

YR'' . Например, колебания $\nu(C=O)$ смещаются на $5-25 \text{ см}^{-1}$ в сторону меньших волновых чисел, если карбонильная группа участвует в образовании водородной связи [7]. Все эти признаки наблюдаются в спектрах клеевых соединений, тканей и пленки. Полоса поглощения 1730 см^{-1} в спектре пленки в клеевых соединениях сместилась на 5 см^{-1} , что также указывает на образование водородных связей.

Таким образом, на основании анализа ИК-спектров исследуемых клеевых соединений и их компонентов можно констатировать, что под воздействием внешнего давления и реологических свойств на границе раздела фаз осуществляется межфазное взаимодействие с участием различных функциональных групп, а также возможное изменение структуры пограничного слоя материалов. Заключение о характере взаимодействия между функциональными группами при образовании клеевого соединения, сделанное на основании спектроскопического анализа, согласуется с мнением [9] о том, что оно обусловлено в том числе образованием водородных связей.

Список использованных источников

1. Бузов, Б.А. Швейные нитки и клеевые материалы для одежды / Б.А. Бузов, Н.А. Смирнова. - М.: Форум, Инфра-М, 2013. - 192 с.
2. Вильнав, Жан-Жак. Клеевые соединения [Текст] / Жан-Жак Вильнав. - М.: РИЦ "Техносфера", 2007. - 384 с.
3. Каган, Д. Ф. Многослойные комбинированные пленочные материалы [Текст] / Д. Ф. Каган, В. Е. Гуль, Л. Д. Самарина. - М.: Химия, 1989. - 288 с.
4. Повстугар, В. И. Строение и свойства поверхности полимерных материалов / В. И. Повстугар, В. И. Кодолов, С. С. Михайлова. - М.: Химия, 1988. - 192 с. - ISBN 5-7245-0115-5.
5. Тарутина, Л. И. Спектральный анализ полимеров / Л. И. Тарутина. - Л.: Химия, 1986. - 248 с.
6. Методы исследования в текстильной химии : справочник / под ред. Г. Е. Кричевского. - М.: Междунар. инженер. академия НПО «Текстильпрогресс» инженерной академии России, РосЗИТЛП, 1993. - 401 с. - ISBN 5-7088-0485-8.
7. Ватулёв, В. Н. Инфракрасные спектры и структура полиуретанов / В. Н. Ватулёв, С. В. Лаптий, Ю. Ю. Керча. - Киев: Наук. думка, 1978
8. Инфракрасная спектроскопия полимеров / И. Дехант, Р. Данц, В. Киммер, Р. Шмольке; под ред. Деханта, ГДР; пер. с нем., под ред. Э. Ф. Олейника. - М.: Химия, 1976. - 472 с.
9. Кинлок, Э. Адгезия и адгезивы: наука и технология : пер. с англ. / Э. Кинлок. - М.: Мир, 1991. - 484 с.

УДК 685.34.017:34:620.174

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ ОБУВИ

Милюшкова Ю.В., ст. преп., Федосеев Г.Н., доц., Горбачик В.Е., проф.

Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Ключевые слова: изгибная жесткость, обувь, потребительские свойства.

Реферат. Разработана методика, позволяющая прогнозировать изгибную жесткость обуви на стадии конструкторско-технологической подготовки производства, осуществлять оценку качества обуви по данному показателю с учетом данных о физических и геометрических свойствах комплектующих низа обуви и выпускать обувь с заданным уровнем потребительских свойств.

Разработанные в мире приборы и методы позволяют в лабораторных условиях количественно оценить изгибную жесткость обуви. Однако не менее важна возможность правильно прогнозировать этот показатель ещё на стадии конструкторско-технологической подготовки производства, что позволит выпускать обувь с заданным уровнем потребительских свойств.

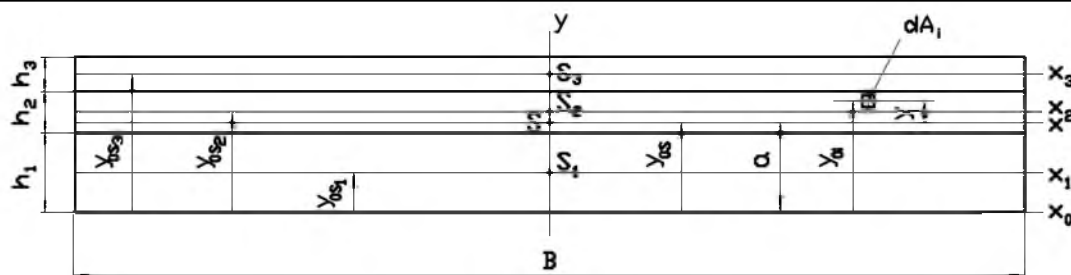
В настоящее время оценка изгибной жесткости (гибкости) обуви производится по ГОСТ 9718-88 «Обувь. Метод определения гибкости» [1], который предусматривает измерение усилия изгиба обуви путем подъема её носочной части на угол 25° , при этом испытание проводится с использованием специального приспособления на разрывной машине. Кинематический анализ работы данного прибора [2] показал, что усилие изгиба обуви определяется по формуле:

$$P = \frac{X \cdot E \cdot B \cdot h}{4 \cdot l^3} \quad (1)$$

где P – усилие изгиба низа обуви при ее деформации на величину X , Н; X – величина перемещения рамки прибора при подъеме носочной части обуви на угол 25° , мм; E – условный модуль упругости низа обуви, Н/мм²; B – ширина поперечного сечения низа, мм; h – толщина поперечного сечения низа, мм; l – плечо изгиба, мм.

Таким образом, для прогнозирования изгибной жесткости обуви необходимо знать условный модуль упругости материалов низа обуви, геометрические характеристики его поперечного сечения, плечо изгиба и величину перемещения рамки прибора при испытании.

Поперечное сечение низа обуви в области пучков в общем случае можно представить состоящим из стельки, простилки и подошвы прямоугольных сечений (рисунок 1). При расчете систему деталей низа в области пучков предложено рассматривать как балку разнородной упругости, у которой отдельные группы продольных волокон имеют различные модули упругости. В этом случае предполагается, что разнородные элементы, из которых изготовлена балка, соединены друг с другом так, что обеспечена их совместная работа.



S, S_1, S_2, S_3 – центры тяжести распределения жесткости сечений балки, подошвы, простилки, стельки; y_{os} – ордината центра тяжести распределения жесткости сечения балки, мм; $y_{os1}, y_{os2}, y_{os3}$ – ординаты центров тяжести площадей сечений подошвы, простилки, стельки, мм; y_{oi} – ордината элемента dA_i относительно произвольной оси x_0 ; y_i – ордината элемента dA_i относительно центральной оси x , мм; a – расстояние между осями x_0 и x , мм; h_1, h_2, h_3 – толщины поперечных сечений подошвы, простилки, стельки, мм; B – ширина балки, мм

Рисунок 1 – Поперечное сечение трехслойной балки

Геометрическими характеристиками жесткости поперечного сечения многослойной балки являются:

– жесткость при растяжении (сжатии) (C, H)

$$C = \int_A dC = \sum_i \int_{A_i} dC_i, \quad (2)$$

где A – площадь поперечного сечения балки, мм²; A_i – площадь поперечного сечения i -го слоя балки, мм²; dC – жесткость поперечного сечения продольного волокна элемента балки, Н; dC_i – жесткость поперечного сечения продольного волокна i -го слоя элемента балки, Н;

– статический момент жесткости ($S_{x_0}, H \cdot \text{мм}$)

$$S_{x_0} = \int_A y_0 \cdot dC = \sum_i \int_{A_i} y_{oi} \cdot dC_i, \quad (3)$$

где y_0 – ордината волокна элемента балки с жесткостью dC , мм; y_{oi} – ордината волокна i -го слоя элемента балки с жесткостью dC_i , мм;

– жесткость при изгибе ($D_{x_0}, H \cdot \text{мм}^2$)

$$D_{x_0} = \int_A y_0^2 \cdot dC = \sum_i \int_{A_i} y_{oi}^2 \cdot dC_i. \quad (4)$$

В этих формулах жесткость поперечного сечения продольного волокна i -го слоя элемента балки

$$dC_i = E_i \cdot dA_i, \quad (5)$$

где E_i – условный модуль упругости материала i -го слоя балки, Н/мм²; dA_i – площадь поперечного сечения волокна i -го слоя элемента балки, мм².

На рисунке 1 ось x центральная. Определим ординату центра тяжести S распределения жесткости в поперечном сечении балки y_{os} : возьмем произвольную ось x_0 , параллельную центральной оси x и отстоящую от нее на расстояние a , выделим произвольный элемент dA_i площади A_i поперечного сечения i -го слоя, тогда ордината выделенного элемента dA_i относительно произвольной оси x_0 (рисунок 1) (y_{oi} , мм):

$$y_{oi} = y_i + a, \quad (6)$$

где y_i – ордината элемента dA_i относительно центральной оси x , мм; a – расстояние между осями x_0 и x , мм.

Статический момент жесткости (формула 3)

$$S_{x_0} = \sum_i \int_{A_i} (y_i + a) \cdot dC_i = \sum_i \int_{A_i} y_i \cdot dC_i + a \cdot \sum_i \int_{A_i} dC_i = S_x + a \cdot C, \quad (7)$$

где S_x – статический момент жесткости относительно центральной оси x , Н·мм.

Так как ось x центральная, $S_x=0$. Расстояние между осями x_0 и x

$$a = \frac{S_{x_0}}{C}, \quad (8)$$

в нашем случае a – ордината центра тяжести распределения жесткости S в площади поперечного сечения балки y_{os} (рисунок 1), мм.

Жесткость при изгибе относительно оси x_0 (формула 4)

$$D_{x_0} = \sum_i \int_{A_i} (y_i + a)^2 \cdot dC_i = \sum_i \int_{A_i} y_i^2 \cdot dC_i + 2 \cdot a \cdot \sum_i \int_{A_i} y_i \cdot dC_i + a^2 \cdot \sum_i \int_{A_i} dC_i = D_x + 2 \cdot a \cdot S_x + a^2 \cdot C, \quad (9)$$

где D_{x_0} – жесткость при изгибе относительно центральной оси x , Н·мм².

Так как ось x центральная, $S_x = 0$. Тогда

$$D_{x_0} = D_x + a^2 \cdot C. \quad (10)$$

Вернемся к расчету жесткости при изгибе многослойной балки (рисунок 1). Так как центр тяжести известен, статический момент жесткости поперечного сечения балки относительно оси x_0

$$S_{x_0} = y_{0S} \cdot C. \quad (11)$$

Для частей сечения на рисунке 1 имеем

$$S_{x_{0i}} = y_{0Si} \cdot C_i, \quad (12)$$

где $S_{x_{0i}}$ – статические моменты жесткости поперечных сечений подошвы, простилки, стельки относительно оси x_0 , Н·мм; y_{0Si} – ординаты центров тяжести площадей сечений подошвы, простилки, стельки (рисунок 1), мм; C_i – жесткости поперечных сечений подошвы, простилки, стельки, Н.

По формуле 5

$$C_i = E_i \cdot A_i, \quad (13)$$

где E_i – условные модули упругости материалов подошвы, простилки, стельки, Н/мм²; A_i – площади поперечных сечений подошвы, простилки, стельки, мм².

$$A_i = B \cdot h_i, \quad (14)$$

где B – ширина балки, мм; h_i – толщины поперечных сечений подошвы, простилки, стельки, мм.

Ордината центра тяжести распределения жесткости балки:

$$y_{0S} = \frac{S_{x_0}}{C} = \frac{\sum_{i=1}^3 S_{x_{0i}}}{\sum_{i=1}^3 C_i}. \quad (15)$$

Жесткость балки при изгибе:

$$D_x = \sum_{i=1}^3 D_{x_i}, \quad (16)$$

где D_{x_i} – жесткости поперечных сечений подошвы, простилки, стельки относительно центральной оси x , Н·мм². Жесткости частей балки относительно центральной оси x (формула 10)

$$D_{x_i} = D_{x_{0i}} + (y_{0S} - y_{0S_i})^2 \cdot C_i, \quad (17)$$

где $D_{x_{0i}}$ – жесткости поперечных сечений подошвы, простилки, стельки относительно «собственных» центральных осей x_i , Н·мм².

$$D_{x_{0i}} = E_i \cdot I_i = E_i \cdot \frac{B \cdot h_i^3}{12}, \quad (18)$$

где I_i – главные центральные моменты инерции поперечных сечений подошвы, простилки, стельки, мм⁴.

Ордината y_{0S} в формулах (17) дается формулой (15).

Подставив в формулу (1) формулу (16), имеем

$$P = \frac{3 \cdot X \cdot D_x}{l^3}, \quad (19)$$

что позволяет определить усилие изгиба низа обуви, которое характеризует показатель гибкости (изгибной жесткости) обуви согласно ГОСТ 9718–88 «Обувь. Метод определения гибкости».

Таким образом, полученные формулы и данные о физических и геометрических свойствах комплектующих низа обуви дают возможность прогнозировать изгибную жесткость обуви ещё на стадии конструкторско-технологической подготовки производства.

Список использованных источников

1. ГОСТ 9718–88 Обувь. Метод определения гибкости. – Взамен ГОСТ 9718–87; введ. 17.03.1988. – Москва: издательство стандартов, 1988. – 6 с.
2. Кинематический анализ работы приборов для измерения изгибной жесткости обуви / А. Л. Ковалев [и др.] // Совершенствование технологических процессов, оборудования и организации производства в легкой промышленности и машиностроении : сб. ст. : в 2 ч. / редкол. : Г. А. Веденин [и др.]. – Минск : Универсітэцкае, 1994. – Ч. 1. – С. 177–181.