

14. **Артемов, А. В.** Перспективы использования ферментативного катализа в текстильной промышленности / А. В. Артемов, В. О. Попов, О. В. Королева // Текстильная пром-сть. – 2006. – № 1. – С. 42–47.

15. **Глубокая** переработка льна в России: исторические аспекты и перспективы / П. А. Коньков [и др.] // Текстильная пром-сть. – 2010. – № 1. – С. 36–41.

16. **Чалова, С. Б.** Колориметрический метод определения состава смеси: модифицированный лен-хлопок: текстильное производство / С. Б. Чалова, Ю. К. Овчинников // Текстильная пром-сть. – 2008. – № 4. – С. 32–36.

Получено 25.02.2011 г.

УДК 685.34

А. Н. Буркин,

*доктор технических наук, заведующий кафедрой
Витебского государственного технологического
университета*

Е. А. Егорова,

*кандидат технических наук, доцент Витебского
государственного технологического
университета*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДОШВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ИЗГИБАЮЩЕЙ НАГРУЗКЕ

В статье приведены результаты исследования подошвенных материалов по разработанной экспресс-методике на устойчивость к изгибающей нагрузке. Применение предлагаемой экспресс-методики на предприятиях обувной промышленности позволит сократить затраты на проведение испытаний по сравнению с действующими методами, установленными в стандартах.

The article presents the findings of the research of soling. The study was carried out with the use of an express method designed to measure bending load resistance. Application of the express method at footwear industry enterprises will make it possible to reduce the testing costs as compared with the existing methods fixed in the standards.

Введение

В процессе производства, хранения и носки обуви могут появляться пороки, которые принято подразделять на предпроизводственные, производственные и послепроизводственные. Предпроизводственные пороки образуются на стадии подготовки производства и конструирования обуви, производственные на стадии изготовления обуви, послепроизводственные на стадии транспортировки, хранения и реализации обуви.

Кроме того, пороки делятся на устранимые и неустраиваемые. В зависимости от степени выраженности различают скрытые, критические, сильно выраженные, умеренно выраженные и слабо выраженные пороки [1].

В процессе производства обуви пороки деталей низа обуви практически не проявля-

ются. Это происходит при носке обуви. К наиболее часто встречаемым порокам низа обуви, которые можно отнести к критическим, следует отнести растрескивание подошвы.

Свойства подошвенных материалов при изгибе входят в комплекс свойств, определяющих надежность обуви при эксплуатации. Однако, несмотря на это, на данный момент актуальной является проблема их оценки. При изгибе возникает сложная деформация материала в зависимости от его толщины, плотности, прочности при растяжении, удлинения при разрыве и других показателей.

Разработанные несколько десятилетий тому назад методы и средства оценки свойств материалов при изгибе не позволяют получить сопоставимые результаты испытаний

для всех подошвенных материалов, ассортимент которых в настоящее время достаточно широк и включает как натуральные материалы, так и синтетические. В целях получения объективной оценки свойств материалов при изгибе возникает необходимость в разработке методики оценки различных подошвенных материалов.

Целью исследования является разработка экспресс-методики оценки устойчивости подошвенных материалов к изгибающей нагрузке в статике и сопоставление полученных результатов с результатами исследований при многократном изгибе.

При разработке экспресс-методики был взят за основу прибор для определения устойчивости к растрескиванию лицевого слоя и коэффициента ломкости лицевого слоя подошвенных кож по ISO 3378:2002 [2]. Испытание производилось путем сгибания полоски кожи размером 150×25 мм лицевым слоем наружу по дуге 180° вокруг цилиндра, имеющего диаметр, предусмотренный соответствующим стандартом на данный вид кожи. Образец сгибают вокруг цилиндра в течение 5±1 с, после чего проверяют, нет ли на поверхности образца трещин. Коэффициент ломкости лицевого слоя определяют по формуле

$$K = n \cdot t,$$

где n – номер цилиндра, на котором образуются трещины лицевого слоя кожи;

t – толщина образца, мм.

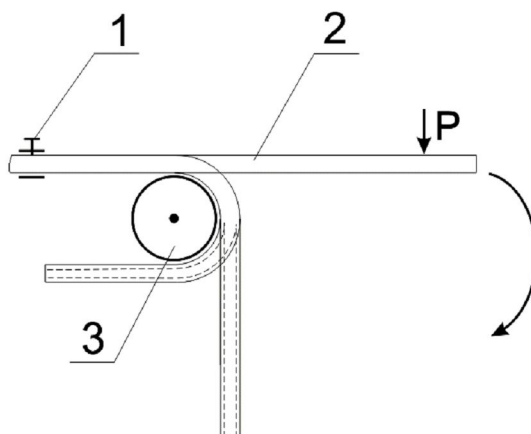
Схема нагружения образца по ISO 3378:2002 представлена на рисунке 1.

Для разработки экспресс-методики оценки устойчивости подошвенных материалов к изгибающей нагрузке был также взят за основу ГОСТ 9983 74 [3], который устанавливает методы испытания на многократный продольный изгиб образцов с прямой канавкой. При испытании образцы должны иметь форму полоски с поперечной канавкой посередине.

На основании анализа существующих методов исследования материалов на устойчивость к изгибающим нагрузкам, в том числе и указанных выше, в Витебском государственном технологическом университете разработана экспресс-методика, сущность которой заключается в изгибании образца размером 30×100 мм с предварительно выполненной канавкой по центру на $\frac{1}{3}$ толщины образца по всей ширине с помощью специального приспособления (рисунок 2). После образования канавки делали замеры толщины образца с помощью штангенциркуля ШЦ I и затем проводили испытания в соответствии с методикой, описанной в ISO 3378:2002. При испытании применяли наименьший цилиндр, диаметр которого составляет $10,38 \pm 0,03$ мм, с целью проведения испытаний в более жестком режиме. В изогнутом состоянии образец выдерживали в течение 30 ± 1 с, а затем повторно проводили замеры толщины образца в канавке.

В качестве образцов для испытания были выбраны подошвы из кожволлона, термоэластопласта (ТЭП), полиуретана (ПУ), этиленвинилацетата (ЭВА). Указанные материалы широко применяют на обувных предприятиях Республики Беларусь.

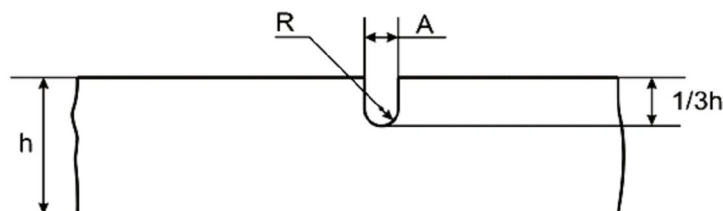
Для обоснования выбранного критерия (изменение толщины образца в канавке) па-



Условные обозначения:

1 – зажим; 2 – образец; 3 – цилиндр

Рисунок 1 – Схема нагружения образца при испытании на изгиб



Условные обозначения:

- R – радиус канавки, который равен $2,4 \pm 0,05$ мм;
- A – ширина канавки, которая составляет $2,4 \pm 0,05$ мм

Рисунок 2 – Форма и размер канавки в образце

раллельно проводили испытания на многократный изгиб по методу Всесоюзного научно-исследовательского института полимеров и искусственной кожи (ВНИИПИК) [4], при этом по центру образцов была сделана канавка на $\frac{1}{3}$ толщины материала. Образцы подвергали испытаниям с частотой вращения 100 циклов в минуту с фиксированным углом изгиба в $90 \pm 1^\circ$. Согласно источнику [5] материал считается устойчивым к многократному изгибу, если он выдержал 30 тысяч изгибов. В связи с этим испытания проводили в течение 5 ч, при этом через каждый час испытания проводили измерение толщины образцов в области канавки. Среднее значение результатов испытаний 10 образцов подошв из кожволонa при многократном изгибе и по разработанной экспресс-методике представлены в таблице 1.

При испытании образцов на многократ-

ный изгиб после двух часов воздействия изгибающей нагрузки наблюдалось появление глубоких трещин в области канавки.

Толщина образцов в области канавки при испытании по разработанной экспресс-методике после изгиба изменяется от 0,1 до 0,5 мм, а в процентном соотношении к первоначальной толщине образца в канавке уменьшение составляет от 4,2 до 20,8%. При испытании образцов на многократный изгиб после первого часа воздействия изгибающей нагрузки толщина образцов в области канавки изменяется от 0,1 до 0,5 мм, а в процентном соотношении – от 3,7 до 20,8%. При дальнейшем увеличении воздействия изгибающей нагрузки (3 часа и выше) толщина образцов в области канавки уменьшается.

С целью изучения динамики изменения толщины материалов в области канавки по разработанной экспресс-методике и при мно-

Таблица 1 – Результаты испытаний подошв из кожволонa

Наименование материала	Толщина образца в области канавки, мм (перед испытанием)	Толщина через 30 с изгиба, мм (по разработанной экспресс-методике)	Толщина через 1 ч многократного изгиба, мм	Толщина через 2 ч многократного изгиба, мм	Толщина через 3 ч многократного изгиба, мм	Толщина через 4 ч многократного изгиба, мм	Толщина через 5 ч многократного изгиба, мм
Кожволон (5) (VENAS RUBI)	2,7	2,5	2,6	2,4	1,8	1,5	1,4
Кожволон (6) (VECCHIO DORADO)	2,5	2,2	2,4	2,0	1,9	1,6	1,5
Кожволон (7) (VECCHIO)	2,4	1,9	1,9	1,9	1,7	1,5	1,4
Кожволон (8) (NACAR)	2,1	1,9	2,0	1,1	1,1	1,1	1,0
Кожволон (9) (VECCHI FLASH)	2,0	1,9	2,0	1,4	1,4	1,1	1,1
Кожволон (10) (VENAS CANA)	2,4	2,0	2,3	1,9	1,7	1,7	1,4
Кожволон (11) (CARDA BEIG)	2,4	2,3	2,2	2,0	1,8	1,5	1,2

гократном изгибе были проведены аналогичные испытания на таких подошвенных материалах, как полиуретан, термоэластопласт, этиленвинилацетат. Результаты исследований представлены в таблице 2.

На основании данных, представленных в таблице 2, установлено, что при испытании ПУ и ТЭП толщина образцов в области канавки после 30 с воздействия изгибающей нагрузки по разработанной экспресс-методике уменьшается в пределах от 0,5 до 0,8 мм, а в процентном соотношении уменьшение составляет от 13,9 до 36,4%. При многократном изгибе в течение часа толщина образцов в области канавки изменяется от 0,1 до 0,8 мм, в процентном соотношении уменьшение составляет от 4,5 до 24,4%. При испытании ЭВА происходил излом образцов. При воздействии в течение одного часа многократно изгибающей нагрузки уменьшение толщины образца в области канавки по отношению к первоначальной толщине составило для ЭВА (CASTEL) 56,9% и ЭВА (DIABOLO) – 49%. На втором часе воздействия изгибающей нагрузки произошел излом образцов материала.

На основании проведенных исследований в качестве критерия оценки устойчивости материала к изгибу выбран показатель изменения толщины после воздействия изгибающей нагрузки, выраженный в процентах. При этом, если толщина образца в области канавки уменьшается менее чем на 25%, то материал считается устойчивым к воздействию изгибающей нагрузки, а при уменьшении толщины образца в области канавки более чем на 25% материал считается неустойчивым к воздействию изгибающей нагрузки.

Также установлено, что в случае устойчивости материала к изгибающей нагрузке по разработанной экспресс-методике образец и при испытании на многократный изгиб выдержит 30 тысяч изгибов и согласно источнику [5] материал является устойчивым к многократным изгибам.

Для подтверждения установленных нормируемых значений были проведены испытания на многократный изгиб в СООО «Белвест» по действующей на предприятии методике. Для проведения испытаний на предприятии применяется машина BENNEWART PFJ/BPM, которая снабжена автоматическим устройством для подсчета циклов изгиба. После каждых 10 000 циклов происходит автоматическое отключение машины. Машина рассчитана на одновременное испытание трех образцов. Частота изгиба должна составлять 125 циклов в минуту и не должна превышать 150 циклов в минуту во избежание перегрева образца. Машина обеспечивает изгиб образца на угол $90 \pm 2^\circ$. По линии пучков образца при помощи копыя по ГОСТ 422-75 [6] делается два прокола глубиной 10 мм. Проколы наносятся одним ударом на расстоянии 5–12 мм от уреза подошвы перпендикулярно продольной оси образца. На подошву с неходовой поверхности наклеивается материал основной стельки толщиной 2 мм. После каждых 10 000 циклов изгиба машина автоматически отключается и производится замер длины проколов (при образовании в процессе испытания трещин не по проколу производится также замер длины трещин). Измерение производится при изгибе образца под углом $90 \pm 2^\circ$. Сопротивление подошвы разрастанию прокола при многократном

Таблица 2 – Результаты испытаний подошвенных материалов на изгиб

Наименование материала	Толщина образца в области канавки, мм	Толщина через 30 с изгиба, мм (по разработанной методике)	Толщина через 1 ч многократного изгиба, мм	Толщина через 2 ч многократного изгиба, мм	Толщина через 3 ч многократного изгиба, мм	Толщина через 4 ч многократного изгиба, мм	Толщина через 5 ч многократного изгиба, мм
Полиуретан (черный)	4,1	3,5	3,3	3,1	3,1	3,1	3,1
Термоэластопласт (коричневый)	3,3	2,8	2,6*	2,4*	1,4*	1,0*	0,7*
Термоэластопласт (серый)	3,6	3,1	3,0	2,6	2,5*	2,3*	2,3*
Термоэластопласт (черный)	2,2	1,4	2,1	1,9*	1,5*	1,2*	1,0*
Этиленвинилацетат (CASTEL)	5,8	Частичный излом	2,5	Излом			
Этиленвинилацетат (DIABOLO)	5,1	Частичный излом	2,6	Излом			

* Увеличение трещин в области канавки.

изгибе определяется числом изгибов в циклах, которое выдерживает образец до разрастания размера прокола до 6 мм и более (первоначальный размер отверстия при проколе составляет 2 мм).

По действующей в СООО «Белвест» методике были проведены исследования подошв из ТЭП (производитель – Италия) трех видов (1 – Tehnofilm MSO 65//2; 2 – Goter GL 3360; 3 – Goter G-65), по результатам которых установлено, что материалы устойчивы к многократному изгибу. Возврат обуви, изготовленной с подошвой из исследуемых материалов, потребителями по причине излома подошв не осуществлялся. Аналогичные материалы, прошедшие испытания в СООО «Белвест», подвергались исследованию по разработанной методике и уменьшение толщины образцов в области канавки не превышало 25%. Полученные результаты исследований свидетельствуют о сопоставимости данных, полученных при многократных испытаниях на изгиб и по методике экс-

пресс-оценки устойчивости к изгибающей нагрузке.

Заключение

Разработанная экспресс-методика оценки устойчивости подошвенных материалов к изгибающей нагрузке, по сравнению с действующей на СООО «Белвест», имеет ряд преимуществ, которыми являются следующие:

- несложность оборудования, которое можно изготовить в условиях ремонтного цеха обувного предприятия;
- отсутствие энергозатрат на проведение испытаний, что связано с механическим принципом действия оборудования для испытания;
- ожидаемый экономический эффект от применения разработанной методики составляет 44 315,51 р. на одно испытание подошв в ценах на 1 декабря 2009 года за счет экономии электроэнергии, заработной платы и отчислений на социальное страхование.

Список литературы

1. **Товароведение** непродовольственных товаров : учеб. / В. Е. Сыцко [и др.] ; под общ. ред. В. Е. Сыцко. – Минск : Выш. шк., 2005. – 669 с.
2. **ISO 3378:2002.** Кожа. Физические и механические испытания. Определение устойчивости к растрескиванию лицевого слоя и коэффициента ломкости лицевого слоя. Введ. 15.12.2002. – ISO, 2002. – 12 с.
3. **ГОСТ 9983-74.** Резина. Методы испытаний на многократный продольный изгиб образцов с прямой канавкой. – Введ. 01.01.1976. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 7 с.
4. **Всесоюзный** единый метод исследования в кожевенной и обувной промышленности и в промышленности искусственной кожи. Методы испытаний обувных материалов и обуви. В 2 ч. Ч. 1. Физические и механические испытания основных обувных материалов. – М. : Гос. научно-техн. изд-во М-ва промышл. товаров широкого потребления СССР, 1954. – 492 с.
5. **Зурабян, К. М.** Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности : учеб. для вузов / К. М. Зурабян, Б. Я. Краснов, Я. И. Пустыльник. – 2-е изд., изм. и доп. – М. : Информ-Знание, 2003. – 384 с.
6. **ГОСТ 422-75.** Резина для низа обуви. Методы испытаний на многократный изгиб. – Взамен ГОСТ 422-41 ; введ. 01.01.1977. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 6 с.

Получено 24.02.2011 г.