МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСТИТЕТ»

Кафедра «Технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам
по дисциплине «Технология полимерных строительных материалов»

Часть 1

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2018

УДК 691.175.5/.8

Составители: А.К. Халюшев, Е.М. Щербань, С.А. Стельмах

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Технология полимерных строительных материалов» Ч.1. – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2018. – 18 с.

Содержат лабораторные методы испытания основных физико-механических свойств полимеров, повышающие умения и навыки владения теоретическим материалом по основным разделам и темам курса дисциплины.

Предназначены для студентов по направлениям 08.03.01 «Строительство» и 27.03.01 «Стандартизация и метрология», очной и заочной формы обучения.

УДК 691.175.5/.8

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор канд. техн. наук, доцент А.И. Шуйский

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики» канд. техн. наук, доцент А.И. Шуйский

В печать ___.___.2018г.
Формат 60×84/16. Объем 4,5 усл.п.л.
Тираж 50 экз. Заказ № ___.

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
Технический университет, 2018

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРОВ И ПЛАСТМАСС

1.1. Общие положения

Свойства материала – это показатели, при помощи которых можно оценить взаимодействие материала с окружающей средой. Свойства материалов разделяют на группы: физические, механические, химические, технологические, эксплуатационные и специальные.

Физические свойства характеризуют физическое состояние материала (фазовое состояние, плотность, структура), а также определяют его отношение к физическим процессам окружающей среды. К таким свойствам относят: истинную и среднюю плотность, пористость, водопоглощение, огнестойкость.

1.2. Методы испытания

1.2.1. Определение средней плотности в объемомере по ГОСТ 15139-69 Пластмассы. Методы определения плотности

Оборудование и материалы. Весы аналитические с точностью взвешивания до 0,0001 г, объемомер, образцы испытываемого материала, термометр со шкалой от 0 до 50 ºС.

Проведение испытания. Образцы неправильной формы должны быть гладкими, без пустот, трещин и должны иметь объем не менее 1 см^3 и массу не более 180 г. Прибор для определения объема образцов неправильной формы, изображенный на рисунке 1.1, представляет собой две спаянные стеклянные трубки разного диаметра, закрытые с концов притертыми пробками. Для отсчета уровня на трубку меньшого диаметра наносят риски через 1 мм.

Для этого прибор, находящийся в вертикальном положении узким горлышком вверх, наполняют жидкостью до нижнего деления шкалы, закрывают пробкой и переворачивают на 360°, после этого отсчитывают уровень жидкости. Затем прибор переворачивают так, чтобы большая пробка находилась вверху, после этого взвешенный образец объемом не более 5 см^3 вводят в прибор, плотно закрывают пробкой и переворачивая, приводят в первоначальное положение. Новый уровень

жидкости отсчитывают, следя за тем, чтобы не было прилипших к образцу воздушных пузырьков. Объем образца определяют по разности между уровнями жидкости.

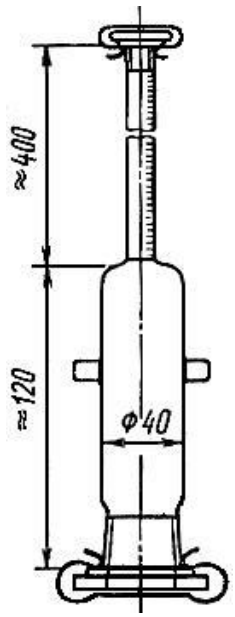

Рисунок 1.1 – Прибор для определения объема

Плотность материала (ρ_t) при температуре измерения в г/см^3 вычисляют по формуле

$$\rho_t = \frac{M_1}{V}, \qquad (1.1)$$

где M_1 – масса образца в г; V– объем образца при температуре измерения в см^3.

За результат испытания принимают среднее арифметическое трех параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны быть более 0,005 г/см^3, если нет других указаний в нормативно-технической документации на материал.

1.2.1. Определение средней плотности методом гидростатического взвешивания по ГОСТ 15139-69 Пластмассы. Методы определения плотности

Оборудование и материалы. Весы аналитические с точностью взвешивания до 0,0001 г, подставка для стакана, устанавливаемая над чашкой весов, проволока-подвеска из гибкого материала (диаметр проволоки 0,06-0,04 мм), груз для испытания материала с плотностью не менее 7,0 г/см^3, а масса груза должна быть примерно на 20% больше массы образца, рабочая жидкость, плотность которой известна, образцы испытываемого материала массой 0,2-5,0 г, термометр со шкалой от 0 до 50 ºС.

Проведение испытания. Метод предназначен для определения плотности формованных изделий (стержни, бруски, трубки) и обеспечивает точность измерения плотности до 0,1%.

Определяют массу образца (M_1), взвешивая его с точностью до 0,0001 г. Устанавливают подставку со стаканом, наполненным рабочей жидкостью, на столик весов; испытуемый образец с помощью проволоки-подвески подвешивают к коромыслу весов. После этого образец опускают в стакан с жидкостью до

полного его погружения, не касаясь стенок и дна сосуда и следя за тем, чтобы на нем не было пузырьков воздуха, и проводят взвешивание, определяя массу M_2. Если образец в жидкости всплывает, к подвеске подвешивают дополнительный груз.

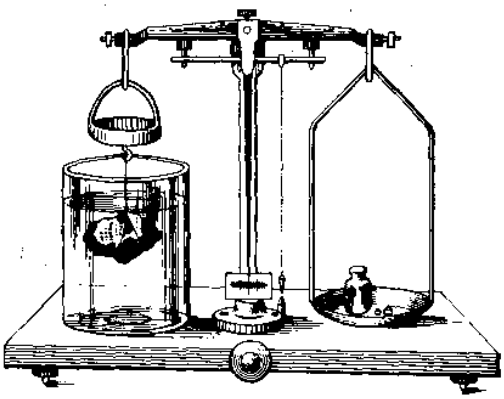

Рисунок 1.2 – Схема устройства для гидростатического взвешивания

Образец снимают с подвески, подвеску (с грузом, если он применялся) опускают в стакан с жидкостью (подвеска при этом не должна касаться стенок и дна стакана) и производят взвешивание, таким образом, определяют массу M_3.

Если плотность рабочей жидкости неизвестна, ее определяют пикнометром.

Пикнометр и пробку очищают серно-хромовой смесью, промывают дистиллированной водой, затем этиловым спиртом, после чего высушивают потоком воздуха, не содержащим пыли. Сухой пикнометр оставляют на 1 ч при комнатной температуре в помещении, не содержащем пыли, затем взвешивают вместе с пробкой с точностью до 0,0001 г, определяя M_4.

Затем пикнометр наполняют дистиллированной водой, следя за тем, чтобы на стенках не осталось воздушных пузырьков, закрывают пробкой и помещают в термостат при 293±0,1 К (20±0,1 °С), 296±0,1 К (23±0,1 °С) или 300±0,1 К (27±0,1 °С) на 30 мин. Избыток воды из капиллярной трубки удаляют при помощи свернутой фильтровальной бумаги, при этом пикнометр держат в термостате. После этого пикнометр вытирают и определяют массу пикнометра с дистиллированной водой (M_5).

Воду выливают, пикнометр высушивают и наполняют рабочей жидкостью, вытирают его снаружи чистой сухой льняной тканью и выдерживают в термостате при 293±0,1 К (20±0,1 °С), 296±0,1 К (23±0,1 °С) или 300±0,1 К (27±0,1 °С) в течение 30 мин.

Избыток жидкости удаляют, снова вытирают пикнометр, избегая нагревания рукой или трением, берут его бумажным или проволочным кольцом и взвешивают с точностью до 0,0001 г, определяя массу пикнометра с рабочей жидкостью (M_6).

Плотность жидкости ($\rho_ж$) в г/см^3 при температуре определения вычисляют по формуле:

$$\rho_ж = \rho_{H_2O}^{t} \frac{M_6 - M_4}{M_5 - M_4} - 0{,}002 \cdot \frac{M_6 - M_4}{M_5 - M_4} + 0{,}0012, \qquad (1.2)$$

где 0,0012 – плотность воздуха при температуре определения в г/см^3; M_4 – масса сухого пикнометра в г; M_5 – масса пикнометра с дистиллированной водой в г; M_6 – масса пикнометра с рабочей жидкостью в г; $\rho_в$ – плотность воды при температуре определения ($\rho_{H_2O}^{20} = 0{,}99820$ г/см^3; $\rho_{H_2O}^{23} = 0{,}99755$ г/см^3; $\rho_{H_2O}^{27} = 0{,}99652$ г/см^3).

По данным взвешивания массу жидкости известной плотности (M_7) в г, объем которой равен объему образца, вычисляют по формуле:

$$M_7 = M_1 - (M_2 - M_3), \qquad (1.3)$$

где M_1 – масса образца в воздухе в г; M_2 – масса образца с подвеской в жидкости в г; M_3 – масса подвески (с грузом, если он применялся) в жидкости в г.

Плотность испытуемого образца (ρ_t) в г/см^3 вычисляют по формуле:

$$\rho_t = \frac{M_1}{M_7} \cdot \rho_ж, \qquad (1.4)$$

За результат испытания принимают среднее арифметическое трех параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны быть более 0,0005 г/см^3. Результаты округляют до третьего десятичного знака. Если образец был покрыт защитным слоем парафина, то плотность его вычисляют по формуле:

$$\rho_t = \frac{M_1 \cdot \rho_ж \cdot \rho_з}{(M_8 - M_9) \cdot \rho_з - M_{10} \cdot \rho_ж}, \qquad (1.5)$$

где M_1 – масса образца без защитного слоя в г; M_8 – масса образца с защитным слоем, взвешенного в воздухе, в г; M_9 – масса образца с защитным слоем,

взвешенного в жидкости, в г; M_{10} – масса защитного слоя в г; $\rho_ж$ – плотность рабочей жидкости в г/см^3; $\rho_з$ – плотность защитного слоя парафина в г/см^3.

1.3. Определение пористости полимеров и пластмасс

Пористость – материала определяют на основании установленных значений истинной и средней плотности.

Пористость (П) – доля объема пор и микротрещин в материале (%), которую вычисляют по формуле:

$$П = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \cdot 100 \ \%, \qquad (1.6)$$

где ρ_0 - средняя плотность, г/см^3; ρ - истинная плотность, г/см^3.

1.4. Определение водопоглощения формованных изделий

Водопоглащение – это способность материала поглощать воду при длительном выдерживании в воде при нормальном атмосферном давлении и температуре 18-20 °С.

Оборудование и материалы. Шкаф сушильный; весы технические; емкость с водой, которая оборудована решеткой для обеспечения свободной циркуляции воды между образцами и ее дном; нагревающий прибор, образцы материала; формы и размеры которого имеют соответствующие требования стандарта.

Проведение испытания. Образцы из листового и слоистого материала вырезают в форме квадрата со стороной, равной (50±1) мм и диаметр не более 50 мм. Для испытания труб диаметром 50 мм образцы вырезают из стенки трубы, при этом размеры образца не должны превышать (50±1) мм. Перед испытанием образцы сушат при (50±2)°С в течение (24±1) ч, а затем охлаждают в эксикаторе над осушителем при (23±2)°С. После охлаждения образцы вынимают из эксикатора и взвешивают не более чем через 5 мин. На 1 см^2 поверхности образца берут не менее 8 см^3 воды. Испытуемые образцы не должны соприкасаться друг с другом, а также со стенками сосуда, и должны быть полностью покрыты водой. Образцы быстро погружают в дистиллированную воду и выдерживают при (23±2)°С в течение (24±1) ч. После этого образцы вынимают из воды, вытирают чистой сухой тканью и взвешивают.

Массу воды, поглощенную образцом, на единицу его поверхности вычисляют по формуле:

$$W_m = \frac{m_1 - m}{A} \times 100\% \qquad (1.7)$$

Водопоглощение в процентах (по массе) вычисляют по формуле соответственно:

$$W_m = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\% \qquad (1.8)$$

где m - масса сухого образца, г; m_1 - масса образца, насыщенного водой, г; А – площадь образца, см^3.

Результаты испытания заносят в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Результаты определения водопоглощения

№ п.п.	Масса сухого образца, m, г	Масса водонасыщенного образца, m_1, г	Водопоглощение, %	
			W_{mi}	$\overline{W}_m$
1				
2				
3				

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЫ В ПЛАСТМАССАХ

2.1. Общие положения

Метод определения золы применяется для анализа полистирольных пластмасс и полиолефинов, полученных на каталитических системах, не дающих летучих компонентов при сжигании.

Полистирол – прозрачный, довольно хрупкий полимер, хорошо окрашивается и легко перерабатывается, имеет среднюю плотность 1040...1100 кг/м^3. Предел прочности при сжатии 80...110 МПа, при изгибе 90...95 МПа. Полимер водо- и атмосферостоек, устойчив против кислот и щелочей, бензина, растительных масел, спирта, растворов солей. Для полистирола характерна высокая прочность, он пропускает до 90% лучей видимой части спектра. Основные недостатки полистирола - его хрупкость и плохая устойчивость к действию ряда органических растворителей. При попадании в зону огня он легко воспламеняется и горит ярким

коптящим пламенем. Из полистирола изготавливают пенопласты, облицовочные плитки, вентиляционные решетки, раковины и др.

Определения сульфатной золы *(Метод В)* применяется для анализа поливинилацетатных пластмасс, пентапластов и полиолефинов, полученных на каталитических системах, дающих летучие компоненты при сжигании.

Поливинилацетат – бесцветная жидкость с характерным эфирным запахом. Средняя плотность 1020. ..1030 кг/м^3, содержание твердой фазы около 50 %. Благодаря хорошей адгезии, эластичности, светостойкости и бесцветности поливинилацетат нашел широкое применение в производстве лаков, красок и клеев, в виде водной эмульсии его применяют также для полимерцементных бетонов, в производстве влагостойких обоев.

2.2. Методы испытания

2.2.1. Определение золы по ГОСТ 15973-82 Пластмассы. Методы определения золы

Метод заключается в озолении пробы пластмассы и последующем прокаливании остатка в муфельной печи до постоянной массы.

Оборудование и материалы. Печь муфельная, горелка газовая, эксикатор, тигли фарфоровые, бюксы, пипетки, кальций хлористый, кислота серная концентрированная и раствор 1:1, аммоний азотнокислый, 10%-ный раствор, аммоний углекислый безводный, вода дистиллированная.

Проведение испытания. Пробу взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г в бюксе, предварительно взвешенной с той же погрешностью. Пробу переводят в тигель, предварительно прокаленный до постоянной массы, охлажденный в течение 1 ч в эксикаторе и взвешенный с погрешностью не более 0,0002 г. Бюксу после этого снова взвешивают с той же погрешностью и точную массу пробы вычисляют по разности первого и второго взвешиваний. Тигель должен быть заполнен не более чем наполовину объема по высоте. Озоление проб следует проводить порциями, удобными для озоления до тех пор, пока вся проба не будет сожжена, охлаждая каждый раз тигель перед добавлением следующей порции пробы. Пробы пластмасс с низкой насыпной плотностью перед анализом

таблетируют. Допускается пробу взвешивать непосредственно в тигле, если она вся помещается в нем.

Пробу равномерно распределяют по основанию тигля и осторожно нагревают до полного озоления, не допуская воспламенения пробы. После озоления тигель помещают в муфельную печь и прокаливают в течение 30 мин при температуре, указанной в нормативно-технической документации на конкретную продукцию, затем охлаждают в эксикаторе в течение 1 ч и взвешивают. Прокаливание повторяют до тех пор, пока разность результатов двух последовательных взвешиваний будет не более 0,0002 г.

2.2.2. Определение сульфатной золы (Метод А) по ГОСТ 15973-82 Пластмассы. Методы определения золы.

Метод заключается в озолении пробы, последующем добавлении серной кислоты (для превращения окислов и солей металлов в их сульфаты) и прокаливании остатка в муфельной печи до постоянной массы.

Проведение испытания. Пробу материала озоляют в соответствии с п.2.2.1. После озоления пробы и ее охлаждения в тигель прибавляют по каплям раствор серной кислоты до полного увлажнения золы, избегая бурной реакции. Тигель осторожно нагревают до удаления паров серной кислоты. Если после охлаждения заметны следы обуглившейся пластмассы, то добавляют от 1 до 5 капель раствора азотнокислого аммония и снова осторожно нагревают до удаления паров. После охлаждения пробы добавляют от 1 до 5 капель серной кислоты и осторожно нагревают до удаления паров серной кислоты. Пробу охлаждают и добавляют от 1 до 5 г углекислого аммония для нейтрализации избыточной серной кислоты и осторожно нагревают, избегая потерь золы, до удаления паров, после чего тигель помещают в муфельную печь и прокаливают в соответствии с п. 2.2.1.

2.2.3. Определение сульфатной золы (Метод В) по ГОСТ 15973-82 Пластмассы. Методы определения золы.

Метод заключается в озолении пробы, предварительно обработанной серной кислотой, и последующем прокаливании остатка в муфельной печи до постоянной массы.

Проведение испытания. До начала озоления в тигель с пробой добавляют концентрированную серную кислоту до полного смачивания пробы, накрывают тигель крышкой таким образом, чтобы имелась возможность удаления паров серной кислоты без потерь золы, и проводят озоление пробы в пламени горелки. При испытании пластмасс, в процессе озоления которых возможно пенообразование, тигель помещают в отверстие асбестовой пластины так, чтобы пламя не охватило всего тигля, и осторожно озоляют пробу. После озоления тигель помещают в муфельную печь и прокаливают в соответствии с п. 2.2.1.

Массовую долю золы (X) в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100, \qquad (2.1)$$

где m_1 - масса золы после прокаливания в муфельной печи, г; m_0 - масса пробы, г. За результат анализа принимают среднее арифметическое значение не менее двух определений, которое не должно отличаться более чем на 10% от минимального значения при доверительной вероятности P=0,95 и округляют до второго десятичного знака.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ И ПЛАСТМАСС

3.1. Общие положения

Механические свойства – способность материала сопротивляться деформированию и разрушению под действием напряжений, которые возникают в результате приложения внешних сил.

К механическим свойствам относятся:

- прочностные (предел прочности при сжатии; при изгибе, при растяжении, сопротивлении удару, твердость, истираемость);
- деформативные (упругость, ползучесть, пластичность, хрупкость, усадка, усталость, релаксация). Механические свойства определяют на образцах кубовидной, призматической и цилиндрической формы.

Механические свойства характеризуют способность материала сопротивляться разрушающему или деформирующему воздействию внешних сил.

1. *Деформация*, (мм/м, мм/мм, %) - изменение формы и размеров тела под действием внешних сил $\varepsilon = \Delta l/l$.

2. *Упругость* - свойство материала восстанавливать после снятия нагрузки первоначальные форму и размеры. Такие деформации называют обратимыми (например сталь).

3. *Пластичность* - свойство материала при нагружении в значительных пределах изменять форму без образования трещин и сохранять эту форму после снятия нагрузки. Такие деформации называют необратимыми (например битум).

4. *Хрупкость* - свойство материала мгновенно разрушаться под действием внешних сил без предварительной деформации. Хрупкими являются бетон, керамика, стекло, чугун.

5. *Прочность* – способность материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, возникающих в нем под действием внешних нагрузок.

6. *Предел прочности* - R – критическое напряжение, при котором наступает разрушение материала (нарушение сплошности). Если $P_{раз}$ в кгс, а S в см^2, то R – в кгс/см^2; 1 кгс/см^2 = 0,1 МПа (Н/мм^2 = МПа). По прочности материалы разделяют на марки и классы. Разница между классом и маркой состоит в обеспеченности принятой величины. Для марки обеспеченность составляет 0,5 (принимается среднестатистическая величина). Класс прочности на сжатие В является гарантированным (с обеспеченностью 0,95) сопротивлением сжатию, МПа.

7. *Твердость* - способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела (поверхностная прочность). Для природных каменных материалов определяется по относительной шкале твердости Мооса.

Твердость древесины, металлов, бетона определяют, вдавливая стальной шарик на специальных приборах. HB = P/S, где P – нагрузка, S – площадь отпечатка, Н/мм^2.

8. *Истираемость* - способность материала сопротивляться истирающим воздействиям. Сопротивление истиранию определяют для полов, дорожных покрытий, лестничных маршей и др.

3.2. Методы испытания

3.2.1 Определение предела прочности при статическом изгибе.

Оборудование и материалы. Пресс гидравлический с тарировочной таблицей к нему, штангенциркуль, шкаф сушильный, образцы испытываемого материала в форме прямоугольных призм, пластинок или полос; устройство для испытания на изгиб.

Проведение испытания. Изготовленные образцы осматривают, они должны иметь гладкую ровную поверхность без сколов, трещин, раковин и других видимых дефектов. Далее на образцах делают разметку в такой последовательности. На боковой поверхности образца посередине длины проводят вертикальную линию, перпендикулярную длине образца. Эта линия определяет положение рабочего сечения. От нее на расстоянии, равной половине расчетного пролета, влево и вправо проводят две другие линии, параллельно первой. Величина расчетного пролета определяется стандартами на испытываемый материал. Схема испытания образца на статический изгиб приведена на рисунке 3.2.

Рисунок 3.1 – Гидравлический пресс

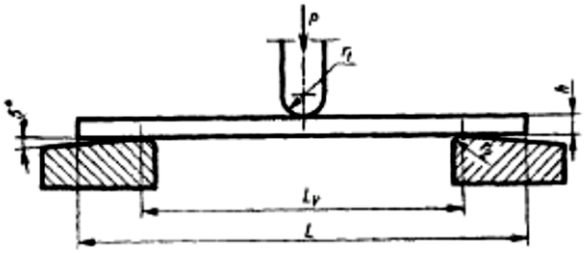

Рисунок 3.2 – Схема испытания образца на изгиб

Сущность метода заключается в том, что образец для испытаний, свободно лежащий на двух опорах, кратковременно нагружают в середине между опорами.

Испытание проводят на испытательной машине (прессе) рисунок 3.1., обеспечивающей равномерную скорость относительного движения нагружающего

наконечника и опор. Рекомендуется применять пресс, у которого смещение силоизмерительного устройства во всем диапазоне нагрузок составляет не более 2 мм. Расстояние между опорами должно быть регулируемым. Устройство с опорами должно обеспечивать возможность их установки и закрепления на требуемом между ними расстоянии.

На нижнюю плиту пресса устанавливают и центрируют устройство для испытания на изгиб, на его опоры устанавливают образец, а сверху посередине находится нагружающий наконечник. Верхнюю плиту пресса опускают так, чтоб между верхним наконечником и плитой был зазор. Далее ведут испытания, при скорости нагружения 0,6±0,2 МПа/с.

Стандартный образец должен иметь следующие размеры, мм:

- длина (L) – не менее 80;
- ширина (b) – 10,00±0,5;
- толщина (h) – 4,00±0,2

Предел прочности при изгибе для прямоугольного образца определяют по формуле (3.1.):

$$R_и = \frac{3FL}{2bh^2}, \qquad (3.1)$$

где: F – разрушающая сила, Н (кгс); L – расстояние между опорами, (см); b – ширина сечения, (см); h – высота сечения, (см).

Предел прочности при изгибе серии образцов принимают как среднее арифметическое значение результатов всех испытаний. Результаты испытаний заносят в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты определения предела прочности при изгибе образцов материала

№ п.п.	Размеры, см			Разрушающая сила, F, кгс	Прочность при изгибе	
	b	h	L		$R_и$, кгс/см^2	$\overline{R}_и$, МПа
1						
2						
3						

В выводе фиксируют сравнение полученных результатов с требованиями стандартов для испытываемого материала.

3.2.2 Определение прочности при растяжении образцов материала

Оборудование и материалы. Разрывная машина, линейки, штангенциркуль, образцы в форме полос – «восьмерок» или стержней.

Проведение испытания. Образцы, подлежащие испытанию, осматривают, выбраковывают дефектные, измеряют с точностью до 0,1 мм и вычисляют площадь рабочего сечения. Образцы, подлежащие испытанию, закрепляют в зажимах разрывной машины (рисунок 3.3), включают двигатель, предоставляя отрегулированную или нужную по нормам скорость расхождения зажимов. После разрушения образца определяют, по показателям силоизмерителя, разрушительное (разрывное) усилие (Н, кгс) и вычисляют предел прочности при растяжении R_p с точностью до 0,1 МПа по формуле (3.2.):

$$R_p = \frac{F}{S}, \qquad (3.2.)$$

где F – разрушающая сила, Н (кгс); S – площадь рабочего сечения, м^2 (см^2).

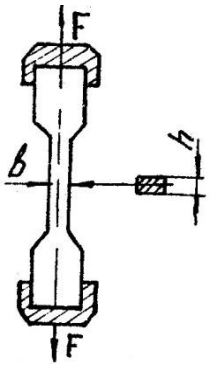

Рисунок 3.3 – Схема испытания образца на растяжение

Таблица 3.3 – Результаты определения предела прочности при растяжении образцов материала

№ п.п.	Размеры, мм		Площадь рабочего сечения, S, мм^2	Разрывная сила, F, Н	Прочность при растяжении	
	h	b			R_{pi}, Н/мм^2	$\overline{R}_p$, МПа
1						
2						
3						

Предел прочности при растяжении образцов вычисляют как среднее арифметическое значение результатов 3-5 испытаний.

В выводе фиксируют сравнение полученных результатов с требованиями стандартов для испытываемого материала.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ

4.1. Общие положения

Вязкость является одним из важнейших свойств полимеров. В соответствии с наиболее популярным определением, вязкость – это свойство жидкости сопротивляться ее движению, т.е. **вязкость полимеров** зависит от строения молекул полимера, межмолекулярных связей, скорости сдвига и свойств различных наполнителей, которые могут входить в состав полимера. Для всех видов полимеров различают динамическую и кинематическую вязкость, которая связана с молекулярно-массовыми характеристиками материала.

4.2. Определение вязкости разбавленных растворов полимеров.

Оборудование и материалы. Вискозиметр ВПЖ-1, шкаф сушильный, секундомер, термостат.

Проведение испытания. Сущность метода заключается в измерении времени истечения разбавленных растворов полимеров через капилляр вискозиметра, равных объемов разбавленных растворов полимера и растворителя через капилляр одного и того же вискозиметра при постоянной температуре и определении следующих вязкостных характеристик:

- динамической вязкости;
- относительной вязкости;
- удельной вязкости;
- числа вязкости;
- характеристической вязкости.

При определении вязкости концентрацию раствора полимера выбирают так, чтобы отношение времени истечения раствора ко времени истечения растворителя составляло 1,2-1,6.

Концентрацию приготавливаемого раствора полимера (С) в г/см^3 вычисляют по формуле:

$$\mathrm{C} = \frac{G}{V} \tag{4.1}$$

где G – навеска полимеров, г; V – объем раствора при температуре измерения, см^3

При этом объем раствора (V) в миллилитрах вычисляют по формуле:

$$V = \frac{m}{\rho} \tag{4.2}$$

где m – масса раствора, равная сумме массы растворителя и полимера, г; ρ – плотность раствора полимера, г/см^3

Полимер предварительно измельчают, взвешивают и помещают в мерную колбу вместимостью 50 или 100 см^3. Затем в колбу с полимером наливают небольшое количество растворителя при температуре 20±3 °С. Колбу периодически встряхивают до полного растворения полимера, после этого добавляют растворитель до метки.

Объем растворителя (V_0) в миллилитрах вычисляют по формуле:

$$V_0 = \frac{m_0}{\rho_0} \tag{4.3}$$

где m_0 – масса растворителя, г; ρ_0 – плотность растворителя при температуре измерения вязкости раствора, г/см^3.

После 15-минутного термостатирования вискозиметра с растворителем или раствором полимера определяют время истечения растворителя или растворов различных концентраций. После измерения времени истечения раствора вискозиметр необходимо промыть несколько раз чистым растворителем и высушить. За результат измерения времени истечения раствора или растворителя принимают среднее арифметическое не менее трех определений.

Динамическую вязкость разбавленных растворов полимеров (η) или растворителя (η_0) в сП вычисляют по формулам:

$$\eta = K \cdot \rho \cdot \tau \qquad \eta = K \cdot \rho_0 \cdot \tau_0 \tag{4.4}$$

где K – постоянная вискозиметра, мм^2/с^2; ρ, ρ_0 – плотность раствора полимера или растворителя при температуре испытания, г/см^3; τ, τ_0 – время истечения раствора полимера и растворителя, с.

Относительную вязкость раствора и растворителя (X) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{\eta}{\eta_0} \tag{4.5}$$

Удельная вязкость (X_1) вычисляю по формуле:

$$X_1 = \frac{\eta}{\eta_0} - 1 \tag{4.6}$$

Число вязкости (X_2) в см^3/г вычисляют по формуле:

$$\chi_2 = \frac{\frac{\eta}{\eta_0} - 1}{\mathrm{C}} \tag{4.7}$$

где С – концентрация раствора полимера, г/см^3

4.3. Определение содержания сухого остатка в разбавленных полимерах.

Оборудование и материалы. Шкаф сушильный, весы аналитические, чаша для выпаривания, смола 20-30 г.

Проведение испытания. Навеску смолы 2 г размещают в чаше для выпаривания 1 выдерживают около 3 часов в сушильном шкафу при 120 °С. После охлаждения чашу с сухим остатком взвешивают. Количество сухого остатка, %, определяют по формуле:

$$\mathrm{C}_{\text{ост.}} = \frac{m_1}{m} \times 100\% \tag{4.8}$$

где m – масса смолы до высушивания, г; m_1 – масса смолы после высушивания, г. Результаты заносят в таблица 4.1.

Таблица 4.1 – Определение содержания сухого остатка смолы (полимера)

№ п.п.	Масса тигля, m′, г	Масса тигля со смолой до высушивания, m″, г	m= m′- m″, г	Масса тигля со смолой после высушивания, m‴, г	m_1=m‴- m′, г	$C_{ост.}$, %	$C^{ср}_{ост.}$, %
1.							
2.							
3.							