

УДК 678.01:53

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ДИНАМОМЕТР ПОВЫШЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕЛАКСАЦИОННЫХ И ТЕРМОЭЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРОВ

M. E. Мисюревич, В. А. Портяной, Д. Х. Халиков

Исследование механических характеристик полимеров требует применения приборов, позволяющих изучать процессы деформации полимеров в широком диапазоне скоростей и температур и обладающих высокой чувствительностью. Некоторые из используемых приборов [1, 2] не отвечают перечисленным требованиям.

Разработанный нами динамометр более прост в использовании, диапазон скоростей растяжения доведен до ударной, диапазон термостатирования — 100—200°, чувствительность 0,1 г на одно деление шкалы самописца.

Динамометр собран на стойке (1) (рис. 1) прямоугольного сечения, по которой передвигаются на роликах с ребордами две каретки (2) и (3) со стопорными винтами (6) и (7), позволяющими фиксировать положение кареток на стойке. На каретке (2) закреплен нижний зажим образца (4) с микрометрическим устройством (5), позволяющим производить изменение длины образца с точностью до 0,01 мм. Трубчатая печь (8), расположенная на каретке (3), при работе обычно опускается на основание каретки (2).

Для растяжения образца с заданной скоростью используется механизм перемотки диаграммной ленты электронного потенциометра ЭПП-09 (11), с осью которого через муфту соединен барабан (9). При сматывании трассы с барабана каретки (2) и (3) опускаются, обеспечивая усиление растяжения образца до 5—6 кг.

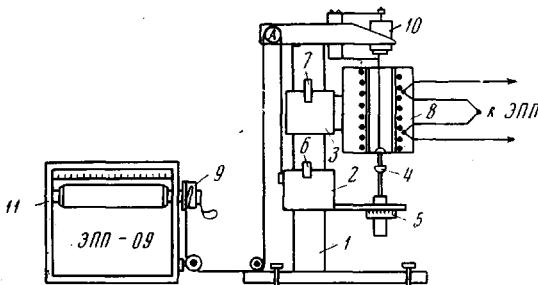


Рис. 1. Механическая часть динамометра (см. текст)

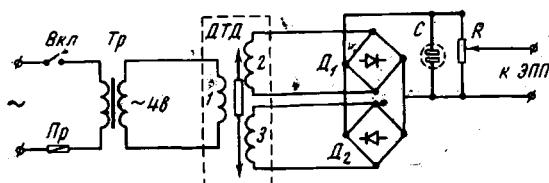


Рис. 2. Схема дифференциального трансформаторного датчика: Тр — сетевой понижающий трансформатор; ДТД — дифференциальный трансформаторный датчик; D_1 , D_2 — мостиковые выпрямители; C — электролитический конденсатор КЭ200 \times 12; R — переменный резистор, 150 ом

вует величине растяжения образца, перемещение пера потенциометра — величине растягивающего усилия.

Для регистрации зависимости растягивающего усилия от температуры используется многоточечный потенциометр ЭПП-09.

При испытаниях на ударное растяжение (при изучении релаксации напряжения) трасса освобождается и каретка (2) свободно опускается под действием своего веса из верхнего положения на амортизирующую подставку.

Растягивающее напряжение в образце измеряется дифференциальным трансформаторным датчиком (10) и записывается электронным потенциометром. Таким образом, перемещение диаграммной бумаги на ЭПП-09 в определенном масштабе (2 : 1, при диаметре барабана 25 мм) соответствует величине растяжения образца, перемещение пера потенциометра — величине растягивающего усилия.

Смещение границ диапазонов измерения растягивающего усилия без изменения чувствительности датчика достигается потенциометром типа ПП, включенным на встречу ЭДС датчика.

Дифференциальный трансформаторный датчик (ДТД) [3]. ДТД представляет собой трехсекционную цилиндрическую катушку, внутри которой на двух плоских пружинах закреплен стальной сердечник, соединенный с верхним зажимом образца. Обмотки 2 и 3 (рис. 2) расположены симметрично относительно обмотки 1, питаемой от сети через трансформатор. При нейтральном положении сердечника ЭДС обмоток 2 и 3 взаимно компенсируются, и выходное напряжение схемы равно нулю. Вертикальное перемещение сердечника, в пределах нескольких миллиметров, дает выходное напряжение, пропорциональное этому перемещению.

Необходимая чувствительность устанавливается резистором R , а также подбором пружин. Максимальная чувствительность составляла 10 г на всю шкалу ЭПВ-09, т. е. на 10 мв . Толщина пружины, изготовленной из фосфористой бронзы, составляла в этом случае $0,3 \text{ мм}$, а полное перемещение сердечника — $0,5 \text{ мм}$.

На рисунке 3 показана схема термостатирования. Схема включает в себя трубчатую печь (1) и терморегулятор, состоящий из электронного потенциометра ЭПВ-2 (2), ось которого соединена с осью автотрансформатора ЛАТР-1 (3), питающего нагреватель печи. Для увеличения точности регулирования температуры, вблизи нагревателя печи помещены две последовательно соединенные термопары (4) (хромель-копель), чув-

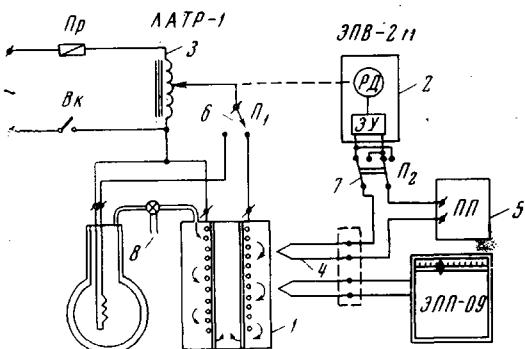


Рис. 3. Схема термостатирования (см. текст)

При питании датчика от звукового генератора с частотой 2—3 кгц возможно увеличение чувствительности в 3—5 раз.

Термостатирование. Схема термостатирования (рис. 3) включает в себя трубчатую печь (1) и терморегулятор, состоящий из электронного потенциометра ЭПВ-2 (2), ось которого соединена с осью автотрансформатора ЛАТР-1 (3), питающего нагреватель печи. Для увеличения точности регулирования температуры, вблизи нагревателя печи помещены две последовательно соединенные термопары (4) (хромель-копель), чув-

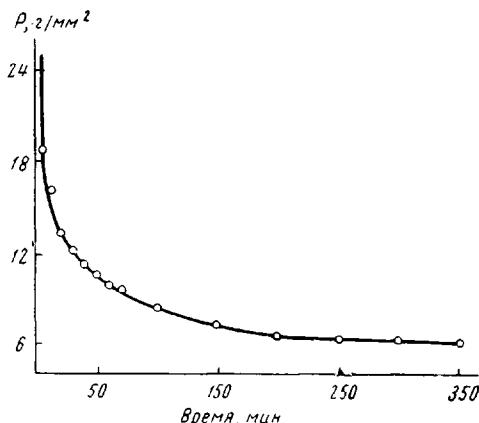


Рис. 4.

Рис. 4. Кривая релаксации напряжения (P) для образца вулканизированной хлоргуттаперчи, содержащей 7% серы и 3% хлора при 80°

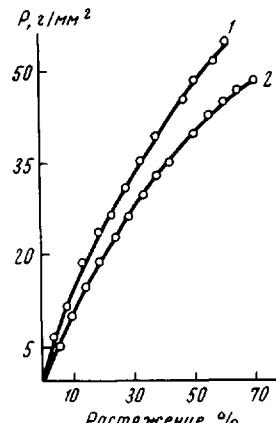


Рис. 5.

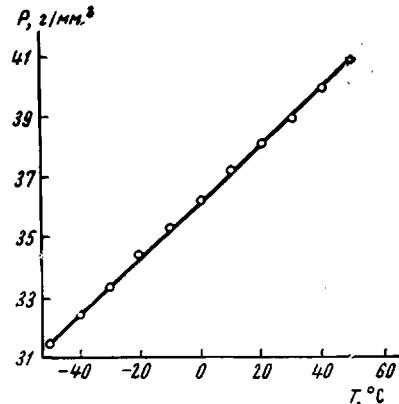
Рис. 5. Кривые растяжения для образца вулканизированного хлоркаучука, содержащего 7% серы и 10% хлора при различных температурах: 1 — 20 и 2 — 60° (P — условное напряжение)

чувствительность ЭПВ-2 шунтированием реохорда повышена до $0,5 \text{ мв}$ (4° на шкалу), а выбор необходимой температуры производится установкой компенсирующего напряжения, снимаемого с клемм переносного потенциометра ПП (5).

На рис. 3 показано положение переключателей (6) и (7) для работы прибора при температуре выше комнатной (Π_1). При работе с температурой ниже комнатной переключатели (6) и (7) ставятся во второе положение (Π_2), а при температурах ниже нуля меняется полярность напряжения, снимаемого с потенциометра ПП (5) (переключатель (7) — бестермосточный).

Возможна также работа в атмосфере инертного газа. В этом случае в печь подается газ из баллона через редукторную трубку (8). Нагреватель печи снабжен винтовой перегородкой, увеличивающей путь проходящего инертного газа вокруг нагревателя. Сконструированный динамометр дает возможность осуществлять растяжение полимерных пленок и изучать как процессы релаксации напряжения, так и зависи-

Рис. 6. Кривая зависимости равновесного напряжения (P) от температуры для образца вулканизированного каучука, содержащего 7% серы и 3% хлора при постоянной степени растяжения $\lambda = 2$



мость напряжения от деформации, в интервале температур $-100 - 200^{\circ}$ и скоростях растяжения от 0,5 до 80 $\text{мм}/\text{мин}$, включая ударную скорость.

В качестве иллюстраций на рис. 4—6 представлены некоторые типичные кривые релаксации и растяжения для пленок хлорированной гуттаперчи и натурального каучука (НК). Образцы для исследований готовили в виде тонких пленок размером $20 \times 8 \times 0,2 \text{ м.м.}$.

Выводы

Разработан динамометр простой конструкции с повышенной чувствительностью при высоких нагрузках (1 г на 1 мв выходного напряжения), позволяющий изучать следующие зависимости при одноосном растяжении пленок: напряжение — деформация; напряжение — время; напряжение — температура.

Динамометр может работать в инертной атмосфере и интервале температур $-100 - 200^{\circ}$ при скоростях растяжения от 0,5 до 80 $\text{мм}/\text{мин}$, включая ударную скорость. Точность измерения напряжения составляет 0,1% от верхнего предела диапазона измерений.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступила в редакцию
23 V 1968

ЛИТЕРАТУРА

- Г. Ш. Израилит, Механические испытания резины и каучука, Госхимиздат, 1949.
- А. П. Рудаков, Н. А. Семенов, Механика полимеров, 1965, № 3, 155.
- К. Б. Заборенко, П. В. Мелихов, В. А. Портяной, Радиохимия, 7, 319, 1965.

DYNAMOMETER OF ENHANCED SENSITIVITY FOR STUDIES OF RELAXATIONAL AND THERMOELASTIC BEHAVIOR OF POLYMERS

M. E. Misurovich, V. A. Portyanov, D. Kh. Khalikov

Summary

Dynamometer measuring stress-deformation stress-time and stress-temperature dependences at uniaxial elongation of polymeric films at temperatures $-100 - 200^{\circ}\text{C}$ in the range of elongation rates 0,5—80 mm/min and at shock elongation has been designed. Relative accuracy of measurements and recorded value of stress is equal to 0,1% of the upper limit