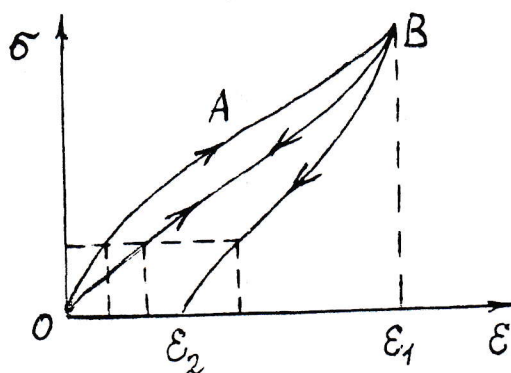


МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

Работа: Явление гистерезиса при деформации полимера

Гистерезис — это отставание во времени реакции полимера на изменяющееся внешнее воздействие.



При растяжении образца эластомера с некоторой постоянной скоростью и последующем его сокращении с той же скоростью кривая растяжения (OAB) не совпадает с кривой сокращения (BE₂), образец не возвращается в исходное состояние, а имеет остаточную деформацию (ε₂). И при растяжении, и при сокращении образца макромолекулы изменяют свою конформацию. При этом флуктуационная сетка физических узлов затрудняет достижение

равновесной конформации, соответствующей напряжению в данный момент. В результате деформация всегда отстает от напряжения.

Работа, затраченная при растяжении образца ($A_{\text{раст}}$), равна площади под кривой растяжения (OABε₁), а работа, возвращенная при сокращении образца ($A_{\text{сокр}}$), — площади под кривой сокращения (ε₂BE₁).

$$A_{\text{раст}} = \int_0^{\varepsilon_1} \sigma d\varepsilon$$

$$A_{\text{сокр}} = \int_{\varepsilon_2}^{\varepsilon_1} \sigma d\varepsilon$$

Разность между ними, равная площади петли гистерезиса (OABE₂):

$$\Delta A = A_{\text{раст}} - A_{\text{сокр}} = \int_0^{\varepsilon_2} \sigma d\varepsilon$$

представляет собой часть затраченной работы, которая идет на преодоление внутреннего трения при деформировании

и необратимо теряется в виде теплоты. Эту часть работы называют механическими потерями. Для характеристики гистерезисных свойств вводится понятие коэффициента механических потерь:

$$\chi = \frac{\Delta A}{A_{\text{раст}}}$$

Величина механических потерь зависит от условий деформирования: температуры и скорости воздействия. Чем ближе эти условия к равновесным, тем меньше механические потери. Когда время воздействия существенно больше времени релаксации элементов структуры полимера ($t \gg \tau$), механические потери отсутствуют.

- Цель работы:** Получение зависимостей напряжение – деформация аморфного полимера при растяжении и сокращении образца при комнатной температуре и двух скоростных режимах. Расчет коэффициентов механических потерь.
- Оборудование:** Разрывная машина.
- Образцы:** Полибутилметакрилат (ПБМА), резина (СКБ-26-16).

Порядок выполнения работы

1. Рукоятку сцепления поставить в наклонное положение (сцепления нет).
2. Образец полимера в форме двусторонней лопатки закрепить в зажимах разрывной машины.
3. Нижнюю фиксирующую планку установить в паз нижнего зажима.
4. Рукоятку сцепления поставить в горизонтальное положение.
5. Вставить кусок диаграммной бумаги (длиной 25 – 30 см) в самописец, к бумаге с обеих сторон прикрепить противовесы. Заполнить чернилами перо самописца.
6. Нажатием кнопки **"ВНИЗ"** включить двигатель машины и растянуть образец до достижения определенной нагрузки по шкале нагрузок "А":

Полимер	Нагрузка
ПБМА	3 кг
Резина	1 кг

По достижении заданной нагрузки нажать сначала кнопку **"СТОП"**, затем сразу кнопку **"ВВЕРХ"**. Когда образец сократится и начнет изгибаться нажать кнопку **"СТОП"**.

Записать с одного образца при одной скорости 2 петли гистерезиса, не отрывая пера от бумаги. Освободить образец из зажимов машины.

7. Поставить новый образец полимера. Подвести перо к чистому участку бумаги.
8. Чтобы изменить скорость испытания, открыть защитную решетку в нижней части машины, повернуть вентиль над мотором против часовой стрелки до тех пор, когда можно будет снять шкив с одной пары вращающихся дисков и одеть его на другую пару дисков. Испытания выполнить при любых двух скоростях.

Положение шкива	Скорость испытания, мм/мин
левое	460
среднее	210
правое	115

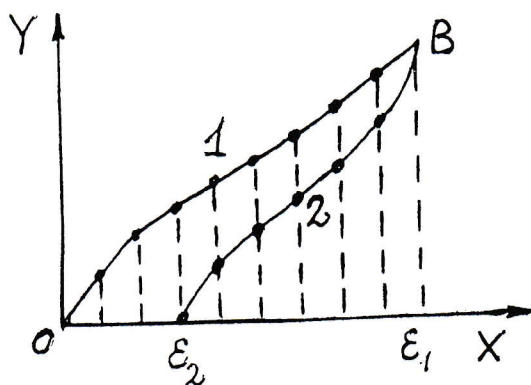
Закрутить вентиль, вращая его по часовой стрелке. Закрывать защитную решетку.

9. Записать 2 петли гистерезиса при другой скорости работы машины.

10. Снять бумагу с самописца.

Обработка результатов

Для обсчета выбирают по одной петле гистерезиса при каждой скорости испытания. Из начальной точки каждой петли проводят оси



координат: ось Y соответствует прикладываемой нагрузке, ось X – удлинению образца. На оси X на участке OE_1 выбирают на равном расстоянии друг от друга 8 – 10 точек и восстанавливают из них перпендикуляры до пересечения с обеими ветвями петли гистерезиса. Координаты всех точек на кривых (в мм) вносят в таблицу:

Скорость испытания, мм/мин –		
X	Y_1	Y_2

По данным таблиц вычисляют площади, соответствующие $A_{\text{раст}}$ и $A_{\text{сокр}}$. Находят ΔA и χ для двух скоростей испытания.

Результаты расчетов вносят в таблицу:

Образец полимера:

Скорость испытания, мм/мин	$A_{\text{раст}}$	$A_{\text{сокр}}$	ΔA	χ

Задание: Объяснить причину появления петли гистерезиса при растяжении и сокращении полимера. Как влияет скорость испытания на величину механических потерь?