

## К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЛЕГКОДЕФОРМИРУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.В. Новикова - м.н.с. Межкафедрального научно-исследовательского центра (МКНИЦ), аспирант кафедры Сервиса и моды (СМ), ВГУЭС  
И.А. Шеромова – руководитель МКНИЦ, к.т.н., доцент кафедры СМ, ВГУЭС  
Г.П. Старкова – проректор по НР, профессор кафедры СМ, ВГУЭС  
А.С. Железняков – зав. кафедрой Машины и аппараты легкой промышленности, Новосибирский технологический институт МГУДТ

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток  
Новосибирский технологический институт МГУДТ, Новосибирск*

При проектировании и изготовлении изделий из легкодеформируемых материалов (ЛДМ) особое внимание уделяется их деформационным свойствам, так как данная группа свойств оказывает непосредственное влияние на протекание технологических операций на всех этапах жизненного цикла изделия.

При подготовке производства разнообразных по структуре и способу производства легкодеформируемых текстильных материалов и изделий из них различного назначения возникает насущная необходимость в определении характеристик их деформационных свойств при одноосном нагружении. При определении параметров и режимов выполнения технологических операций, а также в процессе принятия решений о необходимости корректирующих действий нужны такие характеристики деформационных свойств как поперечная деформации материала, продольная деформации материала, коэффициент поперечного сокращения, называемый некоторыми авторами условным коэффициентом Пуассона ( $\mu$ ) [1] или их аналоги. Знание данных характеристик позволяет получить адекватную картину перемещений отдельных элементов в деформированном объекте в целом и обеспечивает высокое качество протекания технологических процессов на таких этапах жизненного цикла изделий из ЛДМ как: промер и разбраковка материалов, определение исходных данных в части нахождения коэффициента относительного удлинения деталей изделия, разработка требований и составление технологической документации, сопровождающих операции настиления и раскроя изделий, определение допустимых эксплуатационных режимов и во многих других проектных ситуациях. Кроме того, значения вышеуказанных показателей используются при моделировании деформационно-релаксационного поведения высокоэластичных полотен методом конечных элементов с целью прогнозирования деформационных явлений в материалах и учета их влияния на выходные параметры технологических процессов.

В общепринятом подходе оценок деформационных характеристик коэффициент поперечного сокращения определяется отношением абсолютного значения поперечной деформации образца к его продольной деформации:

$$\mu = \frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_L} = \frac{\Delta H}{H_0} \bigg/ \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{\Delta H}{\Delta L} \cdot \frac{L_0}{H_0}, \quad (1)$$

где  $\Delta H$  - абсолютная деформация образца по ширине, мм;

$\Delta L$  - абсолютная деформация образца по длине, мм;

$H_0, L_0$  - соответственно ширина и длина образца, мм.

Соотношение  $\frac{L_0}{H_0}$  определяется линейными характеристиками образца, а  $\frac{\Delta H}{\Delta L} = K_c$  -

параметр (коэффициент сужения), определяемый соотношением деформационных характеристик материалов при их одноосном растяжении.

Решение задачи по определению  $K_c$ , необходимого для проектирования швейных изделий, в общем случае возможно только эмпирическим методом. Однако при постановке экспериментальных исследований возникают технические и технологические сложности,

связанные с тем, что при одноосной продольной деформации у одинарных трикотажных полотен образуется кромка по длине образца в виде кольцеобразной спирали. Появление спиралевидной кромки не только осложняет техническую сторону проведения эксперимента, связанного с измерением поперечной деформации и определением величины  $K_c$ , но и способствует появлению дополнительных погрешностей не инструментального характера.

Для исследования деформационных характеристик ЛДМ разработана цифровая технология [2; 3] и опытный образец прибора [4], представленный в соответствии с рисунком 1.

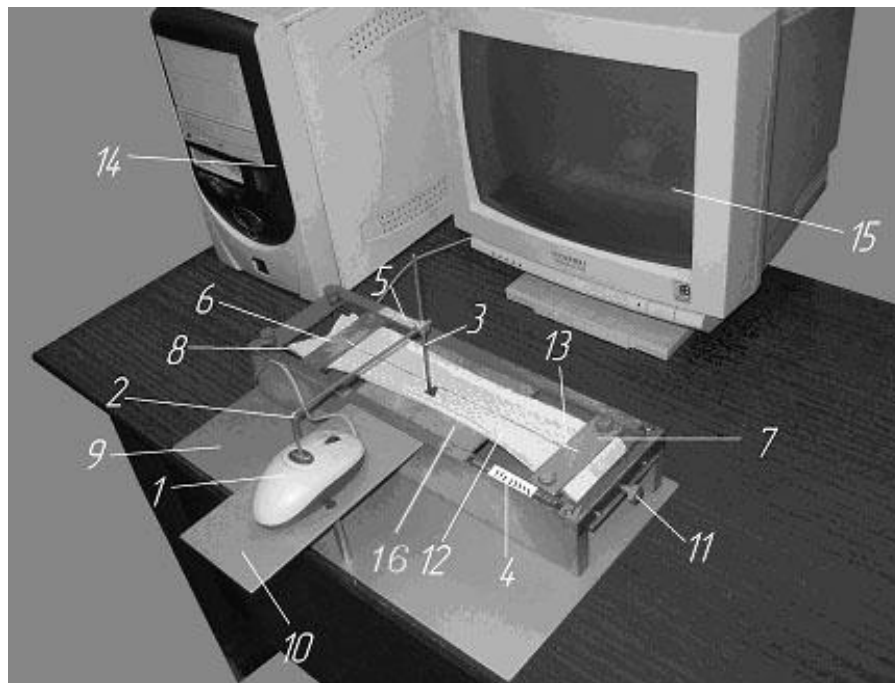


Рисунок 1. - Экспериментальный прибор: 1 – ручной манипулятор; 2 – кронштейн; 3 – подвижная стрелка для сканирования поперечной деформации; 4 – оцифрованная шкала величины продольной деформации; 5 – оцифрованная шкала величины нагружения; 6 – неподвижный зажим образца 12; 7-подвижный зажим; 8 –динамометр; 9 -платформа прибора; 10 – опорная площадка для ручного манипулятора; 11 -винтовая передача; 13 – реперные точки на зажимах; 14 – процессор; 15 – монитор; 16 - опорная плоскость для устранения свободного провисания образца в исходном состоянии.

Конструктивно данная система состоит из трех блоков: 1 - блок одноосного нагружения материалов; 2 - блоки автоматизированного определения и цифровой записи величин нагружения, поперечной и продольной деформации при одноосном нагружении; 3 - процессор с ручным манипулятором, с корпусом которого через специальный кронштейн жёстко связана подвижная стрелка, являющаяся, по сути, чувствительным элементом при измерении поперечного сокращения исследуемого образца и, одновременно, служащая, при необходимости, расправителем спиралевидной кромки у материалов, подверженных данному эффекту.

При постановке эксперимента исходные данные о материале (параметры образца, вид материала, его волокнистый состав и т.д.) вносят в память процессора 14. Подготовленные для испытания образцы трикотажного полотна шириной 50мм и длиной 100мм (рабочая часть) одним срезом закрепляются в неподвижном зажиме 6, а другим – в подвижном зажиме 7 с обеспечением условий устранения возможного провисания и складкообразования и возможностями расправления на опорной поверхности. Для этого перемещают условно неподвижный зажим 6 на величину, обеспечивающую натяжение, близкое к базо-

вому (нулевому) значению. Далее посредством винтовой передачи 11 и динамометрической системы нагружения 8 осуществляют перемещение зажима 7 на задаваемую величину продольной деформации.

Для считывания значений продольной деформации, определения поперечной деформации и прикладываемой нагрузки предусмотрены оцифрованные шкалы величины продольной деформации 4 и величины нагружения 5, а также система цифровой технологии, представляющая собой программируемый контроллер и процессор 14 с выводом информации на монитор 15.

При проведении исследований подвижная стрелка для сканирования поперечной деформации 3, жёстко связанная с кронштейном 2 и корпусом ручного манипулятора 1 выставляется по осевой линии образца с фиксацией нулевой базы отсчёта относительно этой линии, что выводит измерительную схему на нулевые показания.

При перемещении ручного манипулятора 1 совмещенного со стрелкой 3 в поперечном направлении к боковому срезу материала и одновременном расправлении кольцеобразной кромки образца (если в этом имеется необходимость) информация о величине данного перемещения преобразуется посредством программных средств по заданному алгоритму в значения поперечной деформации. При совпадении расправленной спиралеобразной боковой кромки (среза) образца с остриём стрелки, что соответствует поперечному значению деформации  $\Delta H$ , коэффициент сужения  $K_c$  и коэффициент поперечного сокращения  $\mu$  рассчитываются, и в реальном режиме времени демонстрируются на экране монитора. Переработка и преобразование полученной в ходе измерений информации с целью определения коэффициента сужения материала и коэффициента поперечного сокращения осуществляется с помощью специально разработанной программы.

Система реализуется на базе типового процессора с тактовой частотой до 1ГГц и оперативной памятью до 100ГБ.

После деформации образца на заданную величину и её компьютерной обработки стрелка индикатора выставляется на осевой линии посредством контрольных точек, установленных на зажимах. При изменении величины нагружения, продольной деформации и вводе их в процессор в качестве исходных данных цикл измерения повторяется.

С использованием предложенного метода и прибора проведены исследования образцов ЛДМ в диапазоне нагружения до 1,5Н, результаты которых частично приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты исследования деформационных свойств ВЭМ

Характеристика образца ЛДМ	$P, H$	$\Delta L, мм$	$\Delta H, мм$	$\varepsilon_L = \Delta L/L_0$	$\varepsilon_H = \Delta H/H_0$	$\mu = \varepsilon_H / \varepsilon_L$	$K_c = \Delta H / \Delta L$
Поперечновязаное жаккард: ПЭ, ПУ 253 г/м <sup>2</sup>	0,5	25	1,2	0,125	0,024	0,192	0,048
	0,75	33,6	1,6	0,168	0,032	0,190	0,047
	1	41,8	2	0,209	0,04	0,191	0,047
	1,25	48,8	2,4	0,244	0,048	0,196	0,049
	1,5	56,6	2,8	0,283	0,056	0,197	0,049
Поперечновязаное гладь: ПЭ, ПАН, ПУ 327 г/м <sup>2</sup>	0,5	12,6	2,8	0,063	0,056	0,888	0,222
	0,75	14,4	3,2	0,072	0,064	0,888	0,222
	1	16,2	3,6	0,081	0,072	0,888	0,222
	1,25	18	4	0,090	0,080	0,888	0,222
	1,5	19,4	4,4	0,097	0,088	0,907	0,227

Графическая интерпретация зависимостей показателей деформационных свойств ВЭМ показала, что она носит практически линейный характер, что позволяет сократить объем эксперимента, проводя его в небольшом диапазоне нагружения (в данном случае до 1,5Н) с последующей экстраполяцией результатов в область интересующих значений и обеспе-

чивает значительное сокращение трудоемкости и временных затрат на проведение эксперимента.

Проектные решения, положенные в основу прибора для определения и оценки деформационных свойств высокоэластичных материалов, позволяют достичь следующих технических результатов:

- устранение ограничений, связанных с возникновением краевого эффекта у трикотажных полотен, обусловленного образованием по открытым срезам спиралевидной кромки;
- определение напряжённо-деформированного состояния материалов в автоматизированном режиме;
- использование цифровых технологий при обработке входных и выходных данных при решении технологических задач;
- возможность при использовании разных модулей силового нагружения образцов материала формировать электронную базу данных и трансформировать ее для решения задач конкретного проектирования и качественного изготовления изделий с учётом деформационных характеристик.

Данную систему при ее внедрении в производство на предприятиях, перерабатывающих легкодеформируемые материалы, можно подключить в локальную компьютерную сеть производства, что позволит использовать создаваемую с ее помощью базу данных в виде совместимого информационного поля, необходимого для подготовки основных технологических процессов.

Кроме того, разработанный прибор является универсальным, так как без дополнительных структурных и конструктивных изменений область его применения может быть расширена для исследования деформационных характеристик легкодеформируемых материалов иных структур, например высокоэластичных изделий медицинского назначения, резинотехнических изделий и пр.

#### Список использованных источников

1. Железняков, А.С. Моделирование и автоматизация подготовительных процессов швейного производства / А.С. Железняков, И.А. Шеромова, Г.П. Старкова: Монография. – Новосибирск: Изд-во Сибвузиздат, 2007. – 204 с.
2. Старкова, Г.П. О методе исследования поперечной деформации легкодеформируемых материалов / Г.П. Старкова, А.С. Железняков, А.В. Новикова // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (прогресс -2008): Материалы международной научно-технической конференции (27 – 30 мая 2008г.). – Иваново: Изд-во ИГТА, 2008. – С. 160.
3. Шеромова, И.А. Исследование деформационных характеристик высокоэластичных материалов посредством цифровых технологий / И.А. Шеромова, А.С. Железняков, А.В. Новикова // Швейная промышленность – 2008, №2. – С. 45-46.
4. Патент 73474 Российская Федерация на полезную модель, МПК G01B 7/00, G01N 33/00. Устройство для измерения поперечной деформации высокоэластичных материалов/ И.А. Шеромова, А.С. Железняков, А.В. Новикова; заявитель и патентообладатель Владивостокский государственный университет экономики и сервиса. – № 2008100445; заявл. 09.01.2008, опубл. 20.05.2008, Бюл. № 14