

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ОРГАНИЧЕСКИЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Лабораторный практикум
для студентов технических специальностей и слушателей ИПКиП

Брест 2022

УДК 620.1.001.53
ББК 30.3 я 73

В лабораторном практикуме приведены общие сведения об основных органических материалах, применяемых в современном строительстве (битумных вяжущих веществах, материалах и изделиях из древесины и др.), методы определения их качества в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами.

Практикум предназначен для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям, слушателям ИПКиП.

Таблиц 15, рисунков 8, библиографических названий 7.

Составители: Шалобыта Т.П., доцент кафедры технологии бетона и строительных материалов, к.т.н., доцент
Марчук В.А., доцент кафедры технологии бетона и строительных материалов, к.т.н., доцент

Рецензенты: к.т.н., Сырица Г.В., директор РУП «Сертис» РУП «Белстройцентр»;
к.т.н., Лебедь В.А., заместитель директора по научной работе филиала «Институт БелНИИС»-Научно-технический центр, г. Брест

Учреждение образования

© «Брестский государственный технический университет» 2022

Лабораторная работа №1 ИСПЫТАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Цель работы: ознакомиться с макростроением древесины; определить содержание поздней древесины, пределы прочности при сжатии вдоль волокон, поперёк волокон, при статическом изгибе; изучить основные виды пороков пиломатериалов, ознакомиться с коллекциями основных пород древесины.

Древесина обладает сравнительно высокой прочностью при небольшой средней плотности, упругостью, малой теплопроводностью, хорошими технологическими свойствами. Благодаря этим положительным качествам и относительно небольшой стоимости древесина весьма широко применяется в строительстве. Однако, как строительный материал, древесина имеет ряд недостатков, к которым можно отнести следующие: а) анизотропность, т.е. неоднородность строения, обуславливающую различие показателей прочности и теплопроводности вдоль и поперёк волокон; б) гигроскопичность древесины, вследствие чего при колебаниях влажности окружающей среды может возникнуть коробление и образование трещин в конструкции; в) загниваемость и лёгкая воспламеняемость; г) изменение прочности в пределах одной и той же породы в зависимости от условий роста дерева или наличия тех или иных пороков.

1.1. Изучение строения древесины

Древесина – неоднородный анизотропный материал биологического происхождения, полученный из высших видов растений. Ткань древесины состоит из клеток различного типа, которые в живом растении выполняют три функции: механическую, водопроводящую и обмена веществ. Растущее дерево состоит из корневой системы, ствола и кроны. Промышленное значение имеет ствол (30...90% древесины). Верхняя часть ствола называется вершиной, нижняя комлем. Строение древесины изучают при увеличении различной силы или, в некоторых случаях, невооружённым глазом. Строение, достаточно хорошо видимое невооружённым глазом или при слабом увеличении (через лупу), называется макроструктурой. Макроструктуру изучают на образцах хвойных и лиственных пород. Ввиду анизотропии свойств древесины, строение её изучают в трёх направлениях:

1) в поперечном разрезе – в плоскости, проходящей поперёк оси ствола;

2) в радиальном разрезе – в плоскости, проходящей вдоль оси ствола по диаметру (или радиусу);

3) в тангенциальном разрезе – в плоскости, проходящей вдоль ствола на хорде поперечного сечения, на некотором расстоянии от оси ствола (рисунок 1.1).

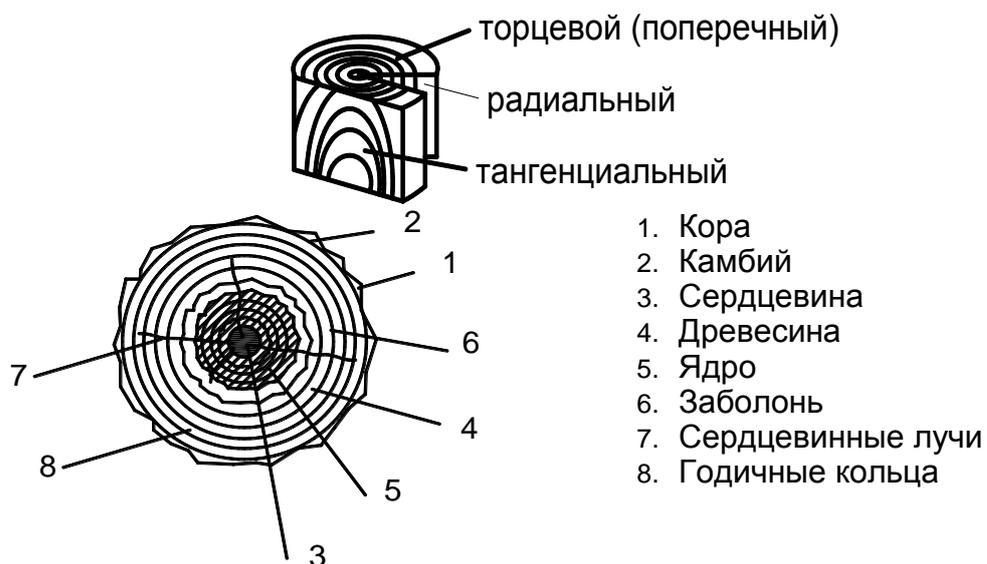


Рисунок 1.1 – Макроструктура древесины

Слой древесины, образовавшийся в течение года, называют годовым слоем. В поперечном направлении годовые слои имеют вид концентрических колец. Годовой слой состоит из двух зон:

1) весенней или ранней древесины, образовавшейся весной и ранним летом и состоящей из крупных клеток с тонкими стенками;

2) осенней или поздней древесины, образовавшейся поздним летом и осенью и состоящей из мелких клеток с более толстыми стенками. Этот слой имеет более тёмную окраску.

Перпендикулярно годовым слоям идут сердцевинные лучи – тонкостенные клетки, проходящие по радиусу от периферии ствола к сердцевине. Серцевинные лучи некоторых древесных пород имеют отличный от древесины цвет, блеск, окраску, и в сечении с годовыми слоями образуют красивые текстуры на радиальном (клён, бук) или тангенциальном (дуб, орех и др.) разрезах.

В зависимости от вида клеток и сосудов, расположения их в древесине различают породы:

- хвойные (сосна, ель и др.);
- лиственные кольцесосудистые (дуб, ясень, тополь и др.) и лиственные рассеянно-сосудистые (берёза, липа, осина и др.).

У хвойных и лиственных кольцесосудистых пород годовые слои хорошо видны. У лиственных рассеянно-сосудистых они различимы хуже. У большинства хвойных пород в промежутках между клетками (чаще всего в поздней древесине) встречаются участки, заполненные смолой (смоляные ходы). Они видны на торцевом разрезе лишь при рассмотрении под лупой, а на продольном (радиальном) различимы невооружённым глазом в виде тёмных линий.

При изучении макроструктуры древесины требуется зарисовать видимую картину строения сосны и дуба: срезы хвойной и лиственной породы, указать годовые слои, позднюю и раннюю древесину, смоляные ходы для хвойной породы, сердцевинные лучи, сосуды.

Дуб – ядровая порода, имеет узкую желтовато-белую заболонь. Древесина твёрдая, тяжёлая, очень прочная и упругая. При длительном хранении под водой прочность и твердость значительно возрастает, цвет становится чёрный. Используется для гидротехнического и мостостроения, изготовления ответственных частей здания, гнутых изделий, фанеры, паркета и др.

Сосна – ядровая порода. Цвет ядра розоватый, желтоватый или буроватый; заболонь – желтовато-белая. Древесина мягкая, легкая, упругая, хорошо колется. Используется в мостостроении, для изготовления столбов, досок, столярных изделий, опалубки и др.

1.1. Определение содержания поздней древесины в годичном слое и приближённая оценка предела прочности на сжатие

Прочностные свойства древесины в значительной степени зависят от её средней плотности, которая непосредственно зависит от процентного содержания в дереве поздней древесины. Отсюда вытекает возможность приближённой оценки прочности древесины по процентному содержанию поздней древесины.

Материалы и оборудование: линейка измерительная, образцы древесных пород.

Выполнение работы. Процент поздней древесины определяют следующим способом: на гладко обработанной торцевой поверхности образца проводят линию по направлению радиуса годовых колец и на ней отмечают отрезок l (рисунок 1.2).

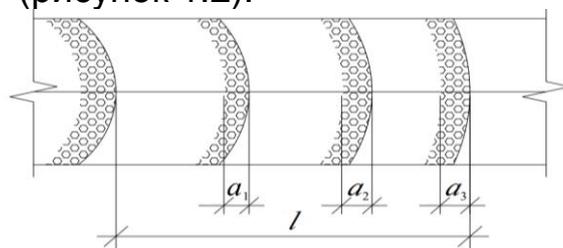


Рисунок 1.2 – Определение содержания поздней древесины

На этом участке определяют суммарную толщину поздней части годовых колец. Процент древесины определяют по формуле:

$$m = (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) \cdot 100/l \quad (1.1)$$

Ориентировочный предел прочности производится по эмпирическим формулам:

$$f_c = 0.6m + 30, \text{ Мпа} \quad (\text{для сосны}) \quad (1.2)$$

$$f_c = 0.32m + 29.4, \text{ Мпа} \quad (\text{для дуба}) \quad (1.3)$$

Таблица 1.1 – Результаты определения содержания поздней древесины в годичном слое

Определение	№ образцов		Схема испытаний
	сосна	дуб	
Общая сумма толщин годовых слоёв (l), мм			
Сумма толщин поздней древесины ($a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$), мм			
Содержание поздней древесины, m , %			
Ориентировочный предел прочности на сжатие, МПа			

Описать разницу в строении и свойствах ранней и поздней древесины

1.2. Определение предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон

На сжатие вдоль волокон древесина работает в таких конструкциях, как колонны, стойки и сваи. Предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон колеблется в очень широких пределах в зависимости от породы дерева, его плотности, влажности и наличия пороков (сучков, трещин и пр.).

Материалы и оборудование: Пресс, штангенциркуль, линейка измерительная, образцы древесных пород.

Выполнение работы. В лабораторных условиях испытания проводят с помощью прессы на образцах в виде прямоугольных призм с основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм. При испытании образец помещают в приспособление испытательной машины и нагружают равномерно с такой скоростью, чтобы он разрушился через $1,0 \pm 0,5$ мин после начала нагружения. Испытание продолжается до разрушения образца. Максимальную нагрузку F считают с погрешностью не более 1%.

Предел прочности на сжатие вдоль волокон $f_{c,0}$, МПа, образца, имеющего в момент испытания влажность W , %, определяют с точностью до 0.1 МПа по формуле:

$$f_{c,0,W} = \frac{F}{ab} \quad (1.4)$$

где F – разрушающая нагрузка в Н;

a, b – размеры поперечного сечения образца в мм².

Прочностные характеристики древесины зависят от влажности в момент испытания. Для определения влажности древесины по номограмме равновесной влажности (Н.Н. Чулицкого) с помощью психрометра необходимо измерить влажность воздуха в помещении, где выдерживались образцы. Психрометр имеет два термометра. Один термометр, спиртовой — для измерения температуры окружающего воздуха, его обычно называют сухим. Кончик второго термометра обмотан тканевым фити-

лем и опущен в емкость с водой. За счет испарения влаги этот термометр охлаждается, такой термометр называют влажным. По разнице температур сухого и влажного термометров определяют относительную влажность воздуха. На номограмме равновесной влажности древесины надо отложить значения температуры и влажности воздуха по соответствующим осям и найти точку пересечения перпендикуляров из указанных координат. По наклонным линиям найти ближайшее к найденной точке значение влажности древесины с погрешностью не более 0,5 %.

Для пересчета прочности в случае влажности меньше предела гигроскопичности используется формула:

$$f_{c,0} = f_{c,0,W} [1 + \alpha W - 12] \quad (1.5)$$

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

W – влажность образца в момент испытаний;

$f_{c,0,W}$ – предел прочности образца с влажностью в момент испытаний, %.

Полученные результаты испытаний заносят в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Результаты определения прочности на сжатие вдоль волокон

	№ образца					
	сосна			дуб		
	1	2	3	1	2	3
Ширина образца, мм						
Толщина образца, мм						
Площадь сечения, мм ²						
Разрушающая нагрузка, Н						
Предел прочности, МПа						
Среднее значение предела прочности на сжатие вдоль волокон, МПа						
Предел прочности на сжатие вдоль волокон при стандартной влажности, МПа						

1.3. Определение предела прочности при сжатии поперёк волокон

На сжатие поперёк волокон древесина работает в железнодорожных шпалах, мауэрлатах, звеньях деревянных срубов. При сжатии древесины поперёк волокон возникает уплотнение (смятие). Сопротивление древесины сжатию поперёк волокон меньше, чем вдоль волокон, что объясняется трубчатым её строением.

Материалы и оборудование: Пресс, штангенциркуль, линейка измерительная, образцы древесных пород.

Выполнение работы. Испытывают древесину на сжатие поперёк волокон по радиальной или тангенциальной плоскости на отдельных образцах размером 20x20x30 мм. Для испытания используют тот же пресс, что и для определения предела прочности на сжатие вдоль волокон. Образец помещают на нижнюю плиту прессы таким образом, чтобы нагрузка была приложена в тангенциальной плоскости при радиальном

сжатию и к радиальной плоскости при тангенциальном сжатии. Нагружают образец равномерно со скоростью 1000 ± 200 Н/мин до превышения условного предела прочности, т.е. до явного перехода деформации образца через точку пропорциональности.

Предел прочности образца с влажностью W в момент испытаний вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формуле:

$$f_{c,90,W} = \frac{F}{ab} \quad (1.6)$$

где F – нагрузка соответствующая условному пределу прочности, Н;
 a, b – размеры сечения образца, мм.

Предел прочности $f_{c,90,W}$ образца с влажностью $W, \%$. Для пересчета прочности в случае влажности меньше предела гигроскопичности используется формула:

$$f_{c,90} = f_{c,90,W} [1 + \alpha W - 12] \quad (1.7)$$

где α – поправочный коэффициент, равный 0,035 на 1% влажности.
 Полученные результаты испытания заносят в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 – Результаты определения прочности на сжатие поперек волокон

	№ образца					
	сосна			дуб		
	1	2	3	1	2	3
Ширина образца, мм						
Толщина образца, мм						
Площадь сечения, мм ²						
Разрушающая нагрузка, Н						
Предел прочности, МПа						
Среднее значение предела прочности на сжатие поперек волокон, МПа						
Предел прочности на сжатие поперек волокон при стандартной влажности, МПа						

1.4. Определение предела прочности при статическом изгибе

Значение предела прочности древесины при статическом изгибе весьма велико, так как её весьма широко применяют в конструкциях, работающих на изгиб – в балках, настилах, подмостях и др.

Материалы и оборудование: Пресс, штангенциркуль, линейка измерительная, образцы древесных пород.

Выполнение работы. Определение предела прочности при статическом изгибе производится на образцах в форме прямоугольного бруска сечением 20x20 мм и длиной вдоль волокон 300 мм. Испытание образцов производят по схеме, изображённых на рисунке 1.3.

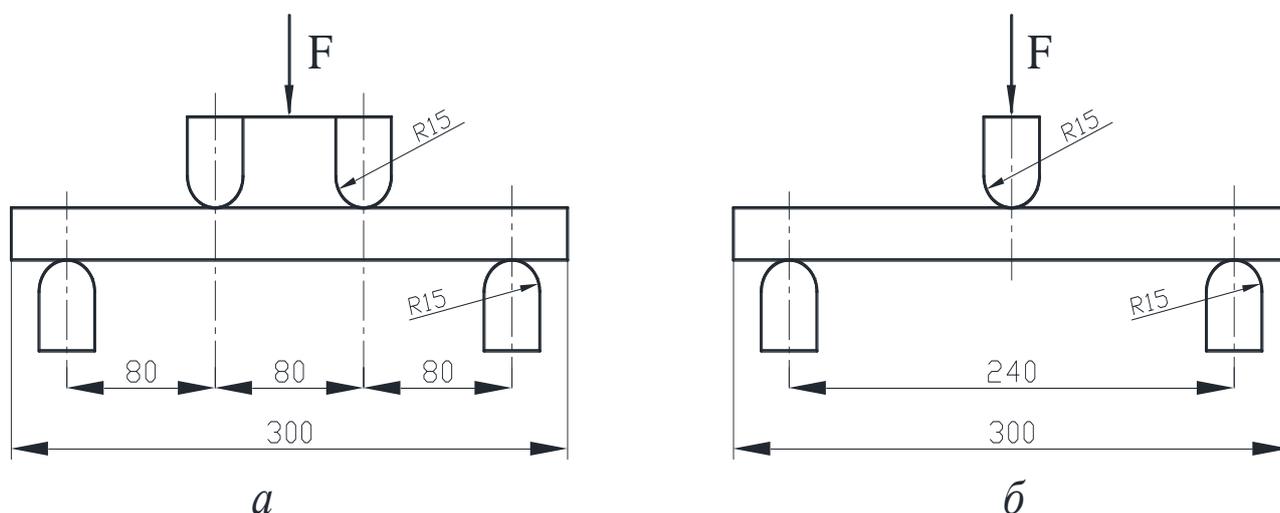


Рисунок 1.3 – Схема приложения сил при испытании древесины на статический изгиб

Изгибающее усилие должно быть направлено по касательной к годовым слоям (изгиб тангенциальный). При испытании древесины мягких пород на опоры и под ножи должны быть помещены прокладки размером 20x20 мм из фанеры другого материала толщиной 5мм. Образцы нагружают равномерно со скоростью 70 ± 15 Н/мин при испытании по схеме а) и 50 ± 10 Н/мин при испытаниях по схеме б). Испытания продолжают до разрушения образца. Вид излома образца – гладкий или волокнистый указывают в протоколах испытания.

Предел прочности образца древесины с влажностью W $f_{m,W}$ вычисляют по формулам:

при нагружении в двух точках
$$f_{m,W} = F \cdot \frac{l}{bh^2}, \quad (1.8)$$

при нагружении в одной точке
$$f_{m,W} = 3F \cdot \frac{l}{2bh^2}, \quad (1.9)$$

где F – разрушающая нагрузка, Н;
 l – расстояние между опорами, мм;
 b – ширина образца, мм;
 h – высота образца, мм.

Для пересчета прочности в случае влажности меньше предела гигроскопичности используется формула:

$$f_m = f_{m,W} [1 + \alpha W - 12] \quad (1.10)$$

где α - поправочный коэффициент на влажность, равный 0,04 для всех пород;

W – влажность образца во время испытания;

Результаты испытания записываются в таблицу 1.4.

Таблица 1.4. – Результаты определения прочности на изгиб

	№ образца					
	сосна			дуб		
	1	2	3	1	2	3
Ширина образца, мм						
Толщина образца, мм						
Расстояние между опорами, мм						
Разрушающая нагрузка, Н						
Предел прочности, МПа						
Среднее значение предела прочности на изгиб, МПа						
Предел прочности на изгиб при стандартной влажности, МПа						

1.5. Изучение основных видов пороков древесины

Пороками – называются недостатки отдельных участков древесины, снижающие её качество и ограничивающие возможность использования.

1. Сучки и трещины.

- **Сучки** – части ветвей, заключённые в древесине. Сучки разделяют на следующие разновидности: по состоянию древесины (здоровые, загнивающие, гнилые, табачные); по степени срастания (сросшиеся, частично сросшиеся, о взаимном расположении (разбросанные, групповые, разветвлённые); по степени срастания (сросшиеся, частично сросшиеся, не сросшиеся, выпадающие). Кроме того сучки классифицируют по положению в сорimente, форме разреза и степени зарастания.

- **Трещины** – разрывы древесины вдоль волокон. Подразделяют по типам на:

- метиковые (простые, сложные);
- морозные;
- отлупные – проходят между годичными слоями;
- трещины усушки – возникают в срубленном дереве по мере высыхания, направлены по радиусу.

Трещины также подразделяют в зависимости от глубины (неглубокие, глубокие, сквозные); по ширине (сомкнувшиеся, разошедшиеся); по расположению в изделии (боковые, пластовые, кромочные, торцевые).

2. Пороки формы ствола.

- *Сбежистость* – уменьшение диаметра круглых лесоматериалов от толстого к тонкому концу, превышающее нормальный сбеж (1 см на 1 м длины).
- *Закомелистость* – резкое увеличение комлевой (нижней) части ствола дерева (округлая, ребристая).
- *Нарост* – резкое местное утолщение ствола различной формы и размера.
- *Кривизна* – искривление продольной оси брёвен, обусловленное кривизной ствола дерева (простая и сложная).

3. Пороки строения волокон.

- *Наклон волокон* – непараллельность волокон продольной оси изделий.
- *Крень* – ненормальное утолщение поздней древесины в годовых кольцах.
- *Свилеватость* – волнистое или беспорядочное расположение волокон.
- *Завиток* – местное резкое искривление годовых слоёв под влиянием сучков и проростей.
- *Сердцевина* – узкая центральная часть ствола, состоящая из рыхлой древесной ткани (разновидность порока – *двойная сердцевина*).
- *Пасынок* – отмершая вторая вершина или толстый сук, пронизывающий ствол под острым углом к его продольной оси.
- *Водослой* – участки ядра или заболони с ненормальной тёмной окраской, возникающие в растущем дереве, вследствие повышенной влажности этих участков.
- *Прорость* – обросший древесиной участок поверхности ствола с омертвевшими тканями и отходящая от него радиальная трещина, возникающая при зарастании повреждений.

- *Засмолок* – участок древесины, обильно пропитанный смолой.

4. Химические окраски и грибные поражения.

- *Грибы* – простейшие растительные организмы, относятся к группе споровых растений. Грибы состоят из тонких нитей-гифов – вырабатывающих ферменты, которые растворяют древесину, превращая её в пищу для грибов. Наиболее благоприятные условия для грибов $t=15-30^{\circ}\text{C}$, $W=30-60\%$. Древесина, поражённая грибами, характеризуется матовостью, затхлостью, тупым (без зацепов) изломом, уменьшением веса.

Гниль – грибы, поражающие живую древесину. Древесина в изделиях поражается домовым грибом (белый гриб, плёнчатый, шахтный).

- *Плесень* – поверхностное окрашивание древесины (не влияет на механические свойства).

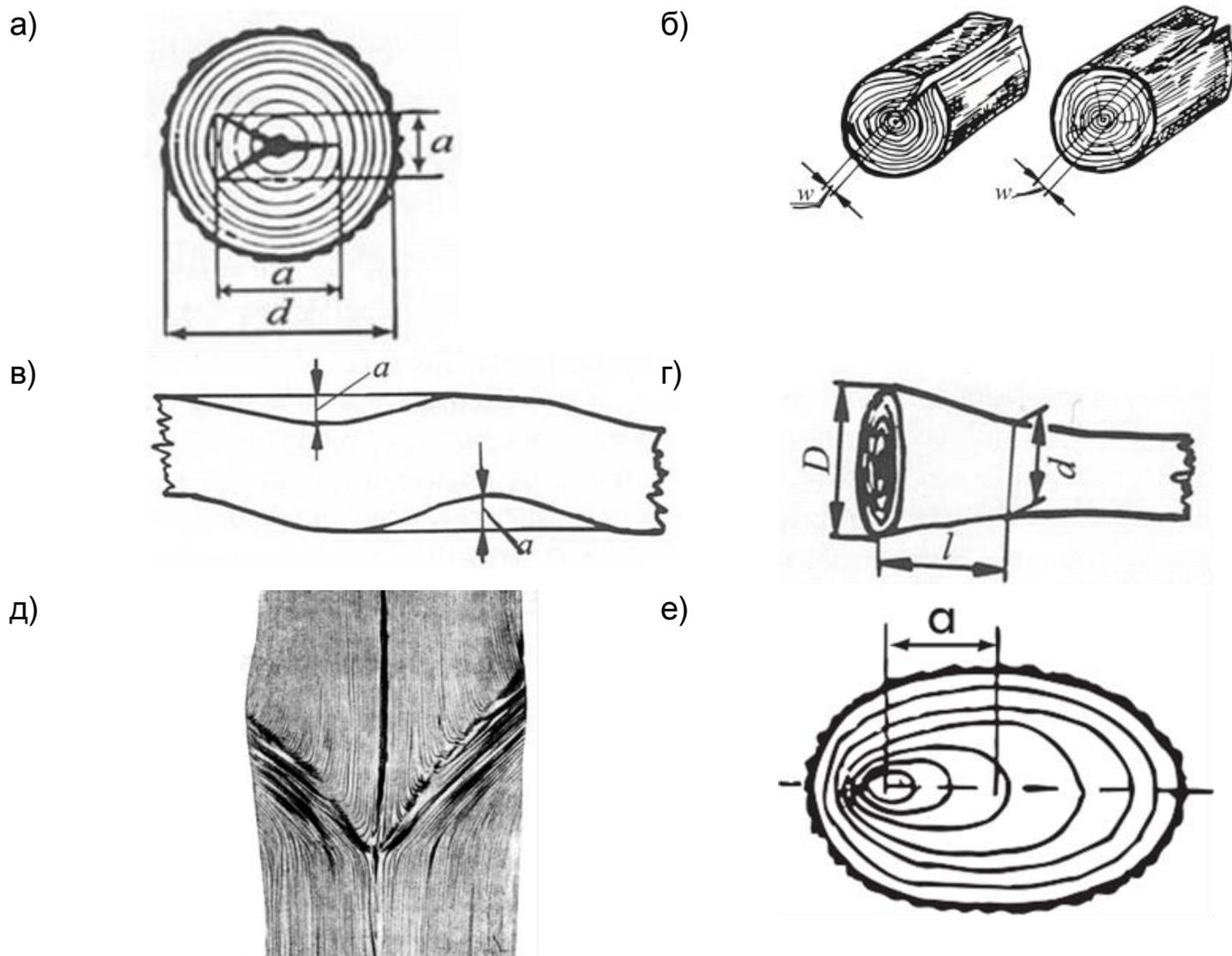


Рисунок 1.4 – Пороки древесины

а) метиковая трещина; б) морозобойная трещина; в) кривизна;
 г) закомелистость; д) сучки; е) смещенная сердцевина

Лабораторная работа №2 ИСПЫТАНИЕ НЕФТЯНОГО БИТУМА

Цель работы: ознакомиться с оборудованием и методикой определения основных свойств нефтяного битума.

Битумы – это сложные смеси высокомолекулярных углеводородов и их неметаллических производных (т.е. соединения углерода с серой, кислородом, азотом). Свойства битумов, как органических вяжущих: пластичность при нагревании и быстро увеличивающаяся вязкость при охлаждении; гидрофобность; водонепроницаемость; стойкость к действию кислот, щелочей, агрессивных жидкостей и газов; способность прочно сцепляться с металлом, с деревом, каменными материалами. Применяются битумы для изготовления кровельных, гидро- и пароизоляционных изделий, асфальтовых бетонов, мастик, эмульсий и паст, антикоррозионных материалов и др.

Природный битум – это вещество черного или темно-коричневого цвета, в природе встречается редко (в виде линз и озер). Образуется в результате естественной полимеризации нефти, отличается повышенной погодоустойчивостью и адгезией к каменным материалам.

Нефтяные (искусственные) битумы являются продуктами переработки нефти и ее смоляных осадков. В зависимости от способа переработки они подразделяются на остаточные, окисленные, крекинговые, экстрактные.

Элементарный состав битума колеблется в пределах: углерод – 70-80 %; водород – 10-15 %; сера – 2-9 %; кислород – 0-5 %; азот – 0-2 %.

Для битумов принято определять групповой состав:

- *твердая часть (асфальтены, 15-25 %)* – твердые вещества темно-коричневого или черного цвета с молекулярной массой от 1000 до 5000, плотность немного больше, чем 1000 кг/м^3 ; придают битуму твердость, теплостойкость; в твердую часть входят *карбены* и *карбониды* (отличаются по растворимости в бензоле); *парафины* (повышают хрупкость при отрицательных температурах, поэтому их содержание нужно ограничить);

- *смолы* – аморфные вещества темно-коричневого, почти черного цвета, молекулярная масса от 500 до 1000, плотность около 1000 кг/м^3 ; придают битуму вязкость и эластичность;

- *масла* – вещества светло-коричневого цвета, при обычной температуре находятся в жидком состоянии, молекулярная масса от 100 до 500; придают битуму подвижность и текучесть.

Свойства битумов, как дисперсной системы, определяются соотношением входящих в него составных частей: асфальтенов, смол, масел. Марка битума устанавливается по следующим свойствам: вязкость, температура размягчения, растяжимость.

2.1. Определение глубины проникания иглы (пенетрация)

Характеристикой структурно-механических свойств битумов является вязкость. С увеличением температуры вязкость уменьшается, с понижением – увеличивается. При низких температурах битум приобретает свойства твердого тела, при повышенных температурах – жидких. Для твердых и вязких битумов вязкость определяют по условному показателю – глубине проникания иглы в битум.

Глубина проникания иглы (пенетрация) – показатель, характеризующий консистенцию расстоянием в условных единицах, соответствующих десятым долям миллиметра (0,1 мм), на которое в пробу продукта вертикально погружается стандартная игла при заданных значениях температуры, нагрузки и времени.

Материалы и оборудование: проба битума; баня водяная; пенетромметр; термометр; секундомер; бензол, бензин или скипидар; вода.

Выполнение работы. Отбирают достаточное количество лабораторной пробы, используя при необходимости подогретый нож, и переносят в подходящий сосуд. Сосуд заполняют пробой до такой высоты, чтобы при охлаждении пробы до температуры испытания высота ее была на 10 мм больше предполагаемой глубины проникания иглы. Испытуемые пробы высотой 45 мм и менее охлаждают в течение 60-90 мин, испытуемые пробы высотой от 45 до 60 мм охлаждают в течение 90-120 мин при условии, что объем испытуемой пробы не превышает 180 мл. Испытуемые пробы объемом более 180 мл охлаждают в течение 60-120 мин на каждые 100 мл пробы. Затем испытуемую пробу помещают в баню для термостатирования на такой же период времени, который использовался для охлаждения, и начинают испытание.

Пенетромметр – прибор, обеспечивающий вертикальное перемещение плунжера без заметного трения и измерение глубины проникания иглы с точностью до 0,1 мм. Плунжер должен легко отсоединяться от прибора и иметь массу $(47,50 \pm 0,05)$ г. Пенетромметр должен быть снабжен дополнительным грузом массой $(50,00 \pm 0,05)$ г, прикрепляемым к плунжеру, если конструкция плунжера не предусматривает наличия стационарного груза. Основание, на которое устанавливается сосуд для пробы или сосуд-кристаллизатор, должно быть плоским и горизонтальным. Груз массой 50 г должен быть закреплен ниже зажимного устройства (рисунок 2.1).

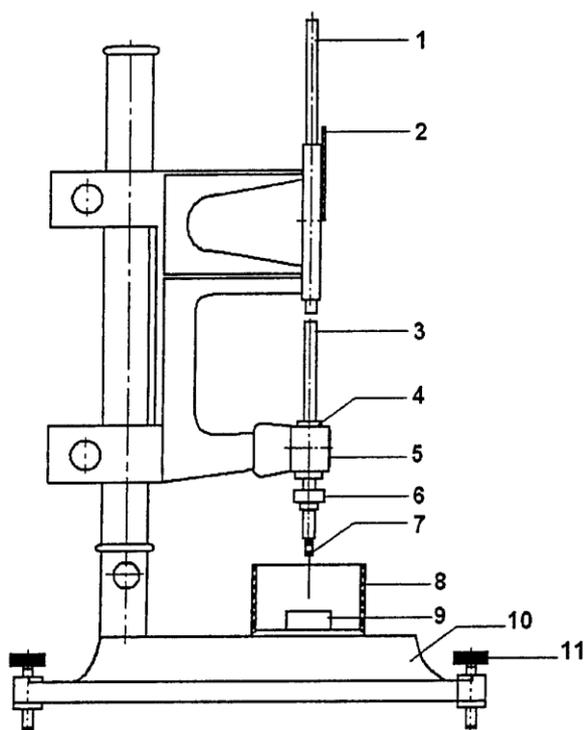


Рисунок 2.1 – Пенетрометр

- 1 – рейка клемальеры, 2 – шкала, 3 – плунжер, 4 – направляющая втулка,
 5 – тормозное устройство, 6 – груз-шайба, 7 – игла и держатель,
 8 – кристаллизационная чашка, 9 – пенетрационная чашка,
 10 – опорный столик, 11 – регулируемый винт.

После установки сосуда для пробы медленно опускают иглу до тех пор, пока ее кончик не соприкоснется со своим отражением на поверхности испытуемой пробы. Отмечают нулевое положение иглы и быстро разжимают плунжер на заданный период времени. Если сосуд с пробой во время определения смещается, испытание прекращают. Регулируют прибор в соответствии с требованиями к определению глубины проникания иглы в десятых долях миллиметра.

Измеряют глубину погружения стандартной иглы в пробу кондиционированного испытуемого продукта. Определение глубины проникания иглы до $330 \times 0,1$ мм проводят при температуре испытания 25°C , прилагаемой нагрузке 100 г и продолжительности нагрузки 5 с. Если предполагаемая глубина проникания иглы превышает $330 \times 0,1$ мм, температуру испытания уменьшают до 15°C , а значения прилагаемой нагрузки и ее продолжительности оставляют без изменения.

Проводят не менее трех достоверных определений с использованием трех отдельных игл в точках поверхности испытуемой пробы, расположенных на расстоянии не менее 10 мм друг от друга и от краев сосуда. Для каждого определения следует использовать чистую иглу. Если глубина проникания иглы превышает $100 \times 0,1$ мм, иглы из испытуемой пробы не извлекают до завершения всех определений. Если испытание проводят вне бани и выполнение трех определений длилось более 2 мин,

испытуемую пробу и плоскодонный сосуд-кристаллизатор переносят обратно в баню и проводят определение(я) повторно.

Максимальное расхождение между наибольшим и наименьшим результатами определений, 0,1 мм:

- при глубине проникания иглы до 49 – 2;
- при глубине проникания иглы от 50 до 149 включ. – 4;
- при глубине проникания иглы от 150 до 249 включ. – 6;
- при глубине проникания иглы от 250 и выше – 8.

При больших расхождениях испытания следует повторить. Полученные результаты записывают в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты определения глубины проникания иглы

Показатель	№ испытания			Среднее значение
	1	2	3	
Глубина проникания иглы, 0,1 мм				

2.2. Определение температуры размягчения по кольцу и шару

Температура размягчения – температура, при которой продукт при стандартных условиях испытания приобретает определенную консистенцию. Условная характеристика перехода битума из упруго-пластичного состояния в жидкое при определенной температуре, зависит от группового состава битума.

Материалы и оборудование: проба битума; термометр; пластинка стеклянная; тальк или декстрин; нож; прибор «Кольцо и шар»; вода свежевскипяченная дистиллированная; глицерин; горелка газовая или электроплитка; пинцет; часы.

Выполнение работы. Выбирают соответствующие жидкость для бани и термометр в зависимости от предполагаемой температуры размягчения следующим образом:

1) для битумов с температурой размягчения от 28°C до 80°C включительно используют свежевскипяченную дистиллированную воду или деионизированную воду. Используют термометр с ценой малого деления шкалы 0,2°C. Начальная температура бани должна составлять $(5 \pm 1)^\circ\text{C}$;

2) для битумов с температурой размягчения свыше 80°C до 150°C включительно используют глицерин и термометр с ценой малого деления шкалы 0,5°C. Начальная температура бани должна составлять $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Прибор для определения температуры размягчения битума «Кольцо и шар» (рисунок 2.2) состоит из трех скрепленных между собой дисков и стеклянного стакана. Расстояние между нижним и средним дисками $(25,0 \pm 0,4)$ мм. В среднем диске имеются отверстия, в которые вставляют

два латунных кольца. В центре верхнего диска имеется отверстие для термометра, которым замеряется температура жидкости. Соответствующий термометр устанавливают в корпус аппарата таким образом, чтобы нижняя точка его резервуара была на одном уровне с нижней поверхностью колец и была удалена от них не более чем на 13 мм, но термометр при этом не касался колец или пластинки для удержания колец.

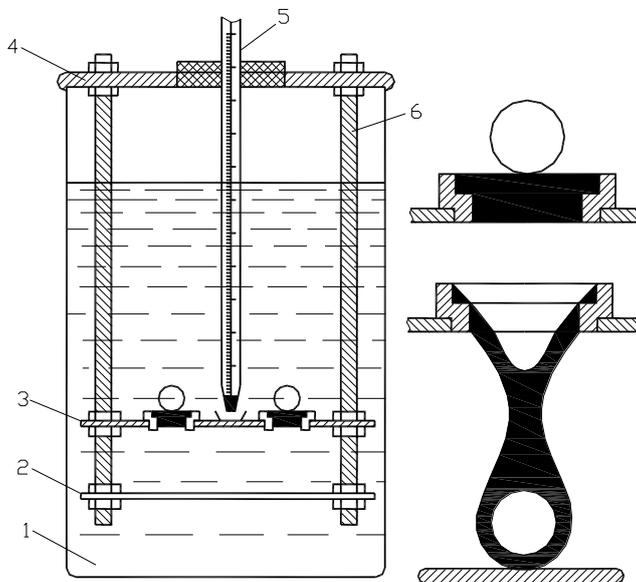


Рисунок 2.2 – Прибор для определения температуры размягчения битума:
1 – стакан; 2...4 – диски; 5 – термометр.

Вначале латунные ступенчатые кольца высотой $(6,4 \pm 0,1)$ мм с верхним внутренним диаметром $(19,8 \pm 0,1)$ мм и с нижним внутренним диаметром $(15,9 \pm 0,1)$ мм заливают битумом.

Собирают аппарат, устанавливая кольца для испытуемых проб, направляющие накладные для центрирования шариков и термометр, и заполняют баню таким образом, чтобы уровень жидкости был на (50 ± 3) мм выше поверхности колец. Используя пинцет, помещают два стальных шарика в баню или в отдельный сосуд при температуре 5°C или 30°C (в зависимости от предполагаемой температуры размягчения). Следят за тем, чтобы температура шариков была такой же, как и температура всего остального аппарата, а также за тем, чтобы жидкость в бане не была загрязнена веществами, которые могут повлиять на результаты испытания. Помещают баню в холодную воду или термостат для ее охлаждения до $(5 \pm 1)^\circ\text{C}$ (если в качестве жидкости для бани используется вода) или осторожно нагревают до $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ (если в качестве жидкости для бани используется глицерин) до достижения требуемой начальной температуры бани. Баню с установленным в нее аппаратом выдерживают при данной температуре в течение 15 мин.

Используя пинцет, помещают шарики из нержавеющей стали, диаметром $(9,50 \pm 0,05)$ мм и массой $(3,50 \pm 0,05)$ г каждый, в направляющие

насадки для центрирования.

Перемешивают жидкость в бане и нагревают снизу таким образом, чтобы ее температура повышалась с постоянной скоростью $5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. При необходимости баню защищают от движения воздуха с помощью экрана. Не допускается усреднять скорость повышения температуры за весь период испытания. Максимальное отклонение в течение каждой последующей минуты после истечения первых трех должно составлять $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$. В течение всего периода испытания отклонение температуры должно быть менее $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Результаты испытания не учитывают, если скорость повышения температуры не отвечает указанным требованиям. Строгое соблюдение заданной скорости нагревания необходимо для обеспечения воспроизводимости результатов испытания.

После истечения первых 3 мин повышение температуры в течение каждой отдельной минуты должно составлять от $4,4^{\circ}\text{C}$ до $5,6^{\circ}\text{C}$. После истечения первых 3 мин суммарное повышение температуры на момент окончания испытания не должно отличаться более чем на 1°C от значения, равного количеству минут, умноженному на 5°C .

Для каждого кольца и шарика записывают показание термометра в момент касания шариком, охваченным битумным вяжущим, нижней пластинки.

Если расхождение между двумя значениями температуры превышает 1°C для температур размягчения ниже 80°C или 2°C для температур размягчения выше 80°C , испытание повторяют.

Температура размягчения битума, определенная в водяной бане, приблизительно на 4°C ниже температуры размягчения этого же битума, определенной в глицериновой бане. Поэтому замена воды на глицерин при определении температур размягчения выше 80°C может вызвать резкое изменение определяемого значения и привести к погрешности результатов испытания.

Результаты температуры размягчения при определении в водяной бане выше 80°C не учитывают, считая его недействительным, и проводят повторное испытание в глицерине. Если результаты температуры размягчения при определении в глицериновой бане 84°C и ниже, проводят испытание повторно в водяной бане. Если результат определения в водяной бане 80°C и ниже, в протокол испытания записывают данный результат, в противном случае – результат определения в глицериновой бане.

Для битумов с температурой размягчения, не превышающей 80°C , за результат определения принимают среднеарифметическое двух значений температуры, с округлением до $0,2^{\circ}\text{C}$. Для битумов с температурой размягчения, превышающей 80°C , за результат определения принимают среднеарифметическое двух значений температуры, с округлением до $0,5^{\circ}\text{C}$. Результаты испытания записывают в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты определения температуры размягчения битума

Показатель	№ кольца		Среднее значение температуры размягчения битума
	1	2	
Температура размягчения, °С			

2.3 Определение растяжимости битума

Растяжимостью называют свойство битума вытягиваться в тонкие нити под действием растягивающего усилия без разрыва (без нарушения сплошности). Растяжимость зависит от группового состава битума. С понижением температуры растяжимость уменьшается. Чем больше растяжимость битума, тем выше трещиностойкость асфальтобетона и др. материалов.

Материалы и оборудование: проба битума; дуктилометр; латунные формы (восьмерки); тальк или декстрин, глицерин; нож, стеклянная или металлическая пластинка; вода; термометр; часы; поваренная соль или спирт этиловый; бумага папиросная.

Выполнение работы. Растяжимость определяют в дуктилометре (рисунок 2.3), который представляет собой металлический ящик, по длине которого движется червячный винт с салазками. Имеется линейка со шкалой, по которой можно определить длину нитей.

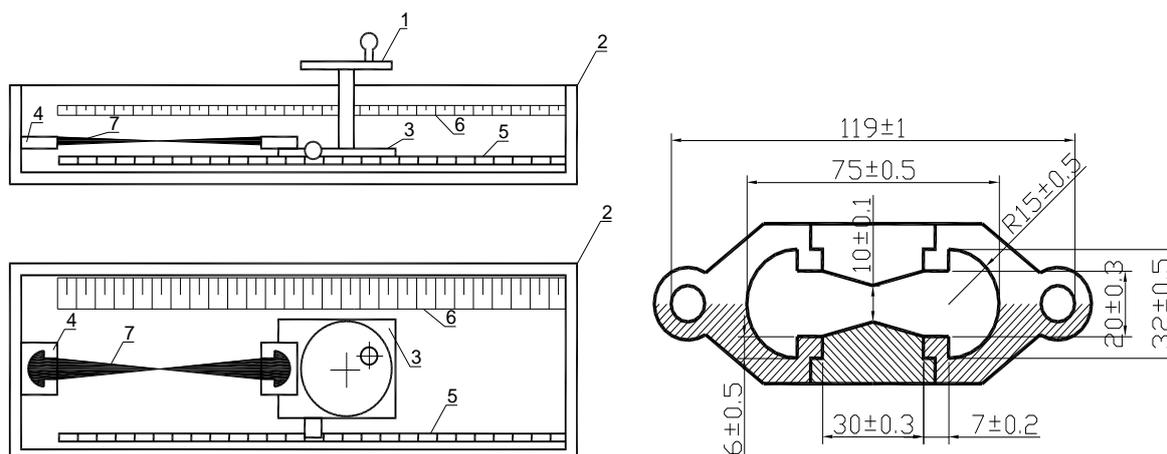


Рисунок 2.3 – Дуктилометр

1 – маховик; 2 – ящик; 3 – подвижные салазки; 4 – неподвижные салазки; 5 – червячный винт; 6 – шкала; 7 – испытываемый образец.

Сначала битум обезвоживают, как указано выше. Затем изготавливают образцы-восьмерки. Для этого формы образцов с внутренней стороны смазывают смесью талька с глицерином состава 1:3 или декстрина с глицерином состава 1:2 и устанавливают на стеклянную, или металлическую пластинку, смазанную также вышеупомянутым составом.

Расплавленный битум наливают в форму. После заливки формы с битумом охлаждают на воздухе при температуре не ниже 18°C в течение 30-40 мин, а затем горячим ножом в два приема от середины формы к краям срезают избыток битума. Три образца с формой и пластинкой помещают на один час в воду с температурой $(25\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$, еще три образца – в ванну с температурой $(0\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$. Слой воды над образцом должен быть не менее 25 мм. Температуру воды поддерживают доливанием горячей или холодной воды (можно добавлять лед). Затем образцы, снятые с пластинок, закрепляют на штифтах салазок дуктилометра, удаляют боковые части форм. После того, как температура воды в дуктилометре установится $(25\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ или $(0\pm 0,5)^{\circ}\text{C}$, включают электродвигатель, растягивая образцы со скоростью 5 см/мин. Слой воды над образцом не менее 25 мм. Длину нити в сантиметрах в момент ее разрыва, отмеченную на линейке указателем, принимают за показатель растяжимости. Для каждого образца делают три измерения. За окончательный результат принимают среднее арифметическое трех испытаний. При растяжимости до 10,0 см результат округляют до 0,1 см, при большем значении результат округляют до целого числа.

Если битум имеет среднюю плотность, отличную от плотности воды, то плотность воды измеряют и доводят до средней плотности битума добавлением раствора поваренной соли, или глицерина, или этилового спирта.

Лабораторная работа №3 **ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ И КРОВЕЛЬНЫЕ РУЛОННЫЕ БИТУМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Цель работы: ознакомиться с коллекцией гидроизоляционных и кровельных материалов, оборудованием и методикой определения основных свойств.

Гидроизоляционные и кровельные материалы служат для защиты зданий, сооружений и отдельных конструктивных элементов от действия влаги, воды и атмосферных факторов. Поэтому к этим материалам предъявляются требования по водостойкости, водонепроницаемости, прочности, теплостойкости и атмосферостойкости. Технической предпосылкой всё возрастающего распространения плоских и эксплуатируемых кровель, использования подземных сооружений в самых разнообразных целях, а также возникновения интереса к озеленению кровель стало нечто иное, как распространение битумно-полимерных рулонных материалов для кровли и гидроизоляции.

Рулонные кровельные материалы классифицируют по следующим основным признакам (ГОСТ 30547):

- По назначению рулонные материалы: кровельные, предназначенные для устройства однослойного, верхнего и нижнего слоев многослойного кровельного ковра; гидроизоляционные, предназначенные для устройства гидроизоляции строительных конструкций; пароизоляционные, предназначенные для строительства пароизоляции строительных конструкций.

- По структуре полотна: основные (одно- и многоосновные) и безосновные.

- По виду основы: на картонной основе; на асбестовой основе; на стекловолоконной основе; на основе из полимерных волокон; на комбинированной основе (рисунок 3.1).

- По виду основного компонента кровельного состава, вяжущего или материала: битумные (наплавляемые, ненаплавляемые); битумно-полимерные (наплавляемые, ненаплавляемые); полимерные (эластомерные вулканизированные и невулканизированные, термопластичные).

- По виду защитного слоя: материалы с посыпкой (крупнозернистой, чешуйчатой, мелкозернистой, пылевидной); материалы с фольгой; материалы с пленкой.

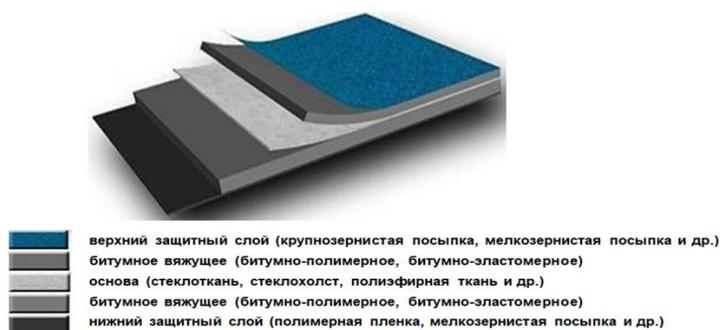


Рисунок 3.1 – Структура рулонного кровельного/гидроизоляционного материала

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

К первому поколению рулонных материалов относятся битумные на картонной основе (рубериод, толь и т.п.). Они по-прежнему широко применяются, хотя уже и не отвечают современным требованиям. Основные их недостатки: низкая морозостойкость, малая деформативность, ускоренное старение, недостаточная теплостойкость, подверженность гниению, необходимость укладки большого количества слоев (до 5), невозможность работы с ними при отрицательных температурах и т.д. Существенное, но относительное достоинство этих материалов — их дешевизна.

Важным шагом в развитии рулонных материалов стала замена биологически недолговечной картонной основы негниющими материалами: стеклохолстами, стеклотканями и т.п. При этом, кроме биологической долговечности материала, увеличилась и его прочность, в то время как остальные минусы, присущие битумным материалам, остались. В первую очередь проблемы, связанные со "старением" битума. На сегодняшний день, в качестве основных компонентов для изготовления мягких кровель применяются битумы — окисленный и модифицированный, а также полимеры. До сих пор наиболее распространенными в СНГ, в силу низкой стоимости и простоты производства, являются материалы на окисленном битуме. На мировом же рынке большая часть кровельных и гидроизоляционных битумосодержащих материалов уже изготавливается из битума, модифицированного АПП или СБС. Сырьевой битум имеет низкую теплостойкость (ниже $+50^{\circ}\text{C}$), поэтому для производства традиционных битумных материалов применяют окисленный битум. Процесс окисления поднимает теплостойкость битума до приемлемого уровня. Однако процесс окисления на этом не заканчивается, он продолжается, но уже на кровле. С течением времени под воздействием солнечного света и кислорода воздуха состав и свойства битумов изменяются. В них увеличивается относительное содержание твердых и хрупких составляющих и соответственно уменьшается количество маслянистых и смолистых фракций. Битум становится более жестким и растрескивается даже при незначительных деформациях, после чего теряет свои водозащитные функции. Модификация битумов - это направленное улучшение их свойств путем совмещения битумов с полимерными добавками. При этом битум не только остается в стабильном природном состоянии, но и приобретает свойства, схожие со свойствами полимерамодификатора. Введение подходящего модификатора придает вяжущему и всему кровельному материалу большую теплостойкость и морозостойчивость, эластичность, повышенную сопротивляемость усталостным нагрузкам, и тем самым повышает долговечность. В качестве полимерных модификаторов битума в производстве кровельных материалов промышленно используются следующие добавки: пластик АПП (атактический полипропилен) иногда в смеси с ИПП (изотактическим

полипропиленом) или искусственный каучук СБС (стирол-бутадиен-стирол). Материалы из модифицированных битумов называют полимерно-битумными. АПП-материалы обладают высокой стойкостью к УФ-излучению и химической стойкостью к кислотам и щелочам, более высокой теплостойкостью (могут иметь температуру размягчения до +155°C), более жесткие, чем СБС-материалы. У них хорошая адгезия к металлам и стеклу. СБС-материалы являются более эластичными, морозостойкими (могут иметь температуру хрупкости до -40°C). Они легко повторяют форму той поверхности, на которую укладываются. Вследствие более низкой теплостойкости СБС-материалов, укладку их способом наплавления необходимо проводить особенно тщательно.

Применение полимеров не только для модификации битума, но и как основы, означало качественно новый уровень в развитии промышленности рулонных стройматериалов. Материалы, армированные стеклохолстом, дешевле, но обладают меньшей прочностью и коэффициентом растяжения на разрыв. Синтетические материалы дороже, однако они значительно превосходят первые по прочности, а главное – по коэффициенту растяжения, что обеспечивает сохранение целостности гидроизоляционного покрытия при сезонных движениях кровли и других нагрузках на нее (при нагрузке основа растягивается одновременно с битумным слоем, не нарушая при этом целостность гидроизоляционного покрытия). Современные типы основы: Э – нетканое полиэфирное полотно (полиэстер), Т – каркасная стеклоткань, Х – стеклохолст. Материалы с комбинированным армированием из стеклохолста и полиэстера, благодаря сочетанию двух различных материалов, обеспечивают высокую стабильность размеров, высокую механическую прочность материала и, что очень важно, устойчивость к возгоранию.

Что касается красивой цветной посыпки красного, серебристо-серого, зеленого, золотистого цветов на лицевой стороне материалов, то служит она не только эстетической привлекательности, но и придает материалам дополнительную защиту от ультрафиолетового излучения, механического воздействия.

3.1. Изучение основных видов кровельных и гидроизоляционных материалов

Рубероид (ГОСТ 10923) — рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, получаемый пропиткой картоны мягким нефтяным битумом с последующим нанесением покрывных слоев из тугоплавкого битума с наполнителем и посыпки. В зависимости от назначения рубероид подразделяется на кровельный (для верхних слоев кровельного ковра) и подкладочного (для устройства нижних слоев кровли и гидроизоляции строительных конструкций). Рубероид должен быть теплостойким (при испытании при температуре $80 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение не менее 2 ч на поверхности образца не должно быть вздутий и следов

перемещения покровного слоя) и водонепроницаемым (при испытании под давлением не менее 0,001 МПа в течении 72 ч у рубероида не должно появиться признаков протекания воды). Гибкость рубероида определяемая при изгибании на брус с закруглением радиусом 25 ± 0.2 мм при температуре не более $+5 \pm 1^\circ\text{C}$ (РПЭ-300 при $-2 \pm 1^\circ\text{C}$) должна обеспечивать отсутствие трещин и отслаивания посыпки на лицевой поверхности образца. Полотно рубероида не должно иметь трещин, дыр, разрывов, складок. В разрезе рубероид должен иметь черно-коричневый цвет без светлых прослоек непропитанного картона. В зависимости от назначения марки картона и вида посыпки рубероид подразделяют на марки: РКК-400, РКК-350, РКЦ-400, РКП-350, РПП-300, РПЭ-300.

Применение рубероида и аналогичных ему кровельных материалов – это временные постройки и постройки хозяйственного назначения в сельской местности, различные навесы и т.п., на которых нет необходимости применять долговечные материалы с улучшенными техническими показателями. Часто, чтобы улучшить гидроизоляцию скатной кровли и сделать ее более теплой, предварительно выстилают ковер из рубероида.

Фольгоизол (ГОСТ 20429) – рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, состоящий из рифленой алюминиевой фольги, покрытой с нижней стороны слоем битумно-резинового или битумно-полимерного вяжущего и предназначенный для устройства кровельного ковра и защитного покрытия тепловой изоляции трубопроводов. Фольгоизол долговечен, водонепроницаем, имеет высокую прочность на разрыв, марки ФК и ФГ. Фольгоизол должен быть гибким. При изгибании образца материала на брус с закруглением радиусом $20,0 \pm 0,2$ мм при температуре не выше -12°C на слое вяжущего не должно быть трещин и отслоения вяжущего от фольги. Теплостойкость должна обеспечивать при испытании образца материала при температурах $100 \pm 1^\circ\text{C}$ (ФК) и $110 \pm 1^\circ\text{C}$ (ФГ) в течение не менее 2 ч отсутствие вздутий и следов перемещения вяжущего.

Пергамин кровельный (СТБ 1093) – беспокровный рулонный материал, получаемой пропиткой кровельного картона нефтяными битумами. Пергамин делится на марки П-200, П-250, П-300, П-350, П-400 и П-500 в зависимости от массы 1 м^2 основы. Он служит подкладочным материалом для нижних слоев кровли и для устройства пароизоляции. Выпускается в рулонах площадью (20 ± 0.5) или $(40 \pm 0.5) \text{ м}^2$. Пергамин должен быть гибким (при изгибании полоски пергамина на брус с радиусом 10 ± 0.2 мм при $+18 \pm 2^\circ\text{C}$ на слое вяжущего не должны появляться трещины). Полотно пергамина не должно иметь трещин, дыр, разрывов, складок. В разрезе пергамин имеет черный или черно-коричневый оттенок без светлых прослоек непропитанного картона.

Гидроизол в настоящее время объединяет группу гидроизоляционных и кровельных материалов под названиями **гидростеклоизол, стеклогидроизол и стеклоизол**. **Гидроизол** (ГОСТ 7415) – беспокровный рулонный материал, получаемый пропиткой асбестовой бумаги или

асбестоцеллюлозного картона нефтяными битумами. Гидроизол предназначен для гидроизоляции подземных и других сооружений, устройства рулонной кровли и антикоррозионных покрытий трубопроводов. В зависимости от качественных показателей и области применения гидроизол делится на 2 марки: ГИ-Г – для гидроизоляции подземных сооружений (кроме теплопроводов); ГИ-К – для изоляции плоских кровель. Гидроизол выпускают в рулонах с шириной полотна (950 ± 5) мм, толщиной $(0,7 \pm 0,07)$ мм, площадью $(20 \pm 0,5)$ м². Гидроизол должен быть гибким, полосы (50×100) мм должны выдерживать количество двойных перегибов на 180° не менее 30 – для марки ГИ-Г и не менее 20 – для ГИ-К. Гидроизол, имея асбестовую основу, не гниёт, его долговечность выше, чем рубероида. Основой **стеклоизола, стеклогидроизола и гидро-стеклоизола** служат стекловолокнистые материалы (стеклохолст, стеклоткань) и в отдельных случаях полиэфирное нетканое полотно (полиэстер). В качестве кровельной массы используется битум совместно с наполнителем и технологическими добавками, который наносится с двух сторон. Отдельные производители в качестве технологических добавок применяют полимерные модификаторы и пластификаторы. Относится к наплавляемым рулонным материалам. Применяется для обустройства систем вентиляции, бассейнов, подвалов, мостовых пролетов, железобетонных тоннелей, для гидроизоляции стен, фундаментов, трубопроводов, кровли, соответствует требованиям СТБ 1107.

Безосновные материалы — получают прокаткой на каландрах смесей органических вяжущих с наполнителями и добавками. Наибольшее применение получили материалы – изол и бризол.

Изол (ГОСТ 10296) – безосновный рулонный гидроизоляционный материал, получаемый из резинобитумного вяжущего с технологическими добавками и предназначенный для гидроизоляции строительных конструкций, мостов и тоннелей, а также для защиты наружной поверхности стальных труб тепловых сетей при температуре до 140°С. Изол гибок и теплостоек (при испытании образца (150 ± 1) °С в течение не менее 2 ч не должно быть увеличения длины и появления вздутий), его выпускают двух марок И-БД (без полимерных добавок) и И-ПД (с полимерными добавками). При изгибании полосы изола на бруске радиусом $(5,0 \pm 0,2)$ мм марки И-БД при температуре не более -15°С, а марки И-ПД при -20°С на ней не должно появляться трещин. Изол выпускают в рулонах длиной не менее 3 м и шириной 800, 1000 и 1100 ± 5 мм, толщиной $(2 \pm 0,2)$ мм (по согласованию с потребителем могут быть другие размеры). Внутренняя поверхность полотна изола должна быть покрыта слоем пылевидной посыпки для предотвращения слипания. Полотно не должно иметь дыр, разрывов, складок, включений непереработанных частиц резины.

Современные рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы и изделия имеют значительно более высокие технические характеристики. Они вытесняют традиционные рубероид, пергамин. Современные материалы имеют большую массу, чем традиционные (3-6 кг/м² вместо 1-2 кг/м²), большую гибкость, теплостойкость,

водонепроницаемость, стойкость к ультрафиолетовому излучению, химическую стойкость, долговечность. Стоимость материалов, изготовленных с использованием высококачественных компонентов, увеличивается. Однако сокращаются трудозатраты (вместо нескольких слоев традиционных материалов укладывают один или максимум два слоя) и растет срок службы кровли (20...30 и более лет без ремонта). На такие кровельные и гидроизоляционные рулонные материалы распространяется стандарт СТБ 1107. Получают их путем нанесения битумного или битумно-полимерного вяжущего на стекло- или полиэфирную или комбинированную основу. Материалы предназначены для устройства верхнего и нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции строительных конструкций зданий и сооружений различного назначения, а также для гидроизоляции мостового полотна.

Материалы подразделяют:

- по назначению: кровельные (**К**), гидроизоляционные (**Г**), для гидроизоляции мостового полотна (**Гм**);
- по виду основы на: стеклохолсте (**СХ**); стеклоткани (**СТ**); полиэфирном холсте (**ПХ**); полиэфирной ткани (**ПТ**), комбинированной основе (**КР**);
- по виду вяжущего: битумные (**Б**), битумно-эластомерные (**БЭ**), битумно-пластомерные (**БП**);
- по виду защитного слоя: с крупнозернистой (цветной) посыпкой **К(Ц)**; с мелкозернистой посыпкой **М**; пылевидной посыпкой **П**; металлической фольгой **МФ**, полимерной пленкой **ПП**.

Материалы выпускают в рулонах шириной полотна (1000, 1050, 1025, 1100±10) мм. Водонепроницаемость, теплостойкость и гибкость рулонных гидроизоляционных материалов устанавливают в зависимости от области применения и указывают в нормативном документе на конкретный вид материала.

Условное обозначение материалов в технической документации и при заказе должно состоять из слова «Материал», обозначения марки, указания массы 1 м² материала в килограммах или толщины в миллиметрах (в соответствии с заказом) и обозначения настоящего стандарта.

Пример условного обозначения: *Материал К-СТ-Б-К/ПП-3,0 кг СТБ 1107.*

Стеклоизол — рулонный битумный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый материал. Это материал, пришедший на смену традиционному рубероиду. В отличие от рубероида стеклоизол производится на негниющей основе и предназначен для массового применения при устройстве новых кровельных покрытий, ремонта эксплуатируемых, а также для гидроизоляции строительных конструкций и сооружений. Использование высокоокисленного битума и современных модификаторов позволило продлить срок службы покрытия из стеклоизол до 8 лет. Привлекательная цена и высокая технологичность делают стеклоизол наиболее приемлемым материалом для пароизоляции. Производят на двух видах основ: на стеклоткани (ТКП-4.0/ ТПП-3.0) и на стеклохолсте

(ХКП-4.0 и ХПП-3.0). Маркировка по СТБ 1107: стеклоизол К-СТ-Б-К/ПП-4.0 кг (верхний слой); стеклоизол К-СТ-Б-ПП/ПП-3.0 кг (нижний слой); стеклоизол К-СХ-Б-К/ПП-4.0 кг (верхний слой); стеклоизол К-СХ-Б-К/ПП-3.0 кг (нижний слой).

Эластобит — кровельный и гидроизоляционный материал безосновный рулонный материал типа изола или бризола, но изготавливаемый путем экструзии из мастики битэп с повышенным содержанием каучуковой добавки, что придает ему большую прочность и морозостойкость. Отличается повышенной прочностью, гибкостью, эластичностью, способностью деформироваться без разрыва в большом интервале температур. Марки: ТПП-3.0 (П-4.0 ст/тк), ТКП-4.0 и др. Срок эксплуатации не менее 15 лет.

Изопласт, изоэласт — кровельные и гидроизоляционные битумно-полимерные материалы. Основа — стекловолокно, стеклохолст или полиэстер; тип защитного покрытия — фольга, гранулят, песок, пленка, вермикулит. Изопласт выпускают марок: ЭПП-4, ЭПП-3.0, ЭКП-4.5, ХПП-3.0, ХПП-4, ЭКП-5.0 и др.; изоэласт — ЭКП-4.5, ЭКП-5, ЭПП-4.

Кровляэласт — это рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, получаемый путем нанесения битумно-полимерного вяжущего (СБС) на стекло- или полиэфирную основы. Высокое содержание СБС-модификатора (стирол-бутадиен-стирол) повышает технические характеристики и свойства материала: эластичность, теплостойкость, морозостойчивость, срок службы. Кровляэласт предназначен для устройства верхних и нижних слоев кровельного ковра зданий и сооружений различного назначения, гидроизоляции подземных и наземных сооружений, в транспортном, дорожном, мостовом и гидротехническом строительстве. Кровляэласт, предназначенный для нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции, имеет покрытие с мелкозернистой посыпкой или полиэтиленовой пленкой. Кровляэласт, используемый для верхних слоев кровли, имеет крупнозернистую посыпку с лицевой стороны и полиэтиленовую пленку или мелкозернистую посыпку с другой стороны. Наплавляется при помощи газовой горелки на предварительно прогрунтованную праймером поверхность (при устройстве гидроизоляции/однослойной кровли), либо на предварительно уложенный нижний слой кровельного ковра (при устройстве двухслойной кровли). Основные технические характеристики: температура гибкости на брусе с $R=10\pm 0,2$ мм, не выше -25°C ; теплостойкость, не менее $+95^{\circ}\text{C}$; срок службы – 25 лет. Выпускают марки К-ПХ-БЭ-К/ПП-5.0 кг (ЭКП-5.0), Г-ПХ-БЭ-ПП/ПП-4.0 кг (ЭПП-4.0) и др. Аналоги материала: *рубитекс, техноэласт*.

Биполикрин — это рулонный кровельный и гидроизоляционный материал, получаемый путем нанесения битумно-полимерного вяжущего (СБС) на стекло- или полиэфирную основы. Биполикрин, предназначенный для нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции, имеет покрытие с мелкозернистой посыпкой или полиэтиленовой пленкой. Биполикрин, используемый для верхних слоев кровли, имеет крупнозернистую посыпку с лицевой стороны и полиэтиленовую пленку или мелкозернистую посыпку с другой стороны. Биполикрин может

применяться во всех климатических районах при устройстве: кровель различных конфигураций; фундаментов; подземных структур (гаражи, туннели, галереи); бассейнов и каналов и т.д. Биполикрин — это универсальный материал, который наиболее широко используется в РБ для устройства кровли и гидроизоляции на сегодняшний день. Отличные технические показатели, с одной стороны, и демократичная цена, с другой стороны, делают этот материал доступным не только для элитных объектов и нового строительства, но и для текущего и капитального ремонта кровель, как жилых, так и административных зданий. Материал либо укладывается на мастики (при массе покровного слоя до 3 кг/м^2), либо (при массе покровного слоя свыше 3 кг/м^2) соединяется путем подплавления нижнего слоя газовой горелкой, что гарантирует прочность соединений и высокую производительность работ. Для удобства и качества выполнения работ материалы с крупнозернистой посыпкой имеют с лицевой стороны вдоль всего полотна кромку шириной 70-100 мм, свободную от посыпки. Аналоги материала: *унифлекс, стеклоэласт, бипол.*

Техноэласт — многофункциональный СБС-модифицированный наплавляемый кровельный и гидроизоляционный материал повышенной надежности. Техноэласт предназначен для устройства кровельного ковра зданий и сооружений, гидроизоляции фундаментов, тоннелей и других строительных конструкций с повышенными требованиями надежности во всех климатических районах. Техноэласт изготавливается путем нанесения на стекловолокнистую или полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, содержащего битум, термопласт СБС и наполнители. В качестве защитного слоя используется крупнозернистая (К), мелкозернистая посыпка (М) и полимерная пленка (П). Марки: ЭПП, ЭКП, ТКП, ХПП.

Техноэластмост предназначен для устройства гидроизоляции железобетонной плиты проезжей части («Б»), устройства защитно-сцепляющего слоя на стальной ортотропной плите пролетных строений мостовых сооружений в тех случаях, когда асфальтобетон укладывают на гидроизоляцию (марка «С»). Техноэластмост применяется также для устройства однослойной гидроизоляции зданий и сооружений. В качестве модификатора применяется искусственный каучук — СБС (марка «Б»), изотактический полипропилен и полиолефинов (марка «С»). Техноэластмост выпускается с основой из полиэстера и имеет толщину не менее 5 мм (марка «Б»), и 5.5 мм (марка «С»). Нижняя сторона материала покрыта легкоплавляемой полимерной пленкой, а верхняя — мелкозернистым песком для лучшей адгезии к бетону, марка ЭМП-5.5.

Унифлекс предназначен для устройства кровельного ковра зданий и сооружений, гидроизоляции строительных конструкций во всех климатических районах. Унифлекс изготавливается путем нанесения на стекловолокнистую или полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего. Содержащего битум, термопласт СБС и наполнители Марки ЭКП, ЭПП, ТКП, ТПП, ХПП, ХКП.

Экофлекс получают путем двустороннего нанесения на стекловолоконистую (стеклохолст, стеклоткань) или полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, состоящего из битума, АПП (атактический полипропилен) полимерного модификатора и минерального наполнителя (тальк, доломит и др.), с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую (сланец, асбагаль), мелкозернистую (песок) посыпки и полимерную пленку. ЭКП, ЭПП, ТКП, ТПП, ХПП, ХКП.

Рубитекс — битумно-полимерный (СБС) наплавливаемый кровельный и гидроизоляционный материал. Рубитекс используют при устройстве наплавливаемых кровель, как подкровельное покрытие крыш со скатом, бассейнов, различных подземных частей. Также он осуществляет антикоррозионную защиту трубопроводов из металла. Предназначен для устройства гидроизоляции мостовых конструкций, возводимых в районах строительства с расчетной температурой наиболее холодных суток - 40°C. Марки: рубитекс ХПП-3.5 (П-3.5ст/х); ХПП-4.0; ХКП-4.5; ЭКП-5.0; ТКП-6.0 и др. Аналоги: *техноэласт, кровляэласт*.

К кровельным битумным материалам относят и **битумную черепицу** (shingle), которая представляет собой плоский лист прямоугольной формы из основного битумного материала шириной W и высотой H, содержащий или не содержащий точки или области нанесения клеящего состава. Предназначена битумная черепица для покрытия скатных крыш. Изготавливается из окисленного или модифицированного битума, армированного, как правило, стеклохолстом. Наружная сторона плиток покрыта зернистой посыпкой; с внутренней стороны липкий слой защищен силиконовой пленкой, которая перед креплением удаляется. Укладываются плитки на мастиках или крепятся кровельными оцинкованными гвоздями. Плитки выпускаются большой цветовой гаммы, различной формы (трапециевидной, прямоугольной и др.), имеются коньковые, карнизные плитки и ендовы.

Битумная черепица отличается не только различными рисунками и формами, представленными выше, но и конструктивными особенностями. К ним относятся, например, количество слоев. Некоторые производители гибкой черепицы изготавливают двух и даже трехслойную кровлю, что значительно увеличивает ее срок службы и стоимость, соответственно. Многослойная мягкая кровля выглядит на крыше объемно, что также является неоспоримым плюсом при ее выборе.

Основа черепицы **Shinglas** — стеклохолст. Материал с двух сторон пропитан улучшенным кровельным битумом и покрыт разноцветными гранулами из натурального базальта. **Bardoline** — листовой кровельный материал. Изготавливается с применением целлюлозных волокон или стекловолокна, минерального наполнителя, битума и минеральных пигментов путем горячего формования смеси. Применим не только для устройства новой кровли и ремонта старой, но и как практичное покрытие по старой кровле, когда удаление элементов старого покрытия неэкономично или невозможно в связи с возможным разрушением. Материалы, стойкие к атмосферным воздействиям, ультрафиолетовому облучению, предлагают и другие производители: **Onduvilla, Ruflex Runa, Katepal**.

На основании полученных сведений, пользуясь методическими указаниями и коллекцией рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов, требуется составить характеристику основных видов кровельных и гидроизоляционных материалов в виде таблицы 3.1.

Таблица 3.1 — Сравнительная характеристика основных видов рулонных и кровельных материалов

№ п/п	Название материала	Классификация по признакам: (ГОСТ 30547)				Марки материала и его применение
		Назначению	Структуре (основные и безосновные)	Виду основы	Виду вяжущего	

3.2. Определение основных свойств кровельных и гидроизоляционных рулонных материалов

Часто области применения разных материалов пересекаются или они настолько широки, что, не зная преимущества того или иного материала в работе, можно столкнуться с трудностями выбора наиболее эффективного материала для тех или иных условий эксплуатации. Особенно это касается модификаций одного и того же материала, меняющих его свойства. Свойства материалов мягких кровель ("мягкая кровля" — это условное название конструкции водоизоляционного ковра крыш, для устройства которого применяются рулонные материалы, полимерные мембраны, мастичные материалы, а также битумная черепица), в большой степени зависят от композиции их слоев, компонентов, из которых эти слои состоят и от их взаимной сочетаемости. Понимание того, какие технические показатели материалов мягких кровель наиболее важны при определенных условиях, облегчит выбор оптимального материала.

К наиболее важным свойствам кровельных и гидроизоляционных материалов относят:

- водонепроницаемость;
- гибкость на бруске определенного радиуса ($^{\circ}\text{C}$);
- теплостойкость ($^{\circ}\text{C}$);
- разрывная сила при растяжении;
- долговечность.

Долговечность материала мягкой кровли — комплексный показатель, характеризующее срок его службы до момента потери им 50% величины показателей основных свойств. При оценке долговечности учитывают такие характеристики, как климатическая, химическая и биологическая стойкость, стойкость к ультрафиолетовому излучению и циклам "замораживание-оттаивание" (для Беларуси, стран Балтии и регионов средней полосы России последний показатель особенно важен).

Таблица 3.2 – Сравнительная долговечность битумно-полимерных материалов

Наименование показателя	техноэласт	биполикрин	стеклоизол	кровляэласт
Тип полимера-модификатора	СБС	СБС	-	СБС
Гибкость, °С, не выше	-25	-15	0	-25
Теплостойкость, °С, не ниже	100	85	80	90-115
Потенциальный срок службы, лет	25-30	15-20	5-8	25-30

3.3. Проверка внешнего вида и определение полноты пропитки

Перед проверкой внешнего вида, массы и размеров рулона, а также перед изготовлением образцов для испытаний рулоны должны быть предварительно выдержаны не менее 10 ч при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Проверку внешнего вида рулонов производят визуально. Проверяют правильность упаковки и маркировки рулонов, а также ровность их торцов. Затем рулоны разворачивают на всю длину и устанавливают количество полотен в рулоне, равномерность распределения посыпки, наличие или отсутствие слипаемости, проколов дыр, трещин, разрывов, складок. Определяют линейные размеры, площадь и полноту пропитки, наличие светлых прослоек непропитанного картона, а посторонних включений. Результаты испытаний заносят в форму записи результатов:

Проверка внешнего вида и полноты пропитки (ГОСТ 2678):

Материал.....

1. Правильность упаковки.....
2. Правильность маркировки.....
3. Ровность торцов.....
4. Количество полотен в рулоне.....
5. Равномерность распределения посыпки.....
6. Слипaeмость (наличие, отсутствие).....
7. Наличие: проколов.....

дыр.....

трещин.....

разрывов.....

складок.....

надрывов кромок.....

8. Равномерность и полнота пропитки.....
9. Наличие светлых прослоек основы, посторонних включений.....

Зaключение.....

3.4. Определение водонепроницаемости

Водонепроницаемость рулонных гидроизоляционных материалов устанавливают в зависимости от области применения и указывают в нормативном документе на конкретный вид материала. Например, при гидростатическом давлении 0,001 МПа в течение 72 часов у рубероида не должно появляться признаков проникания воды.

Материалы и оборудование: труба из нержавеющей стали диаметром 100-110 мм, толщиной 1,5-2,5 мм, длиной не более 120 мм с одним отшлифованным торцом и риской на внутренней поверхности трубы на высоте 100 мм для установления уровня водяного столба, обеспечивающего создание избыточного гидростатического давления 0,001 МПа; линейка металлическая с ценой деления 1 мм; секундомер; пластинка стеклянная размерами ((150x150)±1) мм; емкость металлическая размерами не менее 150x150 мм; подставка; бумага фильтровальная; битум нефтяной с температурой размягчения не менее 70°С. Испытание проводят на трех образцах размерами ((150x150)±1) мм.

Выполнение работы.

Испытание при давлении не менее 0,001 МПа.

На подставку помещают стеклянную пластинку, сверху фильтровальную бумагу на всю поверхность пластинки, затем укладывают образец лицевой стороной вверх. В середине образца устанавливают трубу и по ее окружности при необходимости удаляют посыпку на ширину не менее 2 мм. Затем трубу снимают, погружают отшлифованный торец трубы на 10-15 мм в битум, нагретый до температуры 120-140°С, и выдерживают в нем 40-60 с, дают стечь избытку битума в течение 5-6 с и устанавливают трубу на образец. Подготовленный к испытанию образец охлаждают.

В трубу до риски наливают воду, количество которой поддерживают на постоянном уровне в течение установленного для данного материала времени. Через каждые 24 ч проверяют наличие мокрого пятна на фильтровальной бумаге. При появлении признаков воды испытание прекращают. Образец считают выдержавшим испытание, если в течение установленного времени при заданном давлении на его поверхности не появится вода. Результаты испытаний 3-х образцов заносят в форму записи результатов

Определение водонепроницаемости по ГОСТ 2678

Материал.....
1. Начало опыта (время).....
2. Гидростатическое давление.....
3. Вода просочилась через.....
Заключение.....

3.5. Определение гибкости

Для кровельных и гидроизоляционных материалов важным является анализ механических свойств материала. В первую очередь, к ним относятся прочность и эластичность, характеризующие способность

материала к обратимым деформациям и растяжениям. Механические свойства материалов характеризует и такой важный показатель, как гибкость. Гибкость – способность материала после удаления деформирующих усилий приобретать свою первоначальную форму, без появления трещин и изломов. Определяют её, изгибая полоску материала по испытательному брусу, (из твердой древесины, пластмассы или другого материала низкой теплопроводности, имеющему с одной стороны закругление определенным радиусом) при заданной температуре. Радиус должен быть указан в нормативной документации на продукцию конкретного вида.

Материалы и оборудование: испытательный брус, камера морозильная, обеспечивающая создание заданной температуры; секундомер; линейка металлическая; смесь охлаждающая; ткань хлопчатобумажная или бумага фильтровальная; сосуд с водой; три образца размерами $(150 \times 20) \pm 1$ мм (вырезанные в продольном направлении).

Выполнение работы. Образцы и испытательный брус помещают в морозильную камеру, холодильник или охлаждающую смесь и выдерживают при заданной температуре $(20,0 \pm 0,5)$ мин. Состав охлаждающей смеси и температуру испытания указывают в нормативных документах на продукцию конкретного вида. При проведении испытания при температуре 0°C и более с применением охлаждающей смеси в качестве последней используют воду со льдом, температура которой должна соответствовать установленной в нормативных документах на продукцию конкретного вида. По истечении заданного времени образец и испытательный брус 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 ± 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 считается выдержавшим испытание, если на лицевой стороне (для фольгоизола – на слое вяжущего) не появляются трещины (разрывы слоя вяжущего) и отслаивание вяжущего или посыпки. Результаты испытания 3-х образцов заносят в форму записи результатов:

Определение гибкости по ГОСТ 2678

Материал.....
1. Продолжительность выдержки в воде.....при $^\circ\text{C}$
2. Испытательный брус радиусом, мм
3. Наличие: трещин.....
отслаивание вяжущего или посыпки.....
Заключение.....

3.6. Определение теплостойкости

Под теплостойкостью понимают способность материала сохранять форму при определенной температуре. Образец из битумных материалов, расположенный вертикально, считают выдержавшим испытание на теплостойкость, если на его поверхности отсутствуют вздутия и следы перемещения покровного состава или вяжущего и сползание посыпки. Показатель теплостойкости определяет климатический район применения материала. Особенно важно учитывать уровень теплостойкости материала на крышах со значительным уклоном.

Материалы и оборудование: шкаф электрический сушильный, линейка металлическая; три образца размером $((100 \times 50) \pm 1)$ мм, вырезанных в продольном направлении.

Выполнение работы. Образец материала подвешивают в вертикальном положении на расстоянии не менее 50 мм от стенок шкафа, который нагревают до указанной в нормативных документах на конкретный вид продукции температуры. Образец безосновного материала должен быть закреплен по всей ширине в деревянном зажиме. После выдерживания образцов при заданной температуре в течение установленного для данного материала времени, их извлекают из сушильного шкафа, охлаждают и осматривают. Если на поверхности образца отсутствуют вздутия и следы перемещения покровного состава или вяжущего и сползание посыпки, то считают, что он выдержал испытание. Результаты испытания 3-х образцов заносят в форму записи результатов:

Определение теплостойкости по ГОСТ 2678

Материал.....
 1. Продолжительность выдержкипри °С
 2. Наличие: вздутий.....
 следов перемещения покровного состава или вяжущего.....
 сползание посыпки

Таблица 3.3 – Сводная таблица по результатам испытаний материалов

Наименование кровельного материала	Оценка внешнего вида	Водонепроницаемость	Гибкость	Теплостойкость

Общие выводы по работе.....

Лабораторная работа №4 **ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

Цель работы: ознакомиться с коллекцией современных полимерных материалов, оборудованием и методикой определения основных физико-механических свойств.

Полимерные материалы (пластические массы) — материалы, держащие в качестве важнейшей составной части высокомолекулярные соединения — полимеры природного или искусственного происхождения. Ряд пластмасс состоит только из одного полимера (полиметилметакрилат, полиэтилен, полистирол), однако в большинстве случаев на долю полимера приходится 20...60%, а остальную часть составляют добавки-наполнители, пластификаторы, катализаторы, ингибиторы, порообразующие и др.

Преимущества полимерных материалов: легкость и прочность; водо-, газо-, паронепроницаемость; химическая стойкость; диэлектрические свойства; эластичность; стойкость к коррозии; практически неограниченная сырьевая база для их производства, постоянно пополняемая за счет синтеза новых полимеров с заданными свойствами; невысокая полимероемкость большинства пластмасс; простота переработки в изделия любого профиля; способность полимеров образовывать тонкие, но прочные пленки; способность принимать любую окраску и фактуру. Недостатки полимерных материалов: недостаточная долговечность; старение; чувствительность к ультрафиолетовому облучению; малая жесткость и твердость; низкая тепло- и морозостойкость; ползучесть; горение; способность накапливать статическое электричество.

4.1. Изучение основных сырьевых компонентов и основ технологии производства полимерных материалов, применяемых в строительстве

Полимеры — высокомолекулярные соединения, построенные из большого числа одинаковых звеньев. Молекулярная масса этих веществ достигает сотен тысяч и млн. единиц. Такие соединения являются главной составляющей полимерного материала — *связующим*, выполняющим роль полимерной матрицы. По химическому характеру реакций, лежащих в основе получения синтетических полимеров, их разделяют на полимеризационные и поликонденсационные.

Полимеризация — процесс получения высокомолекулярных веществ, при котором молекула полимера образуется путем последовательного присоединения молекул одного или нескольких низкомолекулярных веществ (мономеров) к растущему активному центру. Элементарный состав готового продукта совпадает с элементарным составом исходных веществ. Полимеризацией получают поливинилхлорид, полистирол, полиэтилен и др.

Поликонденсация — процесс соединения большого числа одинако-

вых или разных молекул низкомолекулярных веществ, сопровождающийся выделением воды, хлористого водорода или других низкомолекулярных веществ. Элементарный состав не совпадает с элементарным составом вступающих в реакцию соединений. Поликонденсацией получают фенолоальдегидные, аминоальдегидные, фурановые, эпоксидные и другие смолы.

Структура полимеров обуславливает их важнейшие свойства. По структуре

различают полимеры *линейные, разветвленные и сетчатые*. Линейные полимеры – соединения, макромолекулы которых представляют длинные цепи, а разветвленные полимеры образованы цепями с боковыми ответвлениями. Они хорошо растворимы и плавки. Сетчатые полимеры построены из длинных цепей, соединенных друг с другом в трехмерную сетку поперечными химическими связями, приводящими к потере растворимости и плавкости. Полимеры, свойства и строение которых после нагревания и последующего охлаждения не меняются, называются *термопластичными* (полиэтилен, полистирол). Полимеры, которые при нагревании приобретают сетчатую структуру, необратимо теряя способность растворяться и плавиться, называются *термореактивными* (вулканизированные каучуки, фенолоформальдегидные, мочевиноформальдегидные и др.).

Таблица 4.1. — Применение полимерных веществ для производства строительных материалов и изделий

Полимер	Применение
<i>Полимеризационные полимеры</i>	
Полиэтилен	изготовление водопроводных и канализационных труб, пленок, облицовочных изоляционных или прокладочных листов толщиной 1-2 мм, лаков, клеев, мастик
Полистирол	изготовление облицовочных плиток, вентиляционных решёток, санитарно-технических изделий, теплоизоляционных материалов
Поливинилхлорид	изготовление водопроводных и канализационных труб, плиток для полов, погонажных изделий и рулонных материалов (линолеума, релина, декоративной пленки, пенопласта и др.)
Поливинилацетат	изготовление водоэмульсионных красок, клеев, лаков, мастик, полимерцементов и полимербетонов.
<i>Поликонденсационные полимеры</i>	
Фенолоальдегидные полимеры	в качестве связующего для изготовления древесных плит, фанеры, антикоррозионных замазок, пластбетонов, клеевых композиций, газонаполнённых пластмасс
Аминоальдегидные полимеры	изготовление облицовочных плиток, декоративного слоистого пластика, древесноволокнистых, древесностружечных плит, мипора

Продолжение таблицы 4.1.

Эпоксидные полимеры	изготовление клея, лаков, красок, литьевых композиций, замазок, мастик, слоистых пластиков и пластбетонов
Кремнийорганические полимеры	в качестве гидрофобизирующих веществ, для получения прессованных порошков и стеклотекстолитов.
Полиэфиры <i>алкидные или глифталевые</i> <i>ненасыщенные полимеры</i>	- в качестве лаков, дающих прозрачные неплавкие и нерастворимые пленки, для приготовления мастик и изготовления линолеума; - листы стеклопластика, ванны, вентиляционные короба, душевые кабины, двери, карнизы, панели, изготовление лаков, клеев, пластбетонов, шпаклевок и замазок и др.

Компоненты пластмасс:

• **Наполнители** могут быть минерального или органического происхождения. По структуре бывают порошкообразные, волокнистые, листовые или слоистые. К порошкообразным наполнителям относятся древесная мука, целлюлоза, каменная мука, слюда, каолин, мел, сажа, маршалит и др. К волокнистым – асбест, хлопковые очёсы, стекловолокно, древесные отходы и др. К листовым или слоистым — хлопчатобумажная ткань, бумага, стеклоткань, древесный шпон, асбестовая ткань и др.

• **Пластификаторы** придают полимерам пластичность, гибкость, снижает хрупкость при отрицательных температурах, улучшают морозостойкость материала. К ним относятся сложные эфиры фталевой и фосфорной кислот, простые эфиры поливинилового спирта и др.

• **Сшивающие агенты** — вещества, создающие в полимерной матрице химические связи между молекулами, повышающие прочность, тепло-, свето- и химическую стойкость. **Отверждающие добавки** способствуют переходу линейных макромолекул полимеров в трехмерные молекулы с образованием сетчатой структуры. Для эпоксидных смол это полиэтиленполиамин, фталевый ангидрид. **Вулканизирующие агенты:** для каучуков — сера.

• **Структурообразователи** — вещества, вводимые в полимеры для получения определенной структуры.

• **Красители** чаще всего используют синтетические, нерастворимые в воде или окислы поливалентных металлов, лаки и пигменты.

• **Стабилизаторы** замедляют термическую деструкцию (разложение) пластика в процессе переработки и эксплуатации, возникающую под действием повышенных температур и солнечных лучей (газовая сажа, производные фенолов, стеараты кальция и др.).

• **Порообразователи** способствуют образованию пористой структуры пластмассы за счёт выделения газа (карбонат аммония и бикарбонат натрия, применяемые совместно; азотсоединения и др.).

• **Смазки** — парафины, воск, предохраняющие от прилипания.

• **Антистатика** — предотвращают возникновение и накопление статического электричества (порошки металлов, графит, алкилфосфаты и др.).

• *Антипирены* — огнезащитные добавки, галогеносодержащие соединения, производные фосфора, сурьмы, изоцианаты)- снижают горючесть материалов, затрудняя воспламенение и распространение пламени.

• *Антисептики* — создают в материале среду, препятствующую появлению и распространению микроорганизмов (вводятся в долях процента – кремнефтористый натрий, тетрациклин и др.).

Получают пластмассы: экструзией; прессованием, литьем под давлением, вальцево-каландровым и промазным методами, контактным и вакуумным формованием, штамповкой и др.

4.2. Изучение основных видов и свойств полимерных материалов, применяемых в строительстве

Материалы и оборудование: образцы полимерных материалов, штангенциркуль, линейка измерительная, весы электронные, пресс.

Выполнение работы. Изучить коллекцию полимерных материалов, определить значение средней плотности и прочности для указанных образцов.

1. *Материалы для полов*

Полимерные материалы для полов в 5-10 раз легче деревянных и керамических покрытий, гигиеничны, биостойки, декоративны. В строительстве нашли применение следующие их виды.

Поливинилхлоридный линолеум. Наиболее популярный вид линолеума, получаемый из суспензионного или эмульсионного поливинилхлорида. Разновидности линолеума, наиболее часто применяемые в отечественном строительстве:

- на теплозвукоизолирующей основе;
- на тканой и нетканой подоснове;
- трудновоспламеняемый;
- покрытие полов поливинилхлоридное специального назначения;
- однослойный маслобензостойкий;
- сварные ковры на основе поливинилхлоридного линолеума на теплозвукоизолирующей подоснове.

Линолеум ПВХ получают на основе поливинилхлоридной смолы, пластификатора – дибутилфталата, наполнителя (каолин, тальк, асбест и др.) и пигмента промазным, вальцево-каландровым, экструзионно-каландровым или экструзионным способами. Средняя плотность безосновного линолеума $1710-1900 \text{ кг/м}^3$, на тканевой основе 1290 кг/м^3 , водопоглощение 3-5%, истираемость $0,03-0,06 \text{ г/см}^2$. Применяется для устройства полов в жилых, общественных и некоторых промышленных зданиях, для покрытия лестничных площадок, ступеней, коридоров. Не рекомендуется использование линолеума на тканевой основе в помещениях с повышенной влажностью.

Современные поливинилхлоридные покрытия.

Высококачественные *износостойкие многослойные покрытия:* подоснова из слоя наполненного поливинилхлорида; слой стекловоло-

на в роли «скелета», обеспечивающего неизменность формы; износостойкий слой чистого очень прочного поливинилхлорида толщиной 0,7 мм; слой полиуретанового защитного покрытия. Толщина покрытия — 2 мм.

Долговечные покрытия с повышенным сопротивлением скольжению. Износостойкий слой таких покрытий содержит твердые частицы (кварц). Они распределены равномерно в массе либо вынесены на поверхность материала. Рабочая поверхность покрытий упрочняется слоем полиуретана, имеет рифленый рисунок (тисненые «шашечки», или «островки» неправильной формы).

Современные поливинилхлоридные *покрытия с имитацией фактуры и цветовых оттенков натурального камня.* Высокие декоративные качества покрытию придают «чистые» цвета, полутона и перламутровые «чипсы» — разноцветные мелкие или крупные вкрапления, проникающие на всю глубину материала. Покрытия усилены полиуретаном, что позволяет продлить срок службы, повышает устойчивость покрытий к загрязнению (экономия воды и моющих средств до 30%), химическим воздействиям, воздействию роликовых колес. Такие покрытия могут сочетаться с подогревом пола.

Спортивные *рулонные гетерогенные покрытия* толщиной 7.4 мм. Слои — вспененная поливинилхлоридная основа (примерно 75% толщины), служащая амортизатором; армирующая сетка из нетканого стекловолокна; поливинилхлоридная пленка, нанесенная методом каландрирования. Покрытия используются в спортивных сооружениях самого широкого профиля. Выпускаются покрытия, пропитанные составами бактерицидного действия и снижающими адгезию покрытия к различным видам загрязнения.

Резиновый линолеум (релин) — двухслойный рулонный материал. Верхний слой его изготавливают на основе синтетических каучуков СКБ и СКМС, а нижний из смеси битума и старой резины вальцово-каландровым методом. Обладает эластичностью, гигиеничностью, химической стойкостью. Средняя плотность 1170 кг/м³, истираемость 0,03-0,05 г/см², водопоглощение до 1%. Применяется в гражданском, общественном и промышленном строительстве, особенно в помещениях с повышенным влажным режимом эксплуатации пола (банных, душевых, моечных и др.).

Современные *высококачественные резиновые напольные покрытия* очень износостойки и долговечны. Они отличаются экологической чистотой, легкостью и рентабельностью ухода (так как очень плотная поверхность, то устойчивы к загрязнению), пространственной стабильностью (так как не содержат пластификаторов), хорошими противопожарными характеристиками, устойчивостью к химическим воздействиям. Покрытия антистатичны, не скользят, благодаря своей упругости снижают нагрузку на опорно-двигательный аппарат человека.

Эластичные резиновые полы для спортивных залов повышают результативность и снижают риск травм у спортсменов, не скользят, мгновенно восстанавливают форму, хорошо амортизируют удары, имеют

длительный срок службы, просты в ремонте и обслуживании. Спортивные покрытия выпускаются с верхним слоем из дерева, винила, резины, пропилена.

Плитки фенолитовые изготавливают из фенолоформальдегидных прессовочных порошков методом прессования. Отличаются повышенной водо-, тепло-, морозо-, кислотостойкостью, паронепроницаемостью и износостойчивостью. Средняя плотность 1400 кг/м^3 , истираемость $0,02-0,04 \text{ г/см}^2$. Отличаются высокой прочностью, теплостойкостью, низким водопоглощением (не более 0.1%). Применяют плитки для устройства полов в помещениях с высокой агрессивностью.

Износостойкая ковровая плитка выпускается на поливинилхлоридной основе и может армироваться стекловолокном. Размер плитки $457 \times 457 \text{ мм}$; ворс — нейлоновое волокно. Такая плитка может монтироваться к основанию при помощи фиксаторов или за счет магнитного крепления, места стыков практически неразличимы. Преимущества покрытия: быстрый монтаж и демонтаж; износостойкость; защита от загрязнений и статического электричества; воздействия химических веществ; светостойкость; антибактериальные свойства.

Поливинилхлоридная полужесткая плитка изготавливается из композиции поливинилхлоридных смол и известняка трех типов: сплошной осколочно-зернистой структуры, с зернистым слоем и с вкраплениями. Благодаря такому декоративному слою маскируются все дефекты покрытия. Плитка практически не изнашивается. На основе такой же композиции выпускается *плитка препятствующая скольжению* («степмастер»).

Плитка с декоративными вставными элементами (плитка «Novi») — изготавливается из небольшого количества пластмасс с высоким содержанием минеральной составляющей (кварцевый песок). Производят плитку каландрированием, холодным и горячим прессованием под давлением. На плитку наносят полиуретановое покрытие, которое делает плитку грязеустойчивой и облегчает уход за ней. Толщина плитки 2 мм. Плитка износостойкая и кислотостойкая, экологична, пожаробезопасна, ремонтпригодна, отличается высокой точностью размеров. Применяется в помещениях жилых, общественных и промышленных зданий. Новая серия плитки «Novi» выпускается с прорезями на всю глубину и разноцветными вставными элементами, из которых можно составить композицию самостоятельно.

Покрытия на основе химических волокон. Двухслойные покрытия. Рабочая поверхность изготавливается из 100% полиамидного волокна и отличается очень высокой плотностью. Для печатного рисунка используются нити специфического строения, придающие покрытию структурные особенности, позволяющие за счет преломления света значительно снизить оптический эффект загрязнения. В качестве подложки используется 100% полиэстер. Безворсовые сверхплотные ковры антистатичны, износостойчивы, экологичны. Плотный верхний слой исключает возможность глубокого проникновения грязи, а с поверхности она легко удаляется при помощи традиционных средств ухода.

Напольные покрытия специального назначения:

Пленки для защиты напольной графики — специальные прозрачные самоклеящиеся поликарбонатные или поливинилхлоридные пленки высокой прочности. Толщина поликарбонатной пленки 125 мкм, поливинилхлоридной — 185 мкм.

Грязеулавливающие покрытия выполняют различные функции (удерживают грязь, мусор, впитывают влагу), выпускаются с использованием полиамида, полипропилена, нейлона и др. Поставляются в рулонах и листах. Наиболее эффективна трехступенчатая система защиты:

1. покрытие с мелкими ячейками (обеспечивает предварительную очистку);

2. комбинированное покрытие с ячейками и ворсом (ячейки удерживают оставшуюся грязь, ворс впитывает влагу);

3. ворсовые ковры (завершают процесс очистки).

Рулонные материалы для покрытия полов в ваннных комнатах, местах отдыха и занятия спортом изготавливают на основе вспененного полиуретана. Поверхность полотна — с ярким рисунком, рельефная, со сквозными отверстиями.

Мастичные бесшовные материалы — вязкотекучие полимерные составы, наносимые путем полива или распыления на основании пола с последующим отверждением. Связующим является латексы натуральных и синтетических каучуков, поливинилацетатная или поливинилхлоридная дисперсии, цементы, гидравлическая известь и вода. Заполнителем — тонкомолотый кварцевый песок, каменная мука и др. Средняя плотность 1800-2050 кг/м³, истираемость 0,005 г/см², предел прочности при сжатии до 24 МПа, при изгибе до 10 МПа. Рекомендуются для помещений, где надо уменьшить пылеотделение (цеха точного приборостроения), в цехах с всевозможными нагрузками и движением транспорта, в общественных и промышленных зданиях, коридорах, душевых и др.

2. Материалы для стен

Древесностружечные плиты получают горячим прессованием древесных стружек, пропитанных фенольными или карбидными смолами с введением добавок (антисептиков, антипиренов и гидрофобизаторов). Средняя плотность 550-820 кг/м³, водопоглощение за 24 часа 10-15%, предел прочности при изгибе до 12-18 МПа. Применяются для облицовки стен, устройства перегородок, потолков и др.

Древеснослоистые пластики получают прессованием под высоким давлением тонких листов шпона, пропитанных фенолоформальдегидной смолой. Средняя плотность 1250-1300 кг/м³, водопоглощение за 24 часа 5-10%, предел прочности при сжатии вдоль волокон 125-180 МПа. Применяются для несущих конструкций, в качестве обшивки стеновых трехслойных панелей, сводчатых конструкций и др.

Стеклопластики получают на основе стекловолокна, пропитанного синтетическими смолами (полиэфирной, фенольной, эпоксидной и др.). Выпускают стеклопластики, армированные направленным стекловолок-

ном, армированные стеклотканью и др. Средняя плотность 1400-2000 кг/м³, водопоглощение 0-3%, предел прочности при растяжении полиэфирного стеклопластика от 60 и 450 МПа, при сжатии 90-400 МПа, при изгибе 120-700 МПа. Применяются для изготовления несущих элементов и оболочек навесных панелей, пространственных ограждающих конструкций, световых фонарей, светопрозрачных перегородок, санитарно-технических изделий, оконных и дверных блоков и др.

Бумажнослоистые пластики получают прессованием специальных сортов бумаги, пропитанных полимерными смолами (фенолоформальдегидными, карбамидными и др.). Бумага определяет декоративные и механические свойства пластика. Предел прочности при растяжении до 90 МПа, при изгибе до 117 МПа. Плотность пластика 1400 кг/м³. Они легко обрабатываются, износоустойчивы. Применяются как отделочный материал.

3. Отделочные материалы

Отделочные материалы обладают малой средней плотностью широкой гаммой декоративных решений, высокой степенью строительной готовности, высокими физико-механическими показателями. Применение их в строительстве позволяет снизить трудоемкость, стоимость и сроки производства отделочных работ.

Полистирольные плитки — тонкие, литые пластики квадратной или прямоугольной формы с гладкой наружной и рельефной тыловой поверхностью, изготовленные из полистирола, наполнителя, пигмента и добавок методом литья под давлением. Они водо- и химически стойки, достаточно прочны, приклеиваются к основаниям мастиками или клеем. Недостатком является горючесть и растворимость в органических соединениях. Средняя плотность около 1000 кг/м³, водопоглощение за 24 часа до 0,1%, теплостойкость 70°C, предел прочности при изгибе 50-80 МПа. Применяются для облицовки стен кухонь, ванн, холодильников, бытовых помещений и др.

Листовой декоративный пластик на основе полистирола используют для отделки жилых и общественных зданий. Пластик может иметь самоклеящуюся основу. С лицевой поверхности пластик покрыт защитной пленкой. Виды пластика:

- гладкий; может быть зеркальным или матовым, имитировать текстуру дерева или камня, металл;
- ячеистый, очень гибкий; применяется для отделки криволинейных поверхностей;
- структурный; применяется в качестве стеновых панелей;
- перфорированный.

Листы поливинилхлоридные предназначены для облицовки стен и потолков. Отличаются большим количеством фактурно-цветовых решений. Плотность 1380 кг/м³, эксплуатируются при температуре 0...60°C. Выпускаются с различными комплектующими: прозрачными и декоративными профилями, плинтусами, карнизами, соединителями, угловыми деталями и т.д. Возможна укладка покрытия встык, внакладку.

Моющиеся обои — рулонные материалы на бумажной основе с пленочным покрытием из водной дисперсии поливинилацетата, поливинилхлорида и др. С лицевой стороны покрыты казеиновой эмульсией для придания блестящей поверхности, которая может быть гладкой, рельефной, тиснёной и с цветным рисунком. Обои воздухо непроницаемы прочны и стойки к мытью. Применяются для внутренней отделки стен жилых и общественных зданий.

Поливинилхлоридные пленки ПДСО, ПДО и др. — рулонные материалы толщиной 0,15 мм. Изготавливаются вальцево-каландровым способом из поливинилхлорида, пластификатора, пигментов и различных добавок. Выпускаются гладкими, тиснёными, с печатным рисунком. Предел прочности при растяжении в продольном направлении — не менее 9,8 МПа, относительное удлинение при разрыве не менее 115%. Применяются для внутренней отделки стен комнат, передних, коридоров, кухонь, гостиных и др.

Рулонные материалы для внутренней отделки:

Обои под окраску. Основа обоев — флизелиновое волокно, представляющее собой материал из композиции целлюлозных и минеральных волокон. На эту основу наносится рельефный декор из вспененного винила. Высокий рельеф винила позволяет скрыть незначительные дефекты стен. Пористо-волоконистая структура позволяет обеспечить хорошую паропроницаемость и звукоизоляцию. Прочные минеральные волокна выполняют роль своеобразной арматуры. Так как флизелин и винил образуют прочное соединение, то обои имеют длительный срок службы. Окраска производится водоразбавляемыми составами после оклейки. При окраске обоев можно получить любой вид отделки.

Полимерные оконные пленки. Это солнцезащитные и бронирующие пленки на основе полиэфиров. Они повышают комфорт за счет уменьшения слепящего действия солнечных лучей и уменьшения бликов (до 90%), снижают потери тепла (до 30%), упрочняют стекло, позволяют изменить цвет окон.

Пленки для натяжных потолков. Пленки изготавливают на основе поливинилхлорида. Они имеют толщину около 0,17 мм, отличаются высокой упругостью, не изменяют свои свойства в интервале температур от -5 до +50°C. Пленки имеют более сотни цветов и оттенков. Поверхность может быть глянцевой, матовой, зеркальной, полупрозрачной, под замшу, под мрамор и т.д. Пленки не горят, не подвержены влиянию химических веществ, не конденсируют влагу, легко моются, способны выдержать достаточно большую нагрузку и после удаления полностью восстанавливают форму. Потолки из таких пленок монтируются в течение 2-3 часов.

Из листовых полимерных материалов и изделий для наружной облицовки наибольшее применение получил виниловый сайдинг — фасадная облицовка, имитирующая вагонку. Это прекрасный фасадный материал, пригодный для облицовки вновь возводимых и для обновления фасадов существующих зданий и сооружений. Он устойчив к температурным перепадам и атмосферным воздействиям, морозостоек (выдерживает $t \leq 50^\circ\text{C}$), влагонепроницаем, не гниет, прост в эксплуатации, не коробится, долговечен (50 лет).

4. Тепло- и звукоизоляционные материалы

Ценные строительные качества (низкая теплопроводность, паро- и воздухопроницаемость, морозостойкость, хорошие звукоизоляционные свойства, достаточная прочность) определяют высокую эффективность и широкое применение следующих их видов.

Пенополистирол получают прессовым или беспрессовым методами. В работе предлагается получать его методом одностадийного вспенивания. Средняя плотность пенополистирола 20-35 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,037-0,042 Вт/(м·К), водопоглощение за 24 ч не более 2%, предел прочности при сжатии 0,05-0,25 МПа. Теплостойкость

60-70°С. Применяется в кровлях промзданий для наружных конструкций в сочетании с облицовками из асбестоцемента и фольгоизола и др.

Пенополивинилхлорид изготавливают на основе ПВХ смолы прессовым или беспрессовым методами. Представляют собой жесткие или пластичные плиты желтого цвета. Для получения эластичного пенопласта в состав вводят дибутилфталат. Средняя плотность 50-220 кг/м³, водопоглощение за 24 ч 0,3%, коэффициент теплопроводности 0,032-0,045 Вт/м°С, теплостойкость +60°С, предел прочности при сжатии 0,2-2,6 МПа, при изгибе 2-4 МПа.

Карбамидные пенопласты и поропласты — это безнапорные пены, которыми можно заполнять большие открытые полости при неограниченном времени заливки, а также длинные замкнутые по периметру каналы. Их отличают низкая стоимость и доступность сырья, невысокая плотность (25-40 кг/м³), морозо- и биостойкость, трудногорючесть, стойкость к действию большинства органических растворителей. Недостатки — невысокая механическая и адгезионная прочность, значительное водо- и влагопоглощение, хрупкость, повышенная технологическая усадка, наличие кислотной коррозионной среды. Разновидности карбамидных пено(поро)пластов — *пеноизол, юнипор, мипора*. *Мипора* представляет собой жесткий поропласт, похожий на отвердевшую рыхлую пену, белого или желтоватого цвета, с открытой ячеистой структурой. Ее изготавливают из мочевины, водного раствора смеси формальдегида (формалина), глицерина, пенообразователя и фосфорнокислого аммония. Средняя плотность 10-20 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,032-0,042 Вт/(м·К), водопоглощение за 24 часа не более 9.6-12%, предел прочности при сжатии* 0,01 МПа. Теплостойкость до 100°С. Хороший звукоизоляционный материал, но гигроскопичен и не биостоек. Рекомендуется упаковывать полиэтиленовой пленкой. Применяется как тепло-, холодо- и звукоизоляционный материал, для уплотнения стыков и любых полостей строительных конструкций.

*Предел прочности при сжатии при 10% - ой деформации

5. Кровельные, гидроизоляционные и герметизирующие материалы

Кровли и гидроизоляционные покрытия с использованием полимерных материалов отличаются надежностью в эксплуатации. Они водо- и воздухонепроницаемы, морозостойки и устойчивы к агрессивным средам.

Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы на основе эластомеров (РКГЭМ) обладают высокими физико-механическими характеристиками (в т.ч. тепло- и морозостойкостью, стойкостью к солнечной радиации). Применение таких материалов, в сочетании со специальной технологией монтажа, позволяет заменить многослойные кровли и гидроизоляцию из традиционных материалов на однослойную изоляцию. Переход на однослойную изоляцию значительно снижает трудоемкость работ, повышает огнестойкость зданий (особенно с перекрытиями из легких металлических конструкций). Для получения РКГЭМ используются полимеры с повышенной стойкостью к окислению: полихлорпреновые, бутил и этилпропиленовые каучуки, полиизобутилен и др.

Полиэтиленовая пленка получается методом экструзии из полиэтилена. Выпускается в рулонах не нормированной длины при ширине 800-1420 мм, толщине 0,06-0,2 мм. Является практически водо- и паронепроницаемым материалом высокой прочности, с пределом прочности при растяжении не менее 10-15 МПа. Применяется в качестве кровельного материала при устройстве теплиц и навесов, при изоляции фундаментов от грунтовых вод и для сохранения влаги при производстве железобетонных изделий.

Поликарбонат. Профилированные листы из поликарбонатных смол (PN-EN 1013-4:2013-05), экструдированные либо отлитые, производятся как монолитные и ячеистые. Наиважнейшие их достоинства это светопрозрачность, стойкость к ударам, теплоизоляционные свойства, звукопоглощение, возможность сгибания в холодном состоянии и стойкость к УФ-излучению. Плотность 1180...1200 кг/м³. Такие листы пригодны для: кровель, фонарей, тамбуров, перекрытий бассейнов, теплиц, а так же для остекления стен.

Полиэфирные стеклопластики получают методом контактного формования путем отверждения термореактивных смол, армированных стекловолокном. Выпускаются в виде волокнистых светопропускающих листов различной окраски, шириной не менее 1000 мм, длиной 1000-6000 мм, толщиной 1,5-2,5 мм. Средняя плотность 1400 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,28 Вт/(м·К), водопоглощение за 24 часа до 1%, предел прочности при растяжении не менее 60 МПа. Применяются как светопроницаемый кровельный материал для устройства фонарей в промышленных зданиях, крыш рынков, выставок, музеев, спортзалов, библиотек, а также как отделочный материал.

Мастики УМС-50 и УМ-40 – невысыхающие пластозластичные мастики, изготовленные на основе высокомолекулярного полиизобутилена, наполнителя и пластификатора. Выпускаются черного и серого цветов в зависимости от вида наполнителя методом вальцевания, вводятся в стыки под давлением из упаковочных патронов или шприцов. Средняя плотность 1200 кг/м^3 , водопоглощение за 24 часа до 0,93%, относительное удлинение 200% и выше, теплостойкость до 70°C . Они абсолютно влаго-, паро- и воздухопроницаемы, обладают хорошей адгезией.

6. Трубы

Применение полимерных труб позволяет сократить расход материалов, повысить индустриальность производства изделий, улучшить внешний вид и снизить их стоимость.

Полиэтиленовые трубы могут работать как напорные, так и безнапорные. Легче стальных, имеют большую длину, что ускоряет монтаж трубопроводов. Низкий коэффициент трения внутренней поверхности снижает гидравлические потери и увеличивает пропускную способность труб. Стойкость их против химических сред выше, чем металлических, но они имеют недостаточный температурный предел эксплуатации (90°C). Средняя плотность $850\text{-}900 \text{ кг/м}^3$, предел прочности при растяжении 14 МПа. Применяются для оросительных и ирригационных систем, транспортировки жидкостей, устройства газопроводов и ливневой канализации.

Стеклопластиковые трубы изготавливают на основе стекловолоконного наполнителя, пропитанного полиэфирной или эпоксидной смолой, центробежным методом. Они прочнее полиэтиленовых, способны выдерживать рабочие температуры до 130°C . Применяются в нефтяной промышленности и при строительстве химических предприятий.

7. Профильно-погонажные изделия

Профильно-погонажные изделия — длинномерные изделия разнообразных профилей. Представляют собой отдельные элементы оформления помещения, лестничных перил или защиты от истирания и других механических повреждений ступеней. Изготавливают их способом экструзии на основе поливинилхлорида и его сополимеров с различными добавками. Изделия относятся к группе горючих. Классифицируют профильно-погонажные изделия:

- по назначению — на плинтусы, прокладки для окон, нащельники, наличники, трубки, порожки дверных проемов, поручни для лестниц, накладки ступеней и лестниц, раскладки для облицовочных листов, элементы внутренней отделки;
- по жесткости — на мягкие, полужесткие, жесткие;
- по показателям внешнего вида.

Поручни из ПВХ изготавливаются из пластифицированного поливинилхлорида с добавлением минеральной муки и красителей. Крепится на металлической полосе 30×6, 40×8 либо 48×8 мм. Прочность ленты на растяжение составляет около 49 МПа при удлинении около 18%. Технология крепления основана на нагревании их до 50°С с последующей укладкой на металлическую полосу. При остывании поручень затвердевает и надежно прикрепляется к полосе.

К отдельной группе профильно-погонажных изделий относятся *отделочные материалы из пенополиуретана*, производимые по уникальной технологии на основе литья. Это элементы лепнины: карнизы, потолочные розетки, стеновые и потолочные молдинги, медальоны, детали обрамления арок, дверных проемов, стенных ниш; полуколонны, пилястры и др. Выпускаются и тела вращения: колонны, пьедесталы, купола. Пенополиуретан и изделия из него отличаются низкой гигроскопичностью, невосприимчивостью к температурно-влажностным перепадам, упругостью, вязкостью. Такие изделия применяются там, где традиционные отделочные материалы, не выдерживают длительной эксплуатации.

8. Оконные и дверные блоки

Окна и двери из ПВХ.

Для изготовления рам оконных и дверных коробок применяются профили из непластифицированного поливинилхлорида (PVC-U) по PN-EN 12608:2004. Рамы, выполненные из PVC-U, усиливаются стальными профилями, имеющими поперечное сечение, соответствующее к размеру камер пластиковых профилей и толщину стенок, полученную статическим расчетом. Соединения профилей из PVC-U в углах коробок и створок выполняются с применением пластиковых соединительных элементов, установленных в стальных усиливающих профилях или сваркой. Рамы белые или других цветов, а также с фактурой, имитирующей дерево. Имеют гладкую поверхность, не требующую трудоемкой консервации. Остекляются стеклопакетами, что обеспечивает хорошую звуко- и теплоизоляцию.

9. Геосинтетика

Геоткань (GTX-W) это текстильное изделие, образованное из двух (либо более) наборов пряжи, непрерывных волокон, лент либо других элементов, переплетенных обычно под прямым углом.

Геосетка (георешетка — GGR) это плоское полимерное изделие, представляющее собой регулярную систему с открытой структурой из надежно соединенных растянутых элементов, которые могут быть соединены в процессе экструзии, сварки либо переплетения, и в которой отверстия больше несущих элементов.

На основании полученных сведений, пользуясь методическими указаниями и коллекцией полимерных материалов, требуется составить сравнительную характеристику основных видов материалов в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2. — Сравнительная характеристика основных видов полимерных материалов

№ п/п	Наименование материала	Основные компоненты, входящие в состав материала и метод производства	Средняя плотность ρ , кг/м ³	Основные свойства, характерные для рассматриваемого материала	Особенности применения
1	2	3	4	5	6
Материалы для полов					
Материалы для стен					
Отделочные материалы					
Тепло-звукоизоляционные материалы					
Кровельные, гидроизоляционные и герметизирующие материалы					
Трубы, сантехнические приборы					
Профильно-погонажные изделия					
Оконные и дверные блоки					
Геосинтетика					

Лабораторная работа №5 **ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

Цель работы: ознакомиться с коллекцией современных теплоизоляционных материалов, оборудованием и методикой определения основных свойств.

Теплоизоляционные материалы и изделия имеют низкую среднюю плотность $\rho_c \leq 500 \text{ кг/м}^3$ и низкую теплопроводность $\lambda \leq 0,175 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ (при температуре 25°C). Назначение теплоизоляционных материалов — тепловая изоляция промышленного оборудования и зданий, гражданских сооружений, энергетического оборудования, трубопроводов, с целью уменьшения теплообмена с окружающей средой. Т.к. у воздуха низкая теплопроводность ($\lambda_{\text{возд}} = 0,023 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$), то теплоизоляционные материалы содержат большое количество замкнутых равномерно распределённых пор и пористость таких материалов от 50 до 98%. Кроме того, на теплопроводность оказывает влияние и структура материала из которого состоят стенки пор.

Теплоизоляционные материалы и изделия классифицируют:

По виду основного исходного сырья:

- неорганические;
- органические.

По структуре:

- волокнистые (минеральная вата, стекловата);
- ячеистые (газосиликат, пенопласт, пенобетон);
- зернистые (керамзит, перлит, зольный гравий);

По внешнему виду и форме:

- рыхлые (вата, перлит и др.);
- плоские (плиты, маты, войлок и др.);
- фасонные (цилиндры, полуцилиндры, сегменты и др.);
- шнуровые.

По возгораемости:

- несгораемые;
- трудносгораемые;
- сгораемые.

По содержанию связующего вещества:

- содержащие связующее вещество;
- не содержащие связующее вещество.

Марку материалов и изделий устанавливают по плотности. Предельную температуру применения материалов и изделий устанавливают в стандартах или технических условиях на конкретные виды материалов и изделий с обязательным указанием группы горючести. Теплопроводность материалов и изделий, в зависимости от предельной температуры применения, указывают в стандартах или технических условиях на конкретные виды материалов и изделий при температуре 25°C для материалов и изделий, применяемых при температуре до 200°C ; 125°C для материалов и изделий, применяемых при температуре до 500°C ; 300°C для материалов и изделий, применяемых при температуре свыше 500°C .

5.1. Изучение важнейших видов теплоизоляционных материалов

Материалы и оборудование: образцы теплоизоляционных материалов, весы электронные, машина испытательная, штангенциркуль, линейка измерительная.

Выполнение работы. Изучить коллекцию теплоизоляционных материалов, определить значение средней плотности для указанных образцов.

1. Минеральная вата представляет собой механическую смесь коротких искусственных волокон, получаемых из расплава горных пород (базальт, доломит, мергель) или металлургических шлаков. Беспорядочное расположение волокон создает высокопористую структуру, следовательно, малую теплопроводность. Минеральная вата не горит, не гниет, почти не гигроскопична, она морозо- и температуростойка. При смешивании минеральных волокон со связующими получают готовые изделия: маты, плиты, войлок, полуцилиндры и полые цилиндры. В зависимости от вида, количества связующего вещества и степени прессования выпускают мягкие, полужесткие и жесткие плиты.

Плиты и маты из минеральной ваты на синтетическом связующем применяют для теплоизоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов при температурах изолируемых поверхностей от $-60...+400^{\circ}\text{C}$. Марки по средней плотности 75-225; теплопроводность $0.047...0.054 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Такие же свойства имеют **плиты минераловатные на крахмальной связке**, однако их применяют только с защитой от увлажнения.

Плиты минераловатные на битумном связующем имеют марки 75, 100, 150, 200, 250, теплопроводность $0.044...0.058 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Применяют такие плиты для теплоизоляции строительных конструкций, технологического оборудования и трубопроводов, промышленных холодильников при температуре изолируемых поверхностей $-100...+60^{\circ}\text{C}$.

Минераловатные прошивные маты изготавливаются из минеральной ваты с обеспыливающими добавками, с одной стороны имеют обкладку. Применяют для теплоизоляции строительных конструкций, технологического оборудования и трубопроводов при температуре $-180...+700^{\circ}\text{C}$ в зависимости от вида обкладки.

2. К теплоизоляционным керамическим материалам относятся диатомитовые (трепельные), перлитокерамические и др. изделия, а также керамзитовые и аглопоритовые сыпучие материалы.

Диатомитовый (трепельный) кирпич и **пенодиатомитовые** изделия получают из осадочных горных пород различными способами, позволяющими получить высокопористую структуру (высокое водозатворение, введение в формовочную массу выгорающих добавок, и др.). Средняя плотность изделий $350...500 \text{ кг}/\text{м}^3$, теплопроводность $0.068...0.1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, применяются для теплоизоляции строительных конструкций, технологического оборудования, трубопроводов, печей при температуре изолируемых поверхностей до 900°C .

3. Ячеистое стекло — пористый строительный материал, получаемый путем спекания тонко измельченного стеклянного порошка и газоили пенообразователя (известняк, кокс, древесный уголь и др.). Выпускаются следующие виды пеностекла: теплоизоляционное, декоративно-акустическое, облицовочное и гранулированное. Теплоизоляционное стекло разделяют на изоляционно-строительное и изоляционно-монтажное. В основном выпускается изоляционно-строительное стекло плотностью 150-250 кг/м³, применяют его в виде плит и блоков для утепления стен, покрытий и других элементов каркаса, Теплопроводность такого стекла 0.064...0.083 Вт/(м·К), предел прочности при сжатии 0.8...2 МПа. Значительно реже выпускают изоляционно-строительное стекло плотностью 250-350 кг/м³, теплопроводностью 0.083...0.09 Вт/(м·К), предел прочности при сжатии 2...4.5 МПа, для самонесущих элементов ограждения; и изоляционно-монтажное стекло плотностью 140-180 кг/м³ для изоляции тепловых установок, трубопроводов, емкостей, холодильников. Интервал рабочих температур - 180...+400°С. Ячеистое стекло можно резать, шлифовать, сверлить. **Гранулированное пеностекло** изготавливают со средней плотностью 100-200 кг/м³ в виде гранул фракций 3...7, 7...15, 15...25 мм и применяют в виде теплоизоляционных засыпок в промежутках между стенами и в полостях панелей. Из гранул и вяжущих можно изготовить элементы разной формы.

4. Стекловолоконистые утеплители являются хорошим теплоизоляционным материалом благодаря высокой прочности на растяжение, атмосферо- и биостойкости, негорючести. Непрерывное стекловолокно выпускают диаметром от 3 до 100 мкм. Штапельное стекловолокно выпускают от микротонкого (диаметром менее 0.5 мкм) до грубого (диаметром более 20 мкм). Кроме диаметра, свойства штапельного стекловолокна определяются его длиной формой, составом стекла: средняя плотность от 15 до 190 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0.035...0.045 Вт/(м·К), интервал рабочих температур -60...+200°С, материал трудносгораемый. Применяют в виде полос, плит, матов, цилиндров, полуцилиндров, для тепловой изоляции ограждающих конструкций и технологического оборудования.

5. Вспученный перлит — пористый материал, получаемый путем термической обработки природного перлитового сырья из вулканических стекловатых водосодержащих пород кислого состава. При быстром нагревании до температур 900-1200°С происходит резкое испарение воды, что приводит к увеличению объема материала практически в 20 раз. После обжига в зависимости от размера зерен вспученный перлит разделяется на песок и щебень. Вспученный перлитовый песок имеет марки по насыпной плотности 75...500 кг/м³; теплопроводность 0.043...0.093 Вт/(м·К). Применяют его в качестве заполнителя при изготовлении теплоизоляционных материалов, огнестойких штукатурных растворов, а

также для теплоизоляционных засыпок при температуре изолируемых поверхностей от -200 до $+875^{\circ}\text{C}$. **Вспученный перлитовый щебень** разделяют на фракции 5..10 и 10...20 мм и применяют в качестве заполнителя в бетонах различного назначения. Выпускают вспученный перлитовый щебень марок 200, 400, 500 и 700.

Теплоизоляционные изделия из вспученного перлита в зависимости от температуры применения разделяют на группы:

- для низких отрицательных и обычных положительных температур от -200 до $+130^{\circ}\text{C}$ (вспученный перлитовый порошок (с зернами 0.16...1.25 мм) и пудру (с зернами менее 0.16 мм), перлитобитумные изделия и битумно-перлитовая масса);

- для средних положительных температур до 600°C (перлитцементные, перлитофосфогелевые изделия, перлитовый обжиговый легковес);

- для высоких положительных температур до $900...1300^{\circ}\text{C}$ (перлитокерамические и керамоперлитофосфатные изделия, жароупорный перлитобетон, перлитовые легковесные и ультралегковесные огнеупоры).

Перлитцементные изделия в виде плит, полуцилиндров и сегментов изготавливают путем смешивания перлитового песка, цемента и водной асбестовой пульпы. Марки по средней плотности изделий 225, 250, 300, 350, теплопроводность 0.065...0.079 Вт/(м·К), предел прочности при изгибе соответственно не менее 0.22...0.28 МПа. Применяют перлитцементные изделия для тепловой изоляции промышленного оборудования и трубопроводов.

Перлитоасбестовые жаростойкие плиты имеют марки 300...500, теплопроводность 0.07..0.18 Вт/(м·К). Применяют для тепловой изоляции оборудования до 875°C . Плиты из **перлитопластбетона** получают вспениванием смеси новолачной фенолформальдегидной смолы и вспученного перлита с добавками отвердителя и газообразователя. Выпускают плиты марок 100, 125, 150 и 175, теплопроводностью 0.039..0.046 Вт/(м·К), прочность при сжатии* 0.12..0.2 МПа, прочность при изгибе 0.18...0.3 МПа. Температура применения $-50...+150^{\circ}\text{C}$. Используют плиты из перлитопластбетона для тепловой изоляции строительных конструкций в сельскохозяйственном строительстве.

6. Асбестовая бумага — это листовой или рулонный материал, изготовленный из асбеста с небольшой добавкой склеивающих веществ. В зависимости от степени распушки асбеста и уплотнения массы средняя плотность асбестовой бумаги составляет $450...950 \text{ кг/м}^3$, теплопроводностью 0.13...0.18 Вт/(м·К), предельная температура применения 500°C .

Асбестовый картон изготавливают на основе хризолитового асбеста и применяемый в качестве огнезащитного теплоизоляционного материала, а также для уплотнения соединений приборов, аппаратуры и коммуникаций. Ячеистый асбестовый картон состоит из чередующихся слоев гладкой и гофрированной бумаги, склеенных между собой жидким стеклом или клеем. В зависимости от толщины бумаги и размеров воздушных

*Предел прочности при сжатии при 10% линейной деформации

прослойка средняя плотность асбестового картона составляет 1000..1400 кг/м³, теплопроводность 0.052...0.093 Вт/(м·К). Картон из асбестового волокна и наполнителя имеет среднюю плотность от 900 до 1000 кг/м³, теплопроводность. Применяют асбестовый картон для теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов; он не обугливается и не тлеет.

7. Совелит — это асбестомагнезиальный материал, изготавливаемый из доломита, подвергнутого сложной переработке, и асбеста. Совелит применяют в виде порошка, плит, полуцилиндров для тепловой изоляции промышленного оборудования при температурах до 500°С. Средняя плотность 450 кг/м³, теплопроводность до 0.098 Вт/(м·К).

Известково-кремнеземистые изделия. Для изготовления применяют: асбест хризотилковый, известь строительную воздушную кальциевую негашеную без добавок, диатомит, трепел, кварцевый песок или другие кремнеземистые материалы, содержащие SiO₂ не менее 75 %. Изделия со средней плотностью 200..225 кг/м³, теплопроводностью 0.058...0.065 Вт/(м·К), с прочностью при изгибе не менее 0.35 МПа применяют для тепловой изоляции до 600°С.

8. Древесноволокнистые плиты — листовой материал, получаемый путем горячего прессования или сушки ковра из древесных волокон, с введением при необходимости связующих и специальных добавок. Для теплоизоляции стен, полов, потолков, в ограждающих конструкциях используют мягкие древесноволокнистые плиты средней плотностью 150..350 кг/м³, теплопроводностью 0.055...0.09 Вт/(м·К), с прочностью при изгибе 0.4...2 МПа.

9. Фибролит — это плитный материал из тонких древесных стружек (древесной шерсти), скрепленных неорганическим вяжущим (портландцементом или магнезиальным). Фибролит труднообрабатываемый материал, морозо- и биостоек. Плиты фибролита можно пилить, сверлить, забивать в них гвозди, ввинчивать шурупы; они хорошо оштукатуриваются и окрашиваются, прочно сцепляются с незатвердевшим бетоном. Теплоизоляционный фибролит средней плотностью 250...500 кг/м³, теплопроводностью 0.07...0.1 Вт/(м·К) применяют для утепления тонких кирпичных и бетонных стен в сельскохозяйственном строительстве, ограждающих стеновых конструкциях жилых, общественных и промышленных зданий с сухим режимом эксплуатации. Фибролит марок 400 и 500 можно использовать не только как теплоизоляционный, но и как конструкционный материал для устройства перегородок, покрытий, перекрытий сельскохозяйственных и складских зданий, а также для стен в деревянном стандартном домостроении.

Арболит — легкий бетон и изделия из него, получаемые на цементном вяжущем и органическом целлюлозном заполнителе растительного происхождения, с введением химических добавок. В качестве заполнителя применяют отходы от обработки древесины, измельченные сучья, ветви, вершины, горбыли и др. Теплоизоляционный арболит имеет среднюю плотность 400...500 кг/м³, теплопроводность 0.07...0.095 Вт/(м·К), прочность при сжатии 0.5..5 МПа, прочность при изгибе 0.7...1 МПа. Материал биостойкий, трудносгораемый. Применяют арболит для изготовления панелей наружных и внутренних стен, применяемых во внутренних ненесущих стенах и перегородках жилых, общественных и промышленных зданий, а также для тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий в зданиях и сооружениях с относительной влажностью воздуха помещений не более 60 %.

10. Теплоизоляционные пластмассы получают химическими и физическими способами из полимеров различной структуры. По строению различают полимерные материалы с замкнутыми порами (пенопласты), с сообщающимися порами (поропласты) и повторяющимися плоскостями (сотопласты). Для теплоизоляции применяются в основном **пенопласты** (пенополистирол, пенополиуретан, пенофенопласт, пенополивинилхлорид, и др.), так как они имеют меньшую паро-, водо- и воздухопроницаемость. Свойства пенопластов зависят от вида применяемого полимера и способа производства: средняя плотность 10...150 кг/м³, теплопроводность 0.033...0.052 Вт/(м·К), прочность* 0.05...4 МПа, температура применения –100...+130°С. По огнестойкости теплоизоляционные пластмассы относятся к трудносгораемым и сгораемым материалам. Кроме хороших теплоизоляционных свойств, в большинстве случаев пластмассы отличаются достаточными прочностными и деформационными характеристиками, гидрофобностью и химической стойкостью. Применяют пенопласты в виде плит, блоков, полуцилиндров и др., для теплоизоляции кирпичных стен, многослойных стеновых панелей, трубопроводов, промышленного оборудования, холодильных установок.

Изделия (листы) из экструдированного пенополистирола (XPS) (PN-EN 14307+A1:2013-07) представляют собой жесткий ячеистый материал с замкнутыми порами, получаемый вспениванием и экструдированием полистирола. Символ (XPS) происходит от сокращенного английского названия — eXtruded PolyStyrene foam. Такие листы, в основном, применяются для теплоизоляционных слоев стен и перекрытий. В тоже время не рекомендуются в качестве звукоизоляции, а так же для изоляции промышленных установок. Они могут иметь до 4 м в длину и такую же ширину при толщине до 12 см. Водопоглощение по массе при длительном полном погружении колеблется от 0,7 до 3%. Коэффициент теплопроводности (λ) близок к значениям для пенополистирольных плит

(EPS) и составляет от 0,025 Вт/(м·К) до 0,04 Вт/(м·К). Водопоглощение по объему изменяется от минимального 0,7% до максимального 3,0%.

Пенополиуретаны — продукт взаимодействия диизоцианата, многоатомных спиртов, полиэфиров. Изменяя состав исходных компонентов можно получать эластичные, полужесткие и жесткие пенополиуретаны. Средняя плотность 25...200 кг/м³, теплопроводность 0.033...0.06 Вт/(м·К), прочность 0.3...2.2 МПа, температура применения в среднем — от -60...+130°С.

Сотопласты — пластмассы, получаемые горячим прессованием предварительно пропитанных полимерными связующими (фенолформальдегидными, эпоксифенольными и др.) листов бумаги, стеклоткани, древесного шпона, металлической фольги и др. Сотопласты имеют строение, имитирующее пчелиные соты. Ячейки могут быть в виде шестиугольника, квадрата, круга, и др.; пустые или заполненные теплоизоляционными материалами. Сотопласты при низкой средней плотности (30...140 кг/м³) обладают достаточной прочностью — 1...6 МПа. Применяются они в качестве среднего слоя в трехслойных ограждающих панелях. Огнестойкость сотовых конструкций повышают пропиткой антипиренами.

11. Целлюлозная вата (эковата) — волокнистый материал серого цвета, изготавливаемый из макулатуры (тонкоизмельченная газетная бумага), обработанной соединениями бора — антисептиками и антипиренами. Материал гигроскопичный с малой воздухопроницаемостью. Плотность в стандартноуплотненном состоянии — 35–70 кг/м³, теплопроводность — 0,040–0,045 Вт/(м·К). Бораты, содержащиеся в утеплителе, выполняют функции антисептика и антипирена. Умеренногорючий материал. Предельная температура применения — 100°С. Эковата в сухом виде может использоваться в качестве засыпки для утепления перекрытий и каркасных стен. Более эффективным методом является напыление эковаты совместно с клеевым составом на вертикальные, наклонные и горизонтальные потолочные поверхности. Это позволяет получить сплошной (без швов и стыков) теплоизоляционный слой, плотно прилегающий к изолируемой поверхности.

5.2. Изучение акустических материалов

Акустические материалы и изделия (звукоизоляционные и звукопоглощающие) применяются в строительных конструкциях жилых, общественных и производственных зданий для защиты от шума и создания условий акустического комфорта. При выборе акустических материалов исходят из разновидности шума, его уровня и частотности звуковой волны. Акустические материалы должны обладать до-

статочной механической прочностью, сохранять свои первоначальные свойства в течение всего периода эксплуатации, иметь достаточную влагостойкость и биостойкость. Они не должны выделять каких-либо неприятных запахов и тем более токсических веществ, а с внешней стороны они должны обладать хорошими декоративными свойствами.

Звукопоглощающие материалы, предназначенные для применения в качестве поглощающего слоя в конструкциях облицовок внутренних поверхностей помещений и шумозащитных сооружений для снижения интенсивности отражения звуковых волн, имеют сквозную пористость и характеризуются относительно высоким коэффициентом звукопоглощения. Основные виды: плиты жесткие и твердые на крахмальном и синтетическом связующем с отделочным фактурным слоем; плиты из ячеистых бетонов; плиты гипсовые литые; полужесткие и мягкие плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем с декоративным слоем; изделия из пенопластов.

Крупноформатные перфорированные *гипсокартонные и стекломагнезитовые* листы, обладают звукопоглощающими свойствами резонансного типа. С обратной стороны гипсокартонных листов приклеена специальная звукопроницаемая мембрана. Панели применяются для обшивки потолков и стен.

Акустический поролон (вспененный полиуретан), получил широкое применение в отделке музыкальных студий, студий звукозаписи, речевых кабин, домашних кинотеатров и других помещений частного назначения.

Акустические панели из древесного волокна на магнезитовом связующем применяют в спортивных комплексах, кинотеатрах, офисах

Часто в промышленности и общественных зданиях применяют *штучные звукопоглотители*, которыми заполняют места недалеко от источника шума (кубы, призмы, конусы и т.д.).

Звукоизоляционные материалы применяют для изоляции помещения от распространения материального или ударного переноса звука. Эти материалы чаще всего находятся в виде прокладки слоев в конструкциях. Изготавливаются из материалов с небольшим модулем упругости (т.е. обеспечивают низкую скорость распространения звука).

Основные виды: изделия из минерального волокна, натуральной пробки, поризованной резины, синтепона; засыпки из эковаты, керамзита, шлаков и т.д.

На основании полученных сведений, пользуясь методическими указаниями и коллекцией, требуется составить сравнительную характеристику основных видов теплоизоляционных материалов в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1. – Сравнительная характеристика основных видов теплоизоляционных материалов

Материал	Сырье	Структура	Основные свойства			Вид, свойства, особенности применения
			плотность, кг/м ³	теплопроводность, Вт/(м·К)	температура эксплуатации, °С	

Для 3-5 образцов теплоизоляционных материалов правильной формы определить значения средней плотности, рассчитать пористость. Масса m определяется взвешиванием на электронных весах, объем вычисляется по линейным размерам, измеренным с помощью штангенциркуля. Средняя плотность ρ_c вычисляется по формуле:

$$\rho_c = \frac{m}{V_e}, \quad (5.1)$$

где m – масса материала, кг;

V_e – объем материала в естественном состоянии, м³.

Пористость, испытываемых материалов рассчитывается по формуле:

$$П = \left(1 - \frac{\rho_c}{\rho_u}\right) \cdot 100, \% \quad (5.2)$$

где ρ_c, ρ_u – соответственно средняя и истинная плотность материала, г/см³ (кг/м³)

Результаты определений заносят в таблицу 5.2.

Таблица 5.2. – Результаты определения структурных характеристик основных видов теплоизоляционных материалов

Материал	Масса образца, г	Линейные размеры образца, см	Объем образца, см ³	Плотность, кг/м ³		Пористость, %
				средняя	истинная	

Лабораторная работа №6 ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Цель работы: ознакомиться с основными видами отделочных материалов, изучить коллекцию пигментов и связующих лакокрасочных материалов, определить их основные свойства.

Отделочные материалы применяют в строительстве для создания покрытий на поверхностях строительных конструкций и сооружений с целью защиты от вредного воздействия окружающей среды, улучшения гигиенических условий в жилых, общественных и производственных помещениях и для придания поверхностям эстетической выразительности.

6.1. Изучение основных видов отделочных материалов

В настоящее время в строительстве применяется достаточно широкий спектр отделочных материалов и изделий, разнообразных по сырьевому составу, способу изготовления и применения. Правильный выбор материалов для отделки конструкций и сооружений возможен на основе всестороннего учета реальных условий их эксплуатации в сочетании с декоративными, защитными и техническими характеристиками, которые они должны сохранять в течение необходимого срока службы.

Материалы и оборудование: образцы отделочных материалов, линейка измерительная, весы электронные.

Выполнение работы. Пользуясь коллекцией отделочных материалов и методическими указаниями, требуется составить сравнительную характеристику 2-4 видов материалов в виде таблицы 6.1.

Таблица 6.1. – Результаты определения основных декоративных и технических характеристик отделочных материалов

Материал	Сырье	Основные свойства		Особенности применения
		Декоративные (цвет, блеск, фактура и др.)	Физико-механические (плотность, прочность, твердость и др.)	

6.2. Изучение пигментов лакокрасочных материалов

Отделочные материалы, применяемые для производства малярных работ, называются **лакокрасочными** материалами. Они экономичны, ремонтпригодны, достаточно долговечны и дают широкие возможности с точки зрения визуальных характеристик. До нанесения на поверхность они могут находиться в жидком, пастообразном или порошкообразном состояниях. Как правило, красочные составы представляют собой композиции из

связующего (пленкообразующего), пигментов, наполнителей, растворителя и др. В качестве связующих веществ в красочных составах используют олифы, полимеры, клеи, неорганические вяжущие вещества. Связующее обеспечивает сцепление с обрабатываемым основанием, а после затвердевания в результате физико-химических процессов образует покровные пленки. **Пигмент** — это дисперсное вещество, нерастворимое в среде использования, применяемое для окрашивания строительных и других материалов. Несмотря на то, что основная задача пигмента — придание покрытию определенного внешнего вида, его введение влияет практически на все свойства лакокрасочного покрытия. В строительстве применяют главным образом неорганические пигменты (природные и искусственные), которые в большинстве случаев состоят из солей или оксидов металлов, а также некоторые металлические и органические пигменты.

Титановые белила (TiO_2) в щелочах и кислотах нерастворимы, обладают высокой свето- и атмосферостойкостью, нетоксичны. Их широко применяют в красочных составах, как для внутренней, так и для наружной окраски.

Крон цинковый желтый обладает большой антикоррозионной стойкостью. Применяют его в составах для окраски металлических конструкций.

Охра состоит из глины (алюмосиликатов), окрашенной в желтый цвет различными оттенками оксидами железа. Золотистая и темная охра на (40–85)% состоит из гидратированных оксидов трехвалентного железа, светлая охра содержит (12–17)%, средняя — (22–44)%. На цвет охры значительное влияние оказывают размер частиц и количество примесей. Охра является одним из самых распространенных и дешевых пигментов, широко применяется в составах для наружных и внутренних работ.

Сурик железный — неорганический пигмент красно-коричневого цвета, состоящий из оксида железа (Fe_2O_3) с примесью глинистых минералов и кварца. Применяют для производства противокоррозионных красочных составов.

Лазурь железная — интенсивный синий пигмент, атмосфероустойчив, но не устойчив к действию высоких температур и щелочей (при нанесении на бетон или свежую штукатурку синий цвет изменяется). Применяют лазурь с масляными и полимерными связующими для окраски по дереву и металлу.

Оксид хрома (Cr_2O_3) — высококачественный пигмент, обладающий светостойкостью, щелоче- и кислотостойкостью, стойкостью к действию высоких температур. Его можно смешивать с любыми другими пигментами и применять со всеми видами пленкообразователей.

Металлические пигменты представляют собой тонкоизмельченные металлы и сплавы: пудра алюминиевая, золотистая (бронза).

Органические пигменты представляют собой цветные органические соединения. Они обладают высокой красящей способностью, чистым и ярким цветом. Органические пигменты: желтый светопроочный, красный С, оранжевый, голубой фталоцианиновый, зеленый фталоцианиновый и др.

Материалы и оборудование: коллекция пигментов и наполнителей, весы электронные, вода, олифа, 5%-й раствор кислоты, 5%-й раствор щелочи, фарфоровые чашки, пробирки, кисти, стеклянные и металлические пластинки.

Выполнение работы. Изучить коллекцию пигментов и наполнителей. Один из пигментов исследуют более детально. Исследуемый пигмент взвешивают (0.5-1) г и помещают в две фарфоровые чашки, затем добавляют в одну чашку воду, в другую — олифу. Определяют характер взаимодействия. Полученный состав наносят кистью на стекло, металл, древесину, оценивая способность состава наноситься на поверхность. Затем по 0.5 г пигмента помещают в три пробирки и добавляют: в одну — 5%-й раствор соляной или серной кислоты, в другую — 5%-й раствор щелочи, в третью — растворитель. Определяют характер взаимодействия: изменение цвета, выделение газов, растворение. Результаты испытаний и наблюдений записывают в виде таблицы 6.2.

Таблица 6.2. – Результаты изучения свойств пигмента

Наименование пигмента	Состав	Внешние признаки		Характер взаимодействия				
		цвет	состояние	вода	олифа	кислота	щелочь	растворитель

6.3. Определение адгезии лакокрасочного материала

Адгезия – способность лакокрасочных покрытий к прилипанию или прочному сцеплению с окрашиваемой поверхностью. От величины адгезии зависят механические и защитные свойства покрытий. Методы определения адгезии лакокрасочных материалов к металлическим поверхностям, толщина слоя которых не превышает 200 мкм: 1 — метод отслаивания; 2 — метод решетчатых надрезов; 3 — метод решетчатых надрезов с обратным ударом; 4 — метод параллельных надрезов.

Метод параллельных надрезов.

Сущность метода заключается в нанесении на готовое лакокрасочное покрытие параллельных надрезов и визуальной оценке состояния покрытия по трехбалльной системе.

Материалы и оборудование: лента липкая на полиэтилентерефталате

латной основе; пластины из листовой стали марки 08кп размером 60x150x(0,9±0,1) мм с готовым лакокрасочным покрытием; лезвие бритвенное в держателе любого типа; устройство для нанесения надрезов; линейка металлическая; прибор для измерения толщины покрытий с погрешностью измерения не более 10 %; лупа с 2.5–4^x увеличением.

Выполнение работы. Перед определением адгезии, если сроки выдержки покрытия после сушки не оговорены в нормативно-технической документации на испытуемые материалы, образцы холодной сушки выдерживают при (20±2)°С и относительной влажности воздуха (65±5)% в течение 48 ч, а образцы горячей сушки не менее 3 ч. Перед определением адгезии замеряют толщину покрытия не менее чем на трех участках поверхности испытуемого образца, при этом расхождение в толщине покрытия не должно превышать 10%.

Адгезию с применением липкой ленты определяют на двух параллельных образцах и не менее чем на трех участках каждого образца. На каждом участке поверхности образца на расстоянии от края пластины не менее 10 мм делают не менее пяти параллельных надрезов длиной не менее 20 мм до металла на расстоянии 1, 2 или 3 мм друг от друга с помощью режущего инструмента.

Перпендикулярно надрезам накладывают полоску липкой ленты размером 10x100 мм и плотно ее прижимают, оставляя один конец полоски неприклеенным.

Быстрым движением ленту отрывают перпендикулярно от покрытия. Адгезию по методу параллельных надрезов оценивают по трехбалльной шкале: 1 — края надрезов гладкие; 2 — незначительное отслаивание пленки по ширине полосы вдоль надрезов (не более 0,5 мм); 3 — отслаивание покрытия полосами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Широкий, Г. Т. Строительное материаловедение: Учебное пособие / Широкий Г.Т., Юхневский П.И., Бортницкая М.Г. - Мн.:Вышэйшая школа, 2016. - 460 с.
2. Воронцов, В. М. Строительные материалы нового поколения: учебник / В. М. Воронцов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 128 с.
3. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы: Учеб. для вузов.— М.: Стройиздат, 1986.— 688 с.
4. Современные отделочные и облицовочные материалы: Учебно-справочное пособие. Лысенко Е.И. и др. — Ростов н/Д: «Феникс», 2003. — 448 с
5. Строительные материалы: Учеб. для вузов / В.Г. Микульский, В.Н. Куприянов, Г.П.Сахаров и др.; Под. ред. В.Г. Микульского.— М.: Изд. АСВ, 2000.— 536с.
6. Чубуков В.Н., Основин В.Н., Шуляков Л.В. Строительные материалы и изделия.— Мн.: Дизайн ПРО, 2000.— 240 с.
7. Фрейтаг, В. Краски, покрытия и растворители. Состав, производство, свойства и анализ / В. Фрейтаг, Д. Стойе. – СПб.: Профессия, 2007.— 528 с.

Учебное издание

Составители:
Шалобыта Татьяна Петровна
Марчук Виталий Алексеевич

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ОРГАНИЧЕСКИЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Лабораторный практикум

для студентов инженерных специальностей и слушателей ИПКиП

***Текст печатается в авторской редакции,
орфографии и пунктуации***

Ответственный за выпуск: Шалобыта Т. П.
Редактор: Митлошук М. А.
Компьютерная верстка: Мисюта А. В.

Подписано к печати 27.12.2022 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Performer»
Гарнитура «Arial». Усл. п.л.3,72. Уч. изд. л.4. Заказ № 1408. Тираж 19 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государ-
ственный технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

