

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

Работа: Изучение механических свойств полимеров методом динамометрии

Цель работы: Получение деформационных кривых в координатах нагрузка – удлинение пленок кристаллического полимера при разных температурах и определение температуры плавления полимера по зависимости напряжения рекристаллизации от температуры.

Приборы: Динамометр, штатив для держателя образца полимера, микрометр, отвертка, линейка.

Образцы: Пленки кристаллических полиамида (ПА-6), полипропилена (ПП).

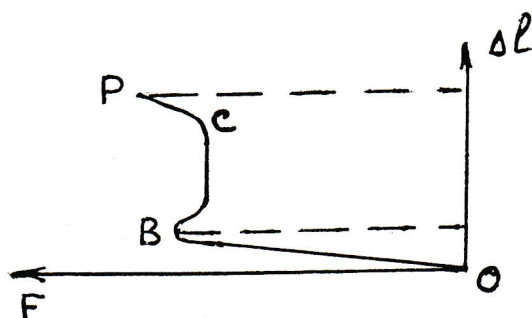
Порядок работы на динамометре

1. Образцы полимера имеют форму двусторонней лопатки. Измерьте линейкой длину (l_0 , мм) и ширину (h_0 , мм) рабочей части образца и микрометром толщину (d_0 , мм) образца.
2. Выньте из печи динамометра держатель образца и установите его в специальный штатив на рабочем столе. Освободив стопорный винт, опустите шток с верхним зажимом так, чтобы расстояние между верхним и нижним зажимами было немного меньше длины рабочей части образца. Закрепите стопорный винт на штоке. Вставьте в зажимы образец полимера и хорошо закрепите его с помощью отвертки.
3. Держатель с образцом поместите в печь динамометра и закрепите крепежными гайками, подложив под них шайбочки.
4. Нажмите кнопку магнитного пускателя, укрепленного на стене. Включите мотор, нажав кнопку "ВВЕРХ", и подождите, пока шток держателя поднимется настолько, что нижний край соединительной гайки будет на 1 – 2 мм ниже нижнего края нарезки на штоке. Выключите мотор, нажав кнопку "СТОП". Наденьте и закрутите соединительную гайку на штоке до упора и сразу же освободите стопорный винт на штоке.
5. Деформационные кривые снимают при трех температурах: комнатной, 60° и 80°C. Для получения надежных результатов при каждой температуре снимают 2 – 3 образца. Опыт можно сократить по согласованию с преподавателем. Сначала проводят опыт при комнатной температуре.

6. Включите нижний тумблер на записывающем потенциометре. Вставьте и слегка ввинтите перо с чернилами в специальное гнездо на самописце. Проверьте, чтобы оно писало по бумаге.
7. Включите верхний тумблер (протяжка бумаги) на самописце и подождите, пока перо пропишет нулевую линию в 3 – 5 мм.
8. Включите мотор, нажав кнопку "**ВНИЗ**" и подождите, пока пропишется кривая растяжения. Как только образец порвется (перо резко сдвинется вправо), сразу же выключите верхний тумблер самописца и выключите мотор, нажав кнопку "**СТОП**". Слегка приподнимите перо самописца, чтобы чернила не вытекали на бумагу. Один опыт закончен.
9. Закрепите стопорный винт на штоке. Открутите соединительную гайку со штока. Открутите крепежные гайки с держателя образца. Выньте держатель с порванным образцом. Вставьте новый образец.
10. Следующие опыты проводят при повышенных температурах. Вставив держатель с новым образцом в печь, опустите термопару в специальное гнездо печи. Включите потенциометр (ЭПВ), регулирующий температуру, тумблером на передней панели прибора. Стрелку по задающей шкале ЭПВ поставьте на 60°C с помощью винтовой ручки над шкалой.
11. Включите нагрев печи, поставив ручку ЛАТР'а на 60 В.
12. По достижении заданной температуры деления нижней контролирующей шкалы ЭПВ совпадут с делениями верхней задающей шкалы. Выдержите образец при данной температуре 10 мин. и растяните, записав кривую растяжения, как это делали при комнатной температуре.
13. При смене образцов термопару из печи выньте и временно отключите ЭПВ и ЛАТР. Для получения 80°C стрелку по задающей шкале ЭПВ поставьте на 80°C , а ЛАТР попрежнему на 60 В.
14. После окончания всех опытов выключите все приборы. Вывинтите перо с чернилами и закройте его специальным колпачком. Оторвите часть диаграммной ленты с записанными кривыми растяжения.

Обработка результатов

Полученные кривые растяжения имеют вид:



Горизонтальная ось соответствует нагрузке (F , в масштабе 222 г/см), вертикальная – удлинению (Δl в см) образца. На каждой кривой выделяют три участка: ОВ, ВС, СР. В точке В начинается образование "шейки", в точке Р происходит разрыв образца. Вычисляют напряжение образования "шейки", т. е. напряжение рекристаллизации (σ_B), и разрывное напряжение (σ_P) для разных температур деформирования полимера.

По графикам определяют величины нагрузок в точках В и Р и удлинение при разрыве. Истинное удлинение получают с учетом скорости протяжки бумаги ($V_{\text{бум}} = 12$ мм/мин) и скорости растяжения ($V_{\text{деф}} = 20$ мм/мин): $\Delta l * V_{\text{деф}} / V_{\text{бум}}$. Так как величина деформации в точке В невелика, напряжение рекристаллизации вычисляют по формуле: $\sigma_B = F_B / S_0$, а для нахождения разрывного напряжения: $\sigma_P = F_P / S_P$ надо знать площадь поперечного сечения образца в момент разрыва (S_P). Ее вычисляют, предполагая, что объем образца не изменяется при растяжении. Тогда:

$$S_P = S_0 * l_0 / l_P \text{ (мм}^2\text{)}, \text{ где } l_P = l_0 + \Delta l_P.$$

Результаты измерений и расчетов вносят в таблицу:

Т°С	F _В		S ₀	σ_B	F _Р		Δl_P	S _Р	σ_P
	см	г			см	г			
			мм ²	г/мм ²			мм	мм ²	г/мм ²

По результатам расчетов строят зависимости напряжения рекристаллизации и разрывного напряжения от температуры деформирования. Экстраполяцией зависимости напряжения рекристаллизации от температуры к нулевому напряжению находят температуру плавления полимера в заданном режиме испытания.

Задание: Объяснить механизм деформации кристаллического полимера и влияние температуры на напряжение рекристаллизации и разрывное напряжение образца.