V} 100 \% = \left(1 - \frac{V_a}{V}\right) 100 \% = \\ &= \left(1 - \frac{\rho_o}{\rho}\right) 100 \% = \frac{\rho - \rho_o}{\rho} 100 \% = 1 - d. \end{aligned} \quad (7)$$

Водопоглощение по массе – степень заполнения образца материала водой.

Водопоглощение по массе W_m , %, определяют по формуле

$$W_m = \frac{m_b}{m} 100 \% = \frac{m_{н.в} - m}{m} 100 \%, \quad (8)$$

где m_b – масса воды в порах материала образца, кг(г); $m_{н.в}$ – масса образца в насыщенном водой состоянии, кг(г).

Водопоглощение по объему – степень заполнения образца материала водой.

Водопоглощение по объему W_o , %, рассчитывают по одному из следующих соотношений:

$$W_o = \frac{V_B}{V} 100 \%, \quad (9)$$

$$W_o = \frac{m_B}{\rho_B V} = \frac{m_{н.в.} - m}{\rho_B V} 100 \%,$$

где V_B – объем воды в порах материала образца, $\text{м}^3(\text{см}^3)$; $\rho_B = 1$ – плотность воды, $\text{г}/\text{см}^3$.

Вода при контакте с материалом может проникнуть только в открытые поры, и тогда

$$V_B \leq V_{o.п.} \quad (10)$$

В связи с этим водопоглощение по объему называют *кажущейся пористостью материала*.

Отношение водопоглощения по объему к водопоглощению по массе численно равно объемной массе материала:

$$\frac{W_o}{W_M} = \frac{m_B}{\rho_B V} \frac{m}{m_B} = \frac{\rho_o}{\rho_B}. \quad (11)$$

Зная величину водопоглощения по массе, можно рассчитать водопоглощение по объему:

$$W_o = \frac{\rho_o}{\rho_B} W_M. \quad (12)$$

Для измерения линейных размеров образцов необходимо уметь пользоваться *штангенциркулем* (рис. 1).

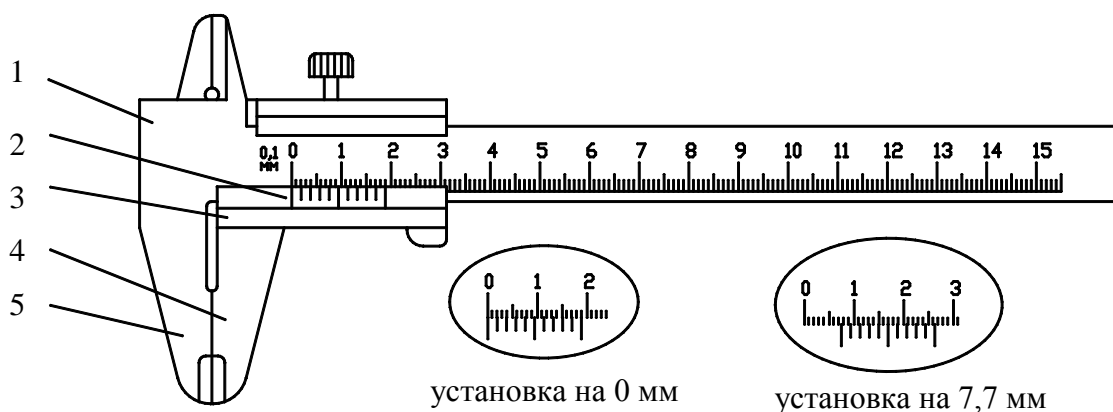


Рис. 1. Устройство штангенциркуля:

1 – неподвижная штанга; 2 – неподвижная губка; 3 – подвижная губка;
4 – подвижная рамка; 5 – шкала нониуса

Штангенциркуль – прибор для измерения линейных размеров абсолютным контактным методом. Он состоит из неподвижной штанги 1, на которую нанесена основная шкала с делениями ценой 1 мм. На одном конце штанги имеется неподвижная губка 2 и крепится подвижная рамка 4 с подвижной губкой 3. На рамку нанесена шкала нониуса 5. Губки с внутренней стороны имеют плоские измерительные поверхности. Если губки сомкнуть, отсчет по шкалам штанги и нониуса равен нулю. Для измерения наружного размера образца плоские измерительные поверхности губок штангенциркуля приходят в соприкосновение с поверхностями образца. С внешней стороны губки имеют скругленные поверхности, соприкасающиеся с изделием при измерении внутренних размеров, например, внутреннего диаметра труб и т. п.

Точность измерения штангенциркулем обусловлена шкалой нониуса. Для того чтобы обеспечить точность измерения 0,1 мм, шкала нониуса имеет длину 9 мм, но разделена на 10 равных частей. Цена одного деления нониуса равна 0,9 мм. Поэтому разность между делениями на шкале штанги и нониуса составляет 0,1 мм. При сомкнутых губках нулевые деления штанги и нониуса совпадают, а десятое деление нониуса совпадает с девятым делением шкалы штанги. При измерении вначале отсчитывают по шкале штанги целое число миллиметров, пройденных крайней левой чертой нониуса, а затем по шкале нониуса отсчитывают десятые доли миллиметра, число которых будет равно числу делений шкалы нониуса от крайней левой черты до черты деления, совпадающего с чертой деления шкалы штанги.

Методика экспериментального определения плотности строительных материалов. Необходимо использовать следующее оборудование и материалы при проведении расчетов по данной методике:

- объеммер Ле Шателье – Кандло,
- лабораторные весы с комплектом разновесов,
- капсулаторки,
- бумажные лоточки,
- порошок строительного материала.

Название строительного материала сообщает преподаватель или лаборант во время проведения лабораторного занятия.

Определение плотности строительного материала

До измельчения материал высушивают в сушильном шкафу при температуре 105–110 °С до постоянной массы¹, затем измельчают в шаровой мельнице или вручную (в ступке) и просеивают через сито № 2 (размер

¹ Для экономии времени сушку и измельчение материала заранее производит лаборант, обучающиеся получают готовый порошок.

ячеек 0,2 мм). При измельчении образца большинство пор разрушается, и частицы материала становятся практически абсолютно плотными.

Объем измельченного материала определяют с помощью объемомера Ле Шателье – Кандло (рис. 2, *a*), который представляет собой узкогорлую стеклянную колбу. В верхней части объемомер имеет расширение в виде воронки для удобства заполнения его порошком. В средней части объемомера также есть расширение, ниже и выше которого нанесены черточки. Объем между нижней (нулевой) и верхней (контрольной) отметкой равен 17 см^3 . Одно деление мелкой градуировки соответствует $0,1 \text{ см}^3$.

Объемомер заполняют до нижней (нулевой) отметки водой за сутки до проведения лабораторной работы, чтобы дать возможность высохнуть его внутренним стенкам, так как наличие капель воды на стенках приводит к образованию пробки при засыпании порошка.

На бумажном лоточке взвешивают 50–60 г порошка с точностью до 0,01 г. Затем в объемомер осторожно с помощью капсулаторки небольшими порциями всыпают порошок, стараясь, чтобы в узкой части объемомера не образовалась пробка и из порошка полностью выходил воздух. Во избежание образования пробки не рекомендуется взбалтывать объемомер, а также проталкивать порошок внутрь объемомера при помощи всевозможных предметов.

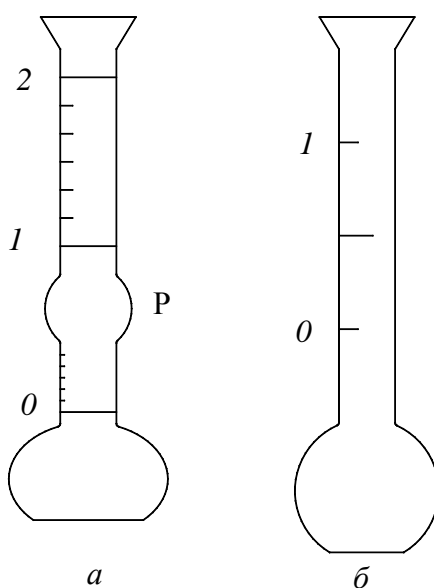


Рис. 2. Объемомеры конструкции Ле Шателье – Кандло (*a*) и упрощенной (*б*):
0 – нулевая отметка; 1 – контрольная отметка; 2 – максимальная отметка;
P – расширение шейки объемомера

Порошок всыпают постепенно до тех пор, пока уровень жидкости не достигнет верхней (контрольной) отметки. Это положение жидкости соот-

ветствует абсолютному объему засыпанного в объеммер материала ($V_a = 17 \text{ см}^3$).

В работе также можно использовать объеммер упрощенной конструкции (рис. 2, б). В этом случае объем порошка при подъеме воды от нулевой до контрольной отметки составляет 10 см^3 .

Остаток порошка взвешивают вместе с бумажным лоточком и по разности результатов начального и конечного взвешиваний определяют массу порошка, засыпанного в объеммер:

$$m = m_1 - m_2, \quad (13)$$

где m – масса порошка в объеммере, г; m_1 – результат начального взвешивания, г; m_2 – результат конечного взвешивания, г;

$$m_1 = m_{н1} + m_{б.л}, \quad (14)$$

где $m_{н1}$ – начальная навеска порошка, г; $m_{б.л}$ – масса бумажного лоточка, г;

$$m_2 = m_{н2} + m_{б.л}, \quad (15)$$

где $m_{н2}$ – конечная навеска порошка, г.

Плотность материала рассчитывают по формуле (3).

Результаты измерений и расчетов следует внести в табл. 2 и сравнить полученные данные со справочными.

Таблица 2

Результаты измерений и расчетов

Материал	Результат начального взвешивания $m_1, \text{ г}$	Результат конечного взвешивания, $m_2, \text{ г}$	Масса порошка в объеммере, $m, \text{ г}$	Объем порошка в объеммере, $V_a, \text{ см}^3$	Плотность материала, $\rho_0, \text{ г/см}^3$	Плотность материала (справочные данные), $\rho, \text{ г/см}^3$

Методика экспериментального определения объемной массы строительных материалов. Предусматривается использование следующего оборудования и материалов:

- лабораторные весы с комплектом разновесов,
- технические весы с комплектом гирь,
- стеклянные мерные цилиндры для гидростатического взвешивания,
- подставки под цилиндры,
- емкости с водой для насыщения образцов,
- штангенциркули,
- мерные линейки,
- нить для подвешивания образцов,
- образцы строительных материалов геометрически правильной и неправильной формы.

Определение объемной массы материала образца геометрически правильной формы

Образец массой не более 100 г взвешивают на лабораторных весах с точностью до 0,01 г. Образец массой более 100 г взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г. Затем производят измерение линейных размеров образца, используя при этом штангенциркуль или линейку (если один из линейных размеров образца более 13,5 см). Образцы следует измерить в трех точках каждого сечения (не менее). Точность измерения:

- 0,04 см – при использовании штангенциркуля,
- 0,05 см – при использовании линейки.

Объем образца рассчитывают в зависимости от его геометрической формы, используя соответствующие формулы. Результаты измерений и расчетов следует внести в табл. 3 и сравнить со справочными данными.

Таблица 3

Результаты измерений и расчетов

Материал	Объем образца, $V, \text{ см}^3$	Масса образца, $m, \text{ г}$	Объемная масса, $\rho_0, \text{ г/см}^3$	Объемная масса (справочные данные), $\rho_0, \text{ г/см}^3$

Объемную массу материала образца геометрически неправильной формы определяют косвенными методами, в частности гидростатическим взвешиванием. Для этого используют весы Архимеда (рис. 3).

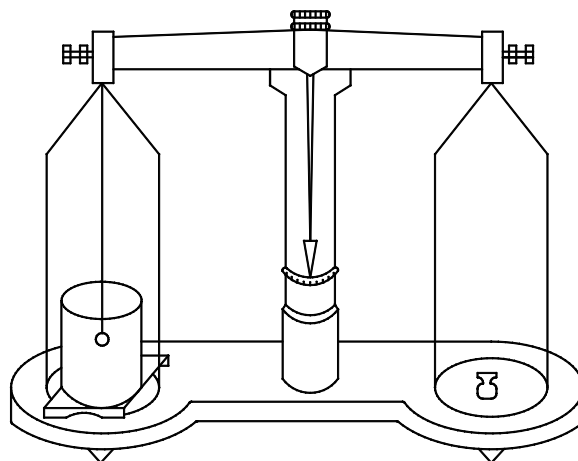


Рис. 3. Весы для гидростатического взвешивания

Согласно закону Архимеда, определив массу образца на воздухе и в погруженном в жидкость состоянии, можно найти разницу, которая численно равна выталкивающей силе, т. е. весу вытесняемой жидкости. Вес вытесненной жидкости в состоянии покоя численно равен ее массе.

Если жидкость (вода) имеет плотность 1 г/см^3 , то ее масса в граммах численно равна объему (см^3), который равен объему погруженного образца. Таким образом, для определения объемной массы образца геометрически неправильной формы следует:

- определить массу сухого образца m путем прямого взвешивания на лабораторных весах;
- погрузить образец в емкость с водой до полного его насыщения, которое определяют по прекращению выделения пузырьков воздуха²;
- определить массу образца m_1 в насыщенном водой состоянии на воздухе;
- определить массу образца m_2 в погруженном в воду состоянии, используя стеклянный цилиндр. При этом необходимо следить, чтобы образец был полностью погружен в воду, но не касался дна цилиндра.

Этот способ можно применять только для сравнительно плотных и нерастворимых в воде материалов. Поверхности пористых образцов, а также растворимых в воде материалов перед взвешиванием покрывают парафином, чтобы исключить погрешности измерений за счет проникновения воды в поры или растворения материала. В расчетах учитывают массу и объем нанесенного парафина.

Как уже отмечалось, разность масс m_1 и m_2 численно равна значению искомого объема образца V .

Значение объемной массы материала рассчитывают по формуле (4). Результаты измерений и расчетов вносят в табл. 4 и сравнивают со справочными данными.

Таблица 4

Результаты измерений и расчетов						
Материал	Масса материала, г			Объем образца V , см^3	Объемная масса ρ_0 , г/см^3	Объемная масса (справочные данные) ρ_0 , г/см^3
	Сухого образца m	В насыщенном состоянии на воздухе m_1	В насыщенном состоянии в воде m_2			

Расчет относительной плотности материала. Для проведения подобного расчета предусматривается использование формулы (5), в то же время истинную пористость определяют по формуле (7), водопоглощение по массе – по формуле (9).

² Учитывая ограниченность времени, отводимого на выполнение лабораторной работы, определение массы сухого образца и насыщение его водой производит заранее лаборант. Масса сухого образца указывается на стенде емкости с водой.

Проверить правильность полученных результатов можно, сопоставив значения объемной массы, полученные по формулам (11) и (4).

Результаты испытаний следует свести в итоговую табл. 5.

Таблица 5

Результаты испытаний

Материал	Плотность материала, ρ , г/см ³	Объемная масса, ρ_0 , г/см ³	Относительная плотность, d	Пористость, P , %	Водопоглощение по массе, W_m , %	Водопоглощение по объему, W_o , %

Техника безопасности. При выполнении данной лабораторной работы, помимо основных (см. общие положения), необходимо соблюдать следующие дополнительные меры техники безопасности:

- при засыпании порошка в объеммер не проталкивать его с помощью всевозможных предметов;
- в случае образования «пробки» следует слегка наклонить объеммер так, чтобы вода, находящаяся в нем, размывала низ «пробки», и порошок постепенно стекал по стенке объеммера на дно. Эту операцию следует проводить до полного удаления «пробки», не взбалтывая содержимого объеммера.

Контрольные вопросы

1. Каков физический смысл понятий *плотность*, *объемная масса*, *относительная плотность*, *истинная плотность*, *водопоглощение по массе* и *объему* строительных материалов?
2. Какова разница в понятиях *плотность* и *объемная масса*?
3. Что такое *пористость* и каковы ее виды?
4. Какова связь между *истинной пористостью* и *водопоглощением по объему*?

Литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре : учебник – М. : Академия ГПС МЧС России, 2013. – 364 с.
2. Строительные материалы : учебник / Под ред. В. Г. Микульского. – М. : Издательство АСВ, 1996. – 488 с.
3. РМГ-29–2013. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения (введены в действие приказом Росстандарта от 05.12.2013 № 2166-ст) // Официальный сайт компании «Консультант Плюс» из информационного банка «Отраслевые технические нормы».
4. Аристов Е. М. Физические величины и единицы их измерения / Е. М. Аристов. – Ленинград : Судпромгиз, 1963. – 96 с.

Оглавление

<i>Общие положения</i>	3
<i>Лабораторная работа 1</i>	6
Определение основных физических свойств строительных материалов	
<i>Лабораторная работа 2</i>	15
Оценка изменения прочности бетона при нагревании	
<i>Лабораторная работа 3</i>	23
Изменение механических свойств стали при нагревании	
<i>Лабораторная работа 4</i>	37
Определение эффективности огнезащитных свойств покрытий и пропитки древесины	
<i>Лабораторная работа 5</i>	53
Пожарная опасность и определение группы горючести материалов	
<i>Лабораторная работа 6</i>	62
Метод испытания на горючесть для отнесения строительных материалов к негорючим или горючим	
<i>Лабораторная работа 7</i>	70
Метод испытания горючих строительных материалов для определения их групп горючести	
<i>Лабораторная работа 8</i>	78
Метод испытания на воспламеняемость горючих строительных материалов	
<i>Лабораторная работа 9</i>	89
Метод испытания на распространение пламени горючих строительных материалов	
<i>Лабораторная работа 10</i>	97
Метод экспериментального определения коэффициента дымообразования твердых веществ и материалов	
<i>Лабораторная работа 11</i>	102
Метод экспериментального определения показателя токсичности продуктов горения горючих строительных материалов	
<i>Указания к выполнению лабораторных работ № 12, 13, 14</i>	108
<i>Лабораторная работа 12</i>	113
Определение фактического предела огнестойкости металлических конструкций	
<i>Лабораторная работа 13</i>	118
Определение фактического предела огнестойкости деревянного элемента, работающего на поперечный изгиб	
<i>Лабораторная работа 14</i>	124
Определение фактического предела огнестойкости железобетонной плиты	

Приложение № 1	131
Общие методические рекомендации по выполнению лабораторных работ	
Приложение № 2	133
Отчет по лабораторной работе «Определение основных физических свойств строительных материалов»	
Приложение № 3	135
Отчет по лабораторной работе «Оценка изменения прочности бетона при нагревании»	
Приложение № 4	137
Отчет по лабораторной работе «Изменение механических свойств стали при нагревании»	
Приложение № 5	139
Отчет по лабораторной работе «Определение эффективности огнезащитных свойств покрытий и пропитки древесины»	
Приложение № 6	141
Отчет по лабораторной работе «Пожарная опасность и определение группы горючести материалов»	
Приложение № 7	143
Отчет по лабораторной работе «Метод испытания на горючесть для отнесения строительных материалов к негорючим или негорючим»	
Приложение № 8	145
Отчет по лабораторной работе «Метод испытания горючих строительных материалов для определения их групп горючести»	
Приложение № 9	147
Отчет по лабораторной работе «Метод испытания на воспламеняемость горючих строительных материалов»	
Приложение № 10	149
Отчет по лабораторной работе «Метод испытания на распространение пламени горючих строительных материалов»	
Приложение № 11	151
Отчет по лабораторной работе «Метод экспериментального определения коэффициента дымообразования твердых веществ и материалов»	
Приложение № 12	153
Отчет по лабораторной работе «Метод экспериментального определения показателя токсичности продуктов горения горючих строительных материалов»	
Приложение № 13	155
Отчет по лабораторной работе «Определение фактического предела огнестойкости металлических конструкций»	

Приложение № 14..... 157

Отчет по лабораторной работе «Определение фактического предела огнестойкости деревянного элемента, работающего на поперечный изгиб»

Приложение № 15..... 159

Отчет по лабораторной работе «Определение фактического предела огнестойкости железобетонной плиты»

Учебное издание

Акулов Артем Юрьевич, **Барина** Елена Леонидовна,
Демехин Владимир Никитович, **Казиев** Махач Магомедович,
Кошелев Алексей Юрьевич, **Мальцев** Геннадий Васильевич,
Мокроусова Ольга Анатольевна, **Мосалков** Игорь Лаврентьевич,
Серков Борис Борисович, **Сивенков** Андрей Борисович,
Фролов Александр Юрьевич, **Шевкуненко** Юрий Георгиевич

Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре

Учебное пособие

Редактор *Л. А. Маслова*
Технический редактор *Л. А. Маслова, Г. А. Габдулина*
Корректор *Л. А. Маслова*

Авторский коллектив выражает благодарность за оказанную помощь в подготовке к изданию учебного пособия адъюнкту кафедры пожарной безопасности в строительстве Нигматуллиной Динаре Магафуровне.

Подписано в печать 31.10.2015. Формат 60×90 ¹/₁₆.
Печ. л. 10,25. Уч.-изд. л. 7,5. Бумага офсетная.
Тираж 100 экз. Заказ 514

Академия ГПС МЧС России
129366, г. Москва, ул. Б. Галушкина, 4