

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖЕСТКОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ РАСТЯЖЕНИИ

*В.В. ЗАМЫШЛЯЕВА, Н.А. СМИРНОВА, В.В. ЛАПШИН*

(Костромской государственной технологической университет)

Существующие в настоящее время методы определения показателей жесткости текстильных материалов при их растяжении различаются видом исследуемых материалов, формой и размерами проб, характером и параметрами испытаний, инструментальным обеспечением метода измерений (табл.1).

Показатели жесткости (как свойства) при растяжении определяются по диаграмме усилие – удлинение, получаемой при определении прочностных характеристик текстильных материалов. Испытания проводят на разрывных машинах различных конструкций, снабженных автоматизированным прибором для записи диаграммы. По диаграмме усилие – удлинение можно рассчитать условную жесткость  $D_y$  и модуль жесткости (модуль упругости или модуль 1-го рода)  $E$ :

$$D_y = \frac{100D_0}{\varepsilon_0}, \quad (1)$$

где  $P_y$  – условное усилие;  $\varepsilon_0$  – условная деформация.

$$D_y = EF, \quad (2)$$

где  $E$  – модуль жесткости;  $F$  – площадь поперечного сечения образца.

$$\dot{A} = \frac{100\sigma}{\varepsilon}, \quad (3)$$

где  $\sigma$  – напряжение, развиваемое в материале;  $\varepsilon$  – относительная деформация материала для участка прямой пропорциональной зависимости на диаграмме напряжение – деформация (рис. 1).

Модуль жесткости можно также характеризовать углом наклона  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  прямолинейного участка на диаграмме напряжение – деформация:

$$\dot{A} = \operatorname{tg} \alpha. \quad (4)$$

Объект исследования и используемый метод	Измеряемые показатели	Приборы и приспособления
Текстильные материалы [1]	Показатель жесткости (1) Модуль упругости (3)	Разрывные машины различных конструкций с устройством для записи диаграммы усилие – удлинение
Трикотажные полотна, искусственный трикотажный мех бытового и технического назначения, суровые товарные полотна из всех видов пряжи (нитей) [2]		
Полотна нетканые из волокон всех видов различного способа производства [3]		
Ткани технические [4]		
Нити текстильные [5]	Показатель жесткости (1) Модуль упругости (3)	Разрывные машины различных конструкций с устройством для записи диаграммы усилие – удлинение
Нити синтетические текстурированные [6]		
Кожа всех видов [7]	Показатель жесткости (2) Условный модуль упругости (3)	
Пряжа, волокна и нити различного волокнистого состава [8]	Коэффициент жесткости (5)	Установка с осциллографом
Пряжа, волокна и нити различного волокнистого состава [8]	Коэффициент жесткости (6)	Тензоциклограф с осциллографом
Волокна и нити различного волокнистого состава [9]	Динамический модуль 1-го рода (7)	Установка для интерференционного метода с осциллографом
Синтетические нити [10]	Динамическая жесткость (8) Динамический модуль упругости (9) Коэффициент жесткости (10)	Установка для динамических испытаний с осциллографом

Стандартные методы определения разрывных характеристик текстильных материалов [1...7] реализуют статический характер нагружения проб, при котором материал подвергается растяжению с малой скоростью деформирования, и ограничиваются однократным нагружением пробы до момента разрыва. Однако текстильные материалы и изделия из них при изготовлении и эксплуатации испытывают в основном кратковременные воздействия сравнительно малые по величине.

Для оценки показателей жесткости в условиях эксплуатации целесообразно применять испытания в динамическом режиме.

Примером динамических испытаний по определению показателей жесткости текстильных материалов при растяжении является изучение свободной вибрации массы, подвешенной на пробе, и гармонических колебаний пробы, вызванных принудительной многократной деформацией [8]. С помощью этих методов определяют коэффициенты жесткости текстильных материалов по параметрам колебаний пробы, которые регистрируются осциллографом.

Коэффициент жесткости при изучении свободной вибрации массы, подвешенной на образце, определяется по формуле:

$$\tilde{N} = \frac{4\pi^2 m}{T^2}, \quad (5)$$

где  $m$  – масса груза;  $T$  – период колебаний груза (по кривой колебаний).

Коэффициент жесткости в методе принудительной многократной деформации определяется по формуле:

$$\tilde{N} = \frac{\Delta \dot{O}}{\Delta \ell}, \quad (6)$$

где  $\Delta T$  – величина деформирующей силы (по кривой колебаний);  $\Delta \ell$  – величина деформации.

Недостатками этих методов являются большие размеры проб и трудоемкость обработки результатов.

К динамическим испытаниям также можно отнести метод интерференции [9], позволяющий рассчитать динамический модуль жесткости. Метод заключается в непрерывном возбуждении растянутой пробы, которое вызывает распространение продольных звуковых волн, регистрируемых осциллографом.

Динамический модуль 1-го рода вычисляется по формуле:

$$\dot{A}_{\text{àèí}} = \tilde{n}^2 \rho, \quad (7)$$

где  $c$  – скорость распространения звуковых волн (по кривой колебаний);  $\rho$  – плотность текстильного материала.

Основной трудностью метода интерференции является измерение скорости распространения звуковых волн в материале.

Метод, представленный в [10], позволяет определить показатели жесткости текстильных материалов при "мгновенном" приложении нагрузки. Проба, подвергаясь "мгновенному" приложению нагрузки, начинает деформироваться, совершая колебательные движения относительно своего положения равновесия, которые регистрируются осциллографом. Характеристики жесткости рассчитывают по параметрам колебательного процесса.

Динамическая жесткость определяется следующим образом:

$$D_{\text{àèí}} = \frac{\sigma_{\text{max}}}{\varepsilon_{\text{max}}}, \quad (8)$$

где  $\sigma_{\text{max}}$  – пиковое напряжение;  $\varepsilon_{\text{max}}$  – пиковая деформация.

Динамический модуль упругости вычисляется по формуле:

$$\dot{A}_{\text{àèí}} = \frac{\ell \gamma \cdot 10^3}{T} m \omega^2, \quad (9)$$

где  $\ell$ ,  $\gamma$ ,  $T$  – длина, объемная и линейная плотность нити соответственно;  $m$  – масса груза;  $\omega$  – циклическая частота колебаний.

Коэффициент жесткости определяется по формуле:

$$k_{\text{æ}} = m \omega^2. \quad (10)$$

Метод обеспечивает объективность результатов за счет использования магнитного способа освобождения пробы для совершения колебаний.

На основании анализа существующих методов определения качественных показателей жесткости текстильных материалов при растяжении в качестве основного классификационного признака целесообразно использовать характер деформирования пробы при проведении испытаний.

## ВЫВОДЫ

Проведен анализ методов определения показателей жесткости при растяжении текстильных материалов и установлен для них основной классификационный признак в зависимости от характера деформирования: статический или динамический.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3813–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
2. ГОСТ 8847–85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
3. ГОСТ 15902.3–79. Полотна нетканые. Методы определения прочности. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
4. ГОСТ 29104.4–91. Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. – М.: Изд-во стандартов, 2004.
5. ГОСТ 6611.2–73. Нити текстильные. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. – М.: Изд-во стандартов, 1997.
6. ГОСТ 23364–2001. Нити синтетические текстурированные. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. – М.: Изд-во стандартов, 2002.
7. ГОСТ 938.11–69. Кожа. Метод испытания на растяжение. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
8. Гордеев В.А. Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков. – М.: Легкая индустрия, 1965.
9. Мортон В.Е., Херл Д.В.С. Механические свойства текстильных волокон. – М.: Легкая индустрия, 1971.
10. Алешин Р.Р., Разумовская Е.А., Тиранов В.Г. Установка для динамических испытаний нитей // Химические волокна. – 2008, № 4. С. 9...11.

Рекомендована кафедрой технологии и материаловедения швейного производства. Поступила 01.06.09.