

АНАЛИЗ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.Н. МАХОНЬ, К.С. МАТВЕЕВ, Г.С. ВОЖГУРОВ

Текстильные материалы отличает широкий диапазон механических свойств, что обусловлено разнообразием их состава, строения и технологии изготовления. Они имеют сравнительно малый модуль упругости, высокую эластичность и большую удельную прочность.

В процессе эксплуатации изделий механические воздействия, испытываемые текстильными материалами, носят пространственный циклический характер; доминирующее воздействие принадлежит растяжению и изгибу. При помощи моделирования механического воздействия на материал в лабораторных условиях и последующей оценки характеристик механических свойств можно вынести заключение об эксплуатационных свойствах данного материала.

Разработка и совершенствование методов механических испытаний текстильных материалов в настоящее время сосредоточены на решении двух задач:

- совершенствование методов и средств экспериментального определения стандартизованных характеристик механических свойств;
- разработка методов и средств испытания для определения критериальных характеристик механического поведения материалов, используемых при исследовании долговечности изделий с учетом условий их эксплуатации.

При решении первой задачи исследуют, как правило, статическую природу характеристик механических свойств. При решении второй задачи получают результаты в области исследования механических закономерностей деформирования и разрушения как научной основы для разработки новых методик. В этом случае стандартизованные характеристики использу-

ют для обоснования выбора материалов (по результатам испытания на выносливость, прочность и т. д.).

С помощью анализа стандартизованных методов определения характеристик механических свойств попытаемся ответить на вопрос: можно ли дать оценку механического поведения текстильного материала при эксплуатации используя только эти методы?

Результаты анализа показывают, что среди стандартизованных отсутствуют методы и приборы, которые комбинируют деформацию изгиба и растяжения.

Методы испытаний на растяжение можно разделить на методы определения растяжения в статическом режиме и методы определения растяжения в динамическом режиме. Динамический режим испытания характеризуется скоростью деформирования от 1 м/с и выше [1].

Методы испытаний на растяжение в статическом режиме наиболее распространены и для большинства текстильных материалов и некоторых изделий стандартизованы. Перечень стандартизованных методов испытаний текстильных материалов на растяжение, регламентируемых техническими нормативными правовыми актами (ТНПА) [2], приведен в таблице 1.

Анализ стандартизованных методов растяжения текстильных материалов показал, что они предназначены только для определения статических полуцикловых или одноцикловых разрушающих и неразрушающих характеристик, которые не позволяют в полной мере оценить свойства изделий, проявляющиеся в процессе эксплуатации. Большинство методов, описанных стандартами, отличаются сравнительной простотой и воспро-

изводимостью на разрывных машинах, большинство из них моделируют работу волокон и нитей в материалах, а не поведение материалов в изделиях, поскольку используют одноосное статическое растяжение. Исключение из этого перечня составляют ГОСТ 29104.8-91 и СТБ ИСО 2960-2001, основанные на методе двухосного растяжения в статическом режиме. В указанных стандартах регламентирован метод определения прочности, при котором усилия передаются орудием сферической формы. В этом случае элементарные звенья полотен, соприкасающиеся с вершиной сферы, получают равномерное двухосное растяжение. На других участках пробы растяжение неравномерно. Однако такой характер растяжения ближе к реальному, чем двухосное растяжение плоской пробы. Испытания в условиях двухосного деформирования более приближены к условиям эксплуатации, тем не менее не в полной мере ей соответствуют.

Введение государственного стандарта СТБ ИСО 2960-2001 характеризует: во-первых, стремление гармонизировать методы испытаний текстильных материалов с международными; во-вторых, приблизить методы к действию нагрузок, возникающих при эксплуатации изделий. Следует отметить, что в наименовании этого стандарта используется термин «диафрагма» для обозначения эластичной перегородки, позволяющей сообщать материалу деформацию растяжения. Поскольку содержание указанного стандарта – это аутентичный перевод международного документа, обратимся к переводу термина *diaphragm*. Он означает – диафрагма, перегородка, мембрана, перепонка, отражательный лист, направляющий диск (турбины). Из источника [3] известно, что диафрагма (перегородка) представляет собой сплошной или с отверстиями элемент пространственной конструкции машин, приборов, аппаратов, способствующий увеличению ее жесткости. Мембрана (перепонка), согласно этому источнику, – закрепленная по периметру тонкая гибкая пластинка, предназначенная для разобщения двух плоскостей с разными давлениями для преобразования изменения давления в линейные переме-

щения и наоборот. В этой связи более корректным является использование термина «мембрана» для характеристики данного элемента конструкции прибора, предназначенного для испытания текстильных материалов. Более того, другие стандарты ИСО используют именно этот термин. Так, международный стандарт ИСО 13938:1999 [4] описывает статический гидравлический (пневматический) метод для определения прочности тканей на разрыв и растяжение при разрыве текстильных полотен. Сущность метода заключается в растяжении пробы, помещенной над эластичной мембраной, к обратной стороне которой прилагается возрастающее давление до тех пор, пока проба не разорвется. Согласно этому методу разрывная прочность определяется максимальным давлением при разрыве (кПа), разрывное растяжение выражается высотой (объемом) мембраны. При мембранном методе растяжения (пневматическом или гидравлическом) давление равномерно распределяется по поверхности пробы, вызывая двухосное растяжение элементарных звеньев структуры тканей.

Важно отметить, что СТБ ИСО 2960-2001 «Материалы текстильные. Определение прочности при продавливании и растяжения продавливанием методом диафрагмы» в настоящее время не используется испытательными лабораториями как альтернативный метод ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении». Препятствием считается отсутствие в стандарте ссылки на конкретную марку (тип) прибора, хотя это обстоятельство может расцениваться как преимущество – стандарт содержит описание конструктивных решений установки. Кроме того, международные стандарты ИСО 5081-77 и ИСО 5082-82, регламентировавшие метод одноосного статического растяжения для определения прочности и растяжимости тканей, уже отменены. Этот факт еще раз подчеркивает, что ГОСТ 3813-72 морально устарел, и что заменой ему должен служить СТБ ИСО 2960-2001.

Таблица 1 – Методы испытаний текстильных материалов на растяжение, регламентируемые техническими нормативными правовыми актами

| Обозначение ТНПА | Наименование ТНПА | Метод деформирования |
|--|---|-----------------------|
| ГОСТ 20269-93 | Шерсть. Методы определения разрывной нагрузки | Одноосный статический |
| ГОСТ 10213.2-2002 (ИСО 5079-95) | Волокно штапельное и жгут химические. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве | Одноосный статический |
| ГОСТ 16009-2001 | Волокно штапельное и жгут химические. Метод определения разрывной нагрузки при разрыве петель | Одноосный статический |
| ГОСТ 23364-2001 | Нити синтетические текстурированные. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве | Одноосный статический |
| ГОСТ 28447.2-90 | Нити текстурированные. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве | Одноосный статический |
| ГОСТ 28890-90 | Нити текстильные. Методы определения компонентов полного удлинения при растяжении нитей нагрузкой, меньше разрывной | Одноосный статический |
| ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77 ИСО 5082-82) | Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении | Одноосный статический |
| ГОСТ 8847-85 | Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных | Двухосный статический |
| ГОСТ 15902.3-79 | Полотна нетканые. Метод определения прочности | Одноосный статический |
| ГОСТ 16918-71 | Полотно тюлевое и гардинное. Метод определения разрывной нагрузки и разрывного удлинения при растяжении | Одноосный статический |
| ГОСТ 17922-72 | Ткани и штучные изделия текстильные. Метод определения раздирающей нагрузки | Одноосный статический |
| ГОСТ 23785.1-79 | Ткань кордная. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве | Одноосный статический |
| ГОСТ 29104.4-91 | Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве | Одноосный статический |
| ГОСТ 29104.5-91 | Ткани технические. Методы определения раздирающей нагрузки | Одноосный статический |
| ГОСТ 29104.8-91 | Ткани технические. Метод определения прочности и растяжимости при продавливании шариком | Двухосный статический |
| ГОСТ 30303-95 (ИСО 1421-77) | Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве | Одноосный статический |
| ГОСТ 6943.10-79 | Материалы текстильные стеклянные. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве | Одноосный статический |
| СТБ ИСО 2960-2001 | Материалы текстильные. Определение прочности при продавливании и растяжения продавливанием методом диафрагмы | Двухосный статический |

Наряду с выносливостью к многократному растяжению большое значение в общем разрушении текстильных полотен имеет их стойкость к многократному изгибу. Известны разнообразные методы испытаний, в которых изгиб осуществляется по разным схемам. В качестве образцов используют, как правило, прямоугольные полосы изделий, но при изгибе их располагают по-разному: зажатые с одной стороны так, что они образуют консоль; сложенными петлёй; сложенными в виде кольца или с образованием ряда складок и т. п. Размеры полосок при испытаниях сохраняют постоянными и определяют стрелу прогиба или изменяют, добиваясь получения постоянной стрелы прогиба. Образец изгибается под действием собственной массы или под действием прилагаемой

к нему сосредоточенной нагрузки. В качестве характеристик применяют угол изгиба, стрелу прогиба, изгибающий момент или усилие при постоянной длине полоски.

К характеристикам, получаемым при изгибе, относят: полуцикловые – жесткость при изгибе, драпируемость и закручиваемость; одноцикловые – несминаемость; многоцикловые – выносливость и долговечность.

Методы испытаний на изгиб можно разделить на методы, осуществляемые в статическом режиме (с целью определения жесткости, упругости) и методы многоциклового испытания на изгиб. Перечень стандартизированных методов испытаний на изгиб, регламентируемых ТНПА, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Методы испытаний текстильных материалов на изгиб, регламентируемые техническими нормативными правовыми актами

| Обозначение ТНПА | Наименование ТНПА | Метод |
|------------------|---|--|
| ГОСТ 6943.9-79 | Материалы текстильные стеклянные. Метод определения устойчивости к многократному изгибу | Многократный изгиб плоской пробы |
| ГОСТ 28791-90 | Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение сопротивления разрушению при изгибе (динамический метод) | Многократный изгиб пробы цилиндрической формы |
| ГОСТ 10550-93 | Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе | Изгиб под действием распределенной нагрузки (статический) |
| ГОСТ 8977-74 | Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости. | Изгиб под действием сосредоточенной нагрузки (статический) |

Согласно ГОСТ 10550-93 методом консоли испытывают легко изгибающиеся материалы, имеющие абсолютный прогиб более 10 мм (прибор ПТ-2). В соответствии с ГОСТ 8977-74 (прибор ПЖУ 12М) жесткость определяется величиной нагрузки, необходимой для прогиба согнутой кольцом пробы на 1/3 первоначального диаметра.

Следует отметить, что среди стандартизированных присутствуют методы многократного изгиба. При многократном изгибе условия деформирования текстильных материалов более жесткие, чем при многократном растяжении. Это связано с сосредоточенностью нагрузки на малом участке деформирования, что снижает значение

связи между структурными элементами материала. Эти методы кроме традиционного способа испытания на изгиб с помощью плоских зажимов (расположенных вертикально или горизонтально) включают способ, когда для проведения испытания используется пара металлических цилиндров (ГОСТ 28791-90). Образец цилиндрической формы укрепляют покрытием наружу вокруг двух противоположных цилиндров, которые совершают возвратно-поступательные движения навстречу, образуя на материале складку. Данный метод в отличие от остальных находится ближе всех по степени моделирования механических воздействий при эксплуатации, но

предназначен для ограниченного круга текстильных полотен.

Ответ на поставленный в статье вопрос заключается в следующих выводах:

– среди стандартизированных отсутствуют методы многоциклового деформирования текстильных полотен, моделирующих их механическое поведение при эксплуатации;

– принятие международных стандартов в качестве государственных должно проводиться на основе тщательного анализа методов, регламентируемых ими; приоритет должен отдаваться методам, близким к условиям эксплуатации;

– испытательные лаборатории не стремятся включать в область аккредитации альтернативные стандартизированные и не стандартизированные методы испытаний, более отвечающие характеру эксплуатации изделий из текстильных материалов.

Для получения достоверной информации о механических свойствах текстильных и кожевенных материалов кафедра стандартизации Витебского государственного технологического университета проводит разработку новых методов и методик испытания данных материалов в условиях многоциклового пространственного деформирования. В целях практической реализации методов разработаны и изготовлены приборы для лабораторных динамических испытаний различных ма-

териалов и их соединений, которые проходят апробацию и отработку методик испытаний (МИ) на ряде предприятий легкой промышленности. Новизна и промышленная применимость этих устройств подтверждены патентами [5,6,7]. Большое внимание уделяется разработке соответствующих МИ, которые разрабатываются с учетом требований ТНПА (в том числе к расчету неопределенности измерительных средств, входящих в структуру приборов) и проходят процедуру аттестации. Испытательные лаборатории при выборе методик должны отдавать предпочтение аттестованным методикам. Однако в настоящее время отсутствует механизм оперативного информирования испытательных лабораторий (центров) о создании и практическом применении новых методов испытаний, что задерживает их использование в целях оценки качества продукции.

*Александра Николаевна МАХОНЬ,
старший преподаватель кафедры
стандартизации УО «Витебский государственный
технологический университет»*

*Константин Сергеевич МАТВЕЕВ,
старший преподаватель кафедры
стандартизации УО «Витебский государственный
технологический университет»*

*Геннадий Степанович ВОЖГУРОВ,
директор РУП «Витебский центр
стандартизации, метрологии и сертификации»*

Литература

1. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия): Учеб. для вузов / Кобляков А.И., Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. – М.: Легпромиздат, 1992. – с. 134.
2. Каталог технических нормативных правовых актов в области стандартизации (по состоянию на 1 января 2004 г.). Т. 1,4 – Минск, 2004.
3. Большой энциклопедический словарь. Политехнический. / Гл. редактор А.Ю. Ишлинский. Ред. Коллегия: А.Ф. Белов, В.Г. Воскобойников, В.А. Дубровский, В.А. Зубов, С.В. Кулагин, Б.Н. Ласкорин, И.И. Новиков, Б.Е. Патон, В.В. Ржевский, И.А. Стригин, Н.И. Чистяков, И.Ю. Шебалин, Д.Л. Юдин. – М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2000 – с. 152, с. 295.
4. ISO 13938:1999 Текстиль. Свойства тканей при разрыве. Часть 1. Гидравлический метод для определения прочности на разрыв и расширение при разрыве. Часть 2. Пневматический метод для определения прочности на разрыв и расширение при разрыве.
5. Пат. ВУ 960 U, ППК 7 G 01N 3/00, А 43 D 1/00. Прибор для определения формоустойчивости носочной части обуви / Буркин А.Н., Матвеев К.С., Шевцова М.В., Терентьева О.А. – № и 20020266; заявл. 17.09.2002; Опубл. 1.04.2003//Афіцыйны Бюлетэнь Дзяржаўнага патэнтнага камітэта Рэспублікі Беларусь. – № 3. – 2003. – с. 110.
6. Пат. ВУ 870 U, МПК, А 34 D 1/00. Прибор для испытания эластичных материалов и швов / Буркин А.Н., Матвеев К.С., Махонь А.Н., Терентьева О.А., Ковчур С.Г. – № и 20020265; заявл. 17.09.2002; Опубл. 30.06.2003//Афіцыйны Бюлетэнь Дзяржаўнага патэнтнага камітэта Рэспублікі Беларусь. – № 2. – 2003. – с. 236.
7. Заявка РБ и 20040330; G 01 L 5/00. Прибор для определения прочности крепления низа обуви/Матвеев К.С., Буркина Т.И., Новиков А.К., Макеенко Н.Г. – № и 20040330; заявл. 08.07.2004.