

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ДЕФОРМАЦИОННО-РЕЛАКСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ  
ЛЕГКОДЕФОРМИРУЕМЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ  
ПРОИЗВОДСТВЕ ОДЕЖДЫ**

НОВИКОВА А.В., ДРЕМЛЮГА О.А.

(Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, г. Владивосток)

Большинство современных материалов, используемых при изготовлении одежды, в силу повышенной способности к деформации, прежде всего растяжения, классифицируются как легкодеформируемые текстильные материалы (ЛДТМ).

Принятие проектных и управленческих решений при производстве одежды из ЛДТМ невозможно без знания характеристик их свойств. При этом особую значимость имеют показатели напряженно-деформированного состояния материалов, что требует разработки современных методов и автоматизированных технических средств для их исследования.

С целью повышения чувствительности и точности измерения информативных параметров релаксации напряжения ЛДТМ при их фиксированной деформации, а также для расширения исследовательских возможностей разработан способ оценки напряженно-деформированного состояния ЛДТМ при их фиксированной деформации [1]. Данный способ предусматривает возбуждение вынужденных колебаний исследуемого образца материала в звуковом диапазоне, определение и автоматическую запись в процессор информативных параметров, связанных с процессом релаксации напряжения, и расчет на их основе кинетики этого процесса. В качестве информативного параметра используют резонансную частоту вынужденных колебаний. При этом вынужденные колебания образца возбуждают с частотой в диапазоне между двумя значениями его собственных частот, соответствующих исходному и конечному состоянию процесса релаксации, с возможностью визуализации колебаний строботахометром и регистрации их частоты по условию появления резонанса посредством системы оптоэлектронных преобразователей со встроенным микропроцессором.

Способ оценки напряженно-деформированного состояния ЛДТМ путем измерения параметров релаксации напряжения с учетом смещения частотного спектра собственных колебаний сводится к следующему:

– исходя из того, что напряжение материала ( $\sigma$ ) и условный модуль упругости ( $E'$ ) функционально взаимосвязаны, экспериментально или теоретически определяют деформацию ( $\varepsilon$ ) при соответствующем нагружении (напряжении) и строят функции  $\sigma = \varphi(\varepsilon)$  и  $E' = \varphi(\sigma)$ ;

- расчётным путём определяют базовый спектр частоты собственных колебаний исследуемого материала в разнонагруженных состояниях;
- в исходном состоянии и в ходе релаксации напряжения исследуемого образца материала возбуждают вынужденные механические колебания образца, изменяя их частоту в программно-цикловом режиме, и по появлению резонанса, распознаваемого посредством строботачометра и системы оптоэлектронных преобразователей со встроенным микропроцессором, получают информацию о резонансной частоте вынужденных колебаний, которую передают в основной процессор;
- проводят расчеты с помощью вычислительного блока основного процессора, который в режиме реального времени рассчитывает  $f_i = \varphi_1(E' I)_i$ , а затем с учётом  $\sigma_i = \varphi(E'_i)$  строит функцию  $\sigma = \varphi(f_i)$  и график-тренд релаксации напряжения образца при его фиксированной деформации.

Принцип осуществления предлагаемого способа поясняется чертежом, на котором представлена структурная схема системы для его технической реализации (рис. 1).

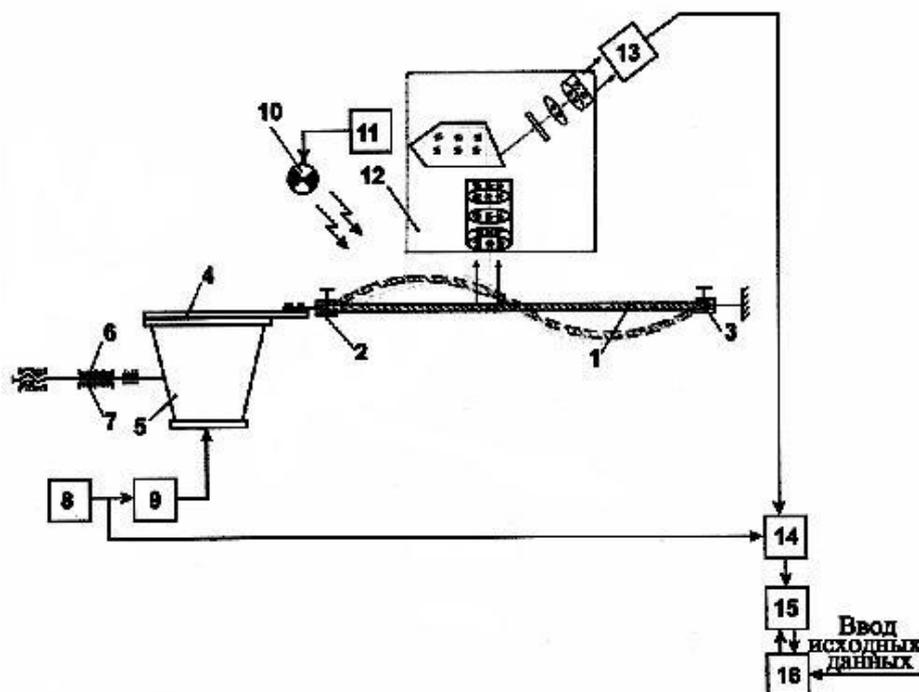


Рисунок 1 - Принципиальная схема для реализации способа оценки напряженно-деформированного состояния ЛДТМ

Технически способ реализуется следующим образом.

Образец текстильного легкодеформируемого материала 1 фиксируют в зажимах 2 и 3. Зажим 2, удерживающий резонаторную пластину 4, совместно с генератором механических колебаний (ГМК) 5 перемещают, деформируя образец на заданную величину. Величина деформации ( $\epsilon$ ) остается фиксированной в ходе процесса релаксации напряжения и

соответствует начальному напряжению образца. Величину деформации и нагрузку определяют по оцифрованным шкалам 6 и 7.

После задания определенного напряжения образца посредством его деформации на величину ( $\varepsilon$ ) и фиксации упомянутой деформации начинают процесс исследования релаксации напряжения образца в номинальных условиях или при тепловом воздействии (термокамера на чертеже не показана).

Одновременно с началом процесса релаксации напряжения образца запускают генератор звуковых колебаний 8, который генерирует импульсы с частотами в выбранном диапазоне, определяемом промежутком между двумя значениями главных собственных частот образца.

Выбор диапазона частот вынужденных колебаний определяется диапазоном частот собственных колебаний образца и требованиями, предъявляемыми к чувствительности измерения.

Рассмотрим изменение частоты собственных колебаний образца текстильного материала в зависимости от релаксации напряжения на примере исследования образца костюмной ткани (арт. 2330) с начальными параметрами  $p=0,14$ ;  $E_0'=14,2$ ; шириной  $b=0,05м$  и толщиной  $h=0,0013м$  (для ненагруженных условий). Спектр значений частоты  $f_i$  собственных колебаний наглядно представлен в таблице 1, где  $\varepsilon$  – относительная деформация образца,  $\sigma$  – напряжение материала.

Таблица 1 – Спектр значений частоты собственных колебаний костюмной ткани с вложением эластана (арт. 2330)

$\varepsilon, \%$	$E',$ $МПа$	$\sigma \cdot 10^{-3},$ $МПа$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	...	$f_n$
1	15,2	152	1.4	6	18.0	35	61	...	...
2	16,3	163	1.4	6	18.5	36	63	...	...
3	17,5	175	1.5	7	19.0	37	65	...	...
4	19,5	195	1.5	7	20.0	39	68	...	...
5	22,2	220	1.6	7	21.0	40	71	...	...

Из таблицы 1 следует, что в области частот менее 20 Гц (дозвуковые частоты) при изменении модуля упругости  $E'$  частота собственных колебаний образца ЛДТМ изменяется незначительно. Следовательно, незначительным будет и диапазон изменения частоты вынужденных колебаний, соответствующий упомянутому изменению модуля упругости  $E'$ , что не позволяет обеспечить достаточно высокую чувствительность измерений. Таким образом, измерения с достаточно высокой чувствительностью в предлагаемом способе обеспечиваются при звуковой частоте вынужденных колебаний.

Генератор работает в повторяющемся цикле (в программно-цикловом режиме), обеспечивая надежный выход на резонанс.

Колебания, создаваемые генератором 8 и усиленные с помощью блока 9, трансформируются в механические колебания резонаторной пластины 4 и зажима 2 с образцом материала 1.

Световые сигналы импульсной лампы 10 строботачометра 11, работающего также в программно-цикловом режиме с заданной частотой, непрерывно поступают на вход оптического усилителя 12. При совпадении кратности частотных характеристик генерируемых механических колебаний с кратностью вспышек импульсной лампы 10 строботачометра 11, работающего также в программно-цикловом режиме, возникает стробоскопический эффект, наблюдаемый с помощью оптического усилителя 12, дающего квазиустановившееся изображение образца исследуемого материала.

Изображение поступает на вход системы оптоэлектронных преобразователей 13 и анализируется встроенным в него микропроцессором. При условии совпадения частот собственных и вынужденных колебаний образца текстильного материала, характеризующегося появлением максимальной амплитуды резонансных колебаний, микропроцессор формирует на входе блока совпадения «И» 14 разрешение на запись через блок сопряжения 15 в процессор 16 текущего значения частоты  $f_i$  вынужденных колебаний.

В вычислительном блоке процессора по введенным в его память соответствующим функциям и заранее заданному алгоритму в реальном режиме времени рассчитывается функция  $\sigma = \varphi(f_i)$  и формируется график-тренд кинетики процесса релаксации напряжения образца.

Таким образом, технический результат предлагаемого способа заключается в повышении его чувствительности и точности измерения информативных параметров релаксации напряжения легкодеформируемых текстильных материалов при их фиксированной деформации, а также в расширении исследовательских возможностей способа благодаря возможности работы в широком диапазоне частотных характеристик, присущих различным текстильным легкодеформируемым материалам в ходе релаксационных процессов.

#### *Список литературы:*

1. Пат. 2321848, Российская Федерация, МПК G01N29/00. Способ оценки напряженно-деформированного состояния легкодеформируемых волокнистых композитов [Текст] / Железняков А.С., Старкова Г.П., Жихарев А.П., Шеромова И.А., Слесарчук И.А.; заявитель и патентообладатель Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (ВГУЭС). - №2006127999; заявл. 01. 08.2006; опубл. 10.04.2008 г., Бюл. №10-2008 г.

*Руководитель* – к.т.н., доцент ШЕРОМОВА И.А.