

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Волгоградский государственный технический университет

# **ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ**

*Составители Т. К. Акчурин, А. В. Савченко*

**Волгоград. ВолгГТУ. 2018**

© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный  
технический университет», 2018

**Технология** композиционных материалов [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторному практикуму / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. технич. ун-т ; сост. Т. К. Акчурин, А. В. Савченко. — Электронные текстовые и графические данные (0,39 Мбайт). — Волгоград : ВолгГТУ, 2018. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. Официальный сайт Волгоградского государственного технического университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Рассмотрены физико-механические свойства пластмасс, способы их приготовления, методы испытаний, определение их свойств.

Для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» профиля подготовки «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» всех форм обучения.

# Лабораторная работа № 1.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАСТМАСС

**1. Цель работы:** изучение свойств материалов из пластмасс.

### **2. Теоретическая часть.**

Пластические массы — материалы на основе природных или искусственных высокомолекулярных соединений, способных под влиянием нагревания и давления формоваться, а затем в результате охлаждения или отверждения устойчиво сохранять приданную им форму.

Пластмассы по своему составу являются сложными материалами. Основными их компонентами являются:

- связующее вещество — полимер;
- наполнители в виде органических или минеральных порошков, волокон, нитей, тканей, листов;
- пластификаторы, улучшающие формовочные свойства пластмасс;
- ускорители твердения (отверждения);
- красители, добавляемые при изготовлении пластмасс.

В основу классификации пластмасс положены их физико-механические свойства, структура и отношение к нагреванию.

По физико-механическим свойствам все пластические массы подразделяются на пластики и эластики. Пластики бывают жесткие, полужесткие и мягкие.

Жесткие пластики — твердые упругие материалы аморфной структуры с высоким модулем упругости (свыше 1000 МПа), с высоким относительным и остаточным удлинением при разрыве, причем остаточное удлинение обратимо и полностью исчезает при температуре плавления кристаллов.

Мягкие пластики — мягкие и эластичные материалы с низким модулем упругости (не выше 20 МПа), высоким относительным удлинением и малым остаточным удлинением, причем остаточная деформация исчезает при нормальной температуре с замедленной скоростью.

Эластики — мягкие и эластичные материалы с низким модулем упругости (ниже 20 МПа), поддающиеся значительным деформациям при растяжении, причем вся деформация или большая её часть исчезает при нормальной температуре с большой скоростью (практически мгновенно).

По структуре пластмассы делят на однородные (однородные) и гетерогенные (неоднородные).

Структура пластмасс зависит от введения в них наряду с полимером других компонентов. Это позволяет делить пластмассы на ненаполненные, газонаполненные, наполненные и составные. Ненаполненные пластмассы включают в свой состав полимер, иногда краситель, пластификатор и стабилизатор. В газонаполненный полимер входит также воздух или другой газ. В большинстве случаев для изготовления строительных материалов и изделий используются наполненные пластмассы, содержащие в своем составе наполнитель.

Наполнители представляют собой различные неорганические и органические порошки и волокна. В качестве наполнителей слоистых пластмасс широко применяют бумагу, ткани, древесный шпон и другие листовые материалы.

Наполнители значительно уменьшают потребность в дорогом полимере и тем самым намного удешевляют изделия из пластмасс. Кроме того, наполнители улучшают ряд свойств изделий — повышают теплостойкость и твердость, а волокна ткани и листовые материалы значительно повышают сопротивления растяжению и изгибу, действуя подобно арматуре в железобетоне.

Пластификаторы — это добавки, вводимые в полимер для повышения его пластичности и уменьшения хрупкости. В качестве пластификатора могут использоваться некоторые химические инертные и нетоксичные соединения.

Красители применяются для придания пластмассам определенного цвета, они должны быть стойкими во времени, не должны выцветать под действием света. В качестве красителей используются органические и минеральные пигменты.

Катализаторы вводят для сокращения времени отверждения связующего, например, для фенолформальдегидных смол ускорителями твердения являются известь и уротропин.

Стабилизаторы способствуют сохранению структуры и свойств пластмасс во времени, предотвращая их быстрое старение при воздействии солнечного света, окислителей, нагрева и других неблагоприятных факторов.

Смазывающие материалы (силиконовые жидкости, стеарин, олеиновая кислота и др.) применяются для предотвращения прилипания пластмасс к формам, в которых изготавливают изделия.

Различия во внутреннем строении линейных и сетчатых полимеров отчетливо проявляется при нагревании. По отношению к нагреванию полимеры делятся на термопластичные (имеют линейную структуру) и терморезистивные (сетчатую и пространственную).

Термопластичные полимеры (полиэтилен, поливинилхлорид и др.) обладают свойством обратимо многократно размягчаться при нагреве и отвердевать при охлаждении, сохраняя основные свойства.

Терморезистивные полимеры (эпоксидные, полиэфирные и др.) при нагревании переходят в неплавкое, нерастворимое состояние и безвозвратно утрачивают свойства плавиться.

Строительные материалы и изделия на основе полимеров (из пластмасс) делятся на:

- материалы для несущих и ограждающих конструкций;
- материалы для покрытия полов;
- материалы для внутренней отделки стен;
- погонажные изделия;
- трубы и санитарно-технические изделия;

- гидроизоляционные, кровельные, герметизирующие и клеящие материалы.

Различают две основные группы свойств пластмасс:

а) технологические, характеризующие перерабатываемость пластмасс в изделия;

б) физические, механические, диэлектрические свойства, коррозионная стойкость пластмасс в готовых изделиях.

### **3. Методики проведения работ**

Методики испытаний пластмасс определяются специальными ГОСТами или техническими условиями на конкретные марки пластмасс или изделий из них.

#### **3.1. Изготовление стеклопластиков**

Стеклопластики — пластические массы, армированные различными видами стекловолоконных наполнителей: жгутами, стеклохолстом, стеклотканью или рубленым стекловолокном. Стеклопластики относятся к конструкционным пластмассам. Их применяют в качестве кровельных и ограждающих материалов, для изготовления перегородок, козырьков, фонарей, трехслойных панелей и др.

В лабораторных условиях стеклопластики можно получить на основе полиэфирных, эпоксидных и других полимеров с применением в качестве наполнителя стеклоткани или стеклохолста.

На поверхность листа стекла, металла или пластика накладывают лист целлофана или другой пленки. Используются связующие состава:

а) эпоксидная смола ЭД-20 — 100 м.ч., отвердитель — диэтилентриамин — 8 м.ч.;

б) полиэфирная смола ПН-I — 100 м.ч., гипериз — 3 м.ч., ускоритель «ПК» — 8 м.ч.

Ускоритель вводится перед началом изготовления стеклопластика. Стеклоткань (стеклохолст) предварительно пропитывается связующим: пропитанные полотна укладываются равномерным слоем на лист целлофана. Количество связующего при применении стеклоткани составляет 50-60%, а при применении стеклохолста — 70%.

Полученный лист стеклопластика тщательно прокатывается резиновым или металлическим валиком для равномерного распределения связующего и накрывается листом целлофана. После этого производится вторичная прокатка листа с целью удаления пузырьков воздуха. В процессе отверждения связующего при повышенных температурах количество ускорителя и отвердителя снижается.

При отверждении отформованного листа стеклопластика при 20 °С испытание его физико-механических свойств проводится через 3-5 суток, а при отверждении при повышенных температурах — через несколько часов. Для получения окрашенного стеклопластика в состав связующего вводятся красители в виде паст от 0,2 до 3,0 м.ч.

### 3.2. Определение теплостойкости по Мартенсу (ГОСТ 21341)

Сущность метода заключается в определении температуры, при которой образец, нагреваемый с постоянной скоростью и находящийся под действием постоянной изгибающей нагрузки, деформируется на заданную величину.

Метод не распространяется на материалы, у которых теплоёмкость по Мартенсу ниже  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Прибор Мартенса (рис. 1) состоит из зажимного устройства для закрепления и нагружения испытываемых образцов, термошкафа, системы регулирования и контроля температуры и указателей деформации.

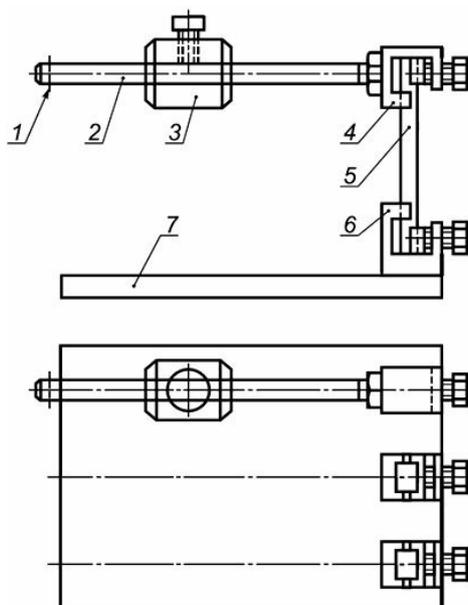


Рис.1 Схема прибора Мартенса: 1 — ось указателя деформации; 2 — рычаг; 3 — перемещаемый груз; 4 — верхняя зажимная головка; 5 — образец; 6 — нижняя зажимная головка; 7 — опорная плита

Подвижные грузы должны занимать такое положение на рычагах, чтобы изгибающее напряжение в образцах равнялось  $5\pm 0,5$  МПа. Указатели деформации имеют цену деления не более 1 мм.

Терморегулирующее устройство должно обеспечивать равномерное повышение температуры воздушной среды в термошкафу со скоростью  $50\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  за один час.

Образцы (не менее трех) для испытания должны быть в виде брусков прямоугольного сечения длиной  $120\pm 2$  мм, шириной  $15\pm 0,5$  мм и толщиной  $10\pm 0,5$  мм. Они должны быть ровными, гладкими, без вздутий, раковин, пор, заусенец, сколов, трещин.

Перед началом испытания в термошкафу устанавливают начальную температуру, равную  $15-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Образцы устанавливают в зажимное устройство, которое затем помещают в термошкаф на горизонтальную плиту. Перед началом испытания образцы располагают вертикально, а рычаги — горизонтально.

Включают обогрев с терморегулирующим устройством. Для контроля температуры служат два термометра с ценой деления не более 2 °С. Термометры устанавливают так, чтобы концы их находились вблизи крайних образцов на уровне их середины и на расстоянии не более 25 мм от их поверхности.

Для каждого образца фиксируют температуру, при которой стержень опустился на 6 мм. Эта температура носит название теплоёмкости по Мартенсу.

При отсчете температуры берут среднее арифметическое из показателей двух термометров.

### **3.3. Определение модуля упругости (ГОСТ 9550)**

Модуль упругости — отношение нормального напряжения к соответствующему удлинению при простом растяжении или простом изгибе стандартного образца в пределах пропорциональности.

Выбор метода определения модуля упругости (по растяжению или изгибу) производится в соответствии с ГОСТ 9550 на основе анализа свойств материалов с учетом следующих рекомендаций: модуль упругости образцов пластмасс, изготавливаемых прессованием из пресспорошков, определяется по испытаниям на изгиб; модуль упругости образцов, изготавливаемых механической обработкой из листовых и слоистых пластмасс, может быть определен по испытаниям как на растяжение, так и на изгиб.

#### **3.3.1. Определение модуля упругости по испытанию на растяжение (ГОСТ 11262)**

Может быть использована любая машина, позволяющая проводить испытания на растяжение и измерение нагрузки с погрешностью не более 1%.

Зажимы испытательной машины должны быть самоцентрирующими: длинная ось образца должна совпадать с направлением приложенной нагрузки.

Замеры деформации производят непосредственно на рабочем участке образца с помощью тензометра, имеющего базу от 10 до 100 мм и обеспечивающего точность отсчета не менее 0,12.

Типы образцов (размеры и форма), применяемых для испытаний, указаны в ГОСТ 11262.

Образцы должны иметь поверхность гладкую, ровную, без вздутий, трещин, сколов, раковин, заусенцев.

Количество образцов, взятых на испытание от одной партии, должно быть не менее пяти.

Для анизотропных листовых и слоистых материалов образцы могут быть изготовлены в трех направлениях: продольном, поперечном и диагональном (под углом 45°) в количестве не менее трех для каждого направления.

Перед испытанием измеряют толщину и ширину образцов в рабочей части с точностью не менее 0,1 мм и вычисляют площадь поперечного сечения с точностью до 0,01 см<sup>2</sup>.

Испытания проводят при температуре помещения  $23 \pm 2$  °С. При этой температуре образцы должны находиться в помещении перед испытанием не менее 16 ч. Тогда образцы перед испытанием дополнительно выдерживают в термокамере при температуре  $23 \pm 2$  °С в течение трех часов, а затем немедленно испытывают.

Образцы закрепляют вертикально в зажимах машины так, чтобы длинная ось образца совпадала с линией приложения действия нагрузки.

На рабочей части образца, закрепленного в зажимах, устанавливают тензометр так, чтобы его база располагалась вертикально, посередине ширины образца. Рекомендуется устанавливать два тензометра — по одному на противоположных сторонах рабочей части образца.

Образцы подвергают шестикратному нагружению — разгрузению при скоростях: 15,0-20,0 МПа в минуту для материалов, прочность на растяжение которых более 100 МПа; 4,0-5,0 МПа в минуту для материалов, прочность на растяжение которых 100 МПа и меньше. Каждый раз снимают отсчет деформаций по тензометру не менее, чем при двух нагрузках — начальной  $P_0$ , равной примерно 2% от величины разрушающей нагрузки  $P_{разр}$  и максимальной  $P_{max}$ , составляющей 8-10% от величины  $P_{разр}$ . Для каждого образца подсчет модуля упругости производят по данным трех замеров.

Модуль упругости вычисляют по формуле

$$E_e = \frac{\Delta P \cdot l}{\Delta l \cdot F}, \text{ МПа,}$$

где  $\Delta P$  — приращение нагрузки ( $P_{max} - P_0$ ), Н;  $l$  — база тензометра, м;  $\Delta l$  — среднее арифметическое из приращений деформации, вычисленное по данным трех замеров, м;  $F$  — площадь поперечного сечения образца, м<sup>2</sup>.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое модуля упругости испытываемых образцов и среднее квадратичное отклонение результатов модуля упругости, которые вычисляют по формулам

$$E = \frac{\sum E_i}{n}, \text{ МПа,}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (E_i - E)^2}{n-1}}, \text{ МПа,}$$

где  $n$  — число образцов.

Отдельные значения модуля упругости, не укладывающиеся в интервале  $E \pm 2\delta$ , отбрасываются. Производится подсчет нового среднего арифметического модуля упругости для оставшихся величин и нового среднего квадратичного отклонения. При этом число образцов, для которых подсчитываются новые величины, не должно быть меньше пяти.

### 3.3.2. Определение модуля упругости по испытанию на изгиб (ГОСТ 4648)

Для испытания может быть использована любая машина, позволяющая проводить испытание на изгиб и производить измерение нагрузки с погреш-

ностью, не превышающей 1% от величины измеряемой нагрузки. Машина должна быть снабжена приспособлением, позволяющим менять наконечник, передающий нагрузку между опорами. Середина пролета между опорами должна совпадать с осью наконечника, края опор должны иметь закругления радиусом 1 мм.

Замеры деформаций (прогиба) образца должны производиться непосредственно под местом приложения нагрузки с помощью прогибомера, обеспечивающего точность отсчета не менее 0,01 мм.

Испытываемые образцы должны быть в виде брусков прямоугольного сечения и размерами, указанными в табл. 1.

Таблица 1

**Размеры образцов пластмасс, мм**

Толщина	Длина	Ширина
1,00 — 2,00	35±1,5	5±0,2
2,01 — 4,00	55±1,5	10±0,2
4,01 — 6,00	80±2,0	10±0,2
6,01 — 8,00	100±2,0	15±0,2
8,01 — 10,00	120±2,0	15±0,2

В случае испытания листовых и слоистых материалов толщиной более 10 мм их необходимо подвергнуть механической обработке с одной стороны до толщины 10 мм, при этом указывают исходную толщину плиты. Образцы должны быть гладкими, ровными, без вздутий, трещин, сколов, раковин, заусенцев.

Количество образцов от каждой партии должно быть не менее трех. Толщина и ширина образцов перед испытанием измеряется в средней части с точностью до 0,01 мм.

В зависимости от толщины образца устанавливается расстояние между опорами и наконечник, передающий нагрузку в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

**Расстояние между опорами и радиус закругления, мм**

Толщина образца	Расстояние между опорами	Радиус закругления наконечника, передающего нагрузку
1,00 — 2,00	20±0,3	2
2,01 — 4,00	40±0,3	4
4,01 — 6,00	60±0,5	6
6,01 — 8,00	80±0,5	8
8,01 — 10,00	100±0,5	10

Образец укладывается широкой стороной на опоры и устанавливается прогибомер в середине пролета в плоскости приложения нагрузки. Если при изготовлении образца испытываемый материал срезался по толщине, то его

кладут на опоры той стороной, которая не подвергалась механической обработке.

Образцы подвергаются шестикратному нагружению — разгрузению при скоростях: 15-20 МПа в минуту для материалов, прочность на растяжение которых более 100 МПа; 4-5 МПа в минуту для материалов, прочность на растяжение которых 100 МПа и менее. Каждый раз снимается отсчет деформаций по прогибомеру не менее, чем при двух нагрузках — начальной  $P_0$ , равной примерно 2% от величины разрушающей нагрузки  $P_{разр}$ , и максимальной  $P_{max}$ , составляющей 8-10% от величины  $P_{разр}$ . Для каждого образца подсчет модуля упругости производят по данным трех замеров.

Модуль упругости вычисляется по формуле

$$E_f = \frac{\Delta P \cdot L^3}{4 \cdot B \cdot H^3 \cdot \Delta f}, \text{ МПа,}$$

где  $\Delta P$  — приращение нагрузки ( $P_{max} - P_0$ ), Н;  $L$  — расстояние между опорами, м;  $B$  — ширина образца, м;  $H$  — толщина образца, м;  $\Delta f$  — среднее арифметическое приращений деформации (прогиба), вычисленное по данным трех последних замеров, м.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое модуля упругости испытываемых образцов и среднее квадратичное отклонение результатов модуля упругости:

$$E = \frac{\sum E_i}{n}, \text{ МПа,}$$
$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (E_i - E)^2}{n-1}}, \text{ МПа,}$$

где  $n$  — число образцов.

Отдельные значения модуля упругости, не укладывающиеся в интервале  $E \pm 2\delta$ , отбрасываются. Производится подсчет нового среднего арифметического модуля упругости для оставшихся величин и нового среднего квадратичного отклонения. При этом число образцов, для которых подсчитываются новые величины, не должно быть меньше трех.

#### **3.4. Определение твердости (ГОСТ 4670). Метод вдавливания шарика**

Метод основан на вдавливании определенной силой стального шарика в испытываемый материал и вычисление числа твердости по замеру глубины вдавливания.

Испытание на твердость производится на приборе, соответствующем следующим требованиям:

- плавное приложение нагрузки;
- постоянство заданной нагрузки в течение не менее  $60 \pm 5$  с;
- определение силы вдавливания шарика с точностью до 1%;
- направление приложения нагрузки должно быть перпендикулярно поверхности образца;

- до начала отсчета деформации должна обеспечиваться предварительная нагрузка на шарик 1-5 Н; для листовых материалов
- диаметр шарика 2 мм;
- отсчет глубины вдавливания шарика должен производиться от верхней поверхности образца с точностью до 0,01 мм.

Образцы (не менее трех) должны представлять собой плоскопараллельную пластину, причем размеры образцов должны позволять производить испытания в трех точках, расположенных на расстоянии не менее 7 мм друг от друга и от краев образца. Толщина образцов не менее 5 мм, допускается получение образцы указанной толщины путем наложения друг на друга листов толщиной каждый не менее 2 мм при условии обеспечения полного прилегания поверхностей складываемых листов. Поверхность образцов не должна иметь вздутий, раковин, пузырей, трещин и других дефектов, препятствующих плотному прилеганию к плоскости опоры. Испытания проводят при температуре помещения  $20 \pm 2$  °С. Перед испытанием образцы следует держать в помещении при данной температуре не менее 16 часов.

Определение твердости производится на каждом из трех образцов в трех точках. В начале испытания дается предварительная нагрузка 1-5 Н, после чего стрелка индикатора устанавливается в нулевое положение и прикладывается нагрузка.

Нагрузки, прилагаемые к шарикам, равные 250, 750 и 2250 Н, должны вызывать в материале деформацию в пределах 0,2-0,6 мм.

Нагрузку следует прикладывать плавно, без толчков, увеличивая ее от нуля до предельной величины в течение  $30 \pm 2$  с, производится измерение глубины отпечатка.

Число твердости определяется по формуле:

$$H = \frac{P}{d \cdot h}, \text{ Н/мм}^2, \text{ МПа,}$$

где:  $P$  — нагрузка, прилагаемая к шарикам, Н;  $d$  — диаметр шарика, мм;  $h$  — глубина погружения шарика, мм.

За результат испытаний принимается среднее арифметическое величин твердости испытываемых образцов.

### **3.6. Определение предела прочности и относительного удлинения при разрыве полимерных пленок( ГОСТ 14236)**

Прочность и относительное удлинение при разрыве являются важнейшими характеристиками полимерных материалов вообще и пленок в особенности.

Определение производится с помощью любой испытательной машины, которая обеспечивает изменение и отсчет нагрузки при растяжении с точностью не менее 1% от измеряемой величины. Отсчет нагрузки производится с точностью до половины цены деления шкалы динамометра. Для вычисления удлинения отсчет берется по шкале удлинения с точностью 0,5 мм или 0,1%.

Для проведения испытания необходимо иметь по 10 образцов в виде полосок от партии испытуемого материала. При изготовлении образцов вырезается пять полосок в продольном направлении и пять — в поперечном направлении. Размер рабочего участка полосок должен быть равен 20×100 мм или 15×100 мм.

Образцы тщательно закрепляются в зажимах динамометра. При этом необходимо следить за тем, чтобы образец-пленка была закреплена строго перпендикулярно зажиму и не имела перекосов.

При этом расстояние между зажимами динамометра должно быть равно 100 мм. Скорость опускания нижних зажимов динамометра должна быть равной 200 или 250 мм/мин. После того как произошел разрыв образца в середине полоски, и стала известна разрушающая нагрузка, рассчитывается предел прочности при растяжении по формуле

$$R_{расч} = \frac{P}{bh}, \text{ МПа,}$$

где  $P$  — разрушающая нагрузка, Н;  $b$  — ширина образца до испытания, м;  $h$  — толщина образца до испытания, м.

Для расчета величины удлинения при разрыве измеряется увеличивающаяся вследствие растяжения длина образца и вычисляется удлинение по формуле

$$E = \frac{\Delta l}{l} 100, \%$$

где  $l$  — расстояние между зажимами, мм;  $\Delta l$  — увеличение длины образца, мм.

При расчете предела прочности для определения площади сечения принимается минимальное значение по толщине из четырех замеров каждого образца.

По пределу прочности и относительному удлинению вычисляется среднее арифметическое значение пяти определений отдельно для продольного и поперечного направления.

## Лабораторная работа № 2. ПОЛУЧЕНИЕ НОВОЛАЧНОЙ ФЕНОЛО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

**1. Цель работы:** получение новолачной феноло-формальдегидной смолы.

### **2. Теоретическая часть**

Фенол  $C_6H_5OH$  — это бесцветное игольчато-кристаллическое вещество с характерным запахом, краснеет на воздухе, плотность  $1254 \text{ кг/м}^3$ , температура кипения  $+182,2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Это очень слабая кислота (карболовая). Растворимость при обычной температуре  $6,5 \text{ г}$  на  $100 \text{ мл}$  воды. Очень токсичен.

Фенолформальдегидные смолы — это продукт взаимодействия фенола с формальдегидом в присутствии катализатора в результате реакции поликонденсации. При этом могут быть получены термопластичные (новолачные) и терморезистивные (резольные) смолы.

Для получения новолачной феноло-формальдегидной смолы необходимы следующие условия:

- мольное соотношение между фенолом и формальдегидом 7:6 или 2:1;
- наличие кислотного катализатора.

### **3. Материалы и инструменты:**

- технические весы;
- электроплитка;
- штатив с лапками;
- водяная баня;
- термометр до  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- круглодонная колба ( $300 \text{ мл}$  или  $500 \text{ мл}$ );
- мерный цилиндр;
- пипетка;
- резиновые перчатки;
- фенол кристаллический;
- формалин 40%;
- соляная или серная кислота (концентрированные);
- резиновые шланги;
- фарфоровая чашка;
- металлическая пластинка;
- индикатор.

### **4. Порядок проведения работы**

Навески кристаллического фенола ( $39 \text{ г}$ ), 40%-го формалина ( $18 \text{ г}$ ) помещают в круглодонную колбу и взбалтывают, затем добавляют  $0,75 \text{ г}$   $\text{HCl}$  или  $0,45 \text{ г}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Колбу соединяют с обратным холодильником и нагревают на водяной бане при температуре  $90\text{-}100 \text{ }^\circ\text{C}$  до резкого разделения смоляного и водяного слоя.

Содержимое колбы сливают в фарфоровую чашку, дают отстояться примерно в течение 10 минут, после чего верхний водяной слой сливают. Отстоявшийся в чашке полимер промывают теплой водой до нейтральной реакции по индикатору.

Смолу прогревают до удаления воды и выливают на металлическую платину. Определяют выход смолы в граммах.

Феноло-формальдегидная новолачная смола — растворимый и термоплавкий продукт. Для отверждения смолы необходим отвердитель.

Для удобства проведения работы формалин и кислоты следует отмерять при помощи измерительного цилиндра и пипетки, учитывая при этом плотность данных реактивов: формалина —  $1,1 \text{ г/см}^3$ ; HCl —  $1,18 \text{ г/см}^3$ ; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> —  $1,82 \text{ г/см}^3$ .

### Лабораторная работа № 3. ПОЛУЧЕНИЕ РЕЗОЛЬНОЙ ФЕНОЛО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

**1. Цель работы:** Получение резольной феноло-формальдегидной смолы.

#### **2. Теоретическая часть**

Резольные смолы получают реакцией поликонденсации фенола с избытком формальдегида в присутствии щелочей и кислот.

Полимеры феноло-формальдегидной смолы резольного типа получают в процессе поликонденсации. В результате этой реакции образуется резольная фенолоформальдегидная смола и вода, являющаяся побочным продуктом.

Резольные смолы имеют окраску от светло-желтой до красноватой (в зависимости от применяемого катализатора). В отвержденном состоянии они имеют более высокие водостойкость, химическую стойкость и диэлектрические показатели, чем новолачные.

Для образования феноло-формальдегидной смолы необходимы следующие условия:

- мольное соотношение между фенолом и формальдегидом 7:6 или 1:1;
- наличие щелочного катализатора.

#### **3. Материалы и инструменты:**

- технические весы;
- водяная баня;
- штатив с лапками;
- круглодонная колба (300 мл или 500 мл);
- шариковый холодильник;
- термометр до 100 °С;
- резиновые перчатки;
- фенол кристаллический;
- формалин 40%;
- гидроксид натрия или калия, 25% раствор аммиака;
- резиновые шланги;
- чашка для выпаривания;
- противень;
- стеклянная пластинка;
- спирт, бензол или спирто-бензольная смесь.

#### **4. Порядок проведения работы**

Получение феноло-формальдегидного резола состоит из трех стадий:

- получение линейного полимера;
- получение резола;
- получение резита.

Для проведения реакции в круглодонную колбу помещают 35,5 г фенола, 35,5 г формалина, 4-6 г едкой щелочи или 4,5 г аммиака. Колбу соединяют с

обратным холодильником. Прибор помещают на водяную баню, поддерживая температуру 90 °С.

Примерно через полчаса содержимое колбы мутнеет и разделяется на два слоя: верхний — водяной, нижний — смоляной. Нагревание продолжают еще 30 минут. Затем смесь выливают в фарфоровую чашку, немного охлаждают и удаляют водный слой. Полученная смесь представляет собой полимер линейного типа. Для установления линейного строения полимера проверяют его растворимость в спирте или бензоле.

Далее полимер подвергают подсушиванию при температуре 70 °С. Подсушивание производится в пробирке на водяной бане или в фарфоровой чашке. Подсушенный полимер представляет собой сиропообразный продукт — резол. Растворимость его проверяют также в спирте, бензоле или спирто-бензольной смеси. Для получения резита, т.е. неплавкого нерастворимого продукта резол нагревают до температуры 120 °С.

Работу следует закончить получением резола. Жидкие реактивы удобнее брать по объему: плотность формалина — 1,1 г/см<sup>3</sup>, плотность 25% раствора аммиака — 0,9 г/см<sup>3</sup>.

## Лабораторная работа № 4. ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА МЕТОДОМ БЛОЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

**1. Цель работы:** Получение полиметилметакрилата методом блочной полимеризации.

### **2. Теоретическая часть**

Полиметилметакрилат (органическое стекло) — термопластичный полимер, получаемый в промышленности методом блочной полимеризации из метилметакрилата в присутствии катализатора.

### **3. Материалы и инструменты:**

- электроплитка;
- водяная баня;
- термометр;
- две фарфоровые чашки;
- две стеклянные палочки;
- мерный цилиндр;
- метилметакрилат;
- перекись бензоила — инициатор;
- дибутилфталат — пластификатор;
- красители.

### **4. Порядок проведения работы**

В фарфоровые чашки высыпают по 0,018-0,02 г перекиси бензоила и растворяют ее в 2 мл дибутилфталата. Затем в одну из чашек присыпают 1 мг красителя. Стеклянной палочкой тщательно перемешивают смеси в чашках. В две пробирки наливают по 1 мл метилметакрилата. Вводят смесь пластификатора с инициатором и красителем в одну из пробирок. В другую пробирку вносят неокрашенную смесь инициатора с пластификатором. Полученные в пробирках растворы тщательно перемешивают.

Подготовленные к полимеризации пробирки устанавливают в водяную баню с температурой воды 50 °С.

Полимеризацию проводят при температуре от 50 до 70 °С до получения сиропообразного густого форполимера. Дальнейшую полимеризацию проводят при температуре 60 °С до получения твердого продукта, который по окончании реакции извлекают из формы.

В конце реакции подсчитывают выход продукта от массы исходного мономера.

## **Лабораторная работа № 5.**

### **ОТВЕРЖДЕНИЕ НОВОЛАЧНОЙ И РЕЗОЛЬНОЙ СМОЛЫ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ НА ИХ ОСНОВЕ ПРЕСС-ПОРОШКОВ**

**1. Цель работы:** Отверждение новолачной и резольной смолы и приготовление на их основе пресс-порошков.

#### **2. Определение скорости отверждения смол**

##### **2.1. Теоретическая часть**

Резольные смолы отверждаются без отвердителей. Смолы новолачного типа отверждаются при помощи отвердителей. Процесс отверждения ускоряется при повышении температуры. Для того, чтобы подобрать температурный режим, необходимо учитывать скорость отверждения смол, входящих в состав пресс-порошков.

##### **2.2. Материалы и инструменты:**

- электроплитка;
- металлическая плита с отверстием для термометра;
- термометр со шкалой до 200 °С;
- металлический стержень или скальпель;
- ступка фарфоровая;
- феноло-формальдегидная резольная смола;
- феноло-формальдегидная новолачная смола;
- уротропин;
- секундомер.

##### **2.3. Порядок проведения работы**

Навеска новолачной смолы растирается с 10% раствором уротропина.

Отдельно взвешивается навеска резольной смолы.

Смесь смолы с уротропином помещают на электроплитку, нагретую до температуры  $160 \pm 5$  °С и включают секундомер. Отмечают время отверждения смолы. Отвержденной считается нерастворимая, неплавкая смола.

Таким же образом производится отверждение резольной смолы.

#### **3. Приготовление пресс-порошков на основе новолачной и резольной смол**

##### **3.1. Теоретическая часть**

Пресс-порошки состояются из новолачной и резольной смол. Пресс-порошки для прессования пластмасс состоят из связующего (полимера), отвердителя (при использовании новолачной смолы), красителя, пластификатора, наполнителя, стабилизатора.

Следует использовать составы феноло-формальдегидных смол, указанных в работах №2 и 3.

##### **3.2. Необходимые материалы**

Состав пресс-порошка на основе новолачной смолы:

- феноло-формальдегидная смола 30 в.ч.;

- уротропин 10 в.ч.;
- наполнитель минеральный или органический 50 в.ч.;
- краситель 1 в.ч.

Состав пресс-порошка на основе резольной смолы:

- феноло-формальдегидная смола 40 в.ч.;
- наполнитель 50 в.ч.;
- краситель 1 в.ч.

### ***3.3. Порядок проведения работы***

Смола растирается, смешивается с наполнителем и красителем. Из приготовленных пресс-порошков можно прессовать изделия на гидравлических прессах, в пресс-формах при определенном давлении, выдержке и температуре  $160 \pm 5$  °С. Величина давления зависит от размеров изделий, а выдержка — от скорости отверждения и величины изделий.

## Лабораторная работа № 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПРЕСС-ПОРОШКОВ ПО МЕТОДУ ДИНА — СТАРКА

**1. Цель работы:** Определение влажности пресс-порошков.

### **2. Теоретическая часть**

Влажность пресс-порошков обуславливается способностью полимерных материалов при непосредственном контакте с водой впитывать или поглощать влагу из паровоздушной среды.

Влажность характеризуется весовым содержанием воды в материале и всегда ниже, чем его полное водопоглощение. Определяют влажность пресс-порошков прибором Дина — Старка.

### **3. Материалы и инструменты:**

- колба круглодонная;
- ловушка Дина-Старка (приемник проградуированный);
- холодильник Либиха;
- испытуемый пресс-порошок;
- органический растворитель (толуол, ксилен, бензол и др.);
- стеклянные капилляры;
- песчаная баня.

### **4. Порядок проведения работы**

Для проведения работы устанавливают прибор Дина-Старка. Для этого холодильник Либиха соединяют с ловушкой, отводная трубка которой присоединяется к круглодонной колбе.

В круглодонную колбу помещают 30-40 г исследуемого пресс-материала, отвешенного с точностью до 0,1 г, приливают 100 мл органического растворителя. Смесь тщательно перемешивают. В колбу помещают несколько стеклянных капилляров. Колбу со смесью соединяют с приёмником. Через холодильник пропускают воду, а колбу с пресс-порошком подвергают нагреванию. Пары воды, содержащиеся в пресспорошке, конденсируются и охлаждаются в градуированной части ловушки приемника.

Содержание воды в пресс-материале рассчитывают по формуле

$$B = \frac{V}{m} \cdot 100, \quad \%$$

где  $V$  — объем воды в приемнике, мл;  $m$  — масса смолы или пресс-материала, г.

## Лабораторная работа № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЯЗКОСТИ ПОЛИСТИРОЛА

**1. Цель работы:** Определение относительной вязкости полистирола.

### **2. Теоретическая часть**

Относительная вязкость полимеров представляет собой отношение скорости истечения растворов полимеров к скорости истечения чистого растворителя. Относительная вязкость полимеров является физической характеристикой, определяющей поведение полимеров в растворе и зависит от концентрации растворов. С увеличением массы макромолекул повышается концентрация растворов и их вязкость возрастает. Относительная вязкость полистирола определяется в вискозиметре Оствальда или вискозиметре Оставальда-Пинкевича. Такие вискозиметры представляют собой U-образную трубку, одно из колен которого расширено, а во второе колено с расширением вверху впаян капилляр (емкостью до 2-3 мл).

### **3. Материалы и инструменты:**

- вискозиметр Оствальда или Оствальда — Пинкевича;
- полистирол;
- растворитель (бензол);
- резиновая трубка.

### **4. Порядок проведения работы**

1 г полистирола растворяют в 100 г чистого бензола. Вводят 10 мл полученного раствора в широкую трубку вискозиметра. Вискозиметр помещают в водяной термостат, в котором поддерживается температура  $20 \pm 5$  °С в течение 10 минут. Затем раствор из широкой трубки засасывают во второе колено U-образного вискозиметра. Время истечения между нижней и верхней меткой измеряют при помощи секундомера.

Также определяют время истечения чистого растворителя (бензола).

Относительную вязкость определяют по формуле

$$\eta = \frac{t_1}{t_2},$$

где  $t_1$  — время истечения раствора полистирола, с;  $t_2$  — время истечения чистого растворителя (бензола), с.

## **Лабораторная работа № 8. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРЕСС-МАТЕРИАЛОВ ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ**

**1. Цель работы:** Изготовление пресс-материала на основе эпоксидной смолы.

### **2. Теоретическая часть**

Изделия из пластических масс можно производить методом горячего и холодного прессования или формования. При горячем прессовании изделия изготавливают на гидравлических прессах под давлением при определенной температуре и выдержке, установленными нормами ГОСТ.

Отдельные пресс-материалы и изделия можно прессовать и формовать при обычной комнатной температуре, используя отвердители, предназначенные для холодного отверждения.

### **3. Материалы и инструменты:**

- две металлические плиты;
- стержни — ограничители;
- термошкаф;
- стеклоткань;
- эпоксидная смола марки ЭД-5 или ЭД-6;
- пластификатор;
- отвердитель (полиэтиленполиамин или гексометилендиамин);
- машинное масло;
- кисть;
- гидравлический пресс.

### **4. Порядок проведения работы**

На технических весах отвешивают смолу, отвердитель и пластификатор. Приготовленный состав послойно наносят на стеклоткань, уложенную на плиту, предварительно смазанную машинным маслом. Приготовленный материал накрывают второй металлической плитой. Для регулирования необходимой высоты между плитами по длине устанавливают ограничители. Приготовленный пресс-материал сдавливаются плитами пресса при давлении  $20 \text{ кгс/см}^2$ .

Изготовленный пресс-материал представляет собой стеклопласт. Для ускорения процесса твердения стеклопласт досушивают в термошкафу при температуре  $60-90 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Приготовление клеевого состава:

- |  |             |
|--|-------------|
| - эпоксидная смола марки ЭД-5 или ЭД-6 | 100 в.ч.;   |
| - пластификатор дибутилфталат          | 10-12 в.ч.; |
| - отвердитель                          | 10-12 в.ч.  |

Холодное прессование применяется также для изготовления изделий на основе фенольных и карбомидных смол, используя для этого соответствующие отвердители.

В качестве наполнителей можно использовать древесный шпон, бумагу, хлопчатобумажную ткань.

## **Лабораторная работа № 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ПЛАСТИФИКАТОРОВ**

**1. Цель работы:** определение цвета пластификатора и содержания золы в пластификаторе.

### **2. Определение окраски пластификатора**

#### **2.1. Теоретическая часть**

При производстве строительных материалов из полимеров и пластических масс большое значение имеет внешний вид изделий, который в значительной степени зависит от исходных материалов: смол, наполнителей, а также пластификатора.

Одним из показателей, характеризующих качество пластификаторов, является их цвет. Цвет пластификаторов определяется с помощью йодометрической или кобальтовой шкалы.

#### **2.2. Материалы и инструменты:**

- йод кристаллический;
- концентрированный раствор иодида калия;
- 10%-ный раствор иодида калия;
- серная кислота;
- колбы мерные на 100 и 200 мл;
- набор пробирок;
- пипетки с делением 5 и 10 мл;
- испытуемый пластификатор (дибутилфталат).

#### **2.3. Порядок проведения работы**

Для проведения работы необходимо приготовить йодометрическую шкалу. С этой целью в колбу на 200 мл помещают небольшое количество концентрированного раствора иодида калия. Затем к полученному раствору добавляют 0,2 мг кристаллического йода, взвешенного с точностью до 0,0002 мг. После растворения йода в колбу до метки добавляют 10%-ный раствор иодида калия и несколько капель серной кислоты для предохранения от окисления и преждевременного выцветания раствора.

Окраска приготовленного раствора соответствует шкале №100.

Затем готовят растворы №1, 2, 3, 4, 5, 6 йодометрической шкалы. Для этого из раствора №100 берут соответственно 1, 2, 3, 4, 5, 6 мл и помещают в колбы на 100 мл. Объемы содержимого доводят до метки 10%-ным раствором иодида калия. Растворы перемешивают и оставляют в покое.

Полученные растворы заливают в пробирки на 10 мл, таким образом получая йодометрическую шкалу, по которой определяют окраску пластификатора. Окраска пластификатора не должна быть темнее раствора №3.

### **3. Определение содержания золы в пластификаторе**

#### **3.1. Теоретическая часть**

Зола, получающаяся при сгорании пленок, пластификаторов и полимеров, характеризует их загрязненность некоторыми минеральными продуктами, находящимися в растворимом состоянии.

### **3.2. Материалы и инструменты:**

- фарфоровый тигель с электрическим нагревателем;
- технические весы I-го класса;
- песчаная баня;
- пластификатор (трикрезилфосфат);
- нитрат аммония.

### **3.3. Порядок проведения работы**

Навеску пластификатора в 10 г взвешивают с точностью до 0,001 г и высыпают в тигель. Тигель устанавливают на песчаную баню. Продукт подвергают выпариванию. После того, как прекратится выделение паров пластификатора, нагревание усиливают. Прокаливание производят до постоянной массы.

Содержание золы определяют по формуле

$$Z = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100,$$

где  $Z$  — зольность смолы, %;  $m_1$  — масса пластификатора, г;  $m_2$  — масса золы, г.

Допустимая зольность трикрезилфосфата составляет: не более 0,1% — для первого сорта и не более 0,12% — для второго сорта.

## Лабораторная работа № 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ И ГОРЮЧЕСТИ ПОЛИМЕРОВ

**1. Цель работы:** Определение растворимости и горючести полимеров.

### **2. Теоретическая часть**

При использовании синтетических материалов прежде всего определяют их отношение к различным растворителям и горючесть (отношение к нагреванию). По полученным данным судят об их принадлежности к определенному классу полимеров — термопластичному или терморезактивному, а также о степени их горючести.

### **3. Определение растворимости полимеров**

#### **3.1. Материалы и инструменты:**

- пробирки;
- образцы полимеров;
- круглодонная колба с обратным холодильником;
- ступка;
- весы технические;
- мерный цилиндр или пипетка на 10 мл;
- водяная баня.

#### **3.2. Порядок проведения работы**

В пробирку помещают 1 г измельченного полимера и добавляют по 10 мл растворителя. Наблюдают за поведением полимеров в течение времени, отмечая степень растворения (набухание, частичное растворение).

Материал помещают в колбу с обратным холодильником и нагревают на водяной бане.

Экспериментальные данные заносят в таблицу 1 (в ячейках таблицы отмечают характер растворения).

По результатам наблюдения необходимо сделать вывод к какому классу по растворимости относятся исследуемые полимеры.

*Таблица 1*

Наименование полимера	Наименование растворителя				
	1	2	3	4	5
1.					
2.					
3.					

### **4. Определение горючести полимеров**

#### **4.1. Материалы и инструменты:**

- спиртовка;
- образцы полимеров;
- металлическая проволока.

#### **4.2. Порядок проведения работы**

Исследуемые образцы полимеров закрепляют на металлической проволоке и помещают в пламя не более, чем на 5-10 мин.

Отмечают окраску пламени, запах продукта и степень горючести исследуемых полимеров.

Результаты наблюдения заносят в таблицу 2.

Таблица 2

Наименование полимера	Окраска пламени	Запах	Степень горючести	Заключение
1.				
2.				
3.				

# Лабораторная работа № 11.

## СОСТАВЛЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КЛЕЕВ И ТЕХНОЛОГИЯ СКЛЕИВАНИЯ ПЛАСТМАСС

**1. Цель работы:** составление полимерных клеев и изучение технологии склеивания пластмасс.

### **2. Теоретическая часть**

Самым распространенным способом соединения пластмасс является склеивание или сварка. Склеивание — это процесс неразборного соединения изделий или отдельных деталей, при котором две плоскости соединены тонкой пленкой клеящего вещества.

Сопряжение склеиваемых деталей производится по тому же принципу, что и сварка металлов: внахлестку, впритык и т.д. Клеями для пластических масс являются термопластические и терморезактивные смолы.

Термопласты приклеиваются тремя способами:

- растворителями;
- лаками, приготовленными из приклеиваемого термопласта и растворителя;
- терморезактивными клеями.

### **3. Склеивание растворителями и лаками**

#### **3.1. Материалы и инструменты:**

- электроплитка;
- водяная баня;
- термометр;
- пробирки;
- образцы термопластов (органическое стекло или полистирол);
- стружка термопласта (органического стекла или полистирола);
- растворители для оргстекла (дихлорэтан, метиловый спирт или ледяная уксусная кислота) или для полистирола (толуол, бензол, ксилол и т.д.).

#### **3.2. Порядок проведения работы**

##### **3.2.1. Склеивание растворителями**

На прикладываемые поверхности наносят растворитель. Смачивание поверхностей растворителями производят до их набухания. Поверхности соприкасаются и закладываются под пресс.

##### **3.2.2. Склеивание лаками**

Для приклеивания лаками готовят клей на основе стружки приклеиваемого термопласта. Для этого в пробирку помещают 10 г растворителя и 2-3% стружки от массы растворителя. Для ускорения процесса получения лака пробирку с содержимым нагревают на водяной бане при температуре 40 °С. На приклеиваемые поверхности наносят слой приготовленного лака. Избытки лака удаляют. Процесс приклеивания производят по вышеприведенной методике, используя вместо растворителя полученный лак.

#### **4. Технология склеивания термореактивных пластмасс**

Реактопласты приклеиваются термореактивными клеями типа БФ, эпоксидными, полиэфирными клеями и др.

##### **4.1. Материалы и инструменты:**

- термореактивный клей БФ или эпоксидная смола ЭД-5 или ЭД-6;
- отвердитель;
- пластификатор;
- ацетон или спирт;
- образцы термореактивных пластмасс;
- фарфоровые чашки;
- струбцины;
- кисточка;
- деревянная палочка.

##### **4.2. Порядок проведения работы**

Склеиваемые пластмассы очищают, обезжиривают ацетоном или спиртом и высушивают на воздухе 20-30 мин.

Состав эпоксидного клея:

- эпоксидная смола           100 в.ч.;
- пластификатор               15 в.ч.;
- отвердитель                 8-20 в.ч.

Взвешенная эпоксидная смола смешивается с пластификатором и отвердителем. Высушенные после обезжиривания образцы покрываются клеем по поверхности и выдерживаются в термошкафу при температуре 60 °С в течение 15 минут. Затем наносится новый слой, выдерживается. Склеиваемые поверхности плотно прижимаются друг к другу и закрепляются в струбцине.

## Лабораторная работа № 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОБРАЗЦОВ ИЗ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС

**1. Цель работы:** определение класса пластмасс по технологическим признакам.

### **2. Теоретическая часть**

Пластические массы — это большая группа материалов, основой которой являются высокомолекулярные соединения (полимеры). Все полимеры по технологическим признакам делятся на классы:

- класс А — полимеризационные полимеры;
- класс Б — поликонденсационные полимеры;
- класс В — модифицированные полимеры.

По температурным признакам полимеры подразделяются на термопластичные и термореактивные.

Термопластичные полимеры под действием повышенных температур размягчаются и приобретают текучесть. Термореактивные полимеры под действием повышенных температур затвердевают, переходя в необратимое, неплавкое состояние.

Техническое наименование пластмасс производится от названия полимеров, входящих в их состав. Все пластические массы можно разделить на простые и сложные. Сложные пластические массы состоят из следующих компонентов: полимера, выполняющего роль связующего, наполнителя, отвердителя, пластификатора, красителя и др. компонентов.

В сложных пластических массах важную роль выполняют наполнители. Они подразделяются на органические и минеральные. В свою очередь эти наполнители могут быть порошковыми, волокнистыми, листовыми и т.д. Пластмассы могут быть газонаполненными (поропласты, пенопласты).

По физико-механическим свойствам пластмассы делят на:

- жесткие, модуль упругости  $10^4$ ;
- полужесткие, модуль упругости  $10^3$ ;
- мягкие, модуль упругости  $2 \times 10^3$ ;
- эластики, модуль упругости меньше  $2 \times 10^3$ .

В таблице 1 приведены основные свойства пластических масс.

### **3. Материалы и инструменты:**

- набор материалов из пластических масс;
- таблица 1.

### **4. Порядок проведения работы**

Пользуясь таблицей 1 и набором пластмасс, классифицировать предложенные образцы по физико-механическим свойствам, характеру наполнителя, отношению к нагреванию и способу переработки.

Таблица 1

Техническое наименование пластмасс	Название полимеров, входящих в состав пластмасс	Характер наполнителя	Основные физико-механические свойства		Отношение к нагреванию	Способ переработки пластмасс	Применение в строительстве
			Модуль упругости, кгс/см <sup>2</sup>	Относительное удлинение			
Класс А — пластмассы на основе полимеризационных полимеров							
Полиэтилен	полиэтилен высокого (ПВ) и низкого (ПН) давления	ненаполненные и стабилизированные	ПВ $1,5 \times 10^3$ ; ПН от $5 \times 10^3$ до $8 \times 10^3$	ПВ 150-600 ПН 400-600	термопласты	прессование, литье, глубокая экструзия, глубокая вытяжка	изделия сантехнические (трубы, фитинги и др.), профильные, тонкостенные, пленочные и т.д.
Полипропилен	полипропилен	ненаполненные, с наполнителем	от $9 \times 10^3$ до $1,1 \times 10^4$	400-900 и более	термопласты	то же	трубы для горячего водоснабжения, пленки
Полиизобутилен	полиизобутилен	ненаполненные, с органическим и минеральным наполнителями		более 1000	термопласты	то же	гидроизоляционные пленки, герметики, клеи
Винилпласт, пластик ПВХ, формопласт	поливинилхлорид	ненаполненные, с органическим и минеральным наполнителями, пластификаторами	от $5 \times 10^3$ до $1 \times 10^4$	10-50	термопласты	прессование, вальцевание, каландрирование	пленки, линолеум, плитки стеновые, для пола, сантехнические изделия, пленки
Аминопласты (умолит, древолит, мипора)	мочевино-меламиноальдегидные	минеральные и органические наполнители (порошки, листовые, бумажные, асбестовые, древесные)			термореактивные, термопластичные смолы и пластмассы	прессование	конструкционные архитектурно-отделочные, теплоизоляционные смолы в качестве клеев
Эфиروпласты (эфиропласты, полиформальдегид)	полиэфирные смолы фталевой и малеиновой кислот, полиэфиры гликолей	минеральное и органическое стекловолокно, древесные	от $1 \times 10^5$ до $4,2 \times 10^5$	20-100	то же	то же и пресслитье	конструкционные, отделочные, пенопласты, герметики, мастики, краски, покрытия
Полиамиды (амидопласты, капрон)	диамины + двуосновные кислоты поликапроктам	ненаполненные	$3,4 \times 10^5$	350-800	термопласты	литье под давлением	детали сантехнического назначения, пленочные, технические
Фторопласты жесткие и эластичные	гексаметилендиазонат + многоатомные спирты	ненаполненные, газонаполненные	$4,2 \times 10^5$		то же	прессование	клеи, лаки, краски, пластобетоны

Техническое наименование пластмасс	Название полимеров, входящих в состав пластмасс	Характер наполнителя	Основные физико-механические свойства		Отношение к нагреванию	Способ переработки пластмасс	Применение в строительстве
			Модуль упругости, кгс/см <sup>2</sup>	Относительное удлинение			
Эпоксипласты	эпихлоргидрин, многоатомные спирты фенолов	наполнители минеральные и органические	$4,2 \times 10^5$	20-100	смолы, термопласты	прессование	клеи, лаки, краски, пластобетоны
Силикопласты	Алкил, арилгалогензамещенные силаны	то же				прессование	покрытия, термостойкие, гидрофобные добавки
Класс Б — пластмассы на основе поликонденсационных полимеров							
Деллулоид, этрол, целлопласт, масса ЭЗЛ, целофан	нитратцеллюлоза, ацетат, триацетат, метил, этилбензол, карбоксицеллюлоза	минеральные и органические наполнители целлюлозы	от $1,5 \times 10^5$ до $2 \times 10^5$		термопласты	литье под давлением	в качестве защитных покрытий, мелких строительных деталей, клеев, пленок
Фторопласт	политерафторэтилен	ненаполненные	от $4,5 \times 10^3$ до $8 \times 10^3$	100-600	термопласты	экструзия	морозостойкие краны, клапаны, пленки
Полистирол	полистирол	ненаполненные, газонаполненные	от $1,1 \times 10^4$ до $3,2 \times 10^4$	1-5	термопласты	литье, формование	светопрозрачные детали, конструкционные, пленочные изделия
Акрилаты	полиметилметакрилат	ненаполненные на тканевой основе	от $3,2 \times 10^4$ до $4 \times 10^4$	4-50	термопласты	литье, формование, пресс-литье	остекление зданий, архитектурно-отделочные работы, клеи, растворы для придания водонепроницаемости
Поливинилацетат, поливиниловый спирт	поливиниловый спирт и его производные эфиры и ацетали	ненаполненные, с минеральными и органическими наполнителями, пластификаторами	$3,2 \times 10^2$	100-500	термопласты	каландрирование, вальцевание	Пленки для производства линолеума, пласторастворы, для ремонтных работ, клеи, мастики

Техническое наименование пластмасс	Название полимеров, входящих в состав пластмасс	Характер наполнителя	Основные физико-механические свойства		Отношение к нагреванию	Способ переработки пластмасс	Применение в строительстве
			Модуль упругости, кгс/см <sup>2</sup>	Относительное удлинение			
Асбовинил	полидивинилацетилен	асбестовый наполнитель, резиновая крошка		15-20	термопласты	то же	клеи, герметики
Класс В — пластмассы на основе модифицированных полимеров							
Фенопласты, листовой волокнит, текстолит, асбоволокнит, стеклотекстолит, древолит	феноло-крезолоксилоальдегидные	минеральные и органические наполнители (стеклоткань, бумага, х/б ткань, листы асбеста, стекловолокно, древесный шлак, минеральные порошки, древесная мука, опилки)	от $5,5 \times 10^4$ до $9 \times 10^4$	0,4-0,8	термореактивные и термопластичные смолы и пластмассы	прессование, пресслитье	конструкционные отделочные материалы, смолы для красок, клеев, электротехнические, теплоизоляционные, для антикоррозионной защиты

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Хрулев, В. М.* Технология и свойства композиционных материалов для строительства / В. М. Хрулев. — Уфа.: ТАУ, 2001 г. — 168 с.
2. *Худяков, В. А.* Современные композиционные строительные материалы / В. А. Худяков, А. П. Прошин, С. Н. Кислицына..— Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. — 220 с.
3. *Ковалев, Я. Н.* Строительные материалы : лабораторный практикум / Я. Н. Ковалев, Г. С. Галузо, А. Э. Змачинский, Т. А. Чистова. — Минск :: Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2013 г. — 633 с.
4. *Попов, Л. Н.* Лабораторные работы по дисциплине «Строительные материалы и изделия» / Л. Н. Попов, Н. Л. Попов. — М.: ИНФРА-М, 2003 г. — 224 с.
5. *Рыбьев, И. А.* Строительное материаловедение в 2 частях / И.А. Рыбьев. — М. : Юрайт, 2016 г.

Публикуется в авторской редакции

Минимальные систем. требования:

PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0.

Подписано в свет 29.11.2018

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 1,27. Объем данных 0,39 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Волгоградский государственный технический университет»

400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

<http://www.vgasu.ru>, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)