

УДК 687.053

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И НОВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЛЕГКОДЕФОРМИРУЕМЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Шеромова И.А., Старкова Г.П., Камышная О.Ю.

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,  
Владивосток, e-mail: Irina.Sheromova@vvsu.ru*

Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой новой методологии и методов и устройств для исследования деформационных свойств текстильных материалов, используемых для изготовления изделий легкой промышленности. Цель исследований состоит в анализе современных подходов к исследованию деформационных свойств легкодеформируемых текстильных материалов и разработке патентоспособных технологических и технических решений для их изучения. Объектом исследований являются деформационные свойства легкодеформируемых текстильных полотен, предметом исследований – методы и технические средства для оценки некоторых деформационных характеристик волокнистых материалов. Показана ведущая роль процесса исследования деформационных свойств материалов в обеспечении качества и конкурентоспособности готовой продукции и необходимость разработки новой методологии исследования и совершенствования методического и технического обеспечения данного процесса. Дана характеристика нового научного направления, суть которого составляет системный подход к исследованию свойств легкодеформируемых текстильных материалов, позволивший разработать методологические основы их оценки в системе материал – изделие, а также предложить целый комплекс патентоспособных методов и технических средств их реализации. Представлены новые методы оценки деформационных свойств одежных материалов, новизна которых подтверждена патентами Российской Федерации.

**Ключевые слова:** легкодеформируемые текстильные материалы, деформационные свойства, методология исследования, системный подход, система «материал – изделие», методы и устройства для исследования деформационных свойств

## METHODOLOGICAL APPROACHES AND NEW RESEARCH METHODS OF DEFORMATION PROPERTIES OF EASILY EXPANDABLE TEXTILE MATERIALS

Sheromova I.A., Starkova G.P., Kamyshnaya O.Y.

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: Irina.Sheromova@vvsu.ru*

The issues related to the development of new methodologies, techniques and devices for IP-repetition of deformation properties of textile materials used for the manufacture of products of light industry. The purpose of this research is the analysis of contemporary approaches to the study of deformation properties of deformable textile materials and the development of new technological and technical solutions for their study. Object of study is the deformation properties of deformable textile fabrics, the subject of research – methods and technical means for estimating certain deformation characteristics of textile materials. The leading role of the research process of deformation properties of materials in providing quality and competitiveness of the finished product and the need to develop a new methodology for the study and improvement of methodological and technical support in this process. The characteristics of a new scientific field, the essence of which is a systematic approach to the study of the properties of deformable fiber materials, to develop methodological bases of evaluation in the material, product, and offer a whole range of patentable methods and means to implement them. We present new methods for evaluating the deformation properties of clothing materials, the novelty of which is confirmed by patents of the Russian Federation.

**Keywords:** easily expandable textile materials, deformation properties, research methodology, system approach, system «material product», methods and devices for the study of deformation properties

Из-за сырьевого состава, в том числе вложения эластомерных нитей, особенностей строения, обусловленных способом производства, разреженности структуры многие современные текстильные материалы имеют повышенную способность к деформации, прежде всего растяжению. Это позволяет классифицировать их как текстильные материалы легкодеформируемой структуры, или, иначе, легкодеформируемые текстильные материалы (ЛДТМ). Особую группу среди таких материалов составляют текстильные полотна с вложением полиуретановых нитей типа эластана или лайкры, получившие

название высокоэластичных материалов (ВЭМ) благодаря значительной (более 95%) доле быстро обратимой деформации при высокой степени растяжимости. Одежда из названных материалов пользуется широкой популярностью, что обусловлено специфическими свойствами полотен, обеспечивающими создание изделий различной формы, назначения и ассортимента, в том числе изделий с высокой степенью прилегания к телу носчика, сохраняющих при этом требуемый уровень эргономических показателей.

Проектирование и производство такой одежды сопряжено с серьезными проблемами,

чаще всего связанными с недостаточным информационным обеспечением подготовительных и производственных процессов в части исследования и учета физико-механических, в том числе деформационных, свойств ЛДТМ. Во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса совместно с кафедрой «Технологические машины и мехатронные системы» Новосибирского технологического института МГУДТ за последнее десятилетие разработан целый комплекс патентоспособных методов, а также технических устройств, предназначенных для оценки характеристик деформационных свойств волокнистых материалов. Разработанные методы и технические средства позволяют достаточно быстро получать точные и достоверные данные о материалах, необходимые для качественного выполнения проектных работ и протекания производственных процессов.

**Цель исследований** состоит в анализе современных подходов к исследованию деформационных свойств легкодеформируемых текстильных материалов и разработке патентоспособных технологических и технических решений для их изучения, которые позволяют упростить и ускорить процесс получения исходной информации для проектирования и производства продукции и повысить ее точность и достоверность.

#### **Материал и методы исследований**

Объектом исследований являются деформационные свойства легкодеформируемых текстильных полотен, предметом исследований – методы и технические средства для оценки некоторых деформационных характеристик волокнистых материалов.

Основой для разработки послужили результаты системного анализа влияния деформационных свойств текстильных материалов на процессы проектирования и производства изделий легкой промышленности, а также существующих аналогов технологических и технических средств. При разработке методов и устройств использовались общинженерные подходы к созданию технических устройств, при их апробации – как стандартные, так и оригинальные методики проведения испытаний волокнистых материалов, применяемых при изготовлении изделий легкой промышленности.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Исходная информация о свойствах материалов, необходимая для принятия научно обоснованных проектных решений при проектировании и производстве изделий легкой промышленности, зачастую носит разрозненный, неконкретный и малодостоверный характер или отсутствует как таковая.

Можно выделить две основные причины, обуславливающие сложившуюся ситуацию. Во-первых, недостаточно разработа-

ны методологические основы исследования наиболее значимых с точки зрения влияния на процессы проектирования и производства одежды свойств ЛДТМ. Во-вторых, отсутствуют простые с технической точки зрения, но при этом объективные и точные методы исследований свойств легкодеформируемых текстильных, в том числе высокоэластичных, материалов и технические средства для их реализации.

Данный факт обуславливает особую актуальность проведения научного поиска в области методологии и методики исследований свойств ЛДВМ, в том числе деформационных.

Исследования, проводимые в течение ряда лет на кафедре сервисных технологий Владивостокского государственного университета экономики и сервиса (ВГУЭС) совместно с Новосибирским технологическим институтом МГУДТ, позволили сформировать и развить новое научное направление. Суть данного направления составляет системный подход к исследованию свойств ЛДТМ, позволивший разработать методологические основы их оценки в системе «материал – изделие», а также предложить целый комплекс патентоспособных методов и технических средств их реализации.

В рамках названного научного направления, с использованием принципиально нового подхода, учитывающего основополагающие принципы так называемых ИПИ-технологий (от «Информационная Поддержка жизненного цикла Изделий»), был проведен системный анализ влияния свойств ЛДВМ на протекание процессов ЖЦ одежды. Результатом анализа явилась структурная модель движения информации о свойствах материалов в процессах их жизненного цикла (ЖЦ), рассматриваемого как система «материал – изделие». При этом выявлены конкретные характеристики свойств легкодеформируемых текстильных материалов, прежде всего деформационных, величина которых в значительной степени влияет на выбор проектных решений при определении конструктивных параметров изделия и режимов технологической обработки на различных этапах производства одежды. Характер влияния деформационных характеристик ЛДТМ на процессы ЖЦ одежды отражен на рис. 1.

Как видно из схемы, к наиболее значимым для проектирования и производства швейных изделий характеристикам относятся: растяжимость при средней эксплуатационной нагрузке, деформационно-релаксационные характеристики при фиксированной деформации, характеристики напряженно-деформированного состояния (НДС) движущихся материалов,

характеристики поперечного сокращения при одноосном растяжении и др. При этом, несмотря на очевидную важность всего комплекса деформационных характеристик ЛДТМ применительно к жизненному циклу одежды, для отдельно взятых этапов ЖЦ изделий значимыми являются не все, а лишь

определенные показатели деформационных свойств материалов. Это свидетельствует о необходимости применения на практике в каждом конкретном случае разных методов экспериментальной оценки деформационных свойств легкодеформируемых текстильных материалов.

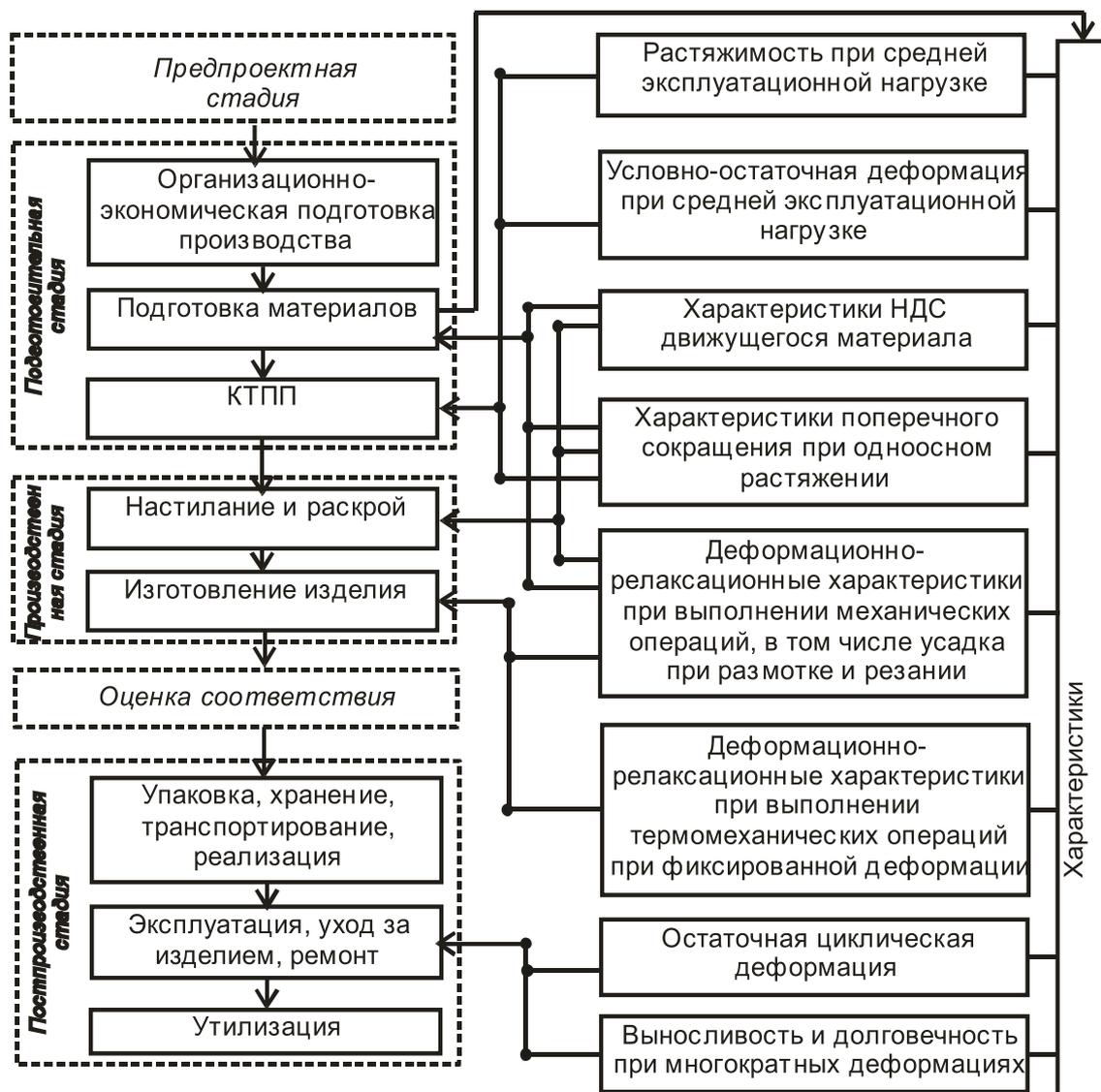


Рис. 1. Структурная схема влияния характеристик деформационных свойств ЛДТМ на процессы жизненного цикла одежды

Проведенный анализ показал, что на настоящий момент методическая и техническая база для исследования деформационных свойств текстильных материалов имеет целый ряд существенных недостатков, к которым прежде всего относятся: недостаточная точность и достоверность получаемой информации; техническая сложность практической реализации; отсутствие методов,

позволяющих определять некоторые характеристики деформационных свойств; низкий уровень автоматизации процесса измерения, регистрации и обработки данных. Таким образом, была обоснована приоритетность задач по совершенствованию методического и технического обеспечения для исследования деформационных свойств материалов.

В рамках комплексной программы исследований, направленных на совершенствование методического и технического обеспечения для изучения различных характеристик деформационных свойств легкодеформируемых текстильных материалов, был разработан целый ряд методов и технических средств, предназначенных

для решения поставленных задач [2–8]. Научная и техническая новизна данных методов подтверждена патентами РФ.

При реализации программы исследований особое внимание было уделено разработке экспресс-методов для исследования деформационных свойств легкодеформируемых текстильных материалов.

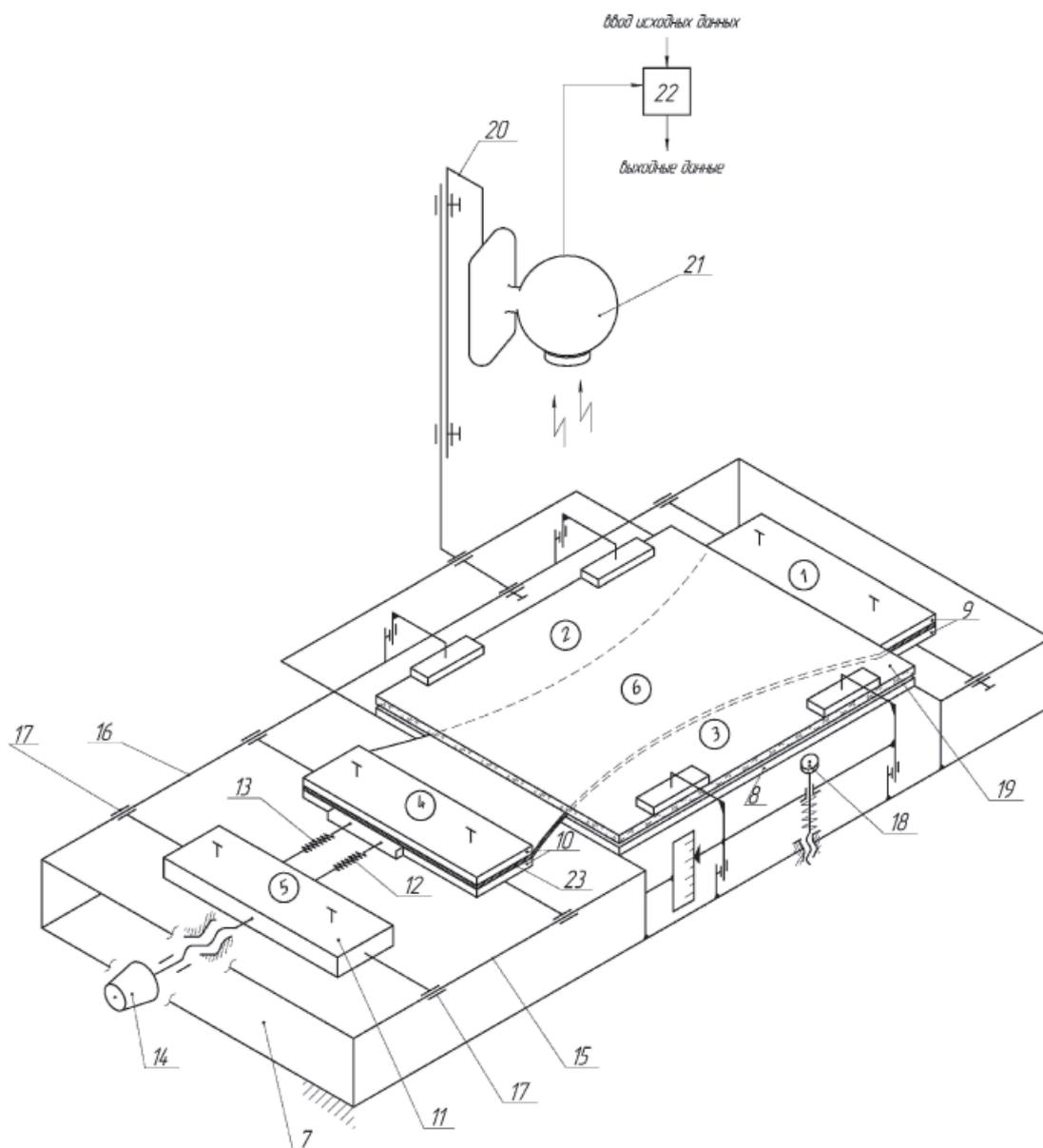


Рис. 2.

1–6 – оптически активные метки; 7 – столешница; 8 – монтажный столик; 9, 10 – зажимы; 11–14 – элементы нагружения; 15, 16 – направляющие; 17 – опоры; 18 – микрометрические винты положения оптически активной пластины; 19, 20 – штанга установки web-камеры; 21, 22 – персональный компьютер; 23 – образец

В работах [9, 10] приведены результаты апробации технических и технологических решений, полученных в рамках научного

поиска и создания экспресс-метода исследования таких деформационных характеристик волокнистых систем, как продольная

и поперечная деформация, их соотношение, коэффициент поперечного сокращения и коэффициент Пуассона. Предлагаемые технические решения позволяют определять деформационные характеристики и технологические свойства волокнистых систем на принципиально новом исследовательском и практическом уровнях.

Однако формирование электронной базы данных о деформационных свойствах материалов определяет необходимость предварительной постановки значительного объема физических экспериментов при различных условиях нагружения образца. Кроме того, при проведении измерений возникает дополнительная погрешность, связанная с необходимостью соблюдения различных требований при делении образца на две его условно равные части. При этом последовательное выполнение этапов эксперимента при несопадении их во времени не способствует повышению точности измерения.

В развитие существующих методик предложено оптоэлектронное устройство, позволяющее моделировать деформационные соотношения материалов. Разработанная система обеспечивает условия полного одномоментного считывания деформации по длине и ширине образца, что позволяет в автоматическом режиме характеризовать их соотношение и абсолютные значения.

В предлагаемом техническом устройстве созданы возможности закрепления элементарной пробы материала таким образом, что ее состояние фиксируется в горизонтальной плоскости. При этом обеспечивается возможность регулирования положения и фиксации деформационного поля поверхности пробы на микрометрическом уровне до тыльной поверхности фиксируемой пластины, не превышающем толщину материала.

Благодаря такому техническому решению обеспечивается стабильность и независимость положения поверхности деформационного поля относительно горизонтальной плоскости и исключается краевой эффект при продольной деформации пробы, связанный с образованием кольцеобразной кромки у боковых срезов. Это обстоятельство особенно важно при исследовании одинарных трикотажных полотен, которые характеризуются высокой степенью закручиваемости по краям.

На рис. 2 отображена структурно-кинематическая схема измерительного стенда, а на рис. 3 представлена модель объекта и панель интерфейса постановки экспериментальных исследований в интерактивном режиме. Подробно разработанное оптоэлектронное устройство и методика проведения экспериментальных исследований описаны в работах [1, 9].



Рис. 3. Интерфейс программы «Определение деформационных параметров» волокнистых систем

### Заключение

Таким образом, предложенные в работе новые методологические подходы к исследованию деформационных свойств легкодеформируемых текстильных материалов, основанные на использовании системного

подхода и принципов ИПИ-технологий, позволили разработать целый комплекс методов и технических устройств для их оценки. Как показали результаты апробации предложенных технических и технологических решений, разработанные методы и устройства для их реализации позволяют

в значительной степени упростить и ускорить процедуру исследований деформационных свойств материалов, используемых в производстве изделий лёгкой промышленности. Кроме того, их применение обеспечивает возможность в целом повысить точность и достоверность получаемой исходной информации, необходимой для качественного протекания процессов проектирования и производства готовых изделий.

#### Список литературы

1. Железняков А.С. Экспериментальные исследования и компьютерное моделирование деформационных параметров волокнистых систем / А.С. Железняков, И.А. Шеромова, Г.П. Старкова, О.А. Дремлюга // Швейная промышленность. – 2012. – № 4. – С. 22–24, 30–31.
2. Патент РФ № 2266540, 20.12.2005.
3. Патент РФ № 2302613, 10.07.07.
4. Патент РФ № 2306561, 20.09.2007.
5. Патент РФ № 2321848, 10.04.2008.
6. Патент РФ № 2399913, 20.09.2010.
7. Патент РФ № 2413223, 27.02.2011.
8. Патент РФ № 2429448, 20.09.2011.
9. Патент РФ № 2507479, 20.02.2014.
10. 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.

#### References

1. Zheleznyakov A.S., Sheromova I.A., Starkova G.P., Dremlyuga O.A. *Shvejnaja promyshlennost'- Sewing industry*, 2012, no.4, pp. 22–24, 30–31.
2. Patent of Russia no 2266540, 20.12.2005.
3. Patent of Russia no 2302613, 10.07.07.
4. Patent of Russia no 2306561, 20.09.2007.
5. Patent of Russia no 2321848, 10.04.2008.
6. Patent of Russia no 2399913, 20.09.2010.
7. Patent of Russia no 2413223, 27.02.2011.
8. Patent of Russia no 2429448, 20.09.2011.
9. Patent of Russia no 2507479, 20.02.2014.
10. Sheromova I.A., Zheleznyakov A.S., Novikova A.V. *Shvejnaja promyshlennost'- Sewing industry*, 2008, no.2, pp. 45–46.

#### Рецензенты:

Бойцова Т.М., д.т.н., профессор, директор института сервиса, технологий и дизайна, заведующая лабораторией мониторинга и экспертизы, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, г. Владивосток;

Мансуров Ю.Н., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой материаловедения и технологии материалов инженерной школы, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 28.12.2014.