

НОВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 678.01:53+681.0

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА
ДЛЯ СНЯТИЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ КРИВЫХ****Г. С. Семенов, Н. Г. Рыжов, А. И. Кравцов**

Метод термомеханических кривых для исследования физико-химических и механических свойств полимеров в последнее время находит все большее распространение. В литературе описаны несколько автоматических приборов для снятия термомеханических кривых полимеров, рассчитанных для испытания на растяжение полосок [1], испытания таблеток и пластин пенетрацией в условиях непрерывно и периодически действующей нагрузки [2, 3], испытания одновременно пяти образцов методом пенетрации под постоянно приложенной нагрузкой [4]. Однако эти приборы сложны по конструкции и рассчитаны для решения узких задач.

В предлагаемой установке для снятия термомеханических кривых (рис. 1) запись кривой деформации, температуры образца и обеспечение линейного подъема или понижения температуры с заданной скоростью, и поддержания любой неизменной температуры осуществляются одним и тем же многоточечным электронным потенциометром ЭПП-09. Однако при необходимости запись кривой деформации можно проводить и на другом потенциометре.

На установке можно снимать термомеханические кривые при сжатии и растяжении, кривые релаксации напряжения и деформации, кривые ползучести и исследовать влияние периодического нагружения на ползучесть в широком интервале температур. Пределы измерения температуры зависят от шкалы регулирующего электронного потенциометра. Установка надежна в работе, проста в конструкции, компактна. Установка состоит из нагружающего устройства, датчика деформации, датчика температуры и двух сменных термоблоков. Нагружающее устройство состоит из штока 1 с винтом 2, рычага 3 и груза 4. При испытании на сжатие образец помещается в стаканчик 5. Приспособление для испытания на растяжение показано на рис. 1, б. Образец зажимается в зажимы 6 и помещается в реверсор. Нагружающий шток с навинчивающимся наконечником давит на подвижную раму 7 реверсора. Кулачок 8, врачааясь от электромотора с редуктором 9 периодически поднимает и опускает рычаг 3 с грузком, и таким образом нагружает и разгружает образец. Кулачок состоит из двух одинаковых фигурных дисков, с помощью которых можно менять время нагружения и разгружения образца. При своем движении шток 1 через винт 2 изгибает тонкую стальную пластину 10 с четырьмя проволочными тензодатчиками сопротивления, наклеенными на ней и соединенными по мостовой схеме. Усилие изгиба пластины не более 10 г на 1 мм деформации.

Устройство датчика деформации позволяет испытывать слабо- и сильнодеформирующиеся образцы, при этом для испытания первых верхний конец нагружающего штока ставится в левое положение, для вторых — в правое, изменяя таким образом точку приложения усилия на пластину. Установка снабжена двумя термоблоками. Температура в каждом термо-

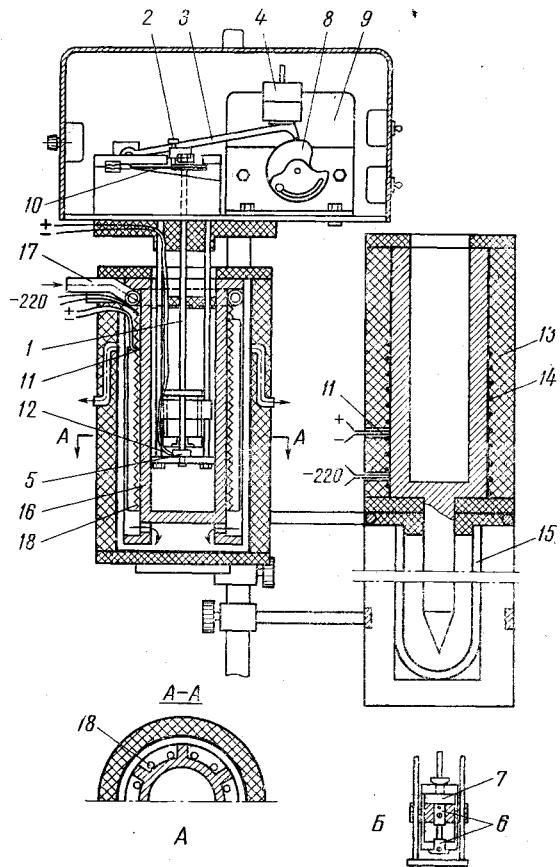


Рис. 1

блоке управляется и измеряется при помощи двух термопар 11 и 12. Термопара 11 помещается на пути теплоносителя в термоблоках и через электронный потенциометр и реле регулирует температуру термоблоков, а термопара 12 измеряет температуру образца. Один из термоблоков (рис. 1) изготовлен по [2], но в более упрощенном виде, состоит из алюминиевого стакана 13, с хвостиком и нагревательной обмоткой 14, сосуда Дюара 15 для жидкого азота. Термоблок применяется для быстрого нелинейного охлаждения и линейного нагрева с заданной скоростью. Второй термоблок позволяет поддерживать любую заданную температуру, строго линейно охлаждать и нагревать образец в широком интервале температур. Термоблок состоит из алюминиевого стакана 16 с продольными канавками на наружной поверхности, в которых уложена нагревательная спираль 18 и по которым проходит хладоагент, поступающий через колышевую трубку 17 с шестью отверстиями. Омывая боковую поверхность и дно стакана, хладоагент проходит в межстенное пространство кожуха и через два отверстия выходит наружу. В качестве хладоагента служит газообразный азот, поступающий в термоблок из сосуда Дюара с жидким азотом. Поступление хладоагента и электрического тока на нагревательную обмотку термоблока регулируется электронным потенциометром через реле. Хотя

подача азота при охлаждении и подача электрического тока при нагреве происходит периодически, благодаря значительной массе и хорошей теплопроводности материала стакана, температура образца изменяется линейно.

Линейное изменение температуры образца с заданной скоростью обеспечивается многоточечным электронным потенциометром с помощью простого приспособления, вмонтированного в нем. Схема приспособления дана на рис. 2. Задающее устройство электронного потенциометра связано с лентопротяжным механизмом и получает от него равномерное движение с помощью системы зубчатых колес и шкивов с тросом. Шестерня 1 насажена на ось барабана лентопротяжного механизма, шестерни 2, 3, 4 — на эксцентрик 6. Приспособление позволяет проводить равномерный нагрев и охлаждение. Это обеспечивается

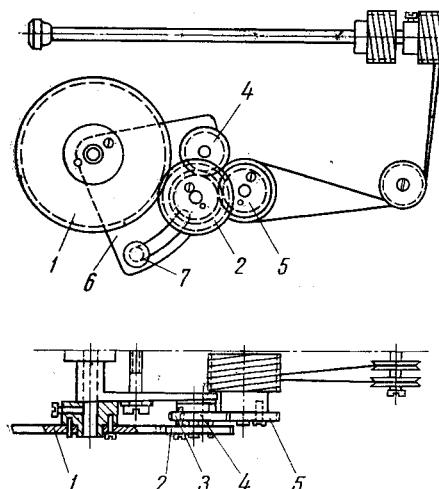


Рис. 2

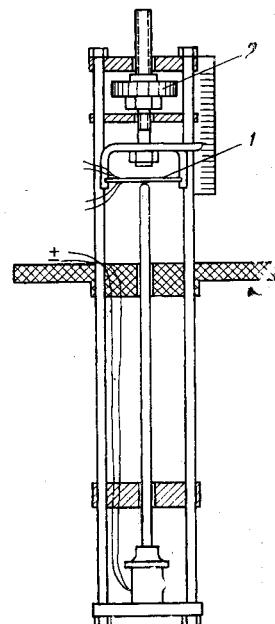


Рис. 3

переключением зубчатых пар 3—5 на 4—5 и обратно с помощью эксцентрика и стопорного винта 7, и приданием, таким образом, прямого и обратного хода задающему устройству. Передаточное число в приспособлении легко меняется благодаря использованию в нем сменных колес от редуктора лентопротяжного механизма. Скорость изменения температуры в термоблоках зависит от скорости движения ленты и соотношения диаметров сменных колес.

Установка дает постоянно и периодически действующие нагрузки. В последнем случае цикл нагружения равен 3,3 мин. Время выдержки образца под нагрузкой можно менять от 10 сек. до 2 мин. Использование нагружающих кулачков позволяет прикладывать полную нагрузку на образец за время, меньшее, чем требуется для деформации образца под действием прилагаемого груза. При этом удар по образцу исключается, так как рычаг с грузом опускается на шток с высоты не более 1 мм.

При работе на сжатие используется образец диаметром 4 мм, высотой 3 мм, стаканчик для образца глубиной 3 мм, диаметром 5 мм. Образцы на растяжение имеют форму двусторонней лопатки с рабочей длиной 6 мм с сечением 3 × 3 мм.

Для определения релаксации напряжения к установке прилагается прибор с динамометрической пластиной с тензодатчиками 1 (рис. 3) и винтовым задатчиком деформации 2. Изменение деформации образца и

вносимая этим погрешность в величину напряжения за счет прогиба пластины незначительны.

При периодически действующей нагрузке получается кривая, указанная на рис. 4. Кривая записана на одноточечном потенциометре для образца технической резины. Соединяя крайние верхние и крайние нижние точки, можно получить две кривые деформации в зависимости от температуры. Верхняя кривая — график общей деформации под нагрузкой, нижняя — график необратимой деформации за время до следующего нагружения. Расстояние между кривыми по оси деформации определяет упругоэластическую деформацию. По этим кривым строится график в координатах температура — относительная деформация. Температура стеклования определяется по перегибу кривой общей деформации, или, в случае неясно выраженного перегиба, по появлению высокогоэластической деформации, чему соответствует на графике точка расхождения кривых. Обычно точка расхождения лежит на перегибе кривой общей деформации. Кривая записывается в большом масштабе и чувствительна ко всем изменениям в образце, что позволяет исследовать на приборе физико-химические процессы, происходящие в материале.

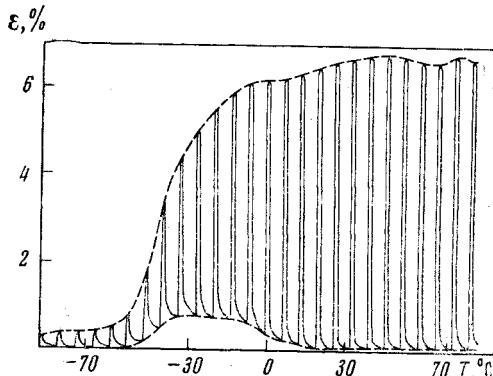


Рис. 4

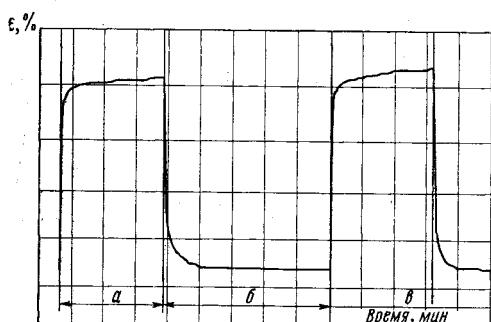


Рис. 5

щий из двух циклов нагружения и записанный при большой скорости движения ленты потенциометра. Участок a — кривая ползучести, участок b — кривая релаксации деформации. Эти кривые ползучести и релаксации деформации, снятые в широком интервале температур и при небольших относительных деформациях, можно использовать для построения обобщенных кривых ползучести и релаксации деформации по принципу температурно-временной эквивалентности [5]. Использование термомеханической кривой для построения обобщенных кривых особенно выгодно потому, что для построения подобных кривых требуется всего несколько часов.

Выводы

1. Предложена универсальная малогабаритная установка для снятия термомеханических кривых в широком интервале температур при строго линейном изменении температуры.
2. Установка позволяет испытывать образцы на сжатие и растяжение при постоянном и периодическом нагружении.
3. На установке можно снимать термомеханические кривые, релакса-

ции напряжения и деформации, кривые ползучести, исследовать физико-химические процессы, происходящие в материале.

4. Установка дает принципиальную возможность использования термомеханических кривых для построения обобщенных кривых ползучести и релаксации напряжения по принципу температурно-временной эквивалентности.

Поступила в редакцию
11 VII 1966

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Сидорович, Е. В. Кувшинский, Заводск. лаб., 26, 100, 1960.
2. Б. Я. Тейтельбаум, М. П. Дианов, Высокомолек. соед., 3, 594, 1961.
3. Б. Я. Тейтельбаум, Высокомолек. соед., 4, 1552, 1962.
4. С. К. Захаров, Е. В. Кувшинский, Заводск. лаб., 30, 1399, 1964.
5. Дж. Ферри, Вязкоупругие свойства полимеров, Изд. иностр. лит., 1963.

AUTOMATIC APPARATUS FOR THERMOMECHANICAL CURVES

G. S. Semenov, N. G. Ryzhov, A. I. Kravtsov

Summary

It have been proposed universal compacted apparatus for thermomechanical curves in wide temperature range at linear temperature change. It permits to study samples at compressing and drawing at permanent and periodical load, get thermomechanical curves, relaxation, creep. It gives principal way to draw generalized curves of creep and relaxation on principle temperature-time equivalence.