

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«Оренбургский государственный университет»

С. А. ДЕРГУНОВ, Г. О. ГОРБИК, В. А. ГУРЬЕВА, А. И. КРАВЦОВ,  
А. А. МАКАЕВА, Л. Т. РЕДЬКО, Л. В. СОЛДАТЕНКО,  
В. И. ТУРЧАНИНОВ, Т. И. ШЕВЦОВА

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ» ЧАСТЬ II.

Рекомендовано Ученым советом государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 270000 – Строительство и архитектура.

Оренбург 2008

УДК 691(076.5)  
ББК 38.3я7  
Л - 12

Рецензент:

кандидат химических наук, доцент В. Н. Рубцова

Л - 12

Лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» ч II: учеб. пособие / С. А. Дергунов, Г. О. Горбик, В. А. Гурьева, А. И. Кравцов, А. А. Макаева, Л. Т. Редько, Л. В. Солдатенко, В. И. Турчанинов, Т. И. Шевцова, - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – 100 с.

ISBN

Учебное пособие содержит материал для проведения лабораторных работ по изучению свойств и определению качества строительных материалов и изделий. Изложены теоретические основы строительного материаловедения, описаны материалы и оборудование, представлены методики проведения опытов и обработки полученных результатов испытаний, разработаны контрольные вопросы для самоподготовки.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 270000 – Строительство и архитектура для всех форм обучения, при изучении дисциплин «Материаловедение», «Архитектурное материаловедение», «Местные строительные материалы», «Современные строительные материалы», «Строительные материалы для реконструкции и реставрации зданий», «Дорожные строительные материалы», «Строительные материалы», «Технология конструкционных материалов».

Табл. 21. Ил. 24. Библиогр. 58 назв.

Л 2004070000

ББК 38.3я7

ISBN

© Дергунов С.А., Горбик Г.О., Гурьева В.А.,  
Кравцов А.И., Макаева А.А., Редько Л.Т.,  
Солдатенко Л. В, Турчанинов В.И.,  
Шевцова Т. И., 2008  
© ГОУ ОГУ, 2008

## Содержание

	стр.
Введение.....	6
1 Определение состава и испытание строительного раствора.....	7
1.1 Общие положения.....	7
1.2 Нормативная база.....	8
1.3 Проектирование составов строительных растворов.....	8
1.4 Методика испытаний.....	12
1.4.1 Приготовление растворной смеси.....	12
1.4.2 Подвижность растворной смеси.....	13
1.4.3 Плотность растворной смеси.....	14
1.4.4 Водоудерживающая способность.....	14
1.4.5 Прочность раствора на сжатие.....	16
1.4.6 Плотность раствора.....	18
1.4.7 Влажность раствора.....	19
1.4.8 Водопоглощение раствора.....	20
1.5 Общие выводы.....	21
1.6 Контрольные вопросы.....	22
2 Испытание битумных вяжущих веществ.....	23
2.1 Общие положения.....	23
2.2 Нормативная база.....	26
2.3 Методика испытаний.....	26
2.3.1 Определение глубины проникания иглы (пенетрация).....	26
2.3.2 Определение температуры размягчения по кольцу и шару.....	29
2.3.3 Определение условной вязкости битума.....	31
2.3.4 Определение растяжимости.....	32
2.3.5 Определение температуры хрупкости по Фраасу.....	33
2.4 Общие выводы.....	36
2.5 Контрольные вопросы.....	36
3 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные.....	37
3.1 Общие положения.....	37
3.2 Нормативная база.....	39
3.3 Методика испытаний.....	39
3.3.1 Проверка внешнего вида.....	39
3.3.2 Определение линейных размеров и площади.....	40
3.3.3 Определение полноты пропитки.....	40
3.3.4 Определение гибкости.....	40
3.3.5 Определение водопоглощения.....	42
3.3.6 Определение теплостойкости.....	43
3.3.7 Определение изменения линейных размеров при нагревании.....	43
3.3.8 Определение потери массы при нагревании.....	44
3.3.9 Определение массы покровного состава и содержания наполнителя.....	44
3.4 Общие выводы.....	47

3.5 Контрольные вопросы.....	47
4 Испытание древесины.....	48
4.1 Общие положения.....	48
4.2 Нормативная база.....	50
4.3 Методика испытаний.....	50
4.3.1 Определение числа годичных слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годичном слое.....	50
4.3.2 Определение влажности древесины.....	51
4.3.3 Определение средней плотности древесины при влажности в момент испытаний.....	52
4.3.4 Определение предела прочности при сжатии поперек волокон.....	53
4.3.5 Определение предела прочности при сжатии вдоль волокон.....	54
4.3.6 Определение предела прочности при статическом изгибе.....	55
4.4 Общие выводы.....	58
4.5 Контрольные вопросы.....	59
5 Испытание лакокрасочных материалов.....	60
5.1 Общие положения.....	60
5.2 Нормативная база.....	61
5.3 Методика определения свойств.....	62
5.3.1 Изучение дисперсности пигментов.....	62
5.3.2 Определение степени перетира пигментированных лакокрасочных материалов, диспергированных пигментов и наполнителей прибором «Клин» (гриндометром).....	63
5.3.3 Определение маслостойкости пигмента.....	66
5.3.4 Определение плотности жидких лакокрасочных материалов.....	67
5.3.5 Определение условной вязкости лакокрасочных материалов.....	68
5.3.6 Определение укрывистости пигмента.....	71
5.3.7 Определение времени и степени высыхания.....	73
5.4 Общие выводы.....	75
5.5 Контрольные вопросы.....	76
6 Испытание теплоизоляционных материалов.....	77
6.1 Общие положения.....	77
6.2 Нормативная база.....	78
6.3 Методика определения свойств.....	78
6.3.1 Измерения линейных размеров.....	78
6.3.2 Контроль внешнего вида изделия.....	81
6.3.3 Определение плотности теплоизоляционных материалов.....	82
6.3.4 Метод определения влажности.....	84
6.3.5 Метод ускоренного определения сорбционной влажности.....	85
6.3.6 Определение водопоглощения.....	86
6.3.7 Определение содержания органических веществ.....	88
6.3.8 Определение прочности на сжатие при 10%-ной линейной деформации.....	89

6.3.9 Метод определения предела прочности при сжатии.....	90
6.3.10 Метод определения предела прочности при изгибе.....	91
6.4 Основные выводы.....	92
6.5 Контрольные вопросы.....	92
Список использованных источников.....	93

## Введение

Состояние строительного комплекса является одной из важнейших составляющих развития страны в целом. Разработка и применение новых эффективных строительных материалов позволяет реализовывать сложнейшие архитектурно-строительные решения, которые ранее были просто не под силу. Поэтому вопросы совершенствования производственной базы строительных материалов, повышения долговечности и качества, снижения себестоимости строительного производства, сокращения сроков строительства являются актуальными. В решении этой сложной и многоплановой задачи важная роль отводится проблемам испытания строительных материалов и контроля их свойств.

Квалифицированный инженер-строитель должен свободно владеть теоретическими знаниями в области производства и применения строительных материалов, знать методики определения свойств, уметь высказать и обосновать свою точку зрения с целью рационализации рассматриваемого вопроса, связать приобретенные навыки и практические ситуации. Основа всего этого закладывается при подготовке дипломированных специалистов в высших учебных заведениях во время учебного процесса, неотъемлемой частью которого является лабораторный практикум студентов.

В учебном пособии рассмотрены современные нормативные методики определения качественных характеристик строительных растворов и сухих смесей, битумных вяжущих веществ, деревянных, гидроизоляционных, лакокрасочных и теплоизоляционных материалов. Показаны методы проектирования составов материалов с заданными показателями качества. Представлена справочная информация по значению отдельных характеристик.

# 1 Определение состава и испытание строительного раствора

Цель работы: ознакомление с методикой определения состава строительного раствора и основных свойств растворной смеси и раствора.

## 1.1 Общие положения

Раствор строительный - рационально составленная, однородно перемешанная смесь вяжущего вещества (цемент, известь, гипс и др.), воды, песка и добавок, приобретающая с течением времени камневидное состояние.

Сухие строительные смеси (ССС) - это сыпучие, рационально подобранные смеси вяжущего, заполнителя, наполнителей и специальных добавок (регуляторы схватывания и твердения, адгезивы, пластификаторы и другие). Они затворяются водой на месте производства работ.

Строительные растворы применяют при каменной кладке, для оштукатуривания поверхностей стен и потолков, для нанесения теплоизоляционных, звукоизоляционных, огнезащитных, декоративных и других штукатурок и изготовления искусственных безобжиговых материалов на основе вяжущих веществ.

Строительные растворы классифицируют по:

- основному назначению;
- применяемому вяжущему;
- средней плотности.

По назначению строительные растворы бывают следующих видов: для кладки; штукатурные; специальные (декоративные, звукоизоляционные, теплоизоляционные, для защиты от радиоактивных излучений) и др.

По применяемому вяжущему:

- простые – состоящие из одного вида вяжущего (гипсовые, цементные, известковые и т.д.);
- сложные – состоящие из нескольких вяжущих (гипсо-известковые, цементно-пуццолановые и т.д.).

По величине средней плотности растворы бывают тяжелые с плотностью более  $1500 \text{ кг/м}^3$ , и легкие – менее  $1500 \text{ кг/м}^3$ .

В соответствии с назначением строительные растворы отличаются физико-механическими и реологическими свойствами, структурными характеристиками, видами вяжущего. К важнейшим физико-механическим свойствам относятся: средняя плотность; предел прочности образца из раствора на сжатие (марки М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200); теплопроводность; хорошее сцепление с основанием; морозостойкость (марки F10, F15, F25, F35, F50, F75, F100, F150, F200). Реологические свойства характеризуются водопотребностью, подвижностью (марки Пк1, Пк2, Пк3, Пк4), водоудерживающей способностью (для сухих смесей - не менее 95%, для традиционных растворных смесей – не менее 90 %, для глиносодержащих растворов – не менее 93 %) и периодом первичного структурообразования (живучесть смеси). Структура

оценивается различными видами пористости и коэффициентами однородности и среднего размера открытых капиллярных пор.

## 1.2 Нормативная база

Как и любой материал, применяемый в строительстве, растворы и все компоненты для их приготовления должны удовлетворять нормативным требованиям, которые изложены в соответствующих документах. Перечень основных нормативных документов [1-14]:

### 1. Раствор строительный.

- 1.1 ГОСТ 4.233-86 Строительство. Растворы строительные. Номенклатура показателей.
- 1.2 ГОСТ 5802-86 Растворы строительные. Методы испытаний.
- 1.3 ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия.
- 1.4 СП 82-101-98 Приготовление и применение растворов строительных.
- 1.5 ГОСТ 31189 – 2003 Смеси сухие строительные. Классификация.

### 2. Компоненты строительного раствора.

- 2.1 ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.
- 2.2 ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
- 2.3 ГОСТ 22266-94 Цементы сульфатостойкие. Технические условия.
- 2.4 ГОСТ 24211-2003 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические требования.
- 2.5 ГОСТ 25328-82 Цемент для строительных растворов. Технические условия.
- 2.6 ГОСТ 9179-77 Известь строительная. Технические условия.
- 2.7 ГОСТ 125-79 Вяжущие гипсовые. Технические условия.
- 2.8 ГОСТ 5578-94 Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия.
- 2.9 ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия.

## 1.3 Проектирование составов строительных растворов

Состав раствора заданной марки с применением различных видов вяжущих рассчитывают в соответствии с приведенными ниже указаниями [4] и корректируют по результатам испытаний подобранного состава на его соответствие всем нормируемым показателям качества по ГОСТ 28013-98 [3].

Таблица 1.1 – Кинетика нарастания прочности цементного строительного раствора в нормальных условиях

Наименование показателя	Значение					
	3	7	14	28	60	90
Возраст, сут.	3	7	14	28	60	90
Прочность, % от марочной	33	55	80	100	120	130

Таблица 1.2 – Кинетика нарастания прочности при различной температуре твердения

Возраст, сут.	Прочность раствора, % от марочной, при температуре твердения, °С						
	1	5	10	20	30	40	50
1	1	4	6	13	23	32	43
2	3	8	12	23	38	54	76
3	5	11	18	33	49	66	85
7	15	25	37	55	72	87	100
14	31	45	60	80	92	100	-
21	42	58	74	92	100	-	-
28	52	68	83	100	-	-	-

Выбор вяжущих при приготовлении растворов для каменных кладок, изготовления крупных панелей и блоков, монтажа крупноблочных и крупнопанельных бетонных стен и других конструкций следует производить по таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Перспективные условия эксплуатации различных вяжущих

Условия эксплуатации конструкций	Вид вяжущего
1 Для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений до 60 % и для фундаментов, возводимых в маловлажных грунтах	Портландцемент, пластифицированный и гидрофобный портландцементы, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент, цемент для растворов, известково-шлаковое вяжущее
2 Для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений свыше 60 % и для фундаментов, возводимых во влажных грунтах	Пуццолановый портландцемент, пластифицированный и гидрофобный портландцементы, шлакопортландцемент, портландцемент, цемент для растворов, известково-шлаковые вяжущие
3 Для фундаментов при агрессивных сульфатных водах	Сульфатостойкие портландцементы, пуццолановый портландцемент

Расход вяжущего на 1 м<sup>3</sup> раствора определяется делением расхода вяжущего на 1 м<sup>3</sup> песка на коэффициент выхода раствора, представляющий собою отношение объема раствора к объему песка при данном составе раствора.

Ориентировочные расходы вяжущего ( $Q_B$ ) на 1 м<sup>3</sup> песка и на 1 м<sup>3</sup> раствора приведены в таблице 1.4, где  $R_B = M_B / 1000$ .

Таблица 1.4 – Ориентировочные расходы вяжущего

Вяжущие	Марка раствора Мр	Марка вяжущего Мв	Показатель RвQв	Расход вяжущего Q <sub>в</sub> , кг	
				на 1 м <sup>3</sup> песка	на 1 м <sup>3</sup> раствора
Вяжущие по ГОСТ 10178; ГОСТ 25328; ГОСТ 22266	300	500	230	460	510
		400		575	600
	200	500	180	360	410
		400		450	490
	150	500	140	280	330
		400		350	400
		300		470	510
	100	500	102	205	250
		400		255	300
		300		340	390
	75	500	81	160	195
		400		200	240
300		270		310	
200		405		445	
50	400	56	140	175	
	300		185	225	
	200		280	325	
25	300	31	105	135	
	200		155	190	
10	150*	14	93	110	
	100*		140	165	
	50*		280	320	
4	50*		120	145	
	25*		240	270	

Примечание - Расход вяжущих указан для смешанных цементно-известковых и цементно-глиняных растворов и песка в рыхлонасыпанном состоянии при естественной влажности 3-7 %.

\* - марки местных низкопрочных вяжущих по соответствующим ТУ.

Для получения заданной марки раствора в случае применения вяжущих, отличающихся маркой  $M_{вф}$  от приведенных в таблице 1.4, расход вяжущего на  $1 \text{ м}^3$  песка определяется по формуле:

$$Q_{вф} = (R_{в} Q_{в} / M_{вф}) \cdot 1000 \quad (1.1)$$

где  $M_{вф}$  – фактическая марка вяжущего;

$Q_{в}$  - расход вяжущего с активностью по таблице 1.4 на  $1 \text{ м}^3$  песка, кг;

$Q_{вф}$  - расход вяжущего с иной активностью на  $1 \text{ м}^3$  песка, кг;

$R_{в} Q_{в}$  - принимается по таблице 1.4 для данной марки раствора.

Количество неорганических пластификаторов (добавки)  $Q_{д}$ , кг на  $1 \text{ м}^3$  песка определяется по формулам:

$$Q_{д} = 0,17(1 - 0,002Q_{в}), \quad (1.2)$$

$$Q_{д} = 0,17(1 - 0,002Q_{вф}), \quad (1.3)$$

Пропорция объемных частей раствора ( $V_{в}:V_{д}:1$ ) составляется на основании данных о расходе вяжущего и неорганического пластификатора, после деления составляющих которой на  $V_{в}$  определяется состав раствора (вяжущее : неорганический пластификатор (добавка) : песок)

$$\frac{V_{в}}{V_{в}} : \frac{V_{д}}{V_{в}} : \frac{1}{V_{в}}, \quad (1.4)$$

где  $V_{в}$  - расход вяжущего на  $1 \text{ м}^3$  песка,  $\text{м}^3$ ;

$V_{д}$  – расход добавки на  $1 \text{ м}^3$  песка,  $\text{м}^3$ .

Расход вяжущего на  $1 \text{ м}^3$  песка  $V_{в}$  ( $\text{м}^3$ ) определяется по формулам

$$V_{в} = Q_{в} / \rho_{н.в.} \quad (1.5)$$

$$V_{в} = Q_{вф} / \rho_{н.в.} \quad (1.6)$$

где  $\rho_{н.в.}$  - насыпная плотность вяжущего,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Расход добавки в  $\text{м}^3$  на  $1 \text{ м}^3$  песка составит:

$$V_{д} = Q_{д} / \rho_{н.д.} \quad (1.7)$$

где  $\rho_{н.д.}$  - насыпная плотность добавки,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Расход воды на  $1 \text{ м}^3$  песка для получения растворной смеси заданной подвижности зависит от состава раствора, вида вяжущего и заполнителя и устанавливается на опытных замесах. Для цементно-известковых и цементно-

глиняных растворов подвижностью 9-10 см расход воды на 1 м<sup>3</sup> песка может быть определен по формуле

$$V = 0,5(Q_B + Q_D) \quad (1.8)$$

где V - расход воды на 1 м<sup>3</sup> песка, кг;

Q<sub>д</sub> - расход неорганического пластификатора (добавки) на 1 м<sup>3</sup> песка, кг;

Q<sub>в</sub> - расход вяжущего на 1 м<sup>3</sup> песка, кг.

Так как расчет состава строительного раствора производился на 1 м<sup>3</sup> песка, то масса песка, рассчитывается по формуле

$$Q_{\Pi} = \rho_{\text{н.п.}} \cdot 1 \text{ м}^3 \quad (1.9)$$

где  $\rho_{\text{н.п.}}$  – насыпная плотность песка, кг/м<sup>3</sup>

Определение количества материалов на лабораторный замес объемом n литров:

Расход песка  $\Pi = (Q_{\Pi} \cdot n) / 1000$ , кг.

Расход цемента  $\text{Ц} = (V_B \cdot n) / 1000$ , кг.

Расход воды  $V = (V \cdot n) / 1000$ , кг (л)\*.

Расход добавки  $\text{Д} = (Q_D \cdot n) / 1000$ ; кг.

Примечание – в следствии того, что плотность воды 1000 кг/м<sup>3</sup>, то 1 л воды по объему соответствует 1 кг воды по массе.

## 1.4 Методика испытаний

### 1.4.1 Приготовление растворной смеси

Взвешивают расчетное количество исходных материалов для лабораторного замеса (сначала распускается добавка в части расчетного количества воды до консистенции пластичного теста глиняного или известкового. Затем в него, при перемешивании штапелем, вводится расчетное количество цемента. Смесь перемешивается до однородной массы, после чего в нее вводится расчетное количество песка и компоненты вновь перемешиваются до однородной массы.

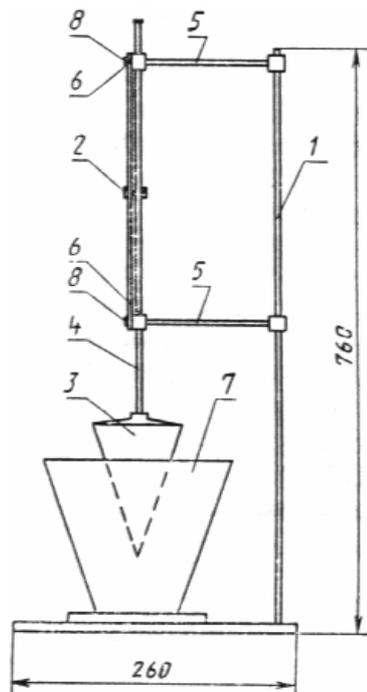
Смешивание осуществляется в стандартной сферической чаше примерно в течение 5 минут, при этом в смесь вводится остаточная вода до расчетного количества.

Определение подвижности, плотности растворной смеси и прочности на сжатие раствора является обязательным для всех видов раствора. Другие свойства растворных смесей и раствора определяют в случаях, предусмотренных проектом или правилами производства работ.

## 1.4.2 Подвижность растворной смеси

Подвижность смеси характеризуется глубиной погружения в нее эталонного конуса.

Для проведения испытаний применяют: прибор для определения подвижности (рисунок 1.1), стальной стержень диаметром 12 мм, длиной 300 мм, кельму.



1 — штатив; 2 — шкала; 3 — эталонный конус; 4 — штанга; 5 — держатели; 6 — направляющие; 7 — сосуд для растворной смеси; 8 — стопорный винт

Рисунок 1.1 - Прибор для определения подвижности растворной смеси

Конус должен погружаться в растворную смесь свободно. Второй отсчет снимают по шкале через 1 мин после начала погружения конуса.

Глубину погружения конуса, измеряемую с погрешностью до 1 мм, определяют как разность между первым и вторым отсчетом.

Глубину погружения конуса оценивают по результатам двух испытаний на разных пробах растворной смеси одного замеса как среднее арифметическое значение.

Разница в показателях частных испытаний не должна превышать 20 мм. Если разница окажется больше 20 мм, то испытания следует повторить на новой пробе растворной смеси.

Все соприкасающиеся с растворной смесью поверхности конуса и сосуда следует очистить от загрязнений и протереть влажной тканью.

Прибор устанавливают на горизонтальной поверхности и проверяют свободу скольжения штанги 4 в направляющих 6.

Сосуд 7 наполняют растворной смесью на 1 см ниже его краев и уплотняют ее путем штыкования стальным стержнем 25 раз и 5—6 кратным легким постукиванием о стол, после чего сосуд ставят на площадку прибора.

Острие конуса 3 приводят в соприкосновение с поверхностью раствора в сосуде, закрепляют штангу конуса стопорным винтом 8 и делают первый отсчет по шкале. Затем отпускают стопорный винт.

Конус должен погружаться в рас-

### 1.4.3 Плотность растворной смеси

Плотность растворной смеси - отношение массы уплотненной растворной смеси к ее объему, выражается в  $\text{кг/м}^3$  ( $\text{г/см}^3$ ).

Для проведения испытаний применяют: стальной цилиндрический сосуд емкостью 1000 мл (рисунок 1.2), весы лабораторные по ГОСТ 24104 - 2001, стальной стержень диаметром 12 мм, длиной 300 мм, стальную линейку 400 мм по ГОСТ 427 - 75.

Перед испытанием сосуд предварительно взвешивают с погрешностью до 2 г. Затем наполняют растворной смесью с избытком.

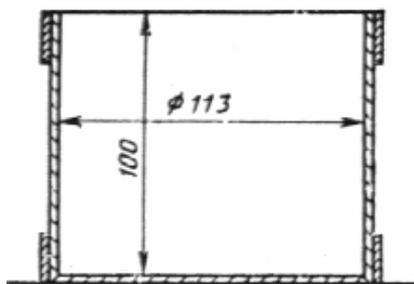


Рисунок 1.2 - Стальной цилиндрический сосуд

Растворную смесь уплотняют путем штыкования стальным стержнем 25 раз и 5—6 кратным легким постукиванием о стол.

После уплотнения избыток растворной смеси срезают стальной линейкой. Поверхность тщательно выравнивают вровень с краями сосуда. Стенки мерного сосуда очищают влажной ветошью от попавшего на них раствора. Затем сосуд с растворной смесью взвешивают с точностью до 2 г.

Плотность растворной смеси  $\rho$ ,  $\text{кг/м}^3$  ( $\text{г/см}^3$ ), вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m - m_1}{V}, \quad (1.10)$$

где  $m$  — масса мерного сосуда с растворной смесью, кг (г);

$m_1$  — масса мерного сосуда без смеси, кг (г);

$V$  — объем мерного сосуда,  $\text{м}^3$  ( $\text{см}^3$ ).

Плотность растворной смеси определяют как среднее арифметическое значение результатов двух определений плотности смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 5 % от меньшего значения.

При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе растворной смеси.

### 1.4.4 Водоудерживающая способность

Данную характеристику определяют испытанием слоя растворной смеси толщиной 12 мм, уложенного на промокательную бумагу.

Для проведения испытаний применяют: листы промокательной бумаги размером 150x150 мм, прокладки из марлевой ткани размером 250x350 мм, металлическое кольцо внутренним диаметром 100 мм, высотой 12 мм и толщиной стенки 5 мм, стеклянную пластинку размером 150x150 мм, толщиной 5 мм, ве-

сы лабораторные, прибор для определения водоудерживающей способности растворной смеси (рисунок 1.3).

Перед испытанием 10 листов промокательной бумаги взвешивают с погрешностью до 0,1 г, укладывают на стеклянную пластинку, сверху укладывают прокладку из марлевой ткани, устанавливают металлическое кольцо и еще раз взвешивают.

Тщательно перемешанную растворную смесь укладывают вровень с краями металлического кольца, выравнивают, взвешивают и оставляют на 10 мин.

Металлическое кольцо с раствором осторожно снимают вместе с марлей.

Промокательную бумагу взвешивают с погрешностью до 0,1 г.

Водоудерживающую способность растворной смеси  $V$  определяют выраженным в процентах содержанием воды в пробе до и после эксперимента по формуле:

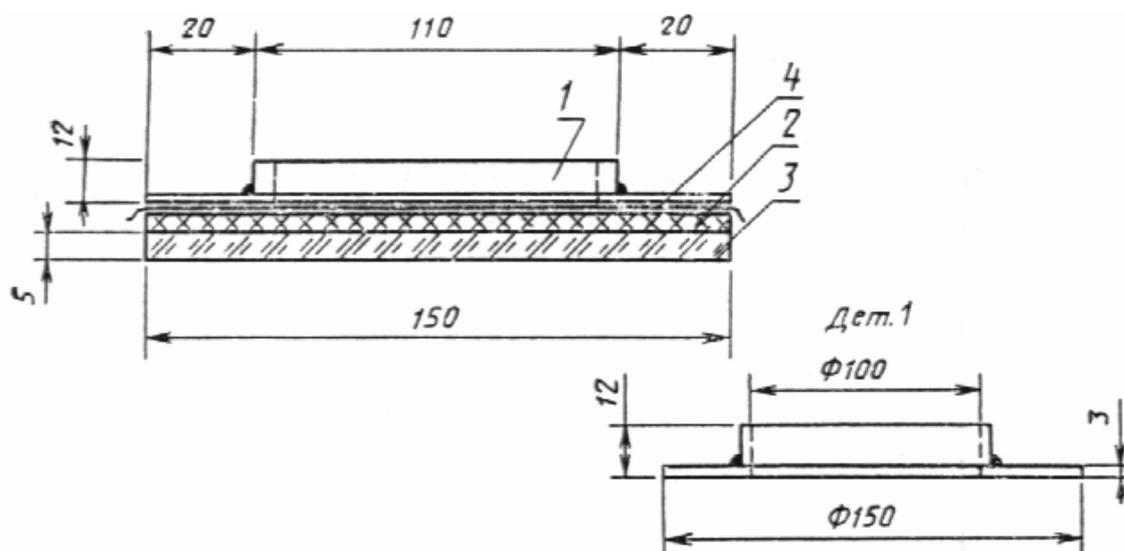
$$V = \left( 100 - \frac{m_2 - m_1}{m_4 - m_3} \cdot 100 \right), \quad (1.11)$$

где  $m_1$  — масса промокательной бумаги до испытаний, г;

$m_2$  — масса промокательной бумаги после испытания, г;

$m_3$  — масса установки без растворной смеси, г;

$m_4$  — масса установки с растворной смесью, г.



1 — металлическое кольцо с раствором; 2 — 10 слоев промокательной бумаги; 3 — стеклянная пластинка;  
4 — слой марлевой ткани

Рисунок 1.3 - Схема прибора для определения водоудерживающей способности растворной смеси

Водоудерживающую способность растворной смеси определяют дважды для каждой пробы растворной смеси и вычисляют как среднее арифметическое

значение результатов двух определений, отличающихся между собой не более чем на 20 % от меньшего значения.

### 1.4.5 Прочность раствора на сжатие

Прочность раствора определяется на образцах-кубах размерами 70,7x70,7x70,7 мм в возрасте, установленном в стандарте или технических условиях на данный вид раствора. На каждый срок испытания изготавливают три образца.

Для проведения испытаний применяют: разъемные стальные формы с поддоном и без поддона, пресс гидравлический, штангенциркули, стержень стальной диаметром 12 мм, длиной 300 мм, шпатель (рисунок 1.4).

Образцы из растворной смеси подвижностью до 5 см должны изготавливаться в формах с поддоном.

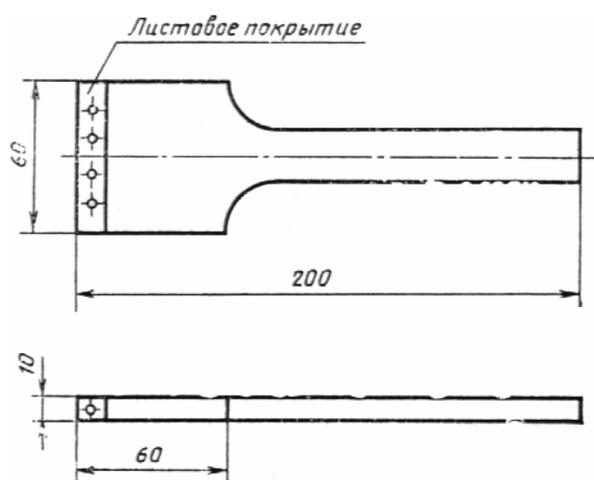


Рисунок 1.4 - Шпатель для уплотнения растворной смеси

бумагой. Размер бумаги должен быть таким, чтобы она закрывала боковые грани кирпича. Кирпичи перед употреблением должны быть притерты вручную один о другой для устранения резких неровностей. Кирпич применяют глиняный обыкновенный влажностью не более 2 % и водопоглощением 10—15 % по массе. Кирпичи со следами цемента на гранях повторному использованию не подлежат.

Формы заполняют растворной смесью за один прием с некоторым избытком и уплотняют ее путем штыкования стальным стержнем 25 раз по concentric окружности от центра к краям.

Формы, заполненные растворной смесью на гидравлических вяжущих, выдерживают до распалубки в камере нормального хранения при температуре  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха 95—100 %, а формы, заполненные растворной смесью на воздушных вяжущих, — в помещении при температуре  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $(65 \pm 10) \%$ .

Форму заполняют раствором в два слоя. Уплотнение слоев раствора в каждом отделении формы производят 12 нажимами шпателя: 6 нажимов вдоль одной стороны и 6 — в перпендикулярном направлении.

Избыток раствора срезают вровень с краями формы смоченной водой стальной линейкой и заглаживают поверхность.

Образцы из растворной смеси подвижностью 5 см и более изготавливают в формах без поддона.

Форму устанавливают на кирпич, покрытый газетной бумагой, смоченной водой, или другой непроклеенной

Образцы освобождают из форм через  $(24 \pm 2)$  ч после укладки смеси.

Образцы, изготовленные из растворных смесей, приготовленных на шлакопортландцементе, пуццолановых портландцементе с добавками замедлителями схватывания, а также образцы зимней кладки, хранившиеся на открытом воздухе, освобождают из форм через 2—3 сут.

После освобождения из форм образцы должны храниться при температуре  $(20 \pm 2)$  °С. При этом должны соблюдаться следующие условия: образцы из растворов, приготовленных на гидравлических вяжущих, в течение первых 3 сут должны храниться в камере нормального хранения при относительной влажности воздуха 95—100 %, а оставшееся до испытания время — в помещении при относительной влажности воздуха  $(65 \pm 10)$  % (из растворов, твердеющих на воздухе) или в воде (из растворов, твердеющих во влажной среде); образцы из растворов, приготовленных на воздушных вяжущих, должны храниться в помещении при относительной влажности воздуха  $(65 \pm 10)$  %.

При отсутствии камеры нормального хранения допускается хранение образцов, приготовленных на гидравлических вяжущих, во влажном песке или опилках.

При хранении в помещении образцы должны быть защищены от сквозняков, обогрева приборами отопления и т. п.

Перед испытанием на сжатие (для последующего определения плотности) образцы взвешивают с погрешностью до 0,1 % и измеряют штангенциркулем с погрешностью до 0,1 мм.

Образцы, хранившиеся в воде, должны быть вынуты из нее не ранее чем за 10 мин до испытания и вытерты влажной тканью.

Образцы, хранившиеся в помещении, должны быть очищены волосяной щеткой.

Перед установкой образца на пресс с контактирующих с гранями образца опорных плит пресса тщательно удаляют частицы раствора, оставшиеся от предыдущего испытания.

Образец устанавливают на нижнюю плиту пресса центрально относительно его оси так, чтобы основанием служили грани, соприкасавшиеся со стенками формы при его изготовлении.

Шкалу силоизмерителя испытательной машины или пресса выбирают из условия, что ожидаемое значение разрушающей нагрузки должно быть в интервале 20—80 % от максимальной нагрузки, допускаемой выбранной шкалой.

Нагрузка на образец должна возрастать непрерывно с постоянной скоростью  $(0,6 \pm 0,4)$  МПа [ $(6 \pm 4)$  кгс/см<sup>2</sup> или  $(0,6 \pm 0,4)$  Н/мм<sup>2</sup>] в секунду до его разрушения.

Достигнутое в процессе испытания образца максимальное усилие принимают за величину разрушающей нагрузки.

Предел прочности раствора на сжатие  $R$  вычисляют для каждого образца с погрешностью до 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>) по формуле:

$$R = \frac{P}{A} \quad (1.12)$$

где  $P$  — разрушающая нагрузка, Н;

$A$  — рабочая площадь сечения образца, мм<sup>2</sup>.

Рабочую площадь сечения образцов определяют по результатам измерения как среднее арифметическое значение площадей двух противоположных граней.

**Примечание:**  $1 \frac{Н}{мм^2} = 10 \frac{кгс}{см^2} = 1 МПа.$

Предел прочности раствора на сжатие вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытаний трех образцов. Величину предела прочности на сжатие в заданный период времени вычисляют по таблице 1.1.

#### 1.4.6 Плотность раствора

Определяют испытанием образцов-кубов с ребром 70,7 мм, изготовленных из растворной смеси рабочего состава.

Плотность раствора определяют испытанием образцов в состоянии естественной влажности или при нормированном влажностном состоянии.

Плотность раствора при нормируемом влажностном состоянии определяют испытанием образцов раствора, имеющих нормируемую влажность или произвольную влажность с последующим пересчетом полученных результатов на нормированную влажность по формуле (1.14).

При определении плотности раствора в сухом состоянии образцы высушивают до постоянной массы.

При определении плотности раствора в воздушно-сухом состоянии образцы перед испытанием выдерживают не менее 28 сут в помещении при температуре  $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $(50 \pm 20) \%$ .

При определении плотности раствора в нормальных влажностных условиях образцы хранят 28 сут в камере нормального твердения, эксикаторе или другой герметичной емкости при относительной влажности воздуха не менее 95 % и температуре  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

При определении плотности раствора в водонасыщенном состоянии образцы насыщают водой в течение 48 часов.

Объем образцов вычисляют по их геометрическим размерам. Размеры образцов определяют штангенциркулем с погрешностью не более 0,1 мм.

Массу образцов определяют взвешиванием с погрешностью не более 0,1 %.

Плотность образца раствора  $\rho_{\omega}$  кг/м<sup>3</sup> (г/см<sup>3</sup>) вычисляют по формуле:

$$\rho_{\omega} = \frac{m}{V} \cdot 1000 \quad (1.13)$$

где  $m$  — масса образца, кг (г);  
 $V$  — объем образца, м<sup>3</sup> (см<sup>3</sup>).

Плотность раствора серии образцов вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытания всех образцов серии.

**Примечание** - Если определение плотности и прочности раствора производят испытанием одних и тех же образцов, то образцы, отбракованные при определении прочности раствора, не учитывают при определении его плотности.

Плотность раствора при нормированном влажностном состоянии  $\rho_n$ , кг/м<sup>3</sup> (г/см<sup>3</sup>), вычисляют по формуле

$$\rho_n = \rho_{\omega} \frac{1 + \frac{W_M}{100}}{1 + \frac{W_H}{100}} \quad (1.14)$$

где  $\rho_{\omega}$  — плотность раствора при влажности  $W_M$ , кг/м<sup>3</sup> (г/см<sup>3</sup>);  
 $W_H$  — нормированная влажность раствора, %;  
 $W_M$  — влажность раствора в момент испытания.

#### 1.4.7 Влажность раствора

Определяют испытанием образцов или проб, полученных дроблением образцов после их испытания на прочность или извлеченных из готовых изделий или конструкций.

Наибольшая крупность раздробленных кусков раствора должна быть не более 5 мм.

Образцы проб дробят и взвешивают сразу же после отбора и хранят их в паронепроницаемой упаковке или герметичной таре, объем которой превышает объем уложенных в нее образцов не более чем в два раза.

Для проведения испытаний применяют: весы лабораторные, шкаф сушильный, эксикатор, противни, хлористый кальций.

Подготовленные образцы или пробы взвешивают и высушивают до постоянной массы при температуре  $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

Гипсовые растворы высушивают при температуре 45—55 °С.

Постоянной считают массу, при которой результаты двух последовательных взвешиваний отличаются не более чем на 0,1 %. При этом время между взвешиваниями должно быть не менее 4 ч.

Перед повторным взвешиванием образцы охлаждают в эксикаторе с безводным хлористым кальцием или вместе с сушильным шкафом до комнатной температуры.

Влажность раствора по массе  $W_m$  в процентах вычисляют с погрешностью до 0,1 % по формуле:

$$W_m = \frac{m_g - m_c}{m_c} \cdot 100, \quad (1.15)$$

где  $m_g$  — масса образца раствора до сушки, кг (г);

$m_c$  — масса образца раствора после сушки, кг (г).

Влажность раствора по объему  $W_o$  в процентах вычисляют с погрешностью до 0,1 % по формуле:

$$W_o = \frac{W_m \rho_o}{\rho_g}, \quad (1.16)$$

где  $\rho_o$  — плотность сухого раствора кг/м<sup>3</sup> (г/см<sup>3</sup>);

$\rho_g$  — плотность воды, принимаемая равной 1000 кг/м<sup>3</sup> (1 г/см<sup>3</sup>).

Влажность раствора серии образцов определяют как среднее арифметическое результатов определения влажности отдельных образцов раствора.

#### 1.4.8 Водопоглощение раствора

Определяют испытанием образцов-кубов с ребром 70,7 мм, высушенных до постоянной массы.

Для проведения испытаний применяют: весы лабораторные, шкаф сушильный, емкость для насыщения образцов водой, проволочную щетку или абразивный камень.

Поверхность образцов очищают от пыли, грязи и следов смазки с помощью проволочной щетки или абразивного камня.

Образцы помещают в емкость, наполненную водой с таким расчетом, чтобы уровень воды в емкости был выше верхнего уровня уложенных образцов примерно на 50 мм.

Образцы укладывают на прокладки так, чтобы высота образца была минимальной.

Температура воды в емкости должна быть  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Образцы взвешивают через каждые 24 ч водопоглощения на обычных или гидростатических весах с погрешностью не более 0,1 %.

При взвешивании на обычных весах образцы, вынутые из воды, предварительно вытирают отжатой влажной тканью.

Испытание проводят до тех пор, пока результаты двух последовательных взвешиваний будут отличаться не более чем на 0,1 %.

Водопоглощение раствора отдельного образца по массе  $W_m$  в процентах определяют с погрешностью до 0,1 % по формуле:

$$W_m = \frac{m_g - m_c}{m_c} \cdot 100, \quad (1.17)$$

где  $m_c$  — масса высушенного образца, кг (г);

$m_b$  — масса водонасыщенного образца, кг (г).

Водопоглощение раствора отдельного образца по объему  $W_o$  в процентах определяют с погрешностью до 0,1 % по формуле:

$$W_o = \frac{W_m \rho_o}{\rho_B}, \quad (1.18)$$

где  $\rho_o$  — плотность сухого раствора, кг/м<sup>3</sup> (г/см<sup>3</sup>);

$\rho_B$  — плотность воды, принимаемая равной 1000 кг/м<sup>3</sup> (1 г/см<sup>3</sup>).

Водопоглощение раствора серий образцов определяют как среднее арифметическое значение результатов испытаний отдельных образцов в серии.

## 1.5 Общие выводы

Результаты испытаний растворной смеси и раствора оформляются в виде таблиц в журнале испытаний.

Условное обозначение строительного раствора должно состоять из сокращенного обозначения с указанием степени готовности (для сухих растворных смесей), назначения, вида применяемого вяжущего, марок по прочности и подвижности, средней плотности (для легких растворов) и обозначения стандарта.

Пример условного обозначения тяжелого раствора, готового к употреблению, кладочного, на известково-гипсовом вяжущем, марки по прочности М 100, по подвижности - П<sub>к</sub> 2:

Раствор кладочный, известково-гипсовый, М100, П<sub>к</sub> 2, ГОСТ 28013-98.

Для сухой растворной смеси, легкой, штукатурной, на цементном вяжущем, марки по прочности М50 и по подвижности - П<sub>к</sub> 3, средней плотности D900:

Смесь сухая растворная штукатурная, цементная, М50, П<sub>к</sub> 3, D900, ГОСТ 28013-98.

## 1.6 Контрольные вопросы

1. Что такое строительный раствор и сухая строительная смесь? В чем сходство и в чем отличие?
2. Классификация строительных растворов.
3. Основы производства сухих строительных смесей и традиционных строительных растворов.
4. Минеральные сырьевые компоненты для производства строительных растворов и сухих строительных смесей.
5. Химические и минеральные добавки для модификации минеральных составов строительных растворов.
6. Реологические свойства растворных смесей и методы их определения.
7. Физико-механические свойства строительных растворов и методы их определения.
8. Область применения строительных растворов и факторы ее определяющие.
9. Факторы, влияющие на прочность растворов.
10. Приготовление строительного раствора.
11. Принципы подбора состава строительного раствора.

## 2 Испытание битумных вяжущих веществ

Цель работы: Ознакомление с методиками определения основных свойств нефтяного битума.

### 2.1 Общие положения

Битумные вяжущие (битумы) представляют собой сложные смеси высокомолекулярных углеводородов и их неметаллических производных. Битумы бывают природными и искусственными (нефтяными); последние широко применяются в строительстве и производстве различных гидроизоляционных материалов.

Нефтяные битумы – продукт переработки нефти и её смолистых остатков. В зависимости от способа получения различают остаточные, окисленные и крекинговые нефтяные битумы. По внешнему виду – это твердая или вязкая масса черного цвета со слабым запахом минерального масла. Ценными свойствами этих битумов являются водонепроницаемость, химическая стойкость, способность размягчаться при нагревании и сцепляться с древесиной, камнем и металлом, а также быстрота нарастания вязкости при остывании.

В зависимости от области применения нефтяные битумы бывают строительные, кровельные, дорожные.

Строительные нефтяные битумы применяются для строительных работ в различных отраслях народного хозяйства.

Нефтяные строительные битумы выпускают следующих марок:  
БН 50/50, БН 70/30, БН 90/10.

По физико-химическим показателям строительные нефтяные битумы должны соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Показатели качества строительных нефтяных битумов

Наименование показателя	Норма для марки		
	БН 50/50	БН 70/30	БН 90/10
Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	41–60	21–40	5–20
Температура размягчения по кольцу и шару, °C	50–60	70–80	90–105
Растяжимость при 25°C, не менее	4,0	3,0	1,0
Растворимость, %, не менее	99,5	99,5	99,5
Изменение массы после прогрева, %; не более	0,5	0,5	0,5
Температура вспышки, °C, не ниже	230	240	240
Массовая доля воды	Следы		

Битумы нефтяные кровельные пропиточные и покровные применяются для производства кровельных материалов.

В зависимости от области применения кровельные нефтяные битумы вырабатывают следующих марок: БНК-40/180 – битум для пропитки, БНК-45/190 – битум для пропитки и получения покровного битума, БНК-90/30 – битум для покровного слоя.

По физико-химическим показателям кровельные нефтяные битумы должны соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Показатели качества строительных нефтяных битумов

Наименование показателя	Норма для марки		
	БНК 40/180	БНК 45/190	БНК 90/30
Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм	160-210	160-220	25-35
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	37-44	40-50	80-95
Температура хрупкости, °С, не выше	–	–	-10
Растворимость в толуоле или хлороформе, %, не менее	99,5	99,5	99,5
Изменение массы после прогрева, %, не более	0,8	0,8	0,5
Глубина проникания иглы при 25 °С в остатке после прогрева, % от первоначальной величины, не менее	60	60	70
Температура вспышки, °С, не ниже	240		
Массовая доля воды, не более	следы		
Массовая доля парафина, %, не более	–	5,0	–
Индекс пенетрации	–	от 1,0 до 2,5	–

Дорожные вязкие нефтяные битумы предназначены для применения в качестве вяжущего материала при строительстве и ремонте дорожных и аэродромных покрытий.

По физико-химическим показателям они должны соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Показатели качества строительных нефтяных битумов

Наименование показателя	Норма для битума марки									
	БНД 200/300	БНД 130/200	БНД 90/130	БНД 60/90	БНД 40/60	БН 200/300	БН 130/200	БН 90/130	БН 60/90	
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	201-300 24	131-200 18	91-130 15	60-90 10	
Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	35	40	43	47	51	33	38	41	45	
Растяжимость, см, не менее при 25 °С при 0 °С	- 20,0	70 6,0	65 4,0	55 3,5	45 –	- –	80 –	80 –	70 –	
Температура хрупкости, °С, не выше	-20	-18	-17	-15	-12	-14	-12	-10	-6	
Температура вспышки, °С, не ниже	220	220	230	230	230	220	230	240	240	
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более	7	6	5	5	5	8	7	6	6	
Индекс пенетрации	От -1,0 до +1,0					От -1,5 до + 1,0				

Битумы нефтяные дорожные жидкие применяют в качестве вяжущего материала при строительстве дорожных покрытий и оснований.

В зависимости от скорости формирования структуры жидкие битумы подразделяются на два класса:

- густеющие со средней скоростью, получаемые разжижением вязких дорожных битумов жидкими нефтепродуктами (СГ) и предназначенные для строительства капитальных и облегченных дорожных покрытий, а также для устройства их оснований во всех дорожно-климатических зонах страны;

- медленногустеющие, получаемые разжижением вязких дорожных битумов жидкими нефтепродуктами (МГ), и получаемые из остаточных или частично окисленных нефтепродуктов или их смесей (МГО), предназначенные для получения холодного асфальтобетона, а также для строительства дорожных покрытий облегченного типа и оснований во II-V дорожно-климатических зонах и других целей.

Битумы нефтяные дорожные жидкие должны соответствовать требованиям и нормам, указанных в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Показатели качества дорожных нефтяных битумов

Наименование показателя	Норма для битума марки								
	СГ 40/70	СГ 70/130	СГ 130/200	МГ 40/70	МГ 70/130	МГ 130/200	МГО 40/70	МГО 70/130	МГО 130/200
1. Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при 60 °С, с	40-70	71-130	131-200	40-70	71-130	131-200	40-70	71-130	131-200
2. Количество испарившегося разжижителя, %, не менее	10	8	7	8	7	5	-	-	-
3. Температура размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя, °С, не ниже	37	39	39	28	29	30	-	-	-
4. Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	45	50	60	100	110	45	110	120	160
5. Испытание на сцепление с мрамором или с песком	Выдерживает в соответствии с контрольным образцом № 2								

## 2.2 Нормативная база

Применяемые в строительстве битумные вяжущие должны удовлетворять нормативным требованиям, которые изложены в соответствующих документах. Перечень основных нормативных документов [44 - 53]:

1. ГОСТ 11501-78\* Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникновения иглы.
2. ГОСТ 11503-74\* Битумы нефтяные. Метод определения условной вязкости.
3. ГОСТ 11505-75\* Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости.
4. ГОСТ 11506-73\* Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару.
5. ГОСТ 11507-78\* Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу.
6. ГОСТ 11508-74\* Битумы нефтяные. Метод определения сцепления битума с мрамором и песком.
7. ГОСТ 9548-74 Битумы нефтяные кровельные. Технические условия.
8. ГОСТ 11955-82 Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия.
9. ГОСТ 22245-90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.
10. ГОСТ 6617-76 Битумы нефтяные строительные. Технические условия.

## 2.3 Методика испытаний

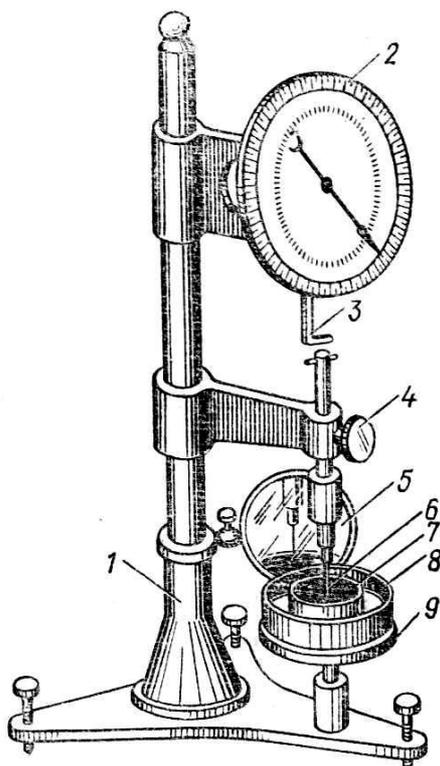
### 2.3.1 Определение глубины проникания иглы (пенетрация).

Сущность метода заключается в измерении глубины, на которую погружается игла пенетromетра (рисунок 2.1) в испытуемый образец битума при заданной нагрузке, температуре и времени и выражается в единицах, соответствующих десятым долям миллиметра (0,1 мм).

Для проведения испытания применяют:

- Пенетromетр с иглой по ГОСТ 1440-78, снабженный дополнительным грузом - шайбой массой (50,00±0,05), (100,00±0,05) или (150,00±0,05) г.
- Чашка металлическая (пенетрационная) цилиндрическая с плоским дном, внутренним диаметром (55±1) мм и внутренней высотой (35±2) мм - для битумов с глубиной проникания иглы до 250 и (60±1) мм - для битумов с глубиной проникания иглы более 250.
- Баня водяная вместимостью не менее 10 дм<sup>3</sup> (для термостатирования).
- Термометр жидкостной стеклянный по ГОСТ 28498-90 с ценой деления шкалы 0,1 °С, 1-го и 2-го классов точности.
- Термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 400-80, с диапазоном измерения 0-360 °С, с ценой деления 1 °С.
- Чашка кристаллизационная ЧКЦ по ГОСТ 25336-82 или сосуд металлический плоскодонный вместимостью не менее 0,5 дм<sup>3</sup>. Высота сосуда должна быть не менее чем на 15 мм больше высоты пенетрационной чашки.

- Сито с металлической сеткой № 07 по ГОСТ 6613-86.
- Чашка фарфоровая или металлическая.
- Палочка стеклянная.
- Секундомер по ГОСТ 5072-79.
- Тoluол по ГОСТ 14710-78 или по ГОСТ 9880-76, бензин или другой растворитель.
- Соль поваренная пищевая по ГОСТ 13830-84.



- 1 – штатив;
- 2 – циферблат;
- 3 – кремальера;
- 4 – стопорная кнопка;
- 5 – зеркало;
- 6 – игла;
- 7 – цилиндрическая чаша;
- 8 – кристаллизатор;
- 9 – столик.

Рисунок 2.1 – Пенетрометр

Испытуемый образец битума нагревают до подвижного состояния, при наличии влаги его обезвоживают путем нагрева до температуры на 90 °С выше температуры размягчения, но не выше 180 °С (для дорожных битумов - не выше 160 °С) при осторожном перемешивании, избегая местных перегревов. Время нагревания битума при указанных условиях не должно превышать 30 мин.

Обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния битум процеживают через металлическое сито и наливают в две пенетрационные чашки так, чтобы поверхность битума была не более чем на 5 мм ниже верхнего края чашки, и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

Чашку с битумом охлаждают на воздухе при 18-30 °С, предохраняя образец от пыли. Продолжительность охлаждения 60-90 мин при испытании битума с глубиной проникания иглы до 250 и 90-120 мин - с глубиной проникания иглы более 250.

Затем чашки с битумом помещают в баню для термостатирования при заданной температуре испытания.

Время выдерживания чашек в бане высотой 35 мм - 60- 90 мин, а чашек высотой 60 мм - 90-120 мин.

По истечении заданного времени выдерживания чашку с образцом битума вынимают из бани для термостатирования и помещают в плоскодонный сосуд вместимостью не менее 0,5 дм<sup>3</sup>, наполненный водой так, чтобы высота жидкости над поверхностью битума была не менее 10 мм, температура воды в сосуде должна соответствовать температуре испытания. Пенетрометр устанавливают горизонтально, после этого проверяют точность показаний. Температура и условия испытания глубины проникания иглы приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Температура и условия испытания глубины проникновения иглы

Температура испытания, °С	Общая масса стержня, иглы и дополнительного груза, г	Время опускания иглы, с
0,0±0,1	200,00±0,20	60
4,0±0,1	200,00±0,20	60
25,0±0,1	100,00±0,15	5
50,0±0,1	50,00±0,10	5

Сосуд устанавливают на столик пенетрометра и подводят острие иглы к поверхности битума так, чтобы игла слегка касалась ее.

Доводят кремальеру до верхней площадки плунжера, несущего иглу, и устанавливают стрелку на нуль или отмечают ее положение, после чего одновременно включают секундомер и нажимают кнопку пенетрометра, давая игле свободно входить в испытуемый образец в течение 5 с, по истечении которых отпускают кнопку. После этого доводят кремальеру вновь до верхней площадки плунжера с иглой и отмечают показание пенетрометра.

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 иглу вынимают из гнезда, отмывают ее толуолом, бензином или другим растворителем и насухо вытирают в направлении острия.

Если глубина проникания иглы образца выше 200 единиц, применяют не менее трех игл, оставляя каждую в образце до завершения трех определений.

За результат испытания при 25 °С принимают среднее арифметическое результатов не менее трех определений, расхождение между наибольшим и наименьшим определением не должно превышать значений, указанных в таблице 2.6.

Если расхождения результатов определений превышают значения, указанные в таблице 2.6, то испытания повторяют на другом параллельно подготовленном образце.

Результаты испытания округляют до целого числа.

Таблица 2.6 – Допустимые расхождения при определении пенетрации

Глубина проникания иглы (пенетрация) при 25 °С, 0,1 мм	Допускаемые расхождения между наибольшим и наименьшим определением, 0,1 мм
До 50	2
Св. 50 до 150	4
» 150 » 250	6
» 250	3% от среднего арифметического значения

### 2.3.2 Определение температуры размягчения по кольцу и шару

Сущность метода заключается в определении температуры, при которой битум, находящийся в кольце заданных размеров, в условиях испытания размягчается и, перемещаясь под действием стального шарика, коснется нижней пластинки.

При определении температуры размягчения нефтяного битума применяют:

- аппарат (рисунок 2.2), в комплект которого входят: стакан (баня) из термостойкого стекла диаметром не менее 85 мм и высотой не менее 120 мм; кольцо латунное ступенчатое или гладкое; пластинки металлические, расстояние между которыми 25,0-25,4 мм.

Верхняя пластинка имеет три отверстия: два для помещения колец и третье - для термометра;

- штатив, поддерживающий пластинки;

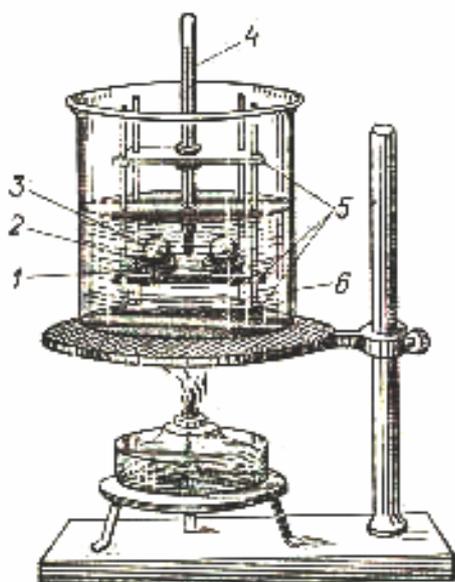


Рисунок 2.2 – «Кольцо-шар»

- направляющая металлическая накладка для концентрического размещения шариков; допускается проводить определение без направляющей накладки;

- шарики стальные по ГОСТ 3722-81 с номинальным диаметром 9,525 мм и массой  $(3,50 \pm 0,05)$  г каждый.

- пластинку полированную металлическую или стеклянную;

- термометр ртутный типа ТН-3 и ТН-7 по ГОСТ 400-80;

- сито с металлической сеткой № 07 по ГОСТ 6613-86;

- нож для срезания битума;

- горелку газовую или плитку электрическую с регулировкой нагрева;
- секундомер по ТУ 25-1894.003-90.
- палочка стеклянная или металлическая для перемещения битума;
- вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Перед испытание образец битума, при наличии влаги, обезвоживают осторожным нагреванием без перегрева до температуры на 80-100 °С выше ожидаемой температуры размягчения, но не ниже 120 °С и не выше 180 °С. Обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния битум процеживают через сито и затем тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

Масса пробы битума около 50 г.

Битум наливают с некоторым избытком в два кольца, при этом следует избегать образования пузырьков воздуха.

После охлаждения колец с битумом на воздухе в течение 30 мин при  $(25 \pm 10)$  °С избыток битума гладко срезают нагретым ножом вровень с краями колец.

Для битума с температурой размягчения свыше 110 °С избыток битума срезают после охлаждения на воздухе в течение 5 мин, а затем выдерживают еще 15 мин.

Для битумов с температурой размягчения ниже 30 °С кольца с битумом помещают на 30 мин в стакан с водой, температура которой  $(5 \pm 1)$  °С. Избыток битума срезают нагретым ножом.

Кольца с битумом помещают в отверстия верхней пластинки аппарата. В среднее отверстие верхней пластинки вставляют термометр так, чтобы нижняя точка ртутного резервуара была на одном уровне с нижней поверхностью битума в кольцах.

Штатив с испытуемым битумом в кольцах и направляющими накладками помещают в стеклянный стакан (баню), заполненный дистиллированной свежевскипяченой водой, температура которой  $(5 \pm 1)$  °С, уровень воды над поверхностью колец не менее 50 мм.

По истечении 15 мин штатив вынимают из бани, на каждое кольцо в центре поверхности битума кладут пинцетом стальной шарик, охлажденный в бане до  $(5 \pm 1)$  °С, и опускают подвеску обратно в баню, избегая появления пузырьков воздуха на поверхности битума.

Устанавливают баню на нагревательный прибор так, чтобы плоскость колец была строго горизонтальной. Температура воды в бане после первых 3 мин подогрева должна со скоростью  $(5 \pm 0,5)$  °С в минуту.

Для каждого кольца и шарика отмечают температуру, при которой выдавливаемый шариком битум коснется нижней пластинки.

Примечание. Если шарик продавливает битум, то испытание повторяют. Если при повторном испытании продавливание повторяется, то отмечают это в результате.

За температуру размягчения битума принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений, округленных до целого числа.

### 2.3.3 Определение условной вязкости битума

Сущность метода заключается в измерении времени, в течение которого определенное количество битума протекает через калиброванное отверстие цилиндра аппарата при заданной температуре.

Для проведения испытания применяют вискозиметры типа ВУБ-1, секундомер, сито с металлической сеткой № 07 по ГОСТ 6613-86, посуда лабораторная фарфоровая по ГОСТ 9147-73, соль поваренная пищевая по ГОСТ 13830-97 или кальций хлористый технический по ГОСТ 450-77.

Перед испытанием пробу битума, нагретого до подвижного состояния (жидкого битума не выше 60 °С), при необходимости обезвоживают фильтрованием через слой высотой 15-20 мм крупнокристаллической свежепрокаленной поваренной соли или хлористого кальция.

Продукт, обезвоженный и нагретый до подвижного состояния, процеживают через сито и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

Вискозиметр устанавливают горизонтально. Внутреннюю поверхность цилиндра аппарата, а также затвор тщательно промывают бензином или другим растворителем и просушивают воздухом.

Сточное отверстие рабочего цилиндра закрывают затвором и подставляют под него мерный цилиндр.

Баню аппарата наполняют водой, нагретой на 1-2 °С выше температуры испытания. Температуру воды в бане поддерживают нагреванием.

Для определения условной вязкости пробу охлаждают до комнатной температуры и выдерживают не менее 1 ч, затем нагревают ее на 2-3 °С выше температуры испытания и наливают в рабочий цилиндр аппарата при закрытом затворе до уровня отметки на затворе.

Битумы наливают так, чтобы не образовывались пузырьки воздуха.

Битум, залитый в цилиндр аппарата, хорошо перемешивают термометром.

При достижении температуры испытания с погрешностью не более 6,5 °С из рабочего цилиндра аппарата вынимают термометр и быстро поднимают затвор. При сливе продукт не должен разбрызгиваться по стенкам мерного цилиндра.

В момент, когда уровень битума достигнет в измерительном цилиндре метки 25 см<sup>3</sup>, включают секундомер. Когда уровень продукта достигнет метки 75 см<sup>3</sup>, секундомер останавливают и вычисляют время испытания.

За условную вязкость, выраженную в секундах, принимают время истечения 50 см<sup>3</sup> битума.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух определений, округленное до целого числа.

### 2.3.4 Определение растяжимости

Сущность метода заключается в определении максимальной длины, на которую может растянуться без разрыва битум, залитый в специальную форму, раздвигаемую с постоянной скоростью при заданной температуре.

При определении растяжимости битума применяются:

- дуктилометр, состоящий из пластмассового или деревянного ящика (ванны), выложенного внутри оцинкованной жестию или эмалью; внутри ящика через всю его длину проходит червячный винт с салазками, вращение винта придает салазкам поступательное движение; на одной стороне прибора укреплена стойка с тремя штифтами, соответственно трем штифтам, имеющимся на салазках; на салазках закреплен указатель-стрелка, передвигающаяся при движении салазок вдоль линейки. Червячный винт приводится в движение от мотора. Скорость салазок должна быть 5 см/мин;
- формы латунные для битума-«восьмерки» (рисунок 2.3);
- термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 215-73, с интервалом измеряемых температур 0-50 °С, с ценой деления шкалы 0,5 °С;
- нож для среза битума с прямым лезвием.

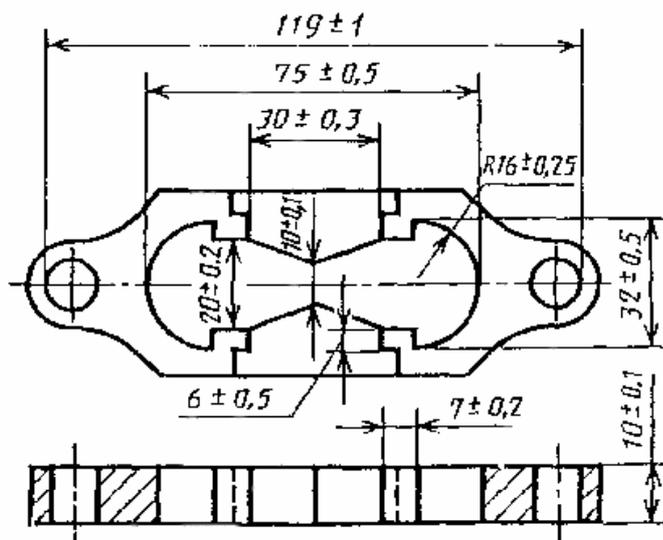


Рисунок 2.3 - Формы латунные для битума-«восьмерки»

Подготовленный для испытания битум расплавляют и наливают в три формы тонкой струей от одного конца формы до другого, пока она не наполнится выше краев. Залитый в форму битум оставляют охлаждаться на воздухе в течение 30-40 мин при комнатной температуре, но не ниже 18 °С, а затем гладко срезают излишек битума горячим острым ножом от середины к краям так, чтобы битум заполнял формы вровень с их краями.

Формы с битумом, не снимая с пластинки, помещают в водяную ванну, объем воды в которой должен быть не менее 10 дм<sup>3</sup> (можно в ванну дуктилометра). Высота слоя воды над битумом должна быть не менее 25 мм; в ванне

поддерживают температуру испытания, добавляя горячую или холодную воду или лед. При определении растяжимости при 25 °С температура воды поддерживается (25±0,5) °С, при определении растяжимости при 0 °С температура воды поддерживается (0 + 0,5) °С.

По истечении 1 ч формы с битумом вынимают из воды, снимают с пластины и закрепляют в дуктилометре, для чего кольца зажимов формы надевают на штифты, находящиеся на салазках и на стойке дуктилометра. После этого отнимают боковые части форм. Если образцы выдерживались не в дуктилометре, а в другой ванне, то прежде чем переносить их в дуктилометр, его также наполняют водой, имеющей температуру испытания, в таком количестве, чтобы вода покрывала штифты не менее чем на 25 мм. После того, как температура воды в дуктилометре установится (25±0,5) °С при испытании при 25 °С и (0 + 0,5) °С - при испытании при 0 °С, включают мотор дуктилометра и наблюдают за растяжением битума.

Скорость растяжения при испытаниях при 25 °С и 0 °С должна быть 5 см/мин.

При определении растяжимости битумов, имеющих плотность значительно большую или меньшую плотности воды (при растяжении нити битума достигают дна или всплывают на поверхность воды), плотность воды изменяют добавлением раствора поваренной соли или глицерина (для увеличения плотности) и этилового спирта (для уменьшения плотности).

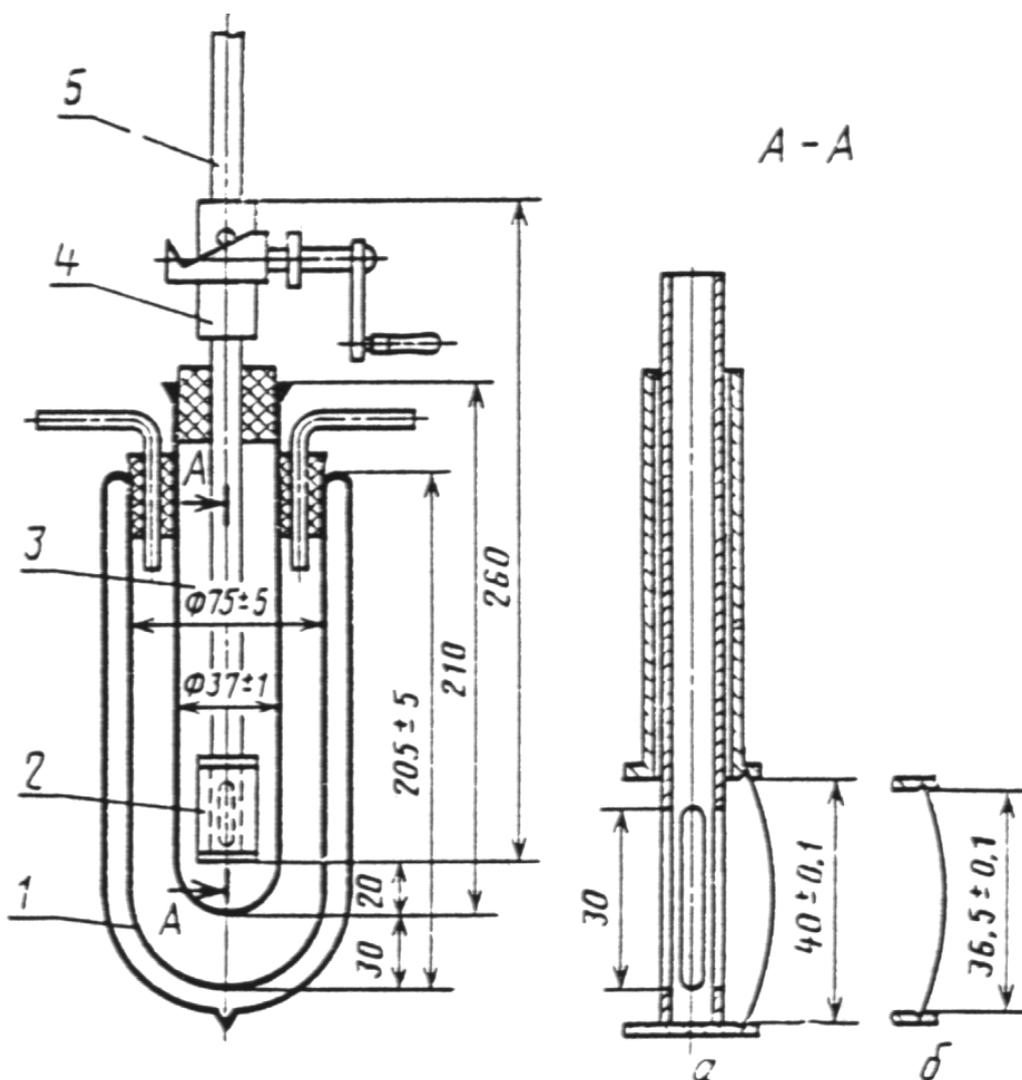
За растяжимость битума принимают длину нити битума в сантиметрах, отмеченную указателем в момент ее разрыва. Для каждого образца проводят три определения. За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение трех параллельных определений. При растяжимости до 10,0 см результат округляют до 0,1 см, при большем значении результат округляют до целого числа.

### **2.3.5 Определение температуры хрупкости по Фраасу**

Сущность метода заключается в охлаждении и периодическом изгибе образца битума и определении температуры, при которой появляются трещины или образец битума ломается.

Для проведения испытания используют прибор Фрааса (рисунок 2.4), в который входят: устройство для сгибания пластинки, состоящее из двух концентрических трубок из теплоизоляционного материала, и приспособления для перемещения внутренней трубки относительно внешней трубки. При перемещении внутренней трубки расстояние между пазами захватов должно равномерно уменьшаться на (36,5±0,1) мм от максимального расстояния (40±0,1) мм за 10-12 с.

Приспособление для перемещения внутренней трубки состоит из конуса или двух клиньев, по поверхности которых движется штифт, соединенный с внутренней трубкой. Приспособление приводится в действие вращением рукоятки или автоматически.



1 - сосуд Дьюара; 2 - пластинка; 3 - пробирка; 4 - устройство для сгибания пластинки; 5 - термометр  
 а - начальное положение пластинки; б - конечное положение пластинки

Рисунок 2.4 – Схема прибора Фрааса.

Обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния битум процеживают через металлическое сито и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

Две стальные пластинки тщательно промывают толуолом или керосином, высушивают и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Испытанием на изгиб вручную устанавливают, в какую сторону изгибается стальная пластинка. Наносят  $(0,40 \pm 0,01)$  г битума на выпуклую при изгибе сторону пластинки.

Пластинку с навеской битума кладут на верхнюю плитку устройства для расплавления битума и осторожно нагревают нижнюю плитку-отражатель газовой горелкой или другим источником тепла до тех пор, пока битум не растечется равномерно по поверхности пластинки.

Пламенем шириной около 5 мм и длиной 5-10 мм осторожно прогревают поверхность, удаляют возможные пузырьки воздуха и получают гладкое, равномерное покрытие. При этом следует избегать местных перегревов. Время расплавления и распределения битума составляет 5-10 мин.

Подготовленные пластинки с битумом сдвигают на гладкую плоскую горизонтально установленную керамическую плитку. Защищенные от пыли пластинки с битумом выдерживают при комнатной температуре не менее 30 мин.

В захваты устройства для сгибания (при расстоянии между пазами захватов  $40,0 \pm 0,1$  мм) вставляют пластинку так, чтобы битумный слой был расположен наружу. При этом надо избегать образования трещин в битумном покрытии при сгибании пластинки. Если покрытие треснуло, то в устройство для сгибания помещают пластинку с другим покрытием.

Собирают устройство для охлаждения и сосуд Дьюара заполняют изооктаном или спиртом, примерно, на  $1/2$  высоты.

Устройство для сгибания пластинки вставляют в стеклянную пробирку с небольшим количеством хлористого кальция.

Термометр устанавливают так, чтобы ртутный резервуар термометра находились на уровне середины стальной пластинки. Температура в пробирке к началу испытания должна быть не ниже  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Вводят порциями охлаждающий агент и понижают температуру в пробирке со скоростью  $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ , при этом допускаемые отклонения не должны превышать  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  за 10 мин.

Сгибать пластинку начинают при температуре, примерно, на  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  выше ожидаемой температуры хрупкости.

Сгибают и распрямляют пластинку равномерным вращением рукоятки со скоростью около 1 об/с сначала в одну сторону до достижения максимального прогиба пластинки (при уменьшении расстояния между пазами захватов (до  $36,5 \pm 0,1$ ) мм, а затем в обратную сторону до достижения исходного положения.

Весь процесс сгибания и распрямления пластинки должен заканчиваться за 20-24 с. Операцию повторяют в начале каждой минуты и отмечают температуру в момент появления первой трещины. Для уточнения появления трещины допускается кратковременно извлекать пробирку с битумом из сосуда Дьюара или широкой пробирки. В ходе испытания устройство для сгибания нельзя вынимать из пробирки.

Аналогичные испытания проводят с другой пластинкой с битумом, при этом сгибать пластинку начинают при температуре на  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  выше температуры появления трещины на первой пластинке.

Если полученные значения различаются на величину, превышающую  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то проводят третье определение.

Время с момента нанесения битумного покрытия до конца испытания не должно превышать 4 ч.

За температуру хрупкости принимают среднее арифметическое значение двух определений, округленное до целого числа.

## **2.4 Общие выводы**

Результаты испытаний нефтяного битума оформляются в виде таблиц в журнале испытаний.

Условное обозначение битума должно состоять из сокращенного обозначения с указанием основного назначения и основных характеристик.

Полученные результаты необходимо сопоставить с нормированным значением основных характеристик отраженных в таблицах 2.1-2.4.

## **2.5 Контрольные вопросы**

1. В каком виде встречается природный битум и как его добывают?
2. Способы производства нефтяных битумов.
3. Основные свойства битума, методы определения.
4. Состав битума.
5. Маркировка битума.
6. Области применения битума.
7. С какой целью вводят тонкомолотые минеральные порошки в асфальтовые бетоны?
8. Разновидности асфальтобетонов.
9. Что называют дегтями и пеком, как их получают?
10. Какой состав имеет дегтебетон, чем он отличается от асфальтобетона?

### 3 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные

Цель работы: Ознакомление с методами испытания рулонных кровельных и гидроизоляционных основных материалов, определение свойств рубероида или толя в соответствии с нормативными требованиями.

#### 3.1 Общие положения

Рулонные кровельные материалы изготавливают из специального картона или стекловолокна путем пропитки его органическими вяжущими веществами с нанесением с одной или двух сторон тугоплавких нефтяных или дегтевых вяжущих с последующей посыпкой. Выпускают их в виде рулонов. В современном строительстве широко применяют кровельные рулонные материалы. При наклеивании их в 3 ... 5 слоев на кровле создается монолитный водонепроницаемый кровельный ковер. Они легки, обеспечивают возможность устраивать кровлю с малым уклоном, обладают способностью сопротивляться химическим воздействиям, например, при использовании на химических и металлургических предприятиях. Кроме того, при устройстве кровли из рулонных материалов значительно сокращается расход металла (листовой стали) в строительстве при одновременном снижении эксплуатационных расходов по сравнению с расходами на эксплуатацию стальных кровель. Однако наряду с положительными свойствами рассматриваемые материалы имеют и существенные недостатки: они недолговечны и легко возгораемы.

По виду пропитки рулонные кровельные материалы делят на битумные, дегтевые, дегтебитумные, гудрокамовые и др.

Среди большого разнообразия рулонных битумных материалов наиболее широко применяют рубероид и пергамин.

Рубероид — рулонный материал, изготовленный путем пропитки кровельного картона расплавленным легкоплавким битумом с последующим покрытием с одной или с обеих сторон тугоплавким нефтяным битумом с наполнителем и посыпкой. Кровельный картон получают из бумажной макулатуры и древесной целлюлозы. Крупнозернистая цветная посыпка не только повышает атмосферостойкость рубероида, но и придает ему привлекательный вид.

В зависимости от назначения рубероид разделяют на кровельный (для устройства верхнего слоя кровельного ковра) и подкладочный (для устройства нижних слоев и гидроизоляции строительных конструкций). Рубероид выпускают четырех марок: РКК — 500, РКМ — 350, РПМ и РПП — 300, РКЧ — 350.

Буква Р означает — рубероид, буквы К и П — кровельный и подкладочный. Третья буква — вид подсыпки: К — крупнозернистая, М — мелкозернистая, П — пылевидная, Ч — чешуйчатая. Число после букв означает марку картона. Например, РКК — 400 В — рубероид кровельный с крупнозернистой посыпкой, изготовленный из картона марки 400 массой 1 м<sup>2</sup> соответственно 400 г.

Рубероид, удовлетворяющий техническим условиям, в разрезе имеет черный цвет, без светлых прослоек непропитанного картона, полотно в рулоне не слипается, торцы ровные. Ширина полотна 1000, 1025 и 1050 мм, общая площадь полотна в рулоне 10 и 15 м<sup>2</sup>.

Качество кровельного ковра зависит от количества слоев, тщательности приклейки ковра к основанию и склейки слоев друг с другом. Обычно кровли устраивают из двух — четырех слоев подкладочного рубероида и одного слоя кровельного рубероида с чешуйчатой (сланцевой) посыпкой, так как такая посыпка, отражая солнечные лучи, придает рулонному ковру повышенную атмосферостойкость.

Стеклорубероид — рулонный кровельный и гидроизоляционный материал. Его получают путем двустороннего нанесения битумного вяжущего на стекловолоконный холст. В зависимости от вида посыпки и назначения стеклорубероид выпускают следующих марок: С-РК (с крупнозернистой посыпкой), С-РЧ (с чешуйчатой посыпкой) и С-РМ (гидроизоляционный с мелкозернистой посыпкой). Площадь рулона стеклорубероида при ширине полотна 960 и 1000 мм около 10 м<sup>2</sup>. Этот материал применяют для устройства кровельного ковра и оклеечной гидроизоляции.

Пергамин — рулонный кровельный материал на основе картона, пропитанного нефтяными битумами. Пергамин не имеет кровельного слоя битума и посыпки. Пергамин выпускают двух марок П-300 и П-350 в рулонах с шириной полотна 1000, 1025 и 1050 мм. Площадь рулона 20 или 40 м<sup>2</sup>. Пергамин применяют в качестве подкладочного материала под рубероид на горячих мастиках, а также для устройства пароизоляции.

Дегтевые кровельные материалы получают пропиткой и покрытием кровельного картона каменноугольными или сланцевыми дегтевыми продуктами без посыпки или с посыпкой из минеральной крошки с одной или двух сторон. В зависимости от вида посыпки и назначения дегтевые кровельные материалы разделяют на толь кровельный с крупнозернистой посыпкой (марок ТКК-350 и ТКК-400), толь кровельный с песочной посыпкой (марок ТКП-350 и ТКП-400) и толь гидроизоляционный (марок ТГ-300 и ТГ-350). Толь выпускают в рулонах площадью 10 м<sup>2</sup> при ширине полотна 1000, 1025 и 1050 мм.

Толь с крупнозернистой посыпкой применяют для устройства верхнего слоя кровельного ковра пологих кровель, укладывая его на горячих дегтевых мастиках.

Полотно толя должно иметь на обеих сторонах слой тугоплавких дегтепродуктов, содержащих минеральный наполнитель, кроме того, на лицевой стороне должна быть крупнозернистая минеральная посыпка, а на нижней — посыпка из тонкоизмельченного минерального вещества.

Толь с песочной посыпкой из-за невысокой долговечности предназначен для устройства кровель временных сооружений.

Толь гидроизоляционный применяют для гидро- и пароизоляции строительных конструкций и нижних слоев кровельного ковра. Этот толь изготавливают, пропитывая кровельный картон каменноугольными или сланцевыми дегте-

выми материалами с последующей посыпкой лицевой и нижней сторон мелкозернистой минеральной посыпкой.

Рулонные кровельные материалы (рубероид, пергамин, толь) рекомендуется хранить в закрытых не отапливаемых помещениях или под навесом, защищая от механических повреждений и атмосферных воздействий. В зимнее время рубероид и толь обладают повышенной хрупкостью, поэтому разворачивать рулоны при отрицательной температуре не рекомендуется — необходимо предварительно отогреть их в теплом помещении.

Дегтебитумные рулонные материалы изготавливают пропиткой кровельного картона дегтепродуктами с последующим покрытием с обеих сторон нефтяным битумом. Дегтебитумные материалы выпускают в рулонах площадью 20 м<sup>2</sup>. Их предназначают для многослойных плоских совмещенных и водоналивных кровельных покрытий, а также для оклеечной гидроизоляции.

Гудрокамовые рулонные материалы получают путем пропитки и покрытия с обеих сторон кровельного картона гудрокамом — продуктом совместного окисления каменноугольных масел и нефтяного гудрона. Гудрокамовые материалы применяют для многослойных плоских кровель и оклеечной гидроизоляции.

## **3.2 Нормативная база**

Как и любой материал, применяемый в строительстве, гидроизоляционные материалы должны удовлетворять нормативным требованиям, которые изложены в соответствующих документах. Перечень основных нормативных документов [54-58]:

1. ГОСТ 30547-97 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия.
2. ГОСТ 2678-94 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытания.
3. ГОСТ 30402-96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.
4. ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.
5. ГОСТ 30444-97 Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени.

## **3.3 Методика испытаний**

### **3.3.1 Проверка внешнего вида**

Упаковку и маркировку рулонов проверяют визуально.

Ровность торцов рулонов определяют проверочным угольником 90° 2-го класса точности.

Равномерность распределения посыпки, наличие или отсутствие слипаемости, трещин, дыр и разрывов устанавливают путем визуального осмотра.

Длину надрывов на кромках полотна измеряют с погрешностью не более 2 мм металлической линейкой.

### **3.3.2 Определение линейных размеров и площади**

Линейные размеры (ширину и длину) полотна материала измеряют металлической линейкой и металлической рулеткой с ценой деления 1 мм, толщину (кроме материалов с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой) индикаторным ручным толщиномером с пределом измерений до 10 мм и ценой деления 0,01 мм или другим измерительным инструментом, обеспечивающим ту же погрешность измерения.

Длину полотна материала в рулоне измеряют по краю полотна, в ширину - на расстоянии не менее 1 м от края полотна.

Результат округляют до 0,1 м (для длины полотна материала) и до 1 мм (для ширины полотна материала).

Толщину материала измеряют на трех образцах размерами  $(100 \times 50) \pm 1$  мм посередине каждого образца.

Результат округляют до 0,01 мм.

Площадь полотна рулона вычисляют по результатам измерений длины и ширины. Результат округляют до 0,1 м<sup>2</sup>.

### **3.3.3 Определение полноты пропитки**

Для определения полноты пропитки поперечную полосу материала разрывают в пяти местах таким образом, чтобы обнажился внутренний слой основы. Визуально определяют цвет, наличие светлых прослоек непропитанной основы и посторонних включений.

### **3.3.4 Определение гибкости**

Метод основан на изгибании полоски материала на бруске с закругленным радиусом  $(25 \pm 0,2)$  мм при заданной температуре и последующей визуальной оценке внешнего вида материала.

Для проведения испытания применяют:

Камера морозильная или холодильник, обеспечивающая создание заданной температуры.

Брус испытательный (рисунок 3.1), изготовленный из твердой древесины, пластмассы или другого материала низкой теплопроводности, имеющий с одной стороны закругление радиусом  $R$ . Радиус должен быть выбран в соответствии с таблицей 3.1 для продукции конкретного вида.

Секундомер.

Линейка металлическая с ценой деления 1 мм.

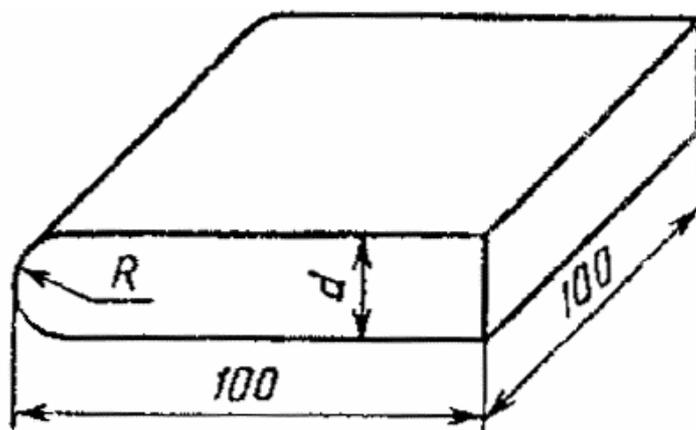


Рисунок 3.1 – Брус испытательный

Испытание проводят на трех образцах размерами  $(150 \times 20) \pm 1$  мм, вырезанных в продольном направлении.

Образцы и испытательный брус помещают в морозильную камеру, холодильник или охлаждающую смесь и выдерживают при температуре в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1 - Условия испытания рулонных материалов на гибкость

Вид материала	Условия испытания рулонных материалов на гибкость	
	на брусе с закруглением радиусом, мм	при температуре, °С, не выше
Битумные:		
на картонной основе	$25 \pm 0,2$	5
на волокнистой основе	$25 \pm 0,2$	0
Битумно-полимерные	$25 \pm 0,2$	минус 15
Полимерные:		
эластомерные	$5 \pm 0,2$	минус 40
термопластичные	$5 \pm 0,2$	минус 20

По истечении заданного времени образец и испытательный груз извлекают из испытательной среды и прикладывают к ровной поверхности бруса нижней стороной таким образом, чтобы к нему прилегало около 0,25 длины образца. Свободный конец образца изгибают в течение  $(5 \pm 1)$  с вокруг закругленной части бруса до достижения другой ровной поверхности (образец принимает U-образную форму).

Производят контроль внешнего вида образца. Время с момента извлечения образца из испытательной среды и до конца испытания не должно превышать 15 с.

Образец считают выдержавшим испытание, если на его лицевой стороне не появятся трещины (разрывы слоя вяжущего) и отслаивание вяжущего или посыпки.

### 3.3.5 Определение водопоглощения

Для проведения испытания применяют: весы лабораторные с допусковой погрешностью не более 0,02 г., электроплита с закрытой спиралью, пригруз массой  $(1,0 \pm 0,1)$  кг, секундомер, линейка металлическая с ценой деления 1 мм., битум с температурой размягчения не ниже 70 °С, ёмкость металлическая размерами не менее 120×250 мм., сосуд для воды.

Испытание проводят на трех образцах размерами  $(100 \times 100) \pm 1$  мм. Пылевидную посыпку с образца материала счищают хлопчатобумажной тканью или щеткой, прокладочный материал (пленку, бумагу и т.п.) перед испытанием удаляют с образца.

Для материалов с крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой допускается проводить испытание на шести образцах размерами  $(100 \times 100) \pm 1$  мм с изготовлением сдвоенных образцов.

Для этого каждый из двух образцов берут пинцетом или щипцами лицевой стороной (крупнозернистой или чешуйчатой посыпкой) вниз и подогревают над электроплиткой таким образом, чтобы на поверхности образца, обращенной к плитке, не появились пузыри. Затем оба образца складывают друг с другом подплавленными поверхностями так, чтобы края обоих образцов совпадали между собой, и устанавливают на  $(30 \pm 1)$  мин пригруз.

Для устранения влияния капиллярного подсоса торцы образца материала на картонной и асбестовой основе погружают на 3-5 мм в битум, разогретый до температуры 160-180 °С, а затем охлаждают в течение не менее 1 ч.

Подготовленный образец взвешивают ( $m_1$ ), а затем погружают на  $(60 \pm 5)$  с в сосуд с водой, после чего его извлекают из воды, вытирают хлопчатобумажной тканью или фильтровальной бумагой в течение 30-60 с и взвешивают ( $m_2$ ). Затем образец снова помещают в воду таким образом, чтобы слой воды над ним был не менее 50 мм и выдерживают в течение времени, указанного в НД на продукцию конкретного вида. После этого образец извлекают из воды, осушают и взвешивают ( $m_3$ ).

Время с момента извлечения образца из воды до взвешивания не должно превышать 60 с.

Водопоглощение ( $W$ ) в процентах по массе вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_3 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (3.1)$$

где  $m_1$  - масса сухого образца, г;

$m_2$  - масса образца после односторонней выдержки в воде, г;

$m_3$  - масса образца после заданной выдержки в воде, г.

Результат округляют до 0,1 %.

### 3.3.6 Определение теплостойкости

Для проведения испытания применяют: шкаф электрический сушильный, обеспечивающий поддержание температуры до 200 °С и линейку металлическую с ценой деления 1 мм.

Испытание проводят на трех образцах размерами  $(100 \times 50) \pm 1$  мм, вырезанных в продольном направлении в соответствии с условиями указанными в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Условия испытания рулонных материалов на теплостойкость

Вид материала	Условия испытания рулонных материалов на теплостойкость	
	при температуре, °С, не ниже	в течение, ч, не менее
Битумные	70	2
Битумно-полимерные	85	2

Сушильный шкаф нагревают до заданной температуры.

Образец материала подвешивают в вертикальном положении на расстоянии не менее 50 мм от стенок шкафа и выдерживают при заданной температуре в течение определенного времени..

Затем образцы извлекают из шкафа, охлаждают и визуально осматривают.

Образец считают выдержавшим испытание на теплостойкость, если на его поверхности отсутствуют вздутия и следы перемещения покровного состава или вяжущего и сползание посыпки.

### 3.3.7 Определение изменения линейных размеров при нагревании

Для проведения испытания применяют: шкаф электрический сушильный, обеспечивающий поддержание температуры до 300 °С, линейку металлическую с ценой деления 1 мм и штангенциркуль.

Испытание проводят на трех образцах размерами  $(100 \times 50) \pm 1$  мм, вырезанных в продольном направлении.

Замеряют первоначальную длину ( $l_1$ ) образца штангенциркулем с погрешностью не более 0,2 мм.

Сушильный шкаф нагревают до температуры, указанной в НД на продукцию конкретного вида (для рулонных безосновных полимерных материалов  $(70 \pm 2)$  °С).

Образцы выдерживают в сушильном шкафу при заданной температуре в течение времени, установленного в НД на продукцию конкретного вида (не менее 6 ч.). Затем образцы извлекают из шкафа, охлаждают и замеряют длину ( $l_2$ ).

Измерение длины ( $\Delta l$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$\Delta l = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \cdot 100 \quad (3.2)$$

где  $l_1$  - длина образца до испытания, мм;

$l_2$  - длина образца после испытания, мм.

Результат округляют до 1 %.

### 3.3.8 Определение потери массы при нагревании

Для проведения испытания применяют: шкаф электрический сушильный, обеспечивающий поддержание температуры до 200 °С, линейку металлическую с ценой деления 1 мм, весы лабораторные с допускаемой погрешностью не более 0,05 г и эксикатор.

Сушильный шкаф нагревают до температуры, указанной в НД на продукцию конкретного вида.

Образец материала взвешивают ( $m_1$ ) и подвешивают в вертикальном положении на расстоянии не менее 50 мм от стенок шкафа.

Образцы выдерживают в сушильном шкафу при заданной температуре в течение времени, установленного в НД на продукцию конкретного вида. Затем образцы извлекают из шкафа, охлаждают в эксикаторе и взвешивают ( $m_2$ ).

Потерю массы при нагревании ( $Q$ ) в процентах вычисляют по формуле:

$$Q = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100 \quad (3.3)$$

где  $m_1$  - масса образца до испытания, г;

$m_2$  - масса образца после испытания, г.

Результат округляют до 0,1 %.

### 3.3.9 Определение массы покровного состава и содержания наполнителя

Для проведения испытания применяют следующие приборы и материалы: весы лабораторные с допускаемой погрешностью не более 0,02 г, электропечь камерная, шкаф электрический сушильный, обеспечивающий поддержание температуры до 200 °С, линейка металлическая с ценой деления 1 мм, эксикатор, тигель;

Испытание проводят на трех образцах размерами  $(100 \times 50) \pm 1$  мм, вырезанных в продольном направлении.

Пылевидную посыпку с образца материала счищают хлопчатобумажной тканью или щеткой, а затем образец взвешивают ( $m_1$ ).

*Материалы с пылевидной посыпкой.*

Образец материала берут щипцами или пинцетом лицевой стороной вверх и подогревают над электроплиткой таким образом, чтобы на поверхности образца, обращенной к плитке, не появились пузыри. Затем горячим ножом снимают подогретый слой покровного состава материала с нижней стороны до основы, не нарушая при этом ее целостности.

Образец, очищенный с нижней или наплавленной стороны от покровного состава, взвешивают ( $m_2$ ). Затем таким же способом снимают покровный состав с лицевой стороны образца.

Образец, очищенный с обеих сторон от покровного состава, взвешивают ( $m_3$ ).

Покровный состав, снятый с трех образцов (не менее 1 г), помещают в предварительно прокаленный и взвешенный тигель ( $m_4$ ) и взвешивают ( $m_5$ ). Тигель с навеской помещают в электропечь, нагревают до температуры  $(600 \pm 10)$  °С и сжигают навеску до полного озоления остатка.

После сжигания тигель с навеской охлаждают в эксикаторе не менее 30 мин и взвешивают ( $m_6$ ).

Охлаждение и взвешивание повторяют до получения расхождения между последовательными взвешиваниями не более 0,04 г.

*Материалы с крупнозернистой посыпкой (метод сжигания)*

Слой покровного состава с нижней или наплавленной стороны образца снимают, как указано выше, после чего образец взвешивают ( $m_2$ ). Затем снимают слой покровного состава вместе с посыпкой с лицевой стороны образца и помещают в предварительно прокаленный и взвешенный тигель ( $m_4$ ) и взвешивают ( $m_5$ ). Тигель с навеской помещают в электропечь, нагревают до температуры  $(600 \pm 10)$  °С и сжигают навеску до полного озоления остатка.

После сжигания тигель с навеской охлаждают в эксикаторе в течение (30 - 40) мин.

Извлеченный после сжигания минеральный остаток рассеивают на сите с сеткой № 02 и взвешивают материал, прошедший через сито ( $m_7$ ), и материал, оставшийся на сите ( $m_8$ ).

Массу покровного состава с нижней или наплавленной стороны материала ( $M_1$ ) в граммах на квадратный метр вычисляют по формуле:

$$M_1 = (m_1 - m_2) \cdot 200 \quad (3.4)$$

где  $m_1$  - масса образца с покровным составом, г;

$m_2$  - масса образца после снятия покровного состава с нижней или наплавленной стороны, г;

200 - коэффициент приведения площади образца к 1 м<sup>2</sup>.

Результат округляют до 1 г.

Массу покровного состава с лицевой стороны материала ( $M_2$ ) в граммах на квадратный метр вычисляют по формулам:

1) для материалов с пылевидной посыпкой

$$M_2 = (m_2 - m_3) \cdot 200 \quad (3.5)$$

где  $m_3$  - масса образца после снятия покровного состава с нижней или направленной и лицевой сторон, г.

2) для материалов с крупнозернистой посыпкой (метод сжигания)

$$M_2 = \left( m_5 - m_4 - \frac{m_8 \cdot 100}{100 - A_1} \right) \cdot 200 \quad (3.6)$$

где  $m_5$  - масса тигля с навеской до прокаливания, г;

$m_4$  - масса пустого прокаленного тигля, г;

$m_8$  - масса материала, оставшегося на сите после отсева, г;

$A_1$  - содержание сгораемых веществ в посыпке, % (в работе  $A_1=0$ ).

Результат округляют до 1 г.

Массу покровного состава материала ( $M_3$ ) в граммах на квадратный метр вычисляют по формуле:

$$M_3 = M_1 + M_2 \quad (3.7)$$

Содержание наполнителя ( $N$ ) в процентах от массы покровного состава вычисляют по формулам:

1) для материалов с пылевидной посыпкой

$$N = \frac{(m_6 - m_4) \cdot 100}{(100 - A_1) \cdot (m_5 - m_4)} \cdot 100 \quad (3.8)$$

где  $m_4$  - масса пустого прокаленного тигля, г;

$m_5$  - масса тигля с навеской до прокаливания, г;

$m_6$  - масса тигля с навеской после прокаливания, г;

$A_1$  - содержание сгораемых веществ в наполнителе, % (в работе  $A_1=0$ ).

2) для материалов с крупнозернистой посыпкой (метод сжигания)

$$N = \frac{m_7 \cdot 100 \cdot 200}{(100 - A_1) \cdot M_2} \cdot 100 \quad (3.9)$$

где  $m_7$  - масса наполнителя, г;

$M_2$  - масса покровного состава с лицевой стороны, г;

$A_1$  - содержание сгораемых веществ в наполнителе, % (в работе  $A_1=0$ ).

200 - коэффициент приведения площади образца к  $1 \text{ м}^2$ .

Результат округляют до 1 %.

По ГОСТ 10923-93 содержание наполнителя по отношению к общей массе покровного состава рубероида должно быть не менее:

- пылевидного – 20 %;
- волокнистого – 10 %;
- комбинированного – 15 %.

### 3.4 Общие выводы

По результатам проведенных испытаний делаются выводы. Проводится сравнительный анализ полученных данных с нормативными показателями. Назначается марка рулонного кровельного гидроизоляционного материала.

Пример условного обозначения для:

1) рубероида кровельного с крупнозернистой посыпкой изготовленный из картона марки 500 В массой  $1 \text{ м}^2$  соответственно 500 г. – «РКК - 500 В»;

2) пергамина изготовленного из картона марки 350 массой  $1 \text{ м}^2$  соответственно 350 г. - «П – 350»;

3) толь кровельный с песочной посыпкой изготовленного из картона марки 400 массой  $1 \text{ м}^2$  соответственно 400 г. - «ТКП-400».

### 3.5 Контрольные вопросы

1. Классификация кровельных и гидроизоляционных материалов.
2. Разновидности кровельных и гидроизоляционных материалов
3. Чем отличается толь от рубероида (пергамина)?
4. Назовите марки толя, рубероида.
5. Назовите виды основ рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов.
6. Назовите виды безосновных рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов.
7. Каково назначение посыпочно-слоя?
8. Каково назначение основы?
9. Основные показатели качества рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов.
10. Методы определения основных свойств рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов.

## 4 Испытание древесины

Цель работы: Ознакомление с методами определения основных свойств древесины.

### 4.1 Общие положения

Древесина - высокопористый продукт живой природы, отличающийся специфическим волокнистым строением, предопределяющим своеобразие ее физико-механических свойств, широкое и многообразное использование в различных отраслях народного хозяйства.

Благодаря этим свойствам лесные материалы, а также изделия и конструкции на их основе могут достаточно долго работать в различных условиях эксплуатации.

К положительным свойствам древесины относится высокая механическая прочность и одновременно с этим легкость, что позволяет отнести ее к эффективным материалам с достаточно высоким коэффициентом конструктивного качества.

К отрицательным свойствам древесины относятся анизотропность, т. е. неоднородность структуры и свойств в различных направлениях по отношению к расположению древесных волокон; повышенная гидроскопичность и водопоглощение, предопределяющие изменение важнейших физико-механических характеристик за счет неравномерного разбухания, коробления и растрескивания.

Степень усушки древесины учитывается при распиловке бревен на доски и сушке пиломатериалов. Величина усушки зависит от породы древесины, ее средней плотности, процента поздней древесины в стволе, возраста, условий произрастания и др.

В зависимости от величины коэффициента объемной усушки  $K_0$  древесные породы могут быть разделены на четыре класса:

1. Малоусыхающие -  $K_0$  менее 0,45.
2. Умеренно усыхающие -  $K_0$  от 0,46 до 0,55.
3. Значительно усыхающие -  $K_0$  от 0,56 до 0,65.
4. Сильно усыхающие -  $K_0$  более 0,66.

В определенных температурно-влажностных условиях эксплуатации древесина как материал органического происхождения подвергается разрушению (загнивает) в результате жизнедеятельности сапрофитных грибов, гифы (нитевидные клетки, образующие грибницу) которых выделяют ферменты, постепенно разрушающие стенки древесных клеток, превращая вещества, из которых состоят эти стенки, в растворимые сахара, которыми гриб и питается. В результате нарушается сплошность древесины, она становится трухлявой и легко растирается в порошок. Характерной особенностью такого деструктивного типа гниения является также изменение естественной окраски древесины.

Грибного происхождения являются и различные ненормальные окраски срубленной древесины - синевато-серая (синева), коричневая и желтая.

Древесина подвержена также разрушению различными древогрызущими насекомыми - жуками-усачами или жуками-короедами, мебельными точильщиками и др.

Легкая возгораемость древесины и наличие в ней таких непаразитных пороков, как различные (метиковые, отлупные, морозные) трещины, трещины усушки; пороки строения древесины - косослой, свилеватость, крень, различные (сросшие, частично сросшие, выпадающие, табачные, роговые) сучки; просты; двойная сердцевина; рак - в большей или меньшей мере снижают сортность лесных материалов и должны обязательно учитываться при использовании древесины в качестве сырья для производства изделий и конструкций различного назначения. Следует иметь в виду, что большинство из указанных отрицательных свойств древесины могут быть устранены путем химической и химико-механической ее переработкой в листовые и плитные материалы, модификацией свойств и повышением стойкости натуральной древесины путем введения в нее антисептиков, антипиренов, смол, а также прессованием и пластификацией исходного материала.

Древесина способна поглощать ударные нагрузки и гасить вибрации, она отличается высокими тепло-, звуко- и электроизоляционными свойствами, химической стойкостью к кислотам и щелочам, легко обрабатывается режущими инструментами, хорошо удерживает металлические и другие крепления, надежно склеивается и, наконец, обладает естественной декоративностью, что делает ее популярным отделочным материалом.

В зависимости от размеров и наличия пороков хлысты и их обрезки относятся к двум товарным категориям: деловой и дровяной (низкокачественной) древесине.

По способу механической обработки все лесоматериалы подразделяются на шесть классов:

1. Круглые лесоматериалы, получаемые поперечным делением хлыста на отрезки различной длины.
2. Пиленые лесоматериалы, изготавливаемые продольным пилением круглого леса с последующей поперечной распиловкой полученного полуфабриката.
3. Лущенные лесоматериалы, получаемые резанием древесины по спирали (лущением).
4. Строганные лесоматериалы, изготавливаемые резанием древесины ножами, формирующими плоскую поверхность раздела.
5. Колотые лесоматериалы, производимые продольным разделением древесины клиновидными инструментами.
6. Измельченные лесоматериалы, получаемые переработкой древесины на специальном оборудовании (рубильном, строгальном, размольном).

Разновидности материалов первых пяти классов называются сортаментами.

## 4.2 Нормативная база

Древесина – как один из важнейших сырьевых компонентов для производства строительных материалов должна удовлетворять нормативным требованиям, которые изложены в соответствующих документах. Перечень основных нормативных документов [15-25]:

1. ГОСТ 16483.0-89 Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям.
2. ГОСТ 16483.23-73\* Древесина. Метод определения предела прочности при растяжении вдоль волокон.
3. ГОСТ 16483.34-77 \* Древесина. Метод определения газопроницаемости.
4. ГОСТ 16483.7-71 Древесина. Методы определения влажности.
5. ГОСТ 16483.11-72 Метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон.
6. ГОСТ 16483.1-84 Древесина. Метод определения плотности.
7. ГОСТ 16483.3-84 Древесина. Метод определения прочности при статическом изгибе.
8. ГОСТ 16483.10-73 Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон.
9. ГОСТ 16483.37-88 Древесина. Метод определения усушки.
10. ГОСТ 2140-81 Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения.
11. ГОСТ 23431-79 Древесина. Строение и физико-механические свойства. Термины и определения.

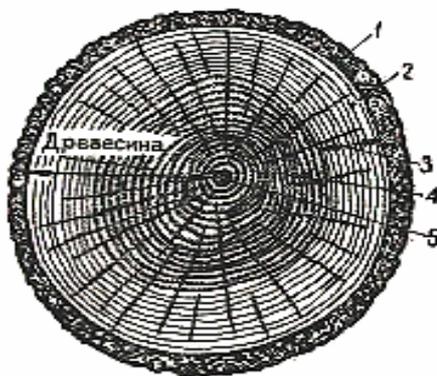
## 4.3 Методика испытаний

Приборы и материалы: линейка измерительная с точностью измерения до 0,5 мм; технические весы с разновесами; гидравлический пресс, образцы древесины в форме прямоугольной призмы с поперечным сечением 20х20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм, а также с поперечным сечением 20х20мм и длиной вдоль волокон 300 мм (изготовление и количество образцов должны соответствовать требованиям ГОСТ16483.0-89).

### 4.3.1 Определение числа годичных слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годичном слое

На торцевой поверхности по радиальному направлению отмечают границы крайних целых слоев на участке, равном примерно 20 мм, и подсчитывают число слоев ( $N$ ). Расстояние ( $l$ ) между отметками измеряют с точностью до 0,5 мм.

В каждом годичном слое между отметками измеряют ширину поздней зоны  $\delta$  (рисунок 4.1) с точностью до 0,1 мм.



1- сердцевина; 2- ядро; 3- заболонь; 4- камбий; 5- луб; 6- кора

Рисунок 4.1 – Поперечный разрез древесины

Число годовичных слоев  $n$  в 1 см вычисляют с точностью до 0,5 по формуле

$$n = \frac{N}{l} \quad (4.1)$$

где  $N$  – общее число целых годовичных слоев;

$l$  – протяжение годовичных слоев по радиальному направлению, см.

Содержание поздней древесины  $l$  вычисляют с точностью до 1% по формуле

$$m = \frac{\sum \delta}{l} \cdot 100 \quad (4.2)$$

где  $\sum \delta$  – общая ширина поздней древесины, см.

#### 4.3.2 Определение влажности древесины

В соответствии со стандартом образцы древесины в форме прямоугольной призмы с основанием 20×20 мм и высотой вдоль волокон 30 мм взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и помещают в сушильный шкаф с температурой  $(103 \pm 2)$  °С. Высушивание считают законченным, когда для каждого контрольного образца разность между результатами двух последних взвешиваний будет не более 0,01 г.

Образцы из смолистой древесины хвойных пород не следует сушить в шкафу свыше 20 ч.

Образцы, высушенные и охлажденные до комнатной температуры в эксикаторах с гигроскопическим веществом, взвешивают.

Влажность образцов ( $W$ ) в процентах вычисляют с округлением не более 1 % по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100 \quad (4.3)$$

где  $m_1$ - масса образца до высушивания, г;  
 $m_2$ - масса образца после высушивания, г.

### 4.3.3 Определение средней плотности древесины при влажности в момент испытаний

Сущность метода заключается в определении при соответствующей влажности древесины массы и объема образца и вычислении показателей плотности.

Образцы изготовляют в форме прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и длиной 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.

Количество, изготовление и влажность образцов - по ГОСТ 16483.0-78.

Массу образцов определяют с погрешностью не более 0,01 г. Размеры поперечного сечения и длину измеряют с погрешностью не более 0,1 мм по осям симметрии образцов.

Средняя плотность  $\rho_w$ , г/см<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$\rho_w = \frac{m_w}{\alpha_w \beta_w l_w} = \frac{m_w}{V_w} \quad (4.4)$$

где  $m_w$ ,  $\alpha_w$ ,  $\beta_w$ ,  $l_w$ ,  $V_w$  - соответственно масса, размеры и объем образца при влажности  $W$ .

Найденная средняя плотность должна быть приведена к стандартной 12 % влажности древесины по формуле:

$$\rho_{12} = \rho_w \left[ 1 - \frac{(1 - k) \cdot (W - 12)}{100} \right] \quad (4.5)$$

где  $k$  – коэффициент объемной усушки; принимается 0,85.

#### 4.3.4 Определение предела прочности при сжатии поперек волокон

Образцы изготовляют в форме прямоугольной призмы основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм. Если годовичные слои имеют ширину более 4 мм, размеры поперечного сечения должны быть увеличены так, чтобы образец включал не менее 5 слоев.

Ширину  $b$  в тангентальном направлении при радиальном сжатии или в радиальном направлении при тангентальном сжатии и длину  $l$  измеряют с погрешностью не более 0,1 мм соответственно на середине длины и ширины образца.

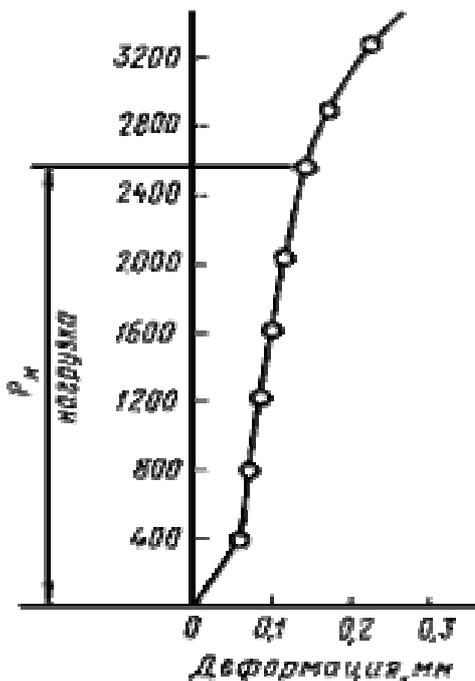


Рисунок 4.2 - Диаграмма сжатия

Рой отступление от линейной зависимости между нагрузкой и деформацией достигает такой величины, что тангенс угла, образованного осью нагрузок и касательной к графику  $P-\Delta l$ , увеличивается на 50 % своего значения, соответствующего прямолинейному участку графика.

Условный предел прочности  $\sigma_w$  образца с влажностью  $W$  в момент испытания вычисляют с округлением до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_w = \frac{P}{b \cdot l}, \quad (4.6)$$

где  $P$  - нагрузка, соответствующая условному пределу прочности, Н;

$b$  и  $l$  - ширина и длина образца, мм.

Примечание:  $1 \frac{Н}{мм^2} = 10 \frac{кгс}{см^2} = 1 МПа$ .

Условный предел прочности  $\sigma_w$  образца с нормализованной влажностью пересчитывают к влажности 12 % с округлением до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_{12} = \sigma_w [1 + \alpha(W - 12)], \quad (4.7)$$

где  $\sigma_w$  - условный предел прочности образца с влажностью  $W$  в момент испытания, МПа;

$\alpha$ - поправочный коэффициент, равный 0,035;

$W$ - влажность образца в момент испытания, %.

Условный предел прочности  $\sigma_w$  образца с влажностью, равной или больше предела гигроскопичности, пересчитывают к влажности 12 % с округлением до 0,1 МПа по формуле:

$$\sigma_{12} = \sigma_w \cdot K_{12}, \quad (4.8)$$

где  $\sigma_w$  - условный предел прочности образца с влажностью  $W$  в момент испытания, МПа;

$K_{12}$ - пересчетный коэффициент при влажности 30 %, равный:

1,67 - для лиственных пород при обоих направлениях сжатия и для хвойных пород при радиальном сжатии;

2,45 - для хвойных пород при тангентальном сжатии.

#### 4.3.5 Определение предела прочности при сжатии вдоль волокон

Образцы изготовляют в форме прямоугольной призмы основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм.

Размеры  $a$  и  $b$  поперечного сечения образца измеряют на середине длины с погрешностью не более 0,1 мм.

Образец нагружают равномерно с постоянной скоростью нагружения или постоянной скоростью перемещения нагружающей головки машины. Скорость должна быть такой, чтобы образец разрушился через  $(1,0 \pm 0,5)$  мин. после начала нагружения. Максимальную нагрузку  $P_{max}$  измеряют с погрешностью не более 1 %.

Предел прочности древесины при кондиционировании образцов ( $\sigma_w$ ) в МПа вычисляют по формуле:

$$\sigma_w = \frac{P_{max}}{a \cdot b}, \quad (4.9)$$

где  $P_{max}$ - максимальная нагрузка, Н;

$a$  и  $b$  - размеры поперечного сечения образца, мм.

Вычисление производят с округлением до 0,5 МПа.

Предел прочности ( $\sigma_w$ ) в МПа пересчитывают на влажность 12 % по формулам:

- для образцов с влажностью меньше предела гигроскопичности

$$\sigma_{12} = \sigma_w [1 + \alpha(W - 12)], \quad (4.10)$$

где  $\alpha$ - поправочный коэффициент, равный 0,04;

$\sigma_w$  - предел прочности образца с влажностью  $W$  в момент испытания, МПа;

$W$  - влажность образца в момент испытания, %;

- для образцов с влажностью, равной или больше предела гигроскопичности

$$\sigma_{12} = \frac{\sigma_w}{K_{12}^{30}}, \quad (4.11)$$

где  $\sigma_w$  - предел прочности образца с влажностью  $W$  в момент испытания, МПа;

$K_{12}^{30}$  - коэффициент пересчета при влажности 30 %, равный:

0,475 - для клена;

0,535 - для вяза шершавого эллиптического и ясеня;

0,550 - для акации, вяза гладкого, листоватого и среднего, дуба, липы и ольхи;

0,450 - для бука, сосны кедровой и обыкновенной;

0,445 - для граба, груши, ели, ивы, ореха, осины, пихты и тополя;

0,400 - для березы и лиственницы.

Вычисление производят с округлением до 0,5 МПа.

#### 4.3.6 Определение предела прочности при статическом изгибе

Сущность метода заключается в определении максимальной нагрузки при разрушении образца и вычислении напряжения при этой нагрузке.

Образцы изготавливают в форме прямоугольной призмы с поперечным сечением 20x20 мм и длиной вдоль волокон 300 мм.

На середине длины образца измеряют ширину  $b$  и высоту  $h$  с погрешностью не более 0,1 мм.

Образец помещают в машину так, чтобы изгибающее усилие было направлено по касательной к годичным слоям (изгиб тангентальный) и нагружают по схеме, показанной на рисунке 4.3.

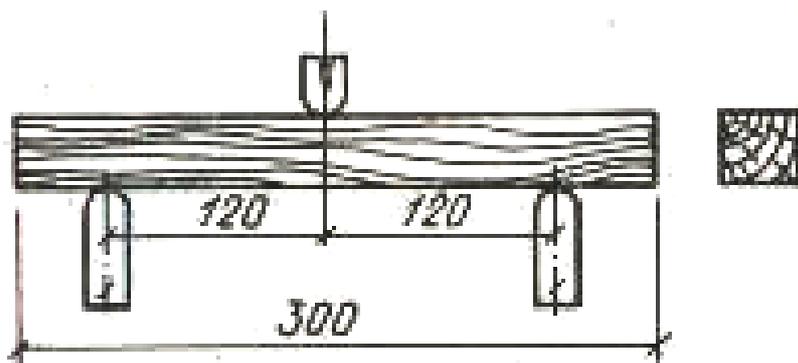


Рисунок 4.3 – Схема нагружения образца 20×20×300 мм

Образец нагружают равномерно с постоянной скоростью нагружения или постоянной скоростью перемещения активного захвата машины. Скорость должна быть такой, чтобы образец разрушился через  $(1,5 \pm 0,5)$  мин после начала нагружения.

Испытание продолжают до разрушения образца, определяя максимальное показание стрелки силоизмерителя. Максимальную нагрузку  $P_{\max}$  определяют с погрешностью не более 1%.

Предел прочности ( $\sigma_W$ ) образца с влажностью в момент испытания вычисляют по формуле:

$$\sigma_W = \frac{3 \cdot P_{\max} \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2}, \quad (4.12)$$

где  $P_{\max}$  - максимальная нагрузка, Н;  
 $l$  - расстояние между центрами опор, мм;  
 $h$  - высота образца, мм;  
 $b$  - ширина образца, мм.

**Примечание:**  $1 \frac{Н}{мм^2} = 10 \frac{кгс}{см^2} = 1 МПа.$

Результат вычисляют и округляют до 1 МПа.

Предел прочности образца с нормализованной влажностью при необходимости пересчитывают на влажность 12 % по формуле:

$$\sigma_{12} = \sigma_W [1 + \alpha(W - 12)] \quad (4.13)$$

где  $\alpha$  - поправочный коэффициент на влажность, равный 0,04 для всех пород;  
 $W$  - влажность образца в момент испытания, %.

Предел прочности образца с влажностью, отличающейся от нормализованной, пересчитывают на влажность 12 % по формуле

$$\sigma_{12} = \frac{\sigma_W}{K_{12}^W} \quad (4.14)$$

где  $K_{12}^W$  - коэффициент пересчета, определяемый по таблице 4.1 при известной плотности древесины.

Результат вычисляют и округляют до 1 МПа.

Таблица 4.1 - Значение коэффициента пересчета при плотности древесины

Влажность $W, \%$	Коэффициент пересчета $K_{12}^W$ при плотности $\rho_{12}, \text{кг/м}^3$										
	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1,405	1,396	1,390	1,375	1,365	1,345	1,320	1,280	1,245	1,205	1,153
6	1,335	1,330	1,320	1,310	1,300	1,285	1,264	1,232	1,202	1,170	1,125
7	1,267	1,262	1,255	1,248	1,240	1,230	1,212	1,185	1,163	1,136	1,100
8	1,210	1,205	1,200	1,193	1,190	1,180	1,165	1,145	1,125	1,105	1,080
9	1,150	1,148	1,143	1,140	1,135	1,127	1,120	1,105	1,090	1,075	1,056
10	1,098	1,098	1,092	1,090	1,087	1,082	1,077	1,070	1,060	1,050	1,038
11	1,048	1,048	1,042	1,042	1,040	1,040	1,038	1,033	1,027	1,023	1,020
12	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
13	0,955	0,955	0,955	0,955	0,956	0,960	0,962	0,968	0,970	0,975	0,982
14	0,915	0,915	0,915	0,917	0,920	0,925	0,930	0,940	0,948	0,957	0,965
15	0,875	0,878	0,880	0,882	0,887	0,890	0,900	0,913	0,922	0,937	0,951
16	0,837	0,840	0,840	0,845	0,852	0,860	0,870	0,887	0,900	0,915	0,938
17	0,805	0,810	0,810	0,813	0,820	0,830	0,840	0,862	0,880	0,900	0,925
18	0,780	0,785	0,785	0,793	0,798	0,807	0,820	0,843	0,863	0,887	0,915
19	0,745	0,750	0,753	0,760	0,768	0,780	0,795	0,820	0,843	0,870	0,903
20	0,715	0,722	0,722	0,735	0,740	0,757	0,773	0,800	0,825	0,855	0,892
21	0,695	0,701	0,703	0,710	0,718	0,735	0,752	0,782	0,812	0,842	0,882
22	0,665	0,672	0,680	0,687	0,693	0,710	0,732	0,765	0,795	0,830	0,875
23	0,645	0,650	0,657	0,668	0,672	0,688	0,715	0,750	0,785	0,820	0,865
24	0,620	0,630	0,638	0,643	0,650	0,668	0,696	0,730	0,768	0,808	0,855
25	0,605	0,614	0,619	0,624	0,636	0,653	0,680	0,720	0,755	0,800	0,850
26	0,590	0,595	0,600	0,610	0,622	0,638	0,665	0,710	0,747	0,790	0,842
27	0,570	0,575	0,580	0,595	0,605	0,625	0,650	0,695	0,735	0,780	0,835
28	0,554	0,560	0,565	0,580	0,590	0,610	0,638	0,682	0,725	0,770	0,830
29	0,540	0,550	0,553	0,568	0,577	0,600	0,628	0,675	0,718	0,765	0,825
$\geq 30$	0,530	0,538	0,540	0,554	0,565	0,590	0,620	0,665	0,710	0,757	0,820

Примечание. Коэффициент пересчета  $K_{12}^W$  для промежуточных значений плотности определяют линейным интерполированием коэффициентов  $K_{12}^W$  для смежных значений плотности.

#### 4.4 Общие выводы

Результаты испытаний древесины оформляются в виде таблиц в журнале испытаний. Производится сравнение полученных данных со значениями, представленными в таблицах 4.3 и 4.4 и делается вывод.

Таблица 4.3 - Механические свойства древесины

Порода	Предел прочности, при W=12%, МПа					Твердость при W=12%, МПа		
	При сжатии вдоль волокон	При статическом изгибе	При растяжении вдоль волокон	При скалывании вдоль волокон		Торцовая	Радиальная	Тангенциальная
				Рад.	Тангенц.			
<i>Хвойные породы</i>								
Ель	35,1-42,3	69,3 -77,4	103 - 146	5,3 -8,7	5,2 - 6,7	22,2- 22,4	18,0-18,2	18- 19
Сосна	38,4- 46,6	71,7 - 87,7	104-128	6,2-7,2	6,2 - 7,3	23-27	19,9-24,4	22 - 26
Кедр	35,2- 37,8	60,3 -64,5	90,5	5,3-7,0	6,0 - 7,4	18,5-22,0	13,7	14,6
Пихта	34,8- 36,0	68,5 - 70,0	67,0	6,4-8,1	6,5 - 8,8	28 - 34	17,0	16,7
Лиственница	42,4- 55,8	97 - 104	120- 125	9,4 -9,9	8,8 -9 ,4	36- 43	26,7- 30,2	27- 29
<i>Лиственные породы</i>								
Береза	47,8-52,2	88,7- 101,1	156-168	6,1-10,6	7,1-11,5	36,8-42,1	31,1-33,7	31,3-33,5
Бук	45,0- 46,1	94- 109	123- 134	7- 12	9,2-14,5	55,4- 61	37,9- 43,5	40-45
Дуб	49,0-52,0	79- 102	145,0	8,6	8,3-10,2	52- 61	52,1- 56,0	49,0
Граб	53,1-72,4	109- 137	141- 189	15,6	19,4	64- 90-	50,8- 77,0	78,5
Ясень	49,9-52,7	104-108	111-145	9-14	9,0-13,4	69-74	57- 59	60- 67
Липа	36,2- 39,0	68,0- 88,0	86,9-121,0	7,3- 8,6	8,0-8,1	19-26	16,4- 17,0	16,5-18,0
Осина	35,0- 37,0	66,6- 67,3	125-145	6,3-7,8	8,4-8,6	38-24	16,3-19,7	16- 21

Таблица 4.4 - Средняя плотность древесины различных древесных пород

Порода	Средняя плотность $\rho$ , кг/м при влажности	
	W=12 %	W=0%
<i>Хвойные породы</i>		
Лиственница	730 - 640	702 - 614
Сосна	580 - 470	546 - 443
Ель	460 - 450	435-425
Кедр	450 - 460	426 - 407
Пихта	440 - 350	416 - 331
<i>Лиственные породы</i>		
Граб	740 - 670	696 - 630
Дуб	710 - 650	672 - 614
Ясень	680 - 660	643 - 624
Бук	670 - 620	629 - 582
Береза	660 - 620	612 - 574
Осина	490 - 460	462 - 433
Липа	510 - 490	475-456

#### **4.5 Контрольные вопросы**

1. Общие сведения о древесных породах. Классификация.
2. Положительные свойства древесины как строительного материала.
3. Отрицательные свойства древесины как строительного материала.
4. Строение древесины (макро- и микроструктура).
5. Физические свойства древесины и факторы ее определяющие.
6. Механические свойства древесины и факторы ее определяющие.
7. Как влияет содержание влаги на свойства древесины?
8. Пороки древесины.
9. Какие существуют меры предохранения древесины от загнивания?
10. Какие существуют меры предохранения древесины от возгорания?
11. Материалы и изделия из древесины.
12. Применение древесных материалов.

## 5 Испытание лакокрасочных материалов

Цель работы: Ознакомление с методикой определения основных свойств компонентов лакокрасочных материалов.

### 5.1 Общие положения

Лакокрасочными называют природные или синтетические материалы, наносимые в жидком состоянии на поверхность изделия тонким слоем и образующие после отвердевания покровные пленки. Покрытие изделий или конструкций лакокрасочными материалами производится с целью защиты их от вредного воздействия атмосферы, пара и газов, предохранения от коррозии, загнивания и возгорания. Лакокрасочные материалы широко используют также в целях повышения художественно-архитектурной выразительности фасадов и внутренних помещений жилых и промышленных зданий.

Придавая лакокрасочному покрытию водоотталкивающие свойства, можно значительно повысить долговечность строительных конструкций и улучшить эксплуатационные качества зданий. В виде пленкообразующих веществ их применяют также для ухода за свежееуложенным бетонным покрытием.

К лакокрасочным материалам относят: готовые красочные вещества (строительные краски), предназначенные для образования непрозрачного декоративного и защитного покрытия заданного колера; связующие вещества, пигменты и красители, служащие для изготовления красочных веществ; лаки, применяемые для образования отделочного прозрачного покровного слоя; эмали и вспомогательные материалы - шпаклевки и грунтовки, растворители и разбавители лаков и красок, пластификаторы и отвердители полимерных составов и некоторые специальные добавки.

В настоящее время в строительстве наибольшее значение приобретают синтетические лакокрасочные материалы, эмульсионные краски и новые минеральные красочные вещества. В этой связи резко сокращается применение красок на основе натуральных масел (олиф).

Лакокрасочная промышленность выпускает в основном готовые красочные вещества, требующие перед употреблением введения растворителей или разбавителей. Важнейшие свойства лакокрасочных покрытий определяется главным образом пленкообразующими веществами, в зависимости от разновидности которых установлена номенклатура лакокрасочных материалов. Основными компонентами лакокрасочных материалов являются пигменты, наполнители и связующие вещества.

Пигменты - тонкоизмельченные цветные порошки, не растворимые в воде, органических растворителях и связующих материалах, но способные хорошо с ними смешиваться, образуя красочные составы. Пигменты разделяют на минеральные и органические; минеральные, в свою очередь, - на природные и искусственные.

Любой цветной пигмент должен обладать определенными свойствами. Так, он должен иметь хорошую укрывистость и красящую способность. Укрывистость характеризуется расходом пигмента (в граммах) в красящем составе, способным перекрывать цвет 1 м<sup>2</sup> поверхности. Красящая способность определяется минимальным количеством пигмента, необходимым для придания цветового тона смеси с белым пигментом. Тонкость помола пигмента оказывает существенное влияние как на укрывистость, так и на красящую способность: с повышением тонкости помола пигмента повышается его укрывистость и красящая способность.

Пленка лакокрасочного покрытия образуется связующим, которое входит в составы как для подготовительных, так и для лицевых слоев. Для лакокрасочных материалов характерно большое разнообразие применяемых пленкообразующих связующих веществ. Для водных составов ими могут служить минеральные вяжущие (известь, цемент, растворимое стекло), клеи, изготовленные из материалов животного происхождения (костный, мездровый, рыбий, казеиновый), растительные клеи (крахмал, декстрин, мука), синтетические клеи (карбоксиметилцеллюлоза).

Связующими для безводных составов служат олифы и синтетические водонерастворимые полимеры. Они так же, как цементы и жидкое стекло, позволяют получать водостойкие покрытия.

Лакокрасочные материалы классифицируют: по виду пленкообразующих веществ (масляные, глифталевые, эпоксидные, известковые, силикатные), виду жидкой фазы (водные и безводные), отношению к действию воды (водостойкие и неводостойкие), значению (термостойкие, электроизоляционные и т.д.).

## 5.2 Нормативная база

Применяемые в строительстве лакокрасочные материалы и компоненты для их изготовления должны удовлетворять нормативным требованиям, которые изложены в соответствующих документах. Перечень основных нормативных документов [33 - 43]:

1. ГОСТ 19487-74\* Пигменты и наполнители неорганические. Термины и определения.
2. ГОСТ 6589-74 Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира прибором «Клин» (гриндометром).
3. ГОСТ 9825 – 73\* Материалы лакокрасочные. Термины, определения и обозначения.
4. ГОСТ 8420 - 74\* Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости.
5. ГОСТ 6589 – 74\* Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира прибором «Клин» (гриндометром).
6. ГОСТ 28513 – 90 Материалы лакокрасочные. Метод определения плотности.
7. ГОСТ 19007 – 73\* Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания.

8. ГОСТ 15140 – 78\* Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии.

9. ГОСТ 18299 – 72\* Материалы лакокрасочные. Метод определения предела прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и модуля упругости.

10. ГОСТ 20811 – 75\* Материалы лакокрасочные. Методы испытания покрытий на истирание.

11. ГОСТ 8832-76\* Материалы лакокрасочные. Методы получения лакокрасочного покрытия для испытания.

### 5.3 Методика определения свойств

#### 5.3.1 Изучение дисперсности пигментов

Приборы и материалы: набор сит с сетками № 02, 015, 01, 008, 0075, 0071, 0063 и 006; фарфоровые ступки и чашечки; лабораторные весы; набор разновесов; бюретка; стеклянная палочка; стеклянная пластина с тремя цветными полосами; кисть; сушильный шкаф.

Дисперсность (степень измельчения) пигмента может быть определена способом сухого или мокрого просеивания. Сухое просеивание применяют только в случае невозможности подбора смачивающей жидкости или при наличии соответствующего указания в нормативной литературе.

Мокрое просеивание производят следующим образом. Навеску пигмента, высушенную до постоянной массы, 10 г, помещают в фарфоровую чашечку и перемешивают с 250 мл воды. Образующиеся при этом комочки растирают на дне чашечки легким нажатием пальца и осторожно сливают образовавшуюся суспензию на сито, смоченное водой. Убедившись в отсутствии комочков на сито переносят из чашки весь остаток, затем сито ставят на чашку, наполненную 250 мл воды, и проводят по нему мягкой кисточкой. При этом слипшиеся частицы распадаются. Воду несколько раз меняют, пока в чашке совершенно не будет заметно следов пигмента. Остаток на сите высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105-110 °С. После этого остаток с сита снимают мягкой кисточкой на часовое стекло, взвешивают и по формуле определяют величину остатка пигмента  $O$ , %

$$O = \frac{M}{m} \cdot 100 \quad (5.1)$$

где  $m$  – масса пигмента до просеивания, г;

$M$  – масса пигмента после просеивания (остаток на сите), г.

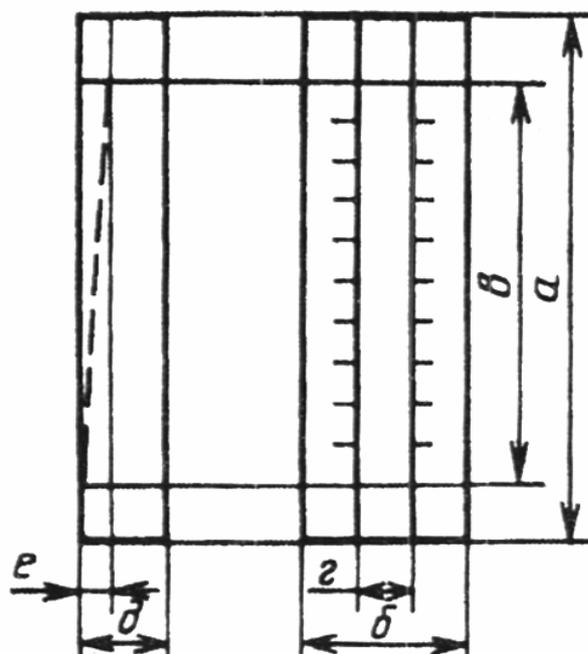
Если пигмент растворим в воде, то дисперсность его определяют способом сухого просеивания.

Сухое просеивание производят следующим образом. Навеску пигмента, высушенную до постоянной массы, в количестве 10 г (сажи – 2 г) высыпают на

сито. Просев пигмента производят ручным или механическим способом. Просеивание считается законченным, если на листе бумаги, отличающегося от пигмента по цвету, после просеивания в течении 30 с. не будет обнаружено следов испытываемого пигмента. Остаток пигмента на сите взвешивают и определяют процентное содержание по массе (формула 5.1).

### 5.3.2 Определение степени перетира пигментированных лакокрасочных материалов, диспергированных пигментов и наполнителей прибором «Клин» (гриндометром)

Для проведения испытания применяют прибор «Клин» (гриндометр), состоящий из измерительной плиты с клинообразным пазом, параллельным ее продольной оси, и скребка. Измерительная плита представлена на рисунке 5.1.

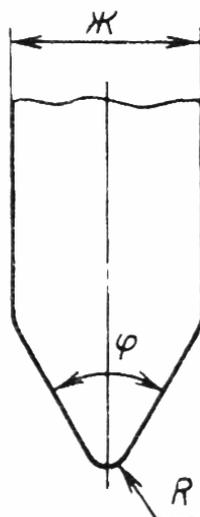


- $a$  = от 175 до 250 мм;
- $b$  = от 35 до 65 мм;
- $c$  = от 125 до 220 мм;
- $d$  = от 12 до 14 мм;
- $e$  = от 12 до 20 мм;
- $e$  = 25, 50, 100, 150 мкм

Рисунок 5.1 – Измерительная плита

Глубина паза равномерно увеличивается от 0 мкм до максимального предела измерения прибора и соответствует шкале прибора. Длина паза должна быть больше длины шкалы (для помещения испытываемого материала). Скребок представляет собой двустороннее полированное и прямое лезвие с закругленной кромкой из инструментальной стали, закрепленное в зажиме. Длина кром-

ки лезвия (рисунке 5.2) должна быть не менее ширины измерительной плиты прибора «Клин» (гриндометра).



$Ж = \text{от } 3,5 \text{ до } 6 \text{ мм};$   
 $φ = \text{от } 10 \text{ до } 60^\circ;$   
 $R = 0,05 \text{ до } 0,25 \text{ мм};$

Рисунок 5.2 – Кромка лезвия

В зависимости от предполагаемой нормы степени перетира или указанной в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал применяют приборы «Клин» (гриндометры) в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристика приборов «Клин»

Норма степени перетира	Характеристика прибора «Клин» (гриндометра), мкм	
	Предел измерения	Цена деления шкалы
0 до 15	от 0 до 25	2,5
от 15 до 40	от 0 до 50	5,0
от 40 до 90	от 0 до 100	10,0
от 90 и более	от 0 до 150	10,0

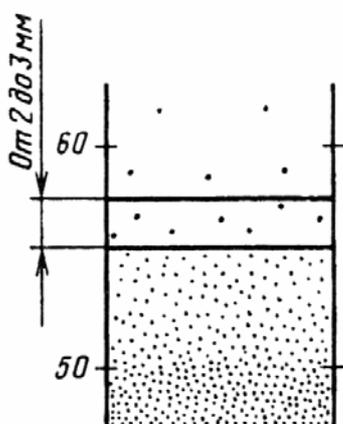
Степень перетира определяют в неразбавленных лакокрасочных материалах, если нет других указаний в нормативно-технической документации на испытуемый материал. Температуру испытуемого материала и тщательно промытого и высушенного прибора «Клин» (гриндометра) перед испытанием доводят до  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Степень перетира грунтовок, эмалей и готовых к применению красок определяют по границе видимых частиц и агломератов на поверхности слоя испытуемого материала (способ А).

Степень перетира густотертых и водоэмульсионных красок, а также шпатлевок определяют по границе начала штрихов, если нет других указаний в нормативно-технической документации на испытуемый материал (способ Б).

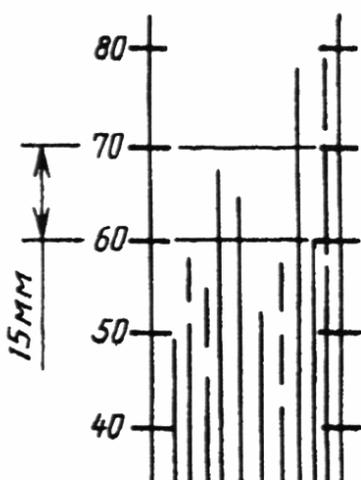
Измерительную плиту прибора «Клин» (гриндометра) устанавливают на горизонтальную поверхность. Испытуемый материал тщательно перемешивают и помещают за верхний предел шкалы прибора в количестве, достаточном для заполнения всего паза, избегая при этом попадания пузырьков воздуха.

Скребок устанавливают перпендикулярно к измерительной поверхности и к длине паза за помещенным в пазе испытуемым материалом. С небольшим нажимом скребок перемещают под углом  $90^\circ$  по измерительной поверхности с равномерной скоростью за время не более 3 с от максимального значения шкалы за нуль, при этом паз должен быть полностью заполнен слоем испытуемого материала, а измерительная поверхность должна остаться чистой.



Результат 58 мкм

Рисунок 5.3 - Графическое изображение оценки результатов (способ А)



Результат 58 мкм

Рисунок 5.4 - Графическое изображение результатов (способ Б)

Поверхность слоя испытуемого материала сразу же осматривают на свету при направлении взгляда перпендикулярно длине паза, под углом зрения  $20-30^\circ$ , и за время не более 6 с определяют положение границы видимых частиц и агломератов или начала штрихов. Определяют показание шкалы прибора, соответствующее этой границе.

Затрата времени на одно определение (с момента помещения испытуемого материала за верхний предел шкалы прибора до конца осмотра) не должна превышать 10 с.

Границу видимых частиц и агломератов определяют по положению верхнего края полосы шириной 2 – 3 мм, на которой видны от 5 до 10 частиц и агломератов. Отдельные частицы и агломераты, расположенные вне границы основного количества этих частиц, не учитываются. Графическое изображение оценки результатов указано на рисунке 5.3 (способ А).

Границу начала штрихов, расположенных в направлении от большего деления шкалы к 0, определяют по месту появления третьего непрерывного штриха, достигающего по глубине до металла, если нет других указаний в

нормативно-технической документации на испытуемый материал (способ Б). Отдельный непрерывный штрих, начинающийся на расстоянии более 15 мм от других штрихов, во внимание не принимают. Графическое изображение оценки результатов указано на рисунке 5.4 (способ Б).

Способы оценки результатов (А или Б) устанавливают в нормативно - технической документации на испытуемый материал.

Проводят не менее четырех определений, причем первоопределение служит для выбора соответствующего диапазона шкалы прибора «Клин» (гриндометра) и результат его не учитывают.

После каждого определения измерительная поверхность и скребок должны быть тщательно вытерты тканью, смоченной соответствующим растворителем.

За результат испытания принимают среднее арифметическое трех параллельных определений. Результаты округляют до целого числа.

### 5.3.3 Определение маслостойкости пигмента

Маслостойкость пигмента характеризуется количеством масла, которое надо добавить к пигменту для получения красочной пасты. Маслостойкость является важным техническим свойством пигмента и, в основном, зависит от степени его измельчения. Чем меньше масла необходимо для получения красочной пасты на 100 г пигмента, тем экономичнее и долговечнее слой покраски, так как разрушение этого слоя происходит главным образом вследствие старения масляной пленки.

Маслостойкость пигмента в среднем составляет 10-100 % и определяется следующим образом.

На технических весах с точностью до 0,01 г взвешивают 5 г сухого пигмента, который затем высыпают в фарфоровую чашечку. Затем из бюретки на 2 мл с делением 0,01 мм приливают отбеленное льняное масло, последовательно уменьшая его количество: сначала 0,3 мл, затем 2-3 капли, потом по одной капле. При этом пигмент перемешивают стеклянной палочкой. Момент, когда весь пигмент в чашке будет смочен маслом, образуя комок с блестящей масляной поверхностью, означает, что наступило насыщение пигмента и отражает маслостойкость пигмента.

Количество израсходованного масла (мл) определяют по разности уровней в бюретке до начала опыта и после его окончания. Маслостойкость пигмента  $M$ , %, определяют по формуле

$$M = \frac{V \cdot \rho \cdot 100}{m} \quad (5.2)$$

где  $V$  – количество израсходованного масла, мл;

$\rho$  – плотность масла, г/см<sup>3</sup>;

$m$  – масса сухого пигмента, г.

### 5.3.4 Определение плотности жидких лакокрасочных материалов

Метод заключается в определении массы испытуемого материала, помещенного в пикнометр с известной вместимостью при определенной температуре.

Для проведения испытаний применяют следующие приборы и материалы:

- весы аналитические с погрешностью взвешивания не более 0,0002 г.;
- пикнометры стеклянный вместимостью от 25 до 100 см<sup>3</sup> (рисунок 5. 5);
- термометр стеклянный ртутный с диапазоном измерения от 0 до 50 °С и ценой деления шкалы 0,1 °С;
- вода дистиллированная;
- растворитель, не оставляющий следов после испарения (например этанол, ацетон, этиловый эфир и др.).

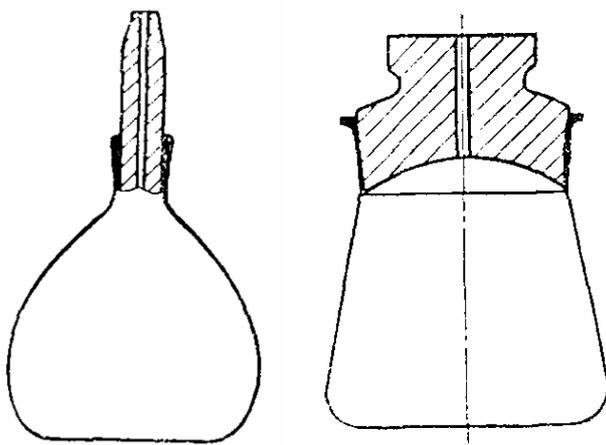


Рисунок 5.5 – Типы пикнометров

Перед проведением испытаний пикнометр тщательно промывают водой и растворителем, а затем высушивают. Выдерживают его при температуре (20±1) °С в течение 30 мин и взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г.

Далее пикнометр заполняют дистиллированной водой, закрывают его пробкой или крышкой и опять взвешивают. Образование пузырьков не допускается.

Объем пикнометра (V) в кубических сантиметрах вычисляют по формуле

$$V = \frac{m_1 - m_0}{\rho_{H_2O}} \quad (5.3)$$

где  $m_1$  - масса пикнометра с водой, г;

$m_0$  - масса пустого пикнометра, г;

$\rho_{H_2O}$  - плотность воды при температуре испытания, г/см<sup>3</sup> (таблица 5.2).

Таблица 5.2 - Зависимость плотности воды от температуры

Температура, °С	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Температура, °С	Плотность, г/см <sup>3</sup>
15	0,9991	23	0,9975
16	0,9989	24	0,9973
17	0,9987	25	0,9970
18	0,9986	26	0,9968
19	0,9984	27	0,9965
20	0,9982	28	0,9962
21	0,9980	29	0,9960
22	0,9978	30	0,9957

После определения объема в пикнометр медленно заливается испытуемый материал во избежание образования пузырьков воздуха. Излишек продукта, вытекающий из отверстия в пробке или крышке, удаляют с помощью мягкого материала, смоченного соответствующим растворителем.

Взвешивание проводят в течение 5 мин, чтобы избежать потерь массы из-за испарения легколетучих растворителей, входящих в состав лакокрасочного материала.

Плотность лакокрасочного материала ( $\rho_t$ ) в граммах на кубический сантиметр при температуре испытания вычисляют по формуле

$$\rho_t = \frac{m_2 - m_0}{V} \quad (5.4)$$

где  $m_2$  - масса пикнометра с испытуемым материалом, г.

Расхождения между результатами параллельных определений не должны превышать 0,001 г/см<sup>3</sup> при определении плотности в стеклянном и 0,05 г/см<sup>3</sup> - металлическом пикнометре.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов трех параллельных определений.

### 5.3.5 Определение условной вязкости лакокрасочных материалов

Методика распространяется на лакокрасочные материалы и относящиеся к ним продукты - ньютоновские или приближающиеся к ним жидкости (полуфабрикаты, смолы и т.д.).

За условную вязкость лакокрасочных материалов, обладающих свободной текучестью, принимают время непрерывного истечения в секундах определенного объема испытуемого материала через калиброванное сопло вискозиметра типа ВЗ-246.

За условную вязкость лакокрасочных материалов густой консистенции, определяемую шариковым вискозиметром, принимают время прохождения в секундах стального шарика между двумя метками вертикально установленной стеклянной трубки вискозиметра, наполненной испытуемым материалом.

Для определения условной вязкости применяют вискозиметр типа ВЗ-246 с диаметром сопла 2, 4 и 6 мм и вместимостью не менее  $(100 \pm 1)$  см<sup>3</sup> по ГОСТ 9070.

Размер диаметра сопла вискозиметра указывают в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал (таблица 5.3, рисунок 5.6).

*Примечание.* Допускается использование вискозиметров другой конфигурации и размеров, если это установлено в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал. В этом случае результаты испытаний отличаются от результатов испытаний по стандартному вискозиметру.

Таблица 5.3 - Оптимальное время истечения лакокрасочных материалов из вискозиметра типа ВЗ-246 с соплами разного диаметра

Тип вискозиметра	Диаметр сопла вискозиметра, мм	Оптимальный диапазон времени истечения, с
		ВЗ-246

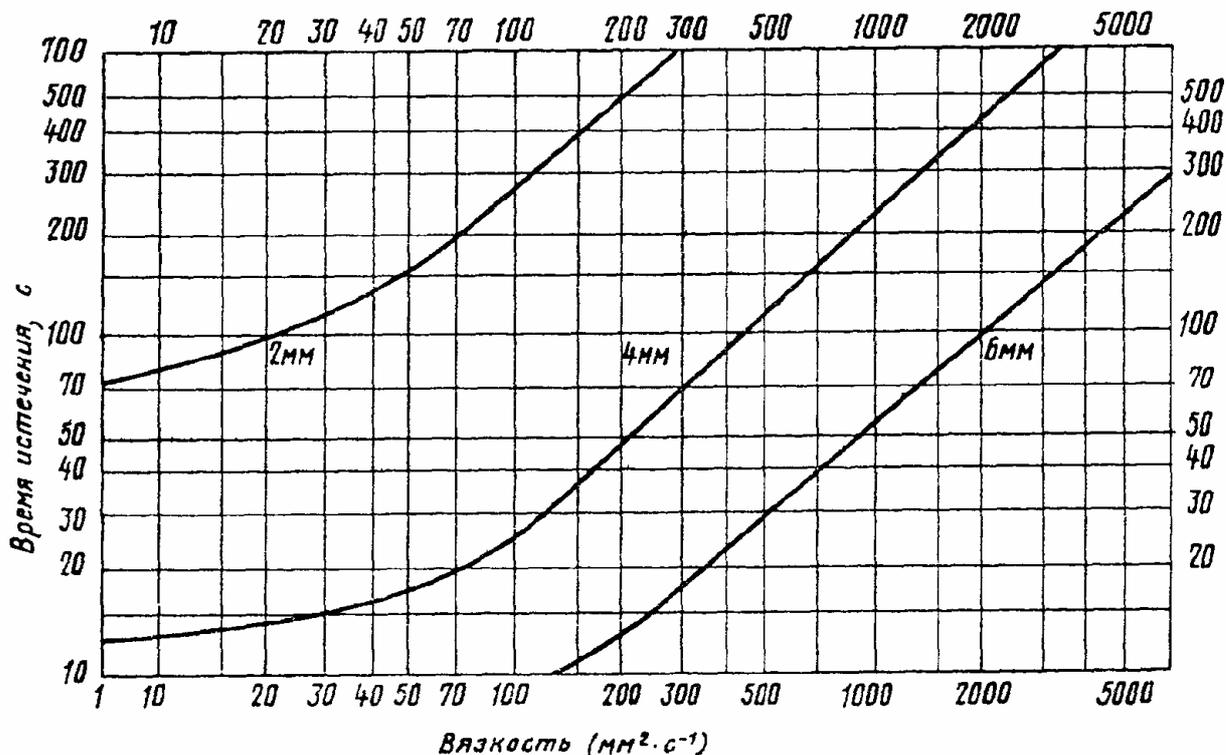


Рисунок 5.6 - Зависимость времени истечения (с) от вязкости (мм<sup>2</sup>/с) лакокрасочного материала в вискозиметрах ВЗ-246 с различным диаметром сопла

Вискозиметр шариковый (рисунок 5.7), представляет собой стеклянную трубку 3, нижний конец которой закрыт пробкой 1. В комплект входит стальной шарик 4 диаметром 7,938 мм по ГОСТ 3722.

Стеклянная трубка длиной 350 мм и диаметром 20 мм с нанесенными на ней метками 2 и 5, расстояние между которыми 250 мм, вертикально укреплена в штативе 6.

Термометр ртутный стеклянный лабораторный с пределами измерения от 0 до 55 °С и ценой деления шкалы не более 0,5° С.

Секундомер с погрешностью не более 0,2 с.

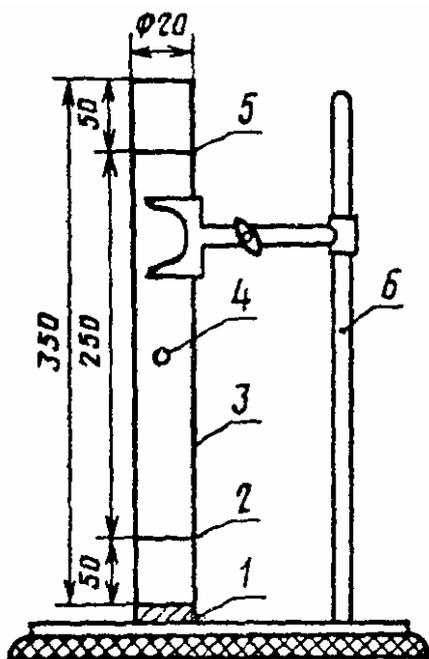
Сито (сетка № 0,4-0,1 по ГОСТ 6613-86) с диаметром отверстия от 0,1 до 0,4 мм.

Термостат, обеспечивающий температуру (20 ± 0,5) °С.

Пластина из стекла размером не менее 90 × 120 мм или алюминиевый диск диаметром не менее 55 мм.

Сосуд вместимостью 110-150 см<sup>3</sup>.

Мензурка по ГОСТ 1770, вместимостью 50 см<sup>3</sup>.



1 - пробка; 2 - нижняя метка; 3 -  
трубка; 4 - шарик; 5 - верхняя метка;  
6 - штатив

Рисунок 5.7 – Вискозиметр шариковый

Пробу испытуемого лакокрасочного материала, перед определением условной вязкости тщательно перемешивают, избегая образования в ней пузырьков воздуха. Испытуемый лакокрасочный материал должен быть однородным. Для устранения посторонних веществ образец перемешивают, фильтруют через сито и непосредственно перед измерением снова тщательно перемешивают.

Испытание проводят при температуре воздуха  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Вискозиметр и испытуемый материал непосредственно перед испытанием должны иметь температуру  $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ .

Вискозиметр и особенно сопло тщательно очищают растворителем.

#### *Определение условной вязкости по вискозиметру типа ВЗ-246*

Вискозиметр помещают в штатив и с помощью уровня устанавливают в горизонтальном положении. Под сопло вискозиметра ставят сосуд. Отверстие сопла закрывают пальцем, испытуемый материал наливают в вискозиметр с избытком, чтобы образовался выпуклый мениск над верхним краем вискозиметра. Наполняют вискозиметр медленно, чтобы предотвратить образование пузырьков воздуха. Избыток материала и образовавшиеся пузырьки воздуха удаляют при помощи стеклянной пластинки или алюминиевого диска, сдвигаемых по верхнему краю воронки в горизонтальном направлении таким образом, чтобы не образовалась воздушной прослойки.

Открывают отверстие сопла и одновременно с появлением испытуемого материала из сопла включают секундомер. В момент первого прерывания струи испытуемого материала секундомер останавливают и отсчитывают время истечения.

#### *Определение условной вязкости по шариковому вискозиметру*

#### *Определение условной вязкости прозрачных лакокрасочных материалов*

Стеклянную трубку вискозиметра устанавливают вертикально и заполняют испытуемым материалом на 1-2 см выше верхней метки. В случае образования пузырьков воздуха их удаляют стеклянной палочкой после поднятия на поверхность. Затем свободно опускают стальной шарик в центр трубки и в момент достижения нижним краем шарика верхней метки включают секундомер.

Когда шарик достигнет нижним краем нижней метки трубки, секундомер останавливают и отсчитывают время прохождения шарика в секундах между двумя метками трубки вискозиметра с погрешностью не более 0,2 с.

#### *Определение условной вязкости непрозрачных материалов*

В вертикально установленную стеклянную трубку до нижней метки наливают глицерин, а затем трубку вискозиметра заполняют испытуемым материалом до верхней метки. Далее испытание проводят по предыдущему пункту. Вместо глицерина можно применять другую прозрачную жидкость, не смешивающуюся с испытуемым материалом.

Определение условной вязкости во всех типах вискозиметров проводят не менее трех раз. Повторное измерение проводят сразу после окончания предыдущего (без очистки вискозиметра) путем заполнения новой порцией испытуемого материала. После окончания измерения вискозиметр тщательно очищают растворителем, особенно осторожно очищая сопло, чтобы предотвратить его повреждение.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов не менее трех измерений времени истечения в секундах.

Допускаемые отклонения отдельных определений времени истечения от среднеарифметического значения при проведении испытания одним исполнителем не должны превышать  $\pm 3\%$ , при проведении испытания разными исполнителями  $\pm 5\%$ .

За величину условной вязкости, определенной по шариковому вискозиметру, принимают среднее арифметическое значение трех параллельных определений времени прохождения стального шарика между двумя метками вискозиметра.

Допускаемые отклонения отдельных определений от среднего значения не должны превышать  $\pm 2,5\%$ .

#### **5.3.6 Определение укрывистости пигмента**

Укрывистостью или кроющей способностью называют способность красочного состава закрывать цвет окрашиваемой поверхности непросвечивающим слоем. Укрывистость измеряется расходом пигмента в граммах на  $1\text{ м}^2$  окрашиваемой поверхности.

Укрывистость определяют следующим образом. На стеклянную пластинку размером  $100 \times 300$  мм и толщиной 2-2,5 мм наносят на равном расстоянии друг от друга по всей длине пластинки три цветные полосы масляной краской; ширина полосы 15 мм (рисунок 5.8).

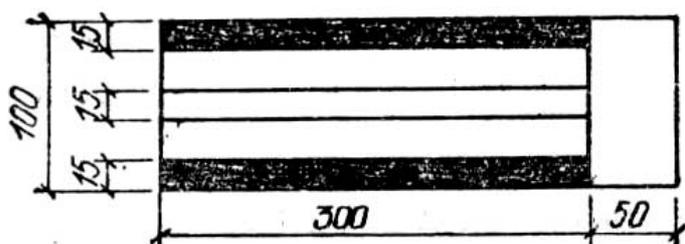


Рисунок 5.8 – Пластина для определения укрывистости пигментов и красочных составов

Пластинку с цветными полосами взвешивают ( $m$ ). Затем приготавливают краску на испытываемом пигменте. Для этого отвешивают 5 г пигмента, добавляют к нему натуральной олифы и растиранием доводят до малярной консистенции.

Приготовленную краску на испытываемом пигменте тонким слоем с помощью щетинной кисти

наносит на чистую сторону пластинки (противоположную той, где нанесены полосы краски). Закрашивают площадь размером 100x250 мм, оставляя полосу 50x100 мм, чтобы во время окрашивания было удобно держать пластинку в руках. Краску наносят сначала вдоль, а затем поперек пластинки до тех пор, пока у пластинки, положенной на лист белой бумаги, перестанут просвечиваться в отраженном свете цветные полосы.

Пластинку с нанесенной краской взвешивают ( $m_1$ ) и определяют количество нанесенной краски, вычтя первоначальную массу пластинки.

Расчет укрывистости  $Y$ , г/м<sup>2</sup>, производят по формулам:

а) считая на краску малярной консистенции

$$Y_n = \frac{a \cdot 10000}{S} = \frac{(m_1 - m) \cdot 10000}{S} \quad (5.5)$$

где  $a$  – количество нанесенной краски малярной консистенции, г;

$10000$  – площадь 1 м<sup>2</sup>, переходный коэффициент см<sup>2</sup>;

$m$  – масса пластинки с цветными полосками без краски малярной консистенции, г;

$m_1$  – масса пластинки с нанесенной краской малярной консистенции, г;

$S$  – окрашенная площадь пластинки, см<sup>2</sup>.

Малярная консистенция оцениваются по способности краски наноситься на поверхность и проявляется в том, что через некоторое время после нанесения на поверхность кистью штрихи от последней исчезают, поверхность становится совершенно гладкой.

б) считая на сухой пигмент

$$Y_c = \frac{a \cdot (100 - v) \cdot 100}{S} = \frac{(m_1 - m) \cdot (100 - v) \cdot 100}{S} \quad (5.6)$$

где  $v$  – содержание олифы в краске малярной консистенции, %.

### 5.3.7 Определение времени и степени высыхания

Степень высыхания характеризует состояние поверхности лакокрасочного материала, нанесенного на пластину, при определенных времени и температуре сушки.

Время высыхания - промежуток времени, в течение которого достигается определенная степень высыхания при заданной толщине лакокрасочного слоя и при определенных условиях сушки.

Для проведения испытания необходимы следующие приборы и материалы:

- пластинки из стекла размером  $9 \times 12$  мм;
- пластинки из стали по ГОСТ 16523-89, размером  $70 \times 150$  мм;
- пластинки из черной жести по ТУ-14-1-3433-82, размером  $70 \times 150$  мм.

Допускается применять пластинки из других материалов и размеров, если это предусмотрено нормативно-технической документацией на испытуемый лакокрасочный материал.

Чистые сухие стеклянные шарики с фракцией просеивания от 100 до 355 мкм.

Листки типографской бумаги квадратной формы со стороной 24 - 25 мм, не содержащей древесных волокон, массой, отнесенной к единице площади, от 60 до  $70 \text{ г/м}^2$  по ГОСТ 9095-89.

Секундомер или часы с секундной стрелкой.

Термометр ртутный стеклянный лабораторный с пределами измерения от 0 до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  и ценой деления шкалы  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Плоская, мягкая, волосяная кисть шириной 25 мм и длиной волоса 30 мм.

Гири в соответствии с таблицей 5.4.

Таблица 5.4 – Характеристика гирь для проведения испытаний

Степень высыхания	Масса гири
2	20 г
3	200 г
4 и 5	2 кг
6 и 7	20 кг

Время и степень высыхания определяют при  $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $(65 \pm 5) \%$  на трех образцах на расстоянии не менее 20 мм от края образца после естественной или горячей сушки нанесенного слоя лакокрасочного материала.

Пластинки со слоем лакокрасочного материала естественной сушки выдерживают в горизонтальном положении в помещении, защищенном от пыли, сквозняка и прямого попадания солнечных лучей, при  $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $(65 \pm 5) \%$ , в течение времени, указанного в нормативно-технической документации на испытуемый материал, а затем проводят испытание.

Пластинки со слоем лакокрасочного материала горячей сушки выдерживают в горизонтальном положении при режиме сушки, указанном в стандарте или другой нормативно-технической документации на испытуемый лакокрасочный материал, а затем после выдержки покрытия в течение 3 ч при  $(20 \pm 2)$  °С и относительной влажности воздуха  $(65 \pm 5)$  % проводят испытание.

При естественной и горячей сушке допускается вертикальное или под углом 45° положение пластин с нанесенным лакокрасочным материалом.

Для установления степени и времени высыхания испытание проводят последовательно, как указано в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Последовательность испытаний при определении степени и времени высыхания

Степень высыхания	Условия испытания	Результаты испытания
1	Насыпание стеклянных шариков	Стеклянные шарики полностью удаляются не повреждая поверхности пленки
2	Нагрузка 20 г	Бумага не прилипает к покрытию
3	Нагрузка 200 г	То же
4	Нагрузка 2 кг	Бумага не прилипает к покрытию, на поверхности покрытия образуется след от нагрузки
5	Нагрузка 2 кг	Бумага не прилипает к покрытию и не оставляет след от нагрузки
6	Нагрузка 20 кг	Бумага не прилипает к покрытию. На поверхности покрытия остается след от нагрузки
7	Нагрузка 20 кг	Бумага не прилипает к покрытию и не оставляет след от нагрузки

Испытание начинают после исчезновения липкости лакокрасочной пленки, которую устанавливают легким прикосновением пальцев к поверхности пленки. Затем с высоты от 30 до 50 мм на горизонтально расположенную поверхность лакокрасочной пленки насыпают около 0,5 г стеклянных шариков. Шарики насыпают на площадь диаметром 18 - 22 мм так, чтобы они лежали в один слой. Допускается насыпать шарики, на площадь в виде полосы. Остальную поверхность лакокрасочной пленки рекомендуется защитить от перескакивающих шариков, чтобы использовать ее для дальнейших испытаний или для сравнения с испытуемым участком.

Через  $(60 \pm 2)$  с пластинку наклоняют под углом примерно 20° относительно горизонтали, стеклянные шарики легко сметают мягкой кистью. Степень высыхания 1 достигнута, если все шарики удаляются, не вызывая повреждения поверхностного слоя. Фиксируют время, соответствующее достижению степени высыхания 1.

### *Определение времени высыхания до степени 2.*

При испытании на окрашенную пластинку помещают чистыми руками или пинцетом листок бумаги, взяв его за один из свободных уголков. На листок бумаги накладывают резиновую пластинку, на середину которой устанавливают гирю массой 20 г; через  $(60 \pm 2)$  с снимают гирю и резиновую пластинку, а окрашенную пластинку с листком бумаги ребром свободно бросают с высоты 28 - 32 мм на деревянную поверхность. Если при этом листок бумаги не прилипает к пленке, то степень высыхания 2 достигнута. Допускается удаление бумаги любым способом, не приводящим к видимым повреждениям пленки, при удержании бумаги на поверхности (например, за счет статического электричества), если это указано в нормативно-технической документации на лакокрасочный материал.

### *Определение времени высыхания до степеней от 3 до 7.*

Испытание проводят, как указано в предыдущем пункте, применяя нагрузки и фиксируя состояние поверхности по таблице 5.3. Оценку степени высыхания от 3 до 7 проводят через 30 с после снятия нагрузки.

Если бумага не прилипает к пленке, а поверхность под ней соответствует характеристикам, указанным в таблице 5.3, то фиксируют время, требуемое для достижения степени высыхания от 3 до 7.

Если степень высыхания 6 достигается раньше степени высыхания 5, то решающей является более высокая степень высыхания.

За результат испытания принимают время в минутах, часах или сутках, необходимое для достижения определенной степени высыхания нанесенного на пластинку лакокрасочного материала при толщине и условиях сушки, установленных стандартом или другой нормативно-технической документацией на испытуемый лакокрасочный материал. При этом необходимая степень высыхания считается достигнутой, если из трех параллельных определений не менее двух соответствуют характеристике данной степени высыхания.

Время высыхания вычисляют как среднее арифметическое трех параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не превышают  $\pm 15\%$ .

## **5.4 Общие выводы**

Результаты испытаний лакокрасочных материалов оформляются в виде таблиц в журнале испытаний. Производится сравнительная оценка полученных результатов с данными, отраженными в нормативно-технической документации на отдельные виды продукции. Зарисовываются принципиальные схемы испытаний и делается заключение о трудоемкости проделанных исследований.

## 5.5 Контрольные вопросы

1. Что представляют собой красочные составы?
2. Компоненты лакокрасочных материалов.
3. Пигменты. Классификация, назначение и основные представители.
4. Связующие вещества. Классификация, назначение и основные представители.
5. Определение дисперсности пигментов.
6. Степень перетира. Методики определения.
7. Изложить методику определения укрывистости, маслосъемности пигмента.
8. Особенности определения плотности лакокрасочных материалов пикнометрическим способом.
9. Определение вязкости лакокрасочных материалов на различных типах вискозиметров.
10. Определение времени и степени высыхания.

## 6 Испытание теплоизоляционных материалов

Цель работы: Ознакомление с методикой определения основных свойств теплоизоляционных материалов.

### 6.1 Общие положения

Теплоизоляционные строительные материалы (ТИМ) изолируют тепловые потоки. Предназначены для тепловой изоляции конструкций зданий и сооружений, а также различных промышленных установок, аппаратуры, трубопроводов, холодильников и транспортных средств.

Теплоизоляционные материалы классифицируются по форме и внешнему виду, структуре, виду исходного сырья, плотности, жесткости, теплопроводности, возгораемости.

Материалы и изделия должны иметь теплопроводность не более  $0,180 \text{ Вт/м} \cdot \text{°К}$  при температуре  $25 \text{ °С}$ ; плотность - не более  $600 \text{ кг/м}^3$ .

Теплоизолирующая способность материала зависит не только от количества, но и от характера пор, их распределения, размеров, их открытости или замкнутости. Наиболее высокими теплоизоляционными свойствами обладают материалы, содержащие большое количество мелких закрытых пор. Стремление к замкнутой пористости отличает структуру теплоизоляционных материалов от структуры звукопоглощающих.

В зависимости от условий эксплуатации теплоизоляционных изделий дополнительно определяют сжимаемость при удельной нагрузке ( $2000 \pm 30$ ) Па, упругость (способность материала восстанавливать форму после снятия нагрузки), прочность на сжатие при 10%-ной деформации, предел прочности при растяжении, прочность на отрыв слоев, паропроницаемость, водостойкость.

По плотности теплоизоляционные материалы подразделяются на следующие группы: ОП - теплоизоляционные материалы особо низкой плотности ( $15, 25, 35, 50, 75 \text{ кг/м}^3$ ); НП - теплоизоляционные материалы низкой плотности ( $100, 125, 150, 175 \text{ кг/м}^3$ ); СП - теплоизоляционные материалы средней плотности ( $200, 225, 250, 300, 350 \text{ кг/м}^3$ ); Пл - плотные теплоизоляционные материалы ( $400, 450, 500, 600 \text{ кг/м}^3$ ).

По жесткости теплоизоляционные изделия подразделяются на виды: М - мягкие теплоизоляционные материалы; П - полужесткие теплоизоляционные материалы; Ж - жесткие теплоизоляционные материалы; ПЖ - теплоизоляционные материалы повышенной жесткости; Т - твердые теплоизоляционные материалы.

По теплопроводности материалы подразделяются на классы: А - низкой теплопроводности (до  $0,058 \text{ Вт/м} \cdot \text{°К}$ ); Б - средней теплопроводности (свыше  $0,058$  до  $0,116 \text{ Вт/м} \cdot \text{°К}$ ); В - повышенной теплопроводности (свыше  $0,116$  до  $0,180 \text{ Вт/м} \cdot \text{°К}$ ).

По возгораемости теплоизоляционные материалы подразделяются на не-сгораемые, трудносгораемые, сгораемые.

## 6.2 Нормативная база

В связи с ужесточением требований по теплотерям к ограждающим конструкциям, в современном строительстве обязательно находят применение эффективные теплоизоляционные материалы, к которым предъявляется ряд требований, как к свойствам, так и к методам их определения изложенных в нормативной документации (таблица 6.1). Основные нормативные документы [26-32]:

1 ГОСТ 4.201 - 79 Материалы и изделия теплоизоляционные. Номенклатура показателей.

2 ГОСТ 17177 - 94 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний.

3. ГОСТ 7076 - 99 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.

4. ГОСТ 16381 - 77 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования.

5. ГОСТ 25880 - 83 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.

6. ГОСТ 26281-84 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Правила приемки.

7. ГОСТ 31309-2005 Материалы строительные теплоизоляционные на основе минеральных волокон. Общие технические условия.

## 6.3 Методика определения свойств

Температура воздуха в помещении, в котором проводят испытания материалов и изделий, должна быть  $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

Время выдерживания образцов перед испытанием при определенной температуре и влажности воздуха указывают в нормативных документах на продукцию конкретного вида.

Высушивание образцов (проб) до постоянной массы должно производиться при температуре  $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , если в нормативном документе на продукцию конкретного вида не указана другая температура.

Образцы (пробы) материалов или изделий считают высушенными до постоянной массы, если потеря их массы после повторного высушивания в течение 0,5 ч не превышает 0,1 %.

### 6.3.1 Измерения линейных размеров

Средства измерений: линейка металлическая по ГОСТ 427-75, рулетка металлическая с ценой деления 1 мм по ГОСТ 7502-98 штангенциркуль по ГОСТ 166-89, игла металлическая измерительная длиной не менее 150 мм и диаметром не более 6 мм с ценой деления 1 мм.

Предел допускаемой погрешности измерения размеров:

$\pm 0,5$  мм - линейкой, рулеткой, толщиномером, иглой;  
 $\pm 0,1$  мм - штангенциркулем.

### *Измерение длины и ширины*

Для измерения размеров до 1 м применяют линейку, свыше 1 м - рулетку. Длина измерительного инструмента должна быть не менее длины изделия.

Длину плиты, блока, мата измеряют в трех местах: на расстоянии  $(50\pm 5)$  мм от каждого края и посередине изделия.

Длину кирпича измеряют в двух местах: посередине изделия на каждой наибольшей грани.

Длину цилиндра измеряют по наружной поверхности вдоль четырех образующих, отстоящих друг от друга на  $1/4$  дуги окружности.

Длину полуцилиндра и сегмента измеряют по наружной поверхности в трех местах: на расстоянии  $(50\pm 5)$  мм от каждой продольной кромки и посередине изделия.

Длину развернутого шнура измеряют вдоль одной образующей.

Ширину плиты, блока и кирпича измеряют в трех местах: на расстоянии  $(50\pm 5)$  мм от каждого края и посередине изделия.

Ширину мата измеряют на расстоянии  $(50\pm 5)$  мм от каждого края и через каждый метр длины.

### *Измерение диаметра*

Внутренний диаметр цилиндра, полуцилиндра и сегмента измеряют линейкой в четырех местах: на торцах цилиндра в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Из полуцилиндров и сегментов предварительно собирают цилиндр. Место измерения не должно совпадать с разрезом цилиндра или соединительными стыками полуцилиндров и сегментов.

Диаметр шнура измеряют штангенциркулем в пяти местах, равномерно расположенных по длине. Первое и последнее измерения - на расстоянии не менее  $(150\pm 5)$  мм от концов шнура.

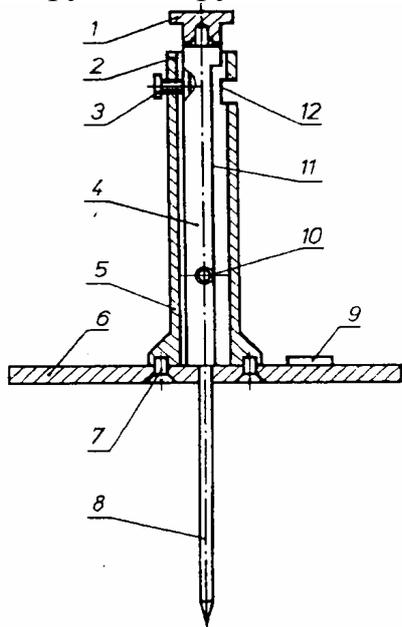
### *Измерение толщины ячеистых изделий*

Толщину ячеистых плоских изделий измеряют штангенциркулем: в четырех местах посередине каждой стороны (для изделий длиной до 500 мм; в шести местах (по три измерения с каждой стороны изделия по направлению длины: на расстоянии  $(50\pm 5)$  мм от торцов и посередине) для изделий длиной св. 500 до 1000 мм; в восьми местах (по три измерения с каждой стороны изделия по направлению длины на расстоянии  $(50\pm 5)$  мм от торцов и посередине и по одному измерению посередине каждой стороны изделия по направлению ширины) для изделий длиной св. 1000 мм.

Толщину ячеистых полуцилиндров и сегментов измеряют штангенциркулем в шести местах: по два измерения на расстоянии  $(50\pm 5)$  мм от каждого торца и посередине каждого торца изделия.

## Измерение толщины плоских волокнистых изделий

Измерение толщины производят толщиномером (рисунок 6.1). Масса основания 6 с корпусом 5 толщиномера должна создавать удельную нагрузку  $(500 \pm 7,5)$  Па, если в нормативных документах на продукцию конкретного вида не указана другая нагрузка.



- 1 - ручка; 2 - втулка; 3 - зажимной винт; 4 - вставка; 5 - корпус; 6 - основание; 7 - крепежный винт; 8 - игла; 9 - табличка; 10 - крепежный винт; 11 - шкала; 12 - стекло

Рисунок 6.1 - Толщиномер

Для проведения измерения толщиномер устанавливают на поверхности изделия, помещенного на столе. Затем винтом 3 освобождают вставку 4 толщиномера, левой рукой придерживают корпус 5, а правой - ручку 1. Нажимая правой рукой на ручку 1, опускают вниз вставку 4 с иглой 8, при этом игла 8 вертикально прокалывает изделие до упора о поверхность стола. После этого левой рукой плавно опускают корпус толщиномера с основанием на изделие. Через 5 мин (если в нормативных документах на продукцию конкретного вида не указано другое время) по шкале 11 при помощи указателя на стекле 12 отсчитывают толщину изделия.

В плите измеряют толщину в пяти местах: в центре и в четырех углах, располагая иглу толщиномера на расстоянии  $(150 \pm 5)$  мм от смежных краев плиты.

В матах измеряют толщину в четырех углах на расстоянии  $(150 \pm 5)$  мм от смежных краев, затем через каждый метр длины мата в трех местах по ширине: в двух местах на расстоянии  $(150 \pm 5)$  мм от краев и один раз по средней линии.

Измерение толщины прошивных изделий производят со смещением от указанных выше мест таким образом, чтобы игла толщиномера располагалась между швами.

Результат каждого из измеренных значений длины, ширины, толщины, диаметра отдельного изделия не должен превышать значения предельного отклонения, установленного в нормативном документе на продукцию конкретного вида для каждого номинального размера.

### 6.3.2 Контроль внешнего вида изделия

Сущность метода заключается в визуальном осмотре изделий и линейных измерениях замеченных дефектов.

Средства контроля: линейка металлическая по ГОСТ 427-75; штангенциркуль по ГОСТ 166-89; метр складной металлический.

Предел допускаемой погрешности измерения дефектов: линейкой  $\pm 0.5$  мм, штангенциркулем  $\pm 0.1$  мм.

Проведение контроля.

У волокнистых изделий осматривают состояние поверхности изделия или покровного материала и устанавливают число дефектов. Размеры обнаруженных дефектов (дыры, разрывы, проколы, трещины и пр.) измеряют линейкой. За результат принимают наибольшее значение.

У вертикально-слоистых матов измеряют линейкой ширину зазора между полосами посередине изделия по направлению его длины: через пять полос при длине мата до 2,5 м и через десять полос - св. 2,5 м. За результат измерения принимают наибольшее значение.

Ширину продольной кромки покровного материала вертикально-слоистых матов измеряют с погрешностью  $\pm 1$  мм через 500 м по длине мата, но не менее чем в шести местах.

У ячеистых изделий измеряют глубину отбитости или притупленности ребра, прикладывая два смежных звена складного метра к смежным поверхностям изделия и измеряя линейкой в направлении биссектрисы угла, образованного звеньями складного метра, расстояние от его вершины до поверхности изделия.

Глубину отбитости или притупленности угла измеряют, прикладывая одно звено складного метра к ребру, а другое, смежное звено, - к грани изделия и измеряя линейкой в направлении биссектрисы угла, образованного звеньями складного метра, расстояние от его вершины до поверхности изделия.

При измерении глубины впадины к изделию прикладывают ребром линейку и при помощи второй линейки или штангенциркуля измеряют максимальный зазор между дном впадины и ребром приложенной линейки.

При измерении высоты выпуклости к ее вершине прикладывают ребром линейку параллельно поверхности изделия и измеряют другой линейкой зазоры между ребром линейки и поверхностью изделия по обе стороны выпуклости.

При измерении глубины впадин и высоты выпуклостей изделий с цилиндрической поверхностью ребро линейки ориентируют вдоль образующей, с плоской поверхностью - произвольно.

За результат измерения высоты выпуклости принимают значение наибольшего зазора, округленное до 1 мм.

### 6.3.3 Определение плотности теплоизоляционных материалов

#### *Определение плотности плоских, фасонных и шнуровых изделий*

Средства контроля: весы, имеющие предел допускаемой погрешности взвешивания не более 0,5 %; линейка металлическая по ГОСТ 427-75; рулетка металлическая с ценой деления 1 мм по ГОСТ 7502-98; штангенциркуль по ГОСТ 166-89; толщиномер игольчатый; электрошкаф сушильный, обеспечивающий температуру нагрева до 105 °С и автоматическое регулирование температуры с пределом допускаемой погрешности ±5 °С.

Определение плотности на образцах допускается для изделий, имеющих длину более 500 мм. При этом длина образца должна быть не менее 500 мм, ширина - не менее 500 мм или равна ширине изделия.

Плотность органических ячеистых изделий определяют на образцах размером [(50x50x50)±1] мм, не имеющих уплотненного верхнего слоя, для изделий номинальной толщиной более 50 мм и размером [(40x40x40)±1] мм - для изделий номинальной толщиной 50 мм, если в нормативных документах на изделия конкретного вида не указаны другие размеры.

Длина образца шнура должна быть не менее 1000 мм.

Отобранное для испытания изделие или образец взвешивают с погрешностью не более 0,5 %. Затем измеряют размеры изделия или образца (длину, ширину, толщину, диаметр) и вычисляют его объем.

Если изделие (образец) имеет покровный материал, масса которого превышает 2 % массы изделия (образца), то ее необходимо вычесть из массы изделия (образца). Объем изделия (образца), вычисляют без учета толщины покровного материала, если его номинальная толщина превышает 1 мм.

#### Обработка результатов

Плотность  $\rho$  в килограммах на кубический метр вычисляют по формулам:

- для изделий (образцов) без покровного материала

$$\rho = \frac{m}{V(1 + 0,01W)} \quad (6.1)$$

где  $m$  - масса изделия (образца), кг;

$W$  - влажность изделия (образца), определенная в соответствии с разделом 8, %;

$V$  объем изделия (образца), м<sup>3</sup>

- для образцов органических ячеистых изделий

$$\rho = \frac{m_1}{V} \quad (6.2)$$

где  $m_1$  - масса высушенного образца, кг;

- для изделий (образцов) с покровным материалом

$$\rho = \frac{m_2 - m_3}{V(1 + 0,01W)} \quad (6.3)$$

где  $m_2$  - масса изделия (образца) с покровным материалом, кг;

$m_3$  - масса покровного материала после отделения от него теплоизоляционного слоя, кг;

- для шнура или его образца

$$\rho = \frac{(m_4 - m_5 l)4}{\pi D^2 l(1 + 0,01W)} \quad (6.4)$$

где  $m_4$  – масса шнура (образца) с оплеткой, кг;

$m_5$  – масса оплетки 1 пог. м шнура, кг/м;

$l$  – длина шнура (образца), м;

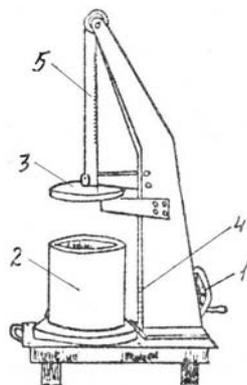
$D$  - диаметр шнура, м.

#### *Определение плотности рыхлых волокнистых материалов*

Метод не распространяется на волокнистые рыхлые материалы плотностью до 40 кг/м<sup>3</sup>.

Приборы и материалы: сушильный электрошкаф; технические весы с разновесами; прибор для определения плотности рыхлых волокнистых материалов (рисунок 6.2); образец рыхлого волокнистого материала.

Пробу материала массой (500±10)г взвешивают на технических весах и



1 – подъемное устройство; 2 - цилиндр; 3 – металлический диск; 4 – шкала; 5 – стержень

укладывают горизонтальными слоями в металлический цилиндр 2 прибора (рисунок 6.2). На материал опускают при помощи подъемного устройства 1 металлический диск 3, создающий удельное давление 2000Па (0,02 кгс/см<sup>2</sup>).

Рисунок 6.2 – Прибор для определения плотности рыхлых волокнистых материалов

Через 5 минут высоту  $h$  сжатого слоя материала в цилиндре определяют по шкале 4, находящейся на стержне 5, с погрешностью не более 0,5 мм.

Объем рыхлого волокнистого материала  $V$ , см<sup>3</sup>, под удельной нагрузкой 2000 Па (0,02 кгс/см<sup>2</sup>) вычисляют в см<sup>3</sup> по формуле

$$V = \pi * R^2 * h \quad (6.5)$$

где  $R$  – радиус цилиндра, см;

$h$  – высота сжатого слоя материала в цилиндре, см.

Плотность материала  $\rho_m$ , г/см<sup>3</sup>, под удельной нагрузкой 2000 Па (0,02 кгс/см<sup>2</sup>) вычисляют по формуле

$$\rho_m = \frac{m}{V(1 + 0,01W)} \quad (6.6)$$

где  $m$  – масса рыхлого волокнистого материала, г;

$V$  – объем, занимаемый материалом в приборе под удельной нагрузкой 2000 Па (0,02 кгс/см<sup>2</sup>), см<sup>3</sup>;

$W$  – влажность материала, %.

Результат определения округляют до 0,001 г/см<sup>3</sup>.

### 6.3.4 Метод определения влажности

Метод не распространяется на теплоизоляционные изделия из ячеистых бетонов и фибролитовые плиты.

Средства контроля: электрошкаф сушильный, обеспечивающий температуру нагрева до 105 °С и автоматическое регулирование температуры с пределом допускаемой погрешности  $\pm 5$  °С, весы, имеющие предел допускаемой погрешности взвешивания  $\pm 0,01$  г, стаканчики стеклянные типа СВ или СН по ГОСТ 25336-82 или тигли по ГОСТ 9147-80, эксикатор по ГОСТ 25336, кальций хлористый плавленый.

Пробу массой ( $5 \pm 0,1$ ) г помещают в предварительно высушенный и взвешенный стаканчик или тигель и высушивают в сушильном электрошкафу до постоянной массы.

После высушивания перед каждым повторным взвешиванием стаканчик или тигель с пробой охлаждают в эксикаторе над хлористым кальцием.

Примечание - При подготовке проб (образцов) к испытанию необходимо с изделия удалить покровный материал.

Влажность  $W$  в процентах вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \cdot 100 \quad (6.7)$$

где  $m_1$  – масса стаканчика или тигля с пробой до высушивания, г;

$m_2$  – масса стаканчика или тигля с пробой, высушенной до постоянной массы, г;

$m_3$  – масса стаканчика или тигля, г.

Влажность органических ячеистых изделий вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_4 - m_5}{m_5} \cdot 100 \quad (6.8)$$

где  $m_4$  - масса образца до сушки, г;

$m_5$  - масса образца после сушки, г.

Результат вычисления округляют до 0,1 %.

### **6.3.5 Метод ускоренного определения сорбционной влажности**

Сущность метода заключается в измерении массы воды, адсорбированной образцом сухого материала при определенных условиях в течение заданного времени.

Средства контроля: электрошкаф сушильный, обеспечивающий температуру нагрева до 105 °С и автоматическое регулирование температуры с пределом допускаемой погрешности  $\pm 5$  °С, весы аналитические, имеющие предел допускаемой погрешности взвешивания  $\pm 0,2$  мг, стаканчик (бюкс) стеклянный по ГОСТ 23932-90 эксикатор по ГОСТ 25336, кальций хлористый плавленный.

Пробу помещают в предварительно высушенный и взвешенный стаканчик (бюкс) и высушивают до постоянной массы, взвешивают и до проведения испытания хранят в эксикаторе над хлористым кальцием.

Стаканчик с пробой материала помещают над водой в эксикатор и выдерживают в течение 24 или 72 ч. Затем стаканчик с пробой материала вынимают из эксикатора и взвешивают. Объем проб материала, одновременно помещенных в эксикатор, не должен превышать 50 % объема воздушного пространства в эксикаторе.

Образцы органических ячеистых изделий после сушки взвешивают, помещают над водой в эксикатор и выдерживают в течение 24 ч при температуре  $(22 \pm 5)$  °С, после чего снова взвешивают.

Сорбционную влажность  $W_{\text{сорб}}$  в процентах вычисляют по формуле:

$$W_{\text{сорб}} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \cdot 100 \quad (6.9)$$

где  $m_1$  – масса бюкса с пробой после выдерживания над водой, г;

$m_2$  – масса бюкса с пробой, высушенной до постоянной массы, г;

$m_3$  – масса бюкса, г.

Сорбционную влажность органических ячеистых изделий вычисляют по формуле:

$$W_{\text{сорб}} = \frac{m_4 - m_5}{m_5} \cdot 100 \quad (6.10)$$

где  $m_4$  – масса образца после выдерживания над водой, г;

$m_5$  – масса высушенного образца, г.

Результат определения округляют до 0,1 %.

### 6.3.6 Определение водопоглощения

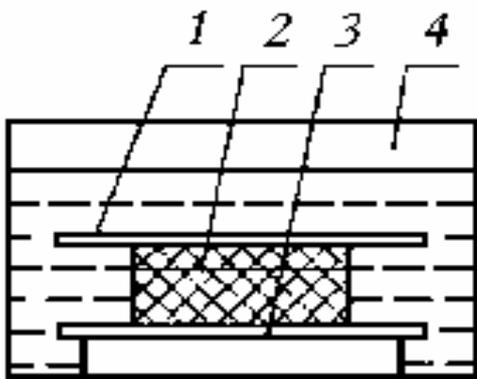
Средства контроля: электрошкаф сушильный, обеспечивающий температуру нагрева до 105 °С и автоматическое регулирование температуры с пределом допускаемой погрешности  $\pm 5$  °С, весы аналитические, имеющие предел допускаемой погрешности взвешивания  $\pm 0,01$  г, ванна из нержавеющей материала, имеющая сетчатые подставку и пригруз из нержавеющей материала (рисунок 6.3), поддон для взвешивания с размерами в плане 120x120 мм, высотой бортов 10 мм, эксикатор по ГОСТ 25336, кальций хлористый плавленный.

*Метод определения водопоглощения при полном погружении образца в воду*

Сущность метода заключается в измерении массы воды, поглощенной образцом сухого материала при полном погружении в воду в течение заданного времени.

Для испытания из изделия вырезают образец в форме прямоугольного параллелепипеда длиной и шириной  $(100 \pm 2)$  мм и толщиной, равной толщине изделия.

Из органических ячеистых изделий вырезают образец размером  $[(50 \times 50 \times 50) \pm 1]$  мм. При толщине изделий меньше 50 мм высоту образца принимают равной толщине изделия.



- 1 - сетчатый пригруз;
- 2- образец;
- 3 - сетчатая подставка;
- 4 – ванна.

Рисунок 6.3 - Ванна с образцом, полностью погруженным в воду

Образцы высушивают до постоянной массы и охлаждают в эксикаторе над хлористым кальцием.

В ванну 4 (рисунок 6.3) на сетчатую подставку 3 помещают образец 2 и фиксируют его положение сетчатым пригрузом 1. Затем заливают в ванну воду температурой  $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$  так, чтобы уровень воды был выше пригруза на 20 - 40 мм.

Через 24 ч после залива воды образец переносят на подставку и через 30 с взвешивают на сухом поддоне. Массу воды, вытекшей из образца во время взвешивания в поддон, включают в массу насыщенного водой образца.

Образцы из органических ячеистых изделий через 24 ч после залива

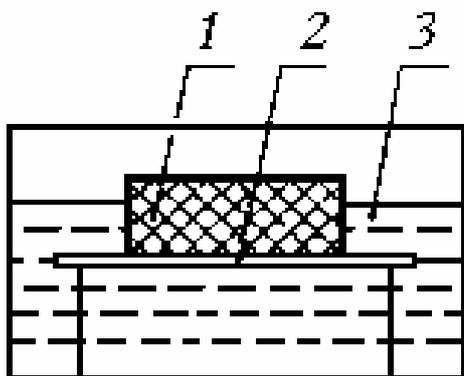
воды вынимают, протирают фильтровальной бумагой и взвешивают.

*Метод определения водопоглощения при частичном погружении образца в воду*

Сущность метода заключается в измерении массы воды, впитанной образцом сухого материала, частично погруженным в воду, в течение заданного времени (рисунок 6.4).

Для испытания вырезают образец по форме прямоугольного параллелепипеда длиной и шириной  $(100 \pm 2)$  мм и толщиной  $(30 \pm 2)$  мм.

Если толщина изделия больше 30 мм, то излишек срезают с одной стороны. Образец высушивают до постоянной массы, затем охлаждают в эксикаторе над хлористым кальцием и взвешивают.



- 1 - образец;
- 2- сетчатая подставка;
- 3 - ванна с водой

Рисунок 6.4 - Ванна с образцом, частично погруженным в воду

В ванну 3 (рисунок 6.4) на сетчатую подставку 2 помещают несрезанной плоскостью образец 1.

Затем заливают в ванну воду температурой  $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$  так, чтобы образец был погружен в воду на  $(5 \pm 1)$  мм. При этом уровень воды в ванне поддерживают постоянным. После выдержки в течение 24 ч образец вынимают из воды и переносят на сетчатую подставку, через 30 с помещают в сухой поддон и взвешивают.

Массу воды, вытекшей из образца во время взвешивания в поддон, включа-

ют в массу насыщенного водой образца.

Водопоглощение при полном или частичном погружении образца  $W^n$  в процентах по массе вычисляют по формуле:

$$W^n = \frac{m_1 - m_2 - m_3}{m_2} \cdot 100 \quad (6.11)$$

где  $m_1$  – масса образца после насыщения водой и поддона для взвешивания, г;

$m_2$  – масса образца, предварительно высушенного до постоянной массы, г;

$m_3$  – масса сухого поддона для взвешивания, г.

Водопоглощение органических ячеистых изделий при полном погружении образца  $W_n^0$  в процентах по объему вычисляют по формуле

$$W_n^0 = \frac{m_4 - m_5}{V\rho_v} \cdot 100 \quad (6.12)$$

где  $m_4$  – масса образца после насыщения водой, г;

$m_5$  – масса образца, предварительно высушенного до постоянной массы, г;

$V$  – объем образца, см<sup>3</sup>;

$\rho_v$  – плотность воды, г/см<sup>3</sup>.

### 6.3.7 Определение содержания органических веществ

Сущность метода основана на измерении потери массы пробы после прокаливания ее при определенной температуре в течение заданного времени.

Средства контроля: электропечь камерная, обеспечивающая температуру нагрева до 600 °С и автоматическое регулирование температуры с пределом допускаемой погрешности ±10 °С, весы, имеющие предел допускаемой погрешности взвешивания ±0,01 г, тигель фарфоровый по ГОСТ 9147-80, эксикатор по ГОСТ 25336, кальций хлористый плавленный.

В предварительно прокаленный и взвешенный тигель помещают пробу массой (5±0,1) г и высушивают до постоянной массы. До испытания пробу хранят в эксикаторе над хлористым кальцием.

Для испытания может быть использована проба материала или изделия после определения в ней влажности.

Тигель с пробой помещают в камерную электропечь и при температуре (600±10) °С выдерживают в течение 2 ч. Затем тигель с пробой охлаждают в эксикаторе над хлористым кальцием и взвешивают.

Содержание органических веществ  $Z_0$  в процентах вычисляют по формуле:

$$Z_0 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \cdot 100 \quad (6.13)$$

где  $m_1$  – масса тигля с пробой, высушенной до постоянной массы, г;

$m_2$  – масса тигля с пробой после прокаливания, г;

$m_3$  – масса тигля, г.

Результат испытания округляют до 0,1 %.

### **6.3.8 Определение прочности на сжатие при 10%-ной линейной деформации**

Метод распространяется на неорганические волокнистые и органические ячеистые теплоизоляционные изделия.

Сущность метода заключается в измерении значения сжимающих усилий, вызывающих деформацию образца по толщине на 10 % при соответствующих условиях испытания.

Средства испытания: машина испытательная, обеспечивающая скорость нагружения образца 5 - 10 мм/мин и позволяющая измерить нагрузку с погрешностью, не превышающей 1 % значения сжимающего усилия, индикатор часового типа по ГОСТ 577, линейка металлическая по ГОСТ 427-75, штангенциркуль по ГОСТ 166-89.

Из изделия выпиливают образец в форме параллелепипеда длиной и шириной  $(100 \pm 1)$  мм и толщиной, равной толщине изделия.

Предел допускаемой погрешности измерения длины и ширины образца линейкой  $\pm 0,5$  мм, штангенциркулем  $\pm 0,1$  мм.

Для проведения испытания образец помещают в машину таким образом, чтобы сжимающее усилие действовало по вертикальной оси образца, и измеряют нагрузку, при которой он уплотняется (деформируется) на 10 %. Измерение деформации образца производят индикатором часового типа. Отчет деформации образцов начинают при удельной нагрузке на образец  $(2000 \pm 100)$  Па (кроме образцов органических ячеистых изделий).

Прочность на сжатие при 10 %-ной линейной деформации  $R_{10}$  в МПа ( $\text{кгс/см}^2$  или  $\text{Н/мм}^2$ ) вычисляют по формуле

$$R_{10} = \frac{P}{l \cdot b} \quad (6.14)$$

где  $P$  – нагрузка при 10 %-ной линейной деформации, Н (кгс);

$l$  – длина образца, мм (см);

$b$  – ширина образца, мм (см).

**Примечание:**  $1 \frac{Н}{мм^2} = 10 \frac{кгс}{см^2} = 1 МПа.$

Результат испытания округляют до 0,01 МПа.

### 6.3.9 Метод определения предела прочности при сжатии

Метод не распространяется на теплоизоляционные изделия из ячеистых бетонов.

Сущность метода заключается в измерении значения сжимающих усилий, вызывающих разрушение образца при соответствующих условиях испытания.

Средства испытания: машина испытательная, обеспечивающая скорость нагружения образца 5 - 10 мм/мин и позволяющая измерить значение нагрузки с погрешностью, не превышающей 1 % значения разрушающего усилия, штангенциркуль.

Из изделия выпиливают образец в форме куба с размером ребра (100±1) мм, если в нормативном документе на конкретный вид продукции не указаны другие размеры.

Длину и ширину верхнего и нижнего оснований образца измеряют штангенциркулем по двум параллельным ребрам. Предел допускаемой погрешности измерения ±0,1 мм.

Длиной и шириной образца считают среднее арифметическое значение четырех измерений длины и ширины верхнего и нижнего оснований.

Примечание - Допускается при толщине изделия менее 100 мм составлять куб указанного размера из двух образцов в форме параллелепипеда высотой (50±5) мм. Две половины составного образца притирают друг к другу и измеряют длину каждого ребра штангенциркулем. В подготовленном для испытания образце длины всех параллельных ребер не должны различаться более чем на 0,5 мм.

Целый или составной по высоте образец устанавливают в машину так, чтобы сжимающее усилие было направлено по вертикальной оси образца.

Разрушающей считают наибольшую нагрузку, отмеченную при испытании образца в момент его разрушения.

Предел прочности при сжатии  $R_{сж}$  МПа ( $кгс/см^2$  или  $Н/мм^2$ ) вычисляют по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P}{l \cdot b} \quad (6.15)$$

где  $P$  – разрушающая нагрузка, Н (кгс);

$l$  – длина образца, мм (см);

$b$  – ширина образца, мм (см).

**Примечание:**  $1 \frac{Н}{мм^2} = 10 \frac{кгс}{см^2} = 1 МПа.$

Результат испытания округляют до 0,01 МПа.

### 6.3.10 Метод определения предела прочности при изгибе

Сущность метода заключается в измерении значения усилия, вызывающего разрушение образца при его изгибе при соответствующих условиях испытания.

Средства испытания: машина испытательная, обеспечивающая скорость нагружения образца центральной сосредоточенной нагрузкой 5 - 10 мм/мин и позволяющая снять отсчет разрушающей нагрузки с погрешностью не более 1 %, штангенциркуль.

Из изделия выпиливают образец квадратного сечения с размером ребра  $(40\pm 2)$  мм и длиной  $(200\pm 3)$  мм. При толщине изделия менее 40 мм из него выпиливают образец шириной  $(40\pm 2)$  мм и максимально возможной толщины. Перед испытанием образец подшлифовывают.

Для органических ячеистых изделий образцы выпиливают длиной  $(160\pm 1)$  мм, шириной и толщиной  $(30\pm 1)$  мм, если в нормативных документах на изделия конкретного вида не указаны другие размеры.

Ширину и толщину измеряют штангенциркулем в средней части двух противоположных граней образца. Предел допускаемой погрешности измерения  $\pm 0,1$  мм.

Шириной и толщиной образца считают среднее арифметическое значение двух измерений.

Образец укладывают на две цилиндрические опоры диаметром  $(10\pm 0,1)$  мм. Расстояние между осями опор должно быть  $(160\pm 1)$  мм.

Нагрузка на образец должна передаваться через валик диаметром  $(10\pm 0,1)$  мм, приложенный по всей ширине образца на равном расстоянии от опор и перемещающийся со скоростью 5 - 10 мм/мин.

При испытании органических ячеистых изделий образец устанавливают на опоры так, чтобы концы образца выходили за оси опор не менее чем на 15 мм. При этом расстояние между опорами должно быть  $(120\pm 1)$  мм, радиус закругления опор –  $(6\pm 0,1)$  мм.

Нагружающее устройство должно иметь форму полуцилиндра радиусом  $(6\pm 1)$  мм и перемещаться со скоростью 5 - 10 мм/мин.

Разрушающей считают наибольшую нагрузку, отмеченную при испытании образца в момент его разрушения.

**Примечание** - Допускается изменение диаметра опор и расстояния между ними, если в нормативных документах на конкретные виды продукции установлены другие размеры образцов.

Предел прочности при изгибе  $R_{изг}$  в МПа ( $\text{кгс}/\text{см}^2$  или  $\text{Н}/\text{мм}^2$ ) вычисляют по формуле:

$$R_{изг} = \frac{3 \cdot P \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2} \quad (6.16)$$

где  $P$  – разрушающая нагрузка, Н (кгс);  
 $l$  – расстояние между осями опор, мм (см);  
 $b$  – ширина образца, мм (см);  
 $h$  – высота образца, мм (см).

**Примечание:**  $1 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 10 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 1 \text{МПа}$ .

Результат испытания округляют до 0,01 МПа.

#### 6.4 Основные выводы

Результаты испытаний теплоизоляционных материалов оформляются в виде таблиц в журнале испытаний.

Делаются выводы о соответствии требованиям нормативной документации с указанием марки изделия, принадлежности к той или иной классификационной группе, о полноте и качестве проведенных испытаний.

#### 6.5 Контрольные вопросы

1. Какие материалы и изделия называют теплоизоляционными?
2. Общие сведения об теплоизоляционных материалах. Классификация.
3. Основные свойства теплоизоляционных материалов.
4. Виды теплоизоляционных материалов.
5. Какие связующие применяют в производстве штучных и листовых теплоизоляционных материалов?
6. Назовите неорганические теплоизоляционные материалы.
7. Назовите органические теплоизоляционные материалы.
8. Применение теплоизоляционных изделий.

## Список использованных источников

1. ГОСТ 4.233-86 Строительство. Растворы строительные. Номенклатура показателей. Введ. 1986-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
2. ГОСТ 5802-86 Растворы строительные. Методы испытаний. Введ. с 1988-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 12 с.
3. ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия. Введ. 1999-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
4. СП 82-101-98 Приготовление и применение растворов строительных. Введ. 1998-07-15 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
5. ГОСТ 31189 – 2003 Смеси сухие строительные. Классификация. Введ. 2004-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
6. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия. Введ. 1995-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
7. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. Введ. 1987-01-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
8. ГОСТ 22266-94 Цементы сульфатостойкие. Технические условия. Введ. 1994-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
9. ГОСТ 24211-91 Добавки для бетонов. Общие технические требования. Введ. 1992-01-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False

10. ГОСТ 25328-82 Цемент для строительных растворов. Технические условия. Введ. 1983-01-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
11. ГОСТ 9179-77 Известь строительная. Технические условия. Введ. 1978-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
12. ГОСТ 125-79 Вяжущие гипсовые. Технические условия. Введ. 1979-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
13. ГОСТ 5578-94 Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия. Введ. 1994-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
14. ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия. Введ. 1979-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
15. ГОСТ 16483.0-89 Древесина. Общие требования к физико-механическим испытаниям. Введ. 1990-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
16. ГОСТ 16483.23-73\* Древесина. Метод определения предела прочности при растяжении вдоль волокон. Введ. 1974-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
17. ГОСТ 16483.34-77 \* Древесина. Метод определения газопроницаемости. Введ. 1977-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
18. ГОСТ 16483.7-71 Древесина. Методы определения влажности. Введ. 1971-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) /

- ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
19. ГОСТ 16483.11-72 Метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон. Введ. 1972-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  20. ГОСТ 16483.1-84 Древесина. Метод определения плотности. Введ. 1984-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  21. ГОСТ 16483.3-84 Древесина. Метод определения прочности при статическом изгибе. Введ. 1984-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  22. ГОСТ 16483.10-73 Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон. Введ. 1974-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  23. ГОСТ 16483.37-88 Древесина. Метод определения усушки. Введ. 1988-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  24. ГОСТ 2140-81 Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. Введ. 1982-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  25. ГОСТ 23431-79 Древесина. Строение и физико-механические свойства. Термины и определения. Введ. 1979-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  26. ГОСТ 4.201 - 79 Материалы и изделия теплоизоляционные. Номенклатура показателей. Введ. 1979-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС

- версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
27. ГОСТ 17177 - 94 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. Введ. 1995-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
28. ГОСТ 7076 - 99 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. Введ. 1999-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
29. ГОСТ 16381 - 77 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования. Введ. 1979-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
30. ГОСТ 25880 - 83 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. Введ. 1983-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
31. ГОСТ 26281-84 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Правила приемки. Введ. 1984-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
32. ГОСТ 31309-2005 Материалы строительные теплоизоляционные на основе минеральных волокон. Общие технические условия. Введ. 2005-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
33. ГОСТ 19487-74\* Пигменты и наполнители неорганические. Термины и определения. Введ. 1974-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург:

- ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
34. ГОСТ 6589-74 Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира прибором «Клин» (гриндометром). Введ. 1974-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  35. ГОСТ 9825 – 73\* Материалы лакокрасочные. Термины, определения и обозначения. Введ. 1973-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  36. ГОСТ 8420 - 74\* Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости. Введ. 1974-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  37. ГОСТ 6589 – 74\* Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира прибором "Клин" (гриндометром). Введ. 1974-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  38. ГОСТ 28513 – 90 Материалы лакокрасочные. Метод определения плотности. Введ. 1990-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  39. ГОСТ 19007 – 73\* Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания. Введ. 1973-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  40. ГОСТ 15140 – 78\* Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии. Введ. 1978-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
  41. ГОСТ 18299 – 72\* Материалы лакокрасочные. Метод определения предела прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и модуля упругости. Введ. 1972-07-01 [Электронный ресурс]: приложение

- KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
42. ГОСТ 20811 – 75\* Материалы лакокрасочные. Методы испытания покрытий на истирание. Введ. 1975-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
43. ГОСТ 8832-76\* Материалы лакокрасочные. Методы получения лакокрасочного покрытия для испытания. Введ. 1976-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
44. ГОСТ 11501-78\* Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникновения иглы. Введ. 1978-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
45. ГОСТ 11503-74\* Битумы нефтяные. Метод определения условной вязкости. Введ. 1974-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
46. ГОСТ 11505-75\* Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости. Введ. 1976-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
47. ГОСТ 11506-73\* Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару. Введ. 1974-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
48. ГОСТ 11507-78\* Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу. Введ. 1979-07-01 [Электронный ресурс]: приложение KODEKS версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False

49. ГОСТ 11508-74\* Битумы нефтяные. Метод определения сцепления битума с мрамором и песком. Введ. 1975-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
50. ГОСТ 9548-74 Битумы нефтяные кровельные. Технические условия. Введ. 1974-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
51. ГОСТ 11955-82 Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия. Введ. 1983-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
52. ГОСТ 22245-90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия. Введ. 1991-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
53. ГОСТ 6617-76 Битумы нефтяные строительные. Технические условия. Введ. 1976-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
54. ГОСТ 30547-97 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия. Введ. 1997-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
55. ГОСТ 2678-94 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытания. Введ. 1994-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
56. ГОСТ 30402-96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость. Введ. 1997-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False

57. ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. Введ. 1994-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False
58. ГОСТ 30444-97 Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени. Введ. 1997-07-01 [Электронный ресурс]: приложение КОДЕКС версии 5.1.1.19 (32 bit) / ООО "Альфа Кодекс" – Электронные данные / Лицензия на ПК КОДЕКС для Windows и Dos (сетевой вариант) – Оренбург: ГОУ Оренбургский государственный университет, 2006. - Мастер-версия: False