

УДК 678.01:53

**ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХКООРДИНАТНОГО ПОТЕНЦИОМЕТРА  
ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ  
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ КРИВЫХ ПОЛИМЕРОВ**

*Б. Я. Тейтельбаум*

Ранее нами была описана установка для автоматической регистрации термомеханических кривых [1], в которой использованы многие черты прибора с визуальным отсчетом [2]. Были опубликованы также описания других устройств, предназначенных для той же цели [3, 4].

Автоматическая установка [1] оказалась весьма удобной в работе, однако она не лишена некоторых недостатков, главный из которых заключается в том, что скорость записи деформации лимитируется ско-

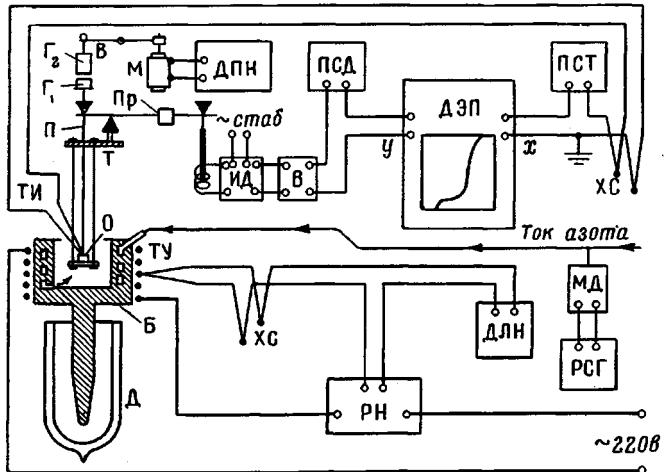


Рис. 1. Блок-схема установки (объяснения в тексте)

ростью лентопротяжного механизма потенциометра. Это ограничивает применение установки для исследования быстро протекающих деформаций, например, при периодическом нагружении [5].

В настоящем сообщении описывается установка, в которой мы отказались от следящего датчика деформации с довольно сложной электромеханической системой, заменив его практически безынерционным индукционным датчиком. Линейное перемещение штанги при деформировании полимера трансформируется в электрический сигнал, который одновременно с сигналом от термопары, измеряющей температуру образца, регистрируется на двухкоординатном потенциометре непосредственно в виде термомеханической кривой.

Схема установки показана на рис. 1. Исследуемый образец О нагревается в термическом блоке Б, в чашечке из жароупорной стали, имеющей цилиндрическую полость диаметром 4 и глубиной 2 мм. Рядом помещается спай измерительной термопары ТИ, которая подключается к входу X двухкоординатного электронного потенциометра ДЭП. Для смещения нулевой точки записи температуры введен потенциометр смещения ПСТ.

При необходимости блок в начале опыта охлаждается жидким азотом, налитым в дьюар Д. В дальнейшем нагрев блока регулируется датчиком линейного нагрева ДЛН при помощи управляющей термопары ТУ и реле нагрева РН. Подробное описание схемы линейного нагрева, примененной в последнем варианте установки, дано в [6].

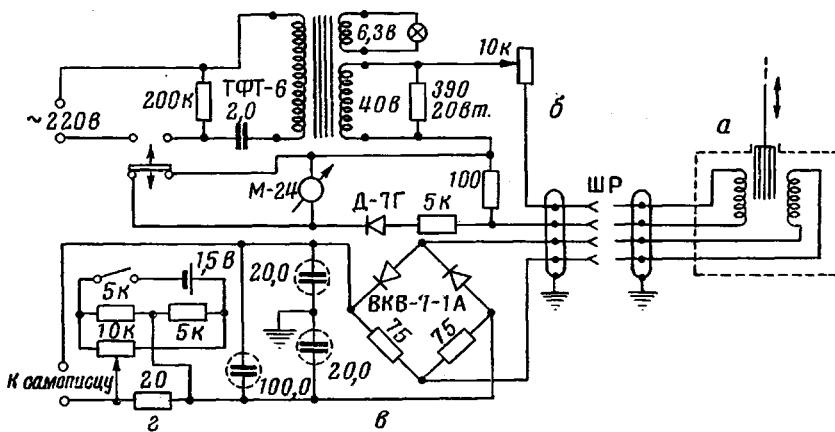


Рис. 2. Схема канала регистрации деформации:  
а — индукционный датчик; б — блок питания; в — выпрямительный блок;  
г — блок смещения записи

Чашечка образца помещается на основании, скрепленном двумя штангами с траверзой Т. Через отверстие в последней проходит пuhanсон П — стержень с плоским отполированным нижним концом, имеющим диаметр 2,0 мм. Верхний конец пuhanсона связан с призмой, опирающейся на коромысло, имеющее регулируемый противовес Пр. Деформация образца полимера происходит под действием груза Г<sub>1</sub>. При работе методом периодического нагружения программный датчик ДПН включает реверсивный мотор М, который опускает либо поднимает вилку В, несущую груз Г<sub>2</sub>. Когда вилка поднята, на пuhanсон действует малый груз Г<sub>1</sub>; когда она опущена — суммарная нагрузка Г<sub>1</sub> + Г<sub>2</sub>.

На свободном, более длинном конце коромысла подвешен небольшой стержень из мягкого железа, представляющий собой сердечник индукционного датчика ИД. По мере деформации образца коромысло со стержнем смещается и изменяется индуктивность. Датчик через выпрямительный блок В включен к входу У потенциометра ДЭП. Для смещения записи деформации служит потенциометр ПСД, аналогичный ПСТ.

В полость термического блока может подаваться сухой очищенный азот. Проходя через спиральный ход в теле блока, он принимает температуру последнего. Сигнальное реле РСГ с манометрическим датчиком МД дает сигнал при нарушении установленного режима подачи газа.

Измерительный механизм, механизм нагружения, термический блок и дьюар монтируются на общей штативной стойке, укрепляемой к капитальной стене. Две такие стойки оборудованы одинаково; обычно на одной из них идет опыт, тогда как другая охлаждается и подготавливается к следующему опыту.

Все органы электрического управления установкой сконцентрированы в едином блоке. В качестве двухкоординатного потенциометра ДЭП перво-

начально нами была использована комбинация двух одноточечных самописцев ЭПП-09 и ПС-1. В первом из этих приборов барабан, ведущий диаграммную ленту, отключается от своего движущего механизма и приводится в действие от механизма, движущего перо второго потенциометра. Таким образом, если на вход ЭПП-09 подавать ЭДС термопары ТИ, а на вход ПС-1 — напряжение от датчика ИД, то будет вычерчиваться термомеханическая кривая. (Механизм и части электрической схемы потенциометра ПС-1 удалось расположить внутри кожуха ЭПП-09). Может применяться, по-видимому, и специальный самописец ЭП2К-01, выпуск которого освоен промышленностью. Вполне пригоден также двухкоординатный милливольтметр Н-359 с соответствующими фотоусилителями, однако в этом приборе размер диаграммы невелик. В последнее время нами используется очень удобный самописец настольного типа ПДС-021.

Индукционный датчик трансформаторного типа работает на переменном токе 50 Гц и представляет собой небольшую цилиндрическую катушку с двумя коаксиально расположенными обмотками. В канал катушки вводится ферромагнитный сердечник. Схема включения датчика показана на рис. 2. Блок питания датчика состоит из стабилизатора напряжения, регулирующего переменного сопротивления и контрольного микроамперметра \*. Со вторичной обмотки датчика ток поступает на выпрямительный мостик, содержащий два меднозакисных выпрямительных элемента ВКВ-7-1А. Для отфильтровывания переменной составляющей служат конденсаторы большой емкости. Сопротивление 20 ом, включенное в один из проводов, позволяет давать необходимое смещение нулевой точки записи. Величина смещения, источником которого является сухой элемент, регулируется переменным сопротивлением. Точно такая же схема применена для смещения нулевой точки записи температуры.

Для регистрации термомеханических кривых при переменном нагружении изготовлен специальный набор грузов, имеющих высокую стойку с перекладиной для подвешивания на вилке механизма нагружения. Устройство механизма ясно из рис. 3. В нем использован реверсивный мотор с редуктором, дающий около 10 об/мин. Ход мотора ограничивается концевыми размыкательями.

Для автоматического переключения мотора в соответствии с заданной программой служит датчик периодического нагружения (рис. 4). Переключение производится при помощи двух коммутаторов, приводимых в движение от синхронных моторов СД-2 (на схеме  $M_1$  и  $M_2$ ). Один из комму-

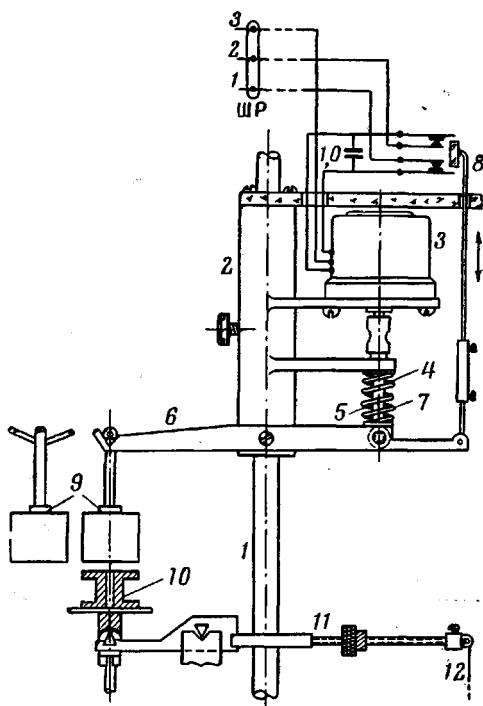


Рис. 3. Устройство механизма переменного нагружения:

1 — штативная стойка; 2 — стебель нагружательного механизма; 3 — мотор РД-09; 4 — ходовой винт; 5 — гайка; 6 — вилка нагружателя; 7 — пружина; 8 — толкатель концевых размыкателей; 9 — съемный груз (вид спереди и сбоку); 10 — неподвижный груз; 11 — коромысло измерительного механизма; 12 — подвес сердечника индукционного датчика

\* Использованы стабилизатор и ряд деталей вакуумметра ВТ-2А.

таторов  $K_1$ , вал которого, благодаря червячному редуктору  $P$  ( $1 : 24$ ) делает один оборот за 12 мин., дает следующие циклы с равной длительностью нагружения и разгружения: 12, 6, 4 и 2 мин. Этот же коммутатор дает импульсы (через 4 или 2 мин. длительностью около 5 сек.) для включения второго коммутатора  $K_2$ , управляющего кратковременным нагружением. При помощи сдвоенного переключателя  $\Pi_3$  можно снимать ток с любого контакта коммутатора  $K_1$ . Первые четыре рабочие позиции  $\Pi_3$  связаны

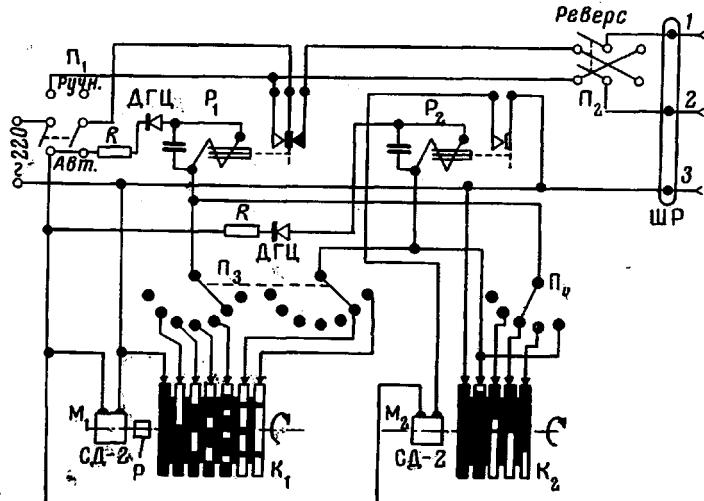


Рис. 4. Схема датчика периодического нагружения

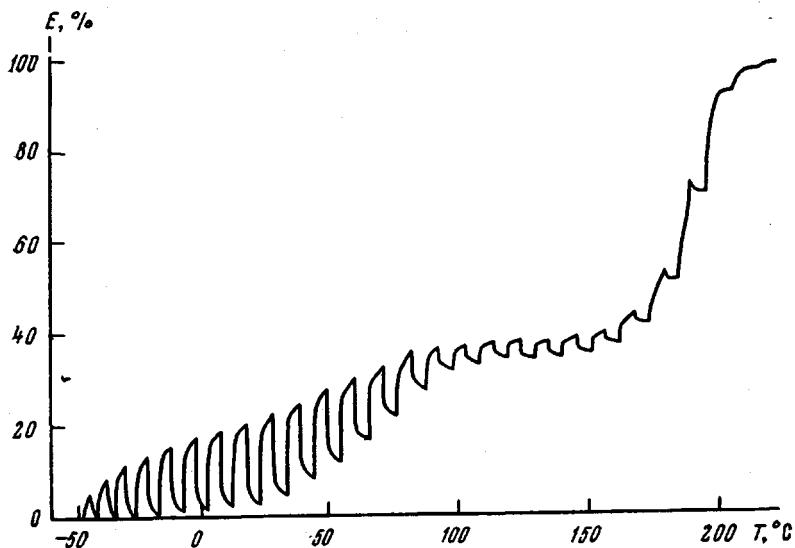


Рис. 5. Термомеханическая кривая образца полисульфидного каучука, частично завулканизованного двуокисью марганца. Нагрузки 0,64 и  $7,0 \text{ кГ/см}^2$  чередуются через 2 мин.

с реле  $P_1$ , дающим реверс мотору нагружающего устройства. Две остальные позиции  $\Pi_3$  связаны с реле  $P_2$ , включающим мотор коммутатора  $K_2$ . Последний делает полный оборот за 30 сек., после чего автоматически останавливается (на контактной поверхности соответствующего диска в коммутаторе имеется разрыв) и может быть приведен в действие только

при помощи нового импульса от К<sub>4</sub>. Благодаря переключателю П<sub>4</sub> с коммутатора можно снимать ток в течение 10, 15, 20 и 30 сек. Тумблером П<sub>2</sub> можно осуществить реверс, так чтобы в течение указанного времени груз был приложен, либо, напротив, поднят. Тумблер П<sub>1</sub> переводит датчик с автоматического управления на ручное, при котором наложение или снятие груза осуществляется по усмотрению экспериментатора переключением тумблера П<sub>2</sub>.

Остальные части установки не отличаются от ранее описанных [1], либо не нуждаются в описании.

На рис. 5 показан образец термомеханической кривой, записанной при периодическом нагружении для частично завулканизованного полисульфидного каучука \*. На кривой четко определяются проявления высокоэластических и пластических деформаций, процесс термовулканизации и течение, обусловленное деструкцией.

Помимо прямого назначения, установка применима также для регистрации деформации с течением времени в изотермических условиях при постоянном либо периодическом нагружении. В этом случае датчик нагрева работает в режиме термостатирования, а на вход X потенциометра вместо ЭДС термопары подается линейно возрастающее напряжение от дополнительного датчика (кругового реохорда с синхронным приводом). Подобным образом могут быть записаны изотермические кривые деформации и при иных режимах приложения нагрузки. Установку легко приспособить для записи растяжения.

### Выводы

1. Внесен ряд принципиальных усовершенствований в ранее описанную [1] установку для автоматической регистрации термомеханических кривых полимеров непосредственно в координатах деформация — температура.

2. Применение двухкоординатного потенциометра и безынерционного индукционного датчика деформации позволяет проводить запись термомеханических кривых наряду с режимом постоянного действия груза также при периодическом кратковременном (10—15 сек.) нагружении образца.

Институт органической и физической химии  
имени А. Е. Арбузова АН СССР

Поступила в редакцию  
17 IV 1967

### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Я. Тейтельбаум, Передовой научно-технический и производственный опыт, ЦИТЭИН, 1961, серия 32, 2/4; Б. Я. Тейтельбаум, М. П. Дианов, Высокомолек. соед., 3, 594, 1961.
2. Б. Л. Четлин, В. М. Гаврилов, Н. А. Великовская, В. В. Кочкин, Заводск. лаб., 22, 352, 1956.
3. В. Д. Герасимов, Г. А. Кузнецов, Л. Н. Фоменко, Заводск. лаб., 29, 996, 1963.
4. Г. С. Семенов, Н. Г. Рыжов, А. И. Кравцов, Высокомолек. соед., А9, 235, 1967.
5. Б. Я. Тейтельбаум, Высокомолек. соед., 4, 1552, 1962.
6. Б. Я. Тейтельбаум, Передовой научно-технический и производственный опыт, № 18—67—1116/98, ГОСИНТИ, 1967.

### USING OF DOUBLE-COORDINATE POTENTIOMETER FOR AUTOMATIC RECORDING OF THERMOMECHANICAL CURVES OF POLYMERS

*B. Ya. Teitel'baum*

#### Summary

For recording of thermomechanical curves directly in coordinate temperature — deformation (penetration — elongation) doublecoordinate potentiometer is used. Induction detector provides practically uninertious recording and enables together with curves at continuous loading to register fast deformations at regime of periodical loading with duration of loading 10—15 sec. Description of detector of periodical loading and of some other parts of apparatus and also an example of the recorded thermomechanical curve is given.

\* Исследован А. Е. Тавриным в нашей лаборатории.