

# УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ В ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ В УСЛОВИЯХ ТРЕНИЯ

Эшкобилов Олим Холикулович

Узбекистан, г. Карши, Каршинский инженерно-экономический институт

**Abstract.** The paper estimated the need for predicting the relaxation properties of polymers, which is important for indicators of durability of details engineering designs made of polymer materials.

Stading the factors affecting the workingstablplate products from polymeric materials, as well as the need to identify-ing and forecasting the durability of components operating in conditions of friction at a constant strain. The analysis found that, for polymeric materials equilibrium voltage is a function of strain rate, the sample shape first voltage, the degree of crosslinking of macromolecules temperature, of exposure, wear and other . An analysis of existing and described by the author of mathematical descriptions for evaluating performance of polymeric materials installed the necessary indicators of stress relaxation in polymer materials and predetermine the values of the parameters the experimental methods.

In order to determine the experimental method necessary indicators of stress relaxation of polymeric materials in friction and wear designed installation - triborelaksometr. A description of the device installation, loading conditions, and measuring the load and friction coefficient "polymer-counterbody". To evaluate the stress relaxation of polymeric materials in terms of friction and wear as the test sample is analyzed in a polymeric material can be used as counterpaces any engineering materials and products with different types of surface coatings.

The unit has load generating unit providing permanent deformation of the polymer sample during the test, as well as the connected hardware and software system allowing to obtain the necessary results of the numerical values of the parameters or get a graph of the load on the relaxation time.

Investigation of the relaxation of polymeric materials can be carried out under dry friction conditions and under lubrication. To measure the stress relaxation of a polymeric sample material is deformed to a predetermined value that remains constant over time, and the initial stress required to maintain this deformation decreases with time. Using of the triborelaksometr greatly simplifies the measurement of stress relaxation in the polymeric materials in the conditions of friction due to the stability and compactness of installation and reliability of measurements and accuracy of measurement in the concrete conditions of friction polymer material with any structural materials provided with the use of hardware and software "Spider" for measuring .

К полимерным материалам, применяемым в машиностроении, предъявляются конкретные требования, включающие стойкость к трению, долговечности и другим качествам материала.

При расчете деталей из полимерных материалов, работающих в условиях релаксации напряжений, очень важно, чтобы значение равновесного напряжения не упало ниже требуемого значения напряжения  $\sigma_t$  в зависимости от условий их эксплуатации. Для расчета в принципе не обязательно брать  $\sigma_\infty$ , а можно принять  $\sigma_t$  равным времени, соответствующем сроку службы деталей или изделий. С целью прогнозирования релаксационных свойств материалов на длительные времена и учета влияния температуры на его механические свойства может быть использована термо-, баро- и временная аналогия [1].

Известно, что равновесное напряжение является функцией скорости деформирования, формы образца, начального напряжения, температуры, воздействия среды, облучения, износа и др. [1,2,3].

Однако в условиях релаксации напряжения происходит разрушение материалов. Поэтому необходимо определять и прогнозировать долговечность деталей, работающих в условиях постоянной величины деформации ( $\varepsilon = \text{const}$ ).

Релаксация напряжения при условии трения и износа описывается уравнением [4]:

$$\sigma_{\text{изн}} = \sigma_t - E_0 A \left[ t_n - \gamma^a \int_0^t e^{-\gamma(1+a)(t-\tau)} \tau^n d\tau \right] \quad (1)$$

где:  $\sigma_t$  - равновесное напряжение;  $E_0$  – мгновенный модуль упругости;

$A, n$  – постоянные материала;  $\gamma, a$  – параметры ядра релаксации;

$t$  - время опыта;  $\tau$  - время релаксации.

В результате подстановки (1) в уравнение Журкова С.Н. получает [5].

$$\tau = \tau_0 \exp\left[\frac{U_0 - \gamma(\sigma_t - B)}{kT}\right], \quad (2)$$

где:  $B = E_0 A \left[ t_n - \gamma^a \int_0^t e^{-\gamma(1+a)(t-\tau)} \tau^n d\tau \right]$  - коэффициент линейной вязкоупругости;

$U_0$  - энергия химических связей.

Для получения области работоспособности полимерных материалов значения  $\sigma_t$ ,  $u_0$  и  $\gamma$  определяется экспериментальным путём.

Известно что, эксплуатационная надёжность полимерных композиционных материалов и покрытий из них можно оценить уравнением долговечности [6]:

$$\tau = \tau_0 \cdot \exp\left\{\frac{1}{RT} \left( u_0 - \gamma \cdot \sigma_\tau \cdot \exp\frac{u_0 - \gamma \sigma_\infty}{RT} \right)\right\} \quad (3)$$

где:  $\sigma_\infty = E\alpha\tau_0$  - равновесное напряжение;  $\sigma_\tau$  - напряжение;  $T$  - абсолютная температура;  $R$  - газовая постоянная;  $\tau_0$ ,  $u_0$ ,  $\gamma$  - постоянные коэффициенты, определяющие релаксационные свойства полимера;  $\alpha$  - скорость роста деформации вследствие теплового расширения;  $E$  - модуль упругости.

Во всех случаях основные необходимые параметры уравнение (2) и (3) определяется экспериментальным путём, параметры которые могут быть вычислены с использованием компьютерной программы [7,8].

С установлением заранее определённых величин параметров экспериментальными способами можно производить предварительную оценку выбора полимерного материала машиностроительного назначения.

С целью определения необходимых показателей уравнений (1) и (2) экспериментальными способами в условиях релаксации напряжения в полимерных материалах при их трении с различными материалами разработана установка для определения релаксации напряжения полимерных материалов в условиях трения и изнашивания - триборелаксометр, в конструктивной части которого использованы современная компьютерное снабжение [8].

Устройство установки содержит раму, с размещенным на ней держателем испытуемого образца, узлом нагружения и узлами измерения нагрузки и коэффициента трения (Рис. 1).

Триборелаксометр содержит из гидроцилиндра 1 с поршнем 2 и пружины 3 в надпоршневом пространстве. В подпоршневом пространстве имеется тензометрическое кольцо 4 с тензодатчиками, держатель 5 в виде усеченного конуса, который размещен основанием вверх с возможностью передвижения по вертикали в гидроцилиндре.

Испытуемый образец 6 закрепляется в держатель 5 и контактируется с контртелом 7, которое является один из парой трения. Контртело могут быть изготовлено из любого конструкционного материала, в виде диска или диск с покрытием нанесенного на опору 8. Желоб 9 служит для подачи жидкости при испытании образца при трение в условиях смазки.

Устройство содержит также приводной вал 10, электродвигатель постоянного тока 11, муфту 12, редуктор 13 для приведения во вращение приводного вала 10, шестеренчатый насос 14 для подачи жидкости под давлением, которое задается и контролируется редукционным клапаном 15 и манометром 16 и из ёмкости 18 для жидкости подаваемой в гидроцилиндр 1. Стрела 19 обеспечивает горизонтальное передвижение гидроцилиндра над опорным диском 6, который закреплен к стойке 20 через подшипники качения.

Тензометрические кольца 4 и 25 с тензодатчиками через провода 21 подключены к программно-аппаратному комплексу 22 "Spider" [7] и к компьютеру 23. Данные получают в виде графика зависимости нагрузки от времени релаксации.

Нагрузка для создания давления на испытуемый образец 6 контролируется редукционным клапаном 15 и манометром 16. Избыточная жидкость отводится через сливной кран 17 в исходную ёмкость 18. Исследование релаксации полимерных материалов можно проводить как в условиях сухого трения, так и в условиях смазки.

Для измерения релаксации напряжения образец из полимерного материала деформируют до заданной величины, которая остается постоянной во времени, а начальное напряжение, необходимое для поддержания этой деформации уменьшается со временем.

Использование триборелаксометра позволяет значительно упростить измерение релаксации напряжения в полимерных материалах в условиях трения, за счет устойчивости и компактности установки.

Надежность замеров и точности измерения в конкретных условиях трения полимерного материала с любыми конструкционными материалами обеспечивается с использованием программно-аппаратного комплекса “Spider” для измерения показателей.

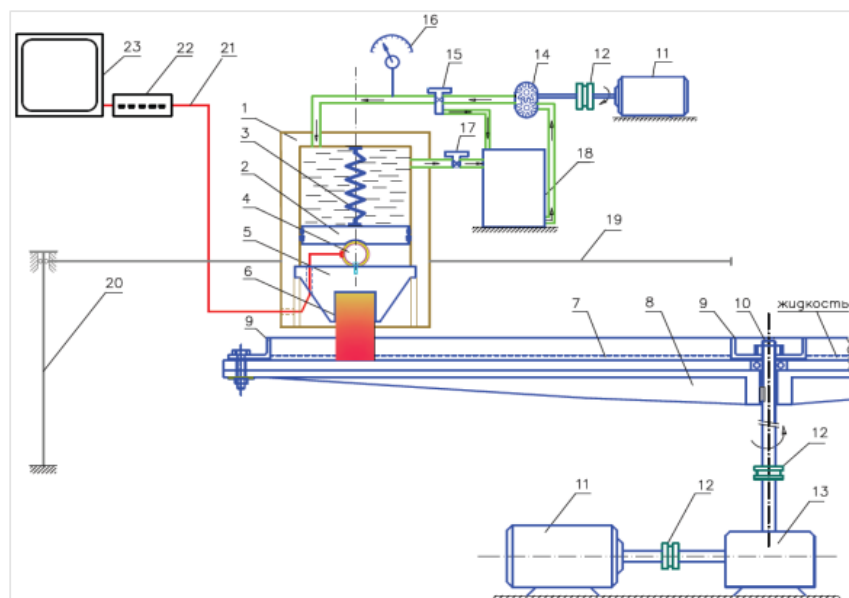


Рис. 1. Схема триборелаксометра для измерения релаксации напряжения в полимерных материалах.

Определение показателей и замеры параметров релаксации в полимерных материалах в реальных условиях трения имеет более высокие достоверности и точности чем остальные существующие механические способы определения параметров релаксации напряжения в полимерных материалах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кестельман Н.Я. Термическая обработка полимерных материалов в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1968.
2. Saydahmedov R.H. Development of structures of the thermal radiation detectors on base of higher manganese silicide films Design, Test, Integration and Packaging of Mems/Moes. Montreux-Switzerland. 12-14 May. -2004. -p.177-181.
3. Саидахмедов Р.Х. Прогнозирование фазового состава ионно-плазменных покрытий на основе карбидов титана, циркония и ниобия.//Проблемы механики. -Ташкент, -2004. №4. -с.49-54.
4. Негматов С.С., Норкулов А.А. Исследование долговечности полимерных материалов в условиях релаксации напряжений.//Композиционные материалы. –Ташкент. -2007. №3. -с.55-57.
5. В.А.Петров, А.Я.Башкарев, В.И.Веттегрень. Физические основы прогнозирования долговечности конструкционных материалов. Политехника. СПб. 1993. –с 475.
6. Норкулов А.А., Эшкабилов О.Х., Негматов С.С. Аналитическая оценка работоспособности полимерных материалов применяемых в деталях машин работающих в условиях релаксации напряжения. //Проблемы механики, №1, –Ташкент, 2011. с. 54-56.
7. Эшкабилов О.Х., Норкулов А.А, Джумабаев Д.А. и др. Программа моделирования релаксации напряжения в полимерных материалах в условиях трения и изнашивания. DGU №02142. –Ташкент, 2011.
8. Патент на изобретение FAP №20130006 /Эшкабилов О.Х., Мирзахмедов Б.Х., Джумабаев Д.А. и др. Дисковый трибометр. –Ташкент, 2015.