

Методика позволяет осуществлять прогноз формоустойчивости носочной части обуви с достаточно хорошей степенью точности - до 8 %.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. ВУ 960 U, МПК 7 G 01N 3/00, А 43D 1/00. Прибор для определения формоустойчивости носочной части обуви / Буркин А.Н., Матвеев К.С., Шевцова М.В., Терентьева О.А. - № 960 А; Заявл. 17.09.2002; Опубл. 1.04.2003 // Афіцыйны Бюлетэнь Дзяржаўнага патэнтнага камітэта Рэспублікі Беларусь. - №3. - 2003. - С. 110.

2. GFR, Стандарты ФРГ, DIN 32 768. Определение эластичности материалов для подносков.

## ФОРМОУСТОЙЧИВОСТЬ ОБУВИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Шеремет Е.А., Буркин А.Н.*

Витебский государственный технологический университет, Беларусь

Проблема качества выпускаемой промышленными предприятиями продукции одна из наиболее актуальных. С ее решением связаны задачи повышения благосостояния общества, рост эффективности экономики, реализации производственной продукции на рынке. Не является исключением данная проблема и для предприятий обувной отрасли. Качество обуви понимается как ее соответствие требованиям, предъявляемым со стороны покупателей. Оно объединяет в себе соответствие изделия назначению, способность сохранять привлекательный внешний вид на протяжении всего периода эксплуатации обуви, удобство и надежность.

Следует отметить, что в настоящее время оценка качества обуви проводится на основе технических нормативных правовых актов (ТНПА), включающих в себя показатели прочности крепления деталей обуви, отдельные показатели, характеризующие эргономические свойства и безопасность обуви. Формоустойчивость оценивается лишь деформацией задника и подноски. Однако в комплексе свойств, определяющих качество обуви, формоустойчивости отводится одно из ведущих мест. Формоустойчивость является не только важной составляющей в эстетическом оформлении обуви, но и определяет ее удобство, а также может влиять на износостойкость изделия.

О значении проблемы формоустойчивости обуви свидетельствует ряд исследований, проведенных Любичем М.Г., Зыбиным Ю.П., Калитой А.Н., Адигезаловым Л.И., Ивановым М.Н., Ратаутасам А.С., Рохлиным В.П., Клобуковым С.И. и другими учеными, и посвященных изучению упруго-пластических свойств материалов обуви, уточнению

режимов формования верха, поиску оптимальных способов фиксации формы обуви в процессе ее изготовления, методам оценки формоустойчивости.

Форма обуви может изменяться сразу же после снятия с колодки и в процессе ее носки. Поэтому соответственно выделяют статическую и динамическую формоустойчивость. Последняя в большей степени приоритетна при оценке качества обуви, так как проявляется на стадии эксплуатации обуви, когда покупка уже совершена, и способствует формированию потребительского предпочтения у носчиков к фирме-производителю обуви [1].

В процессе носки детали верха подвергаются сложному комплексу воздействий. Наиболее сильным механическим воздействиям подвергается союзочная часть заготовки: материалы верха испытывают повторный изгиб (до 6 тыс. циклов в день), а также растяжение в продольном и поперечном (6-8%) направлениях вследствие движения стопы и изменения ее размеров. Изменению формы обуви способствуют увлажнение и высушивание, сопровождающие процесс ее носки, действие воздуха и солнечной радиации.

Большинство проводимых научных исследований по проблеме формоустойчивости обуви было направлено на изучение в лабораторных условиях статической деформации материалов верха обуви. Следует отметить, что известные лабораторные методы оценки формоустойчивости систем материалов верха обуви в динамике немногочисленны и, как правило, не предполагают комплексного воздействия эксплуатационных факторов на образец, в особенности носящих случайный характер. Это не позволяет лабораторными методами испытаний в достаточной степени получить исчерпывающую информацию об эксплуатационных свойствах обуви. Поэтому, опытная или экспериментальная носка по-прежнему остается актуальной, хотя является экономически более затратной.

Виды потери формы переднего раздела обуви разнообразны. В связи с этим оценку формоустойчивости обуви в носке можно формализовать следующим образом:

$$\Phi \in (H, P, S, \varphi, V),$$

где  $H$  - складкообразование на союзке;  $P$  - периметр пучковой части;  $S$  - сваливание верха;  $\varphi$  - подъем носочной части;  $V$  - объем носочной части.

Комплексный метод оценки формоустойчивости лег в основу исследований обуви, выпускаемой обувными предприятиями Республики Беларусь [1].

Известно, что качество исходных материалов, из которых пошивается верх обуви, в большой степени определяет ее формоустойчивость. При этом формоустойчивость не имеет смысла оценивать отдельно для различных материалов, так как в большинстве случаев изделие многослойно, т.е.

представляет собой систему материалов. Эта система деформируется сначала в процессе производства, а затем при носке обуви.

В настоящее время большая часть обуви отечественных производителей выпускается с верхом из натуральной кожи. Применяемые в качестве подкладки текстильные материалы весьма разнообразны по способам их производства и структурным характеристикам. Могут применяться как традиционные для обувной отрасли тканые материалы, так и современные нетканые и трикотажные полотна. Вид материала подкладки оказывает влияние на сохранность формы, что было установлено в результате исследований динамической формоустойчивости верха обуви в режиме ее реальной эксплуатации.

Объектом исследования являлись мужские полуботинки осенне-весеннего периода носки клеевого метода крепления, изготовленные в условиях массового производства по ГОСТ 26167 с использованием обтяжно-затяжного способа формования. Верх представлял собой натуральную эластичную кожу хромового метода дубления с межподкладкой из нетканого клеевого полотна с термоклеевым точечным покрытием поверхностной плотностью  $96 \text{ г/м}^2$  и подкладкой из текстильных полотен. Использовались разные по способу производства текстильные материалы: ткань тик – саржа, трикотажное основовязаное и нетканое холстопрощивное полотно. Нетканое холстопрощивное полотно вырабатывалось на агрегате Бефамма - Маливатт 22 кл. В качестве сырья использовались вискозные и полиамидные матированные волокна, а также полиамидная комплексная нить 15,6 текс. Трикотажное полотно было получено переплетением трико-сукно на однофантаурной основовязальной машине.

Формоустойчивость готовой обуви оценивали комплексно по таким критериям как изменение внутреннего объема обуви  $\Delta V$ , периметр  $P_{np}$  в сечении  $0,68/0,72 \text{ Д}_{см}$ , смещение верха  $S$ , подъем носочной части на угол  $\varphi$  и суммарная величина складкообразования  $\Sigma H$ .

Оценку формоустойчивости обуви по показателю «внутренний объем носочно-пучковой части» до сечения  $0,62 \text{ Д}_{см}$  проводили экспресс-методом [2], прошедшим в дальнейшем определенное усовершенствование [3]. Внутренний объем носочно-пучковой части обуви после эксплуатации определяли путем заполнения ее рабочим телом, разделенным на три зоны, жидкостью с заданным давлением ( $0,196-0,692 \text{ МПа}$ ). Первоначальный объем соответствовал объему носочно-пучковой части затяжной колодки.

Для снятия контуров продольных и поперечных сечений обуви использовали контурограф, с помощью которого по вычерченным контурам определялись периметр  $P_{np}$  в сечении  $0,68/0,72 \text{ Д}_{см}$ , смещение верха  $S$ , и суммарная величина складкообразования  $\Sigma H$ .

Количественная оценка показателей формоустойчивости осуществлялась в течение 90 календарных дней с промежуточным снятием

эксплуатационных характеристик после 7-ми, 15-ти, 30-ти, 45-ти и 60-ти дней реальной носки обуви. Ниже в таблице представлены результаты исследований.

Известно из [4], что в количественном выражении условие удовлетворительной формоустойчивости обуви по изменению показателя  $V$  в процессе носки должно удовлетворять следующим требованиям:

$$\Delta V_{\text{доп}} \leq 0,5\Delta V,$$

где  $\Delta V_{\text{доп}}$  – допустимое изменение внутреннего объема обуви на контролируемом участке;  $\Delta V$  – разность во внутреннем объеме между смежными полнотами контролируемого участка затяжной колодки.

Такое условие объясняется тем, что межполнотная разность размеров обуви  $\Delta V$  представляет собой интервал безразличия, величина которого заложена в основу массового изготовления обуви в заданном полнотном ассортименте. Если размеры верха обуви в процессе ее эксплуатации превышают межполнотный интервал, то стопа будет чрезмерно свободно располагаться в обуви.

Таблица

Результаты исследования формоустойчивости обуви (средние значения)

Материал подкладки	Абсолютное изменение внутреннего объема, $\Delta V, \text{см}^3$					
	7 дней	15 дней	30 дней	45 дней	60 дней	90 дней
Тик-саржа	2,6	3,4	4,3	4,9	5,1	5,1
Нетканое полотно	3,2	4,6	6,6	7,6	7,8	7,9
Трикотажное полотно	3,7	6,5	8,5	9,4	9,5	9,5
<i>Суммарная высота складок, <math>\Sigma H, \text{мм}</math></i>						
Тик-саржа	4,0	5,3	5,5	5,6	5,8	5,9
Нетканое полотно	3,1	4,4	4,5	4,6	4,7	4,7
Трикотажное полотно	3,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5
<i>Смещение верха, <math>S, \text{мм}</math></i>						
Тик-саржа	2,0	2,7	3,1	3,3	3,5	3,6
Нетканое полотно	3,0	5,0	5,9	6,1	6,2	6,2
Трикотажное полотно	4,0	5,2	5,7	6,0	6,2	6,3
<i>Угол подъема носочной части, <math>\varphi, \text{мм}</math></i>						
Тик-саржа	4,2	5,4	6,8	7,3	8,1	8,9
Нетканое полотно	3,7	4,9	5,9	6,9	7,6	8,1
Трикотажное полотно	3,8	4,9	6,0	6,9	7,7	8,1
<i>Периметр в сечении 0,68/0,72 <math>D_{\text{ст}}, P_{\text{пл}}, \text{мм}</math></i>						
Тик-саржа	159,9	161,4	161,9	162,2	162,5	162,5
Нетканое полотно	161,2	162,6	163,3	163,7	163,9	163,9
Трикотажное полотно	162,0	163,4	164,0	164,5	164,7	164,8

Определение объемов контролируемого участка колодок различных полнот и размеров осуществлялось погружением колодок в мерный стакан с жидкостью до контролируемых сечений. Было установлено, что межполнотные интервалы объема  $\Delta V$  на участке  $[0,62-(1,0+P)]D_{ст}$  (где  $P$ -припуск в носочной части колодок) равны для всех исследуемых размеров от 255 до 285, а их численное значение составляет  $20 \times 10^{-6} \text{ м}^3$ . Следовательно,  $\Delta V_{доп}$  не должно превышать  $10 \times 10^{-6} \text{ м}^3$ .

Анализируя полученные в ходе эксперимента значения внутреннего объема, можно отметить, что средние значения изменения данного эксплуатационного показателя не выходят за рамки допустимого.

Изменение внутреннего объема происходит примерно до 45 дней носки, а в последующие дни остается без изменений. Однако обувь с различными подкладками неодинаково изменяет внутренние размеры. К концу экспериментальной носки (90 дням) обувь с подкладкой из тик-саржи имеет объем, равный  $206,1 \text{ см}^3$ , с подкладкой из нетканого полотна –  $208,9 \text{ см}^3$ , с подкладкой из трикотажного полотна –  $210,5 \text{ см}^3$ . Значения  $\Delta V$  соответственно равны  $5,1 \text{ см}^3$ ,  $7,9 \text{ см}^3$ ,  $9,5 \text{ см}^3$ .

Для усредненного значения целесообразно рассмотрение текущего объема на фоне первоначального. При введении этого критерия достигается выразительность оценки и ее эффективность [5,6]. Сравнение же полученных результатов внутреннего объема между обувью разных размеров следует проводить по абсолютному значению  $\Delta V$ .

Зависимости, отражающие изменение относительного показателя объема от времени носки, описаны уравнениями:

$$\text{верх с тик-саржей: } y = 0,0053 \ln(x) + 0,0028 \quad (1)$$

$$\text{верх с нетканым полотном: } y = 0,0101 \ln(x) - 0,0031 \quad (2)$$

$$\text{верх с трикотажным полотном: } y = 0,011 \ln(x) - 0,0002 \quad (3)$$

Изменение внутреннего объема и, как следствие, периметра в сечении  $0,68/0,72D_{ст}$  в готовой обуви в большей степени определяется процессами формования при производстве и связано в эксплуатации как с приформовываемостью, так и ухудшением внешнего вида. Процесс складкообразования является неотъемлемой составляющей носки. В случае интенсивного увеличения суммарной высоты складок или значительной ее величины существенно ухудшается внешний вид и качество обуви.

Рассмотрим более подробно случайный процесс складкообразования. В первые дни носки наблюдается резкое увеличение суммарной величины складок, затем процесс стабилизируется и далее изменяется почти линейно.

Данные таблицы свидетельствуют о практически одинаковых величинах суммарной высоты складок в обуви с различными

подкладочными материалами. Однако периодический осмотр обуви в процессе эксплуатации показал, что верх с подкладкой из тик-саржи в большинстве случаев уступает по внешнему виду обуви с другими подкладочными материалами вследствие образования одной крупной складки. В обуви с трикотажными и неткаными полотнами в качестве материалов подкладки процесс складкообразования сопровождался появлением нескольких складок меньшего радиуса кривизны. Поэтому формоустойчивости такой обуви с позиции данного показателя удовлетворительная.

Значения величины суммарной высоты складок в исследуемой обуви не выходят за пределы, установленные в работе [4]. Предельные значения, начиная с которых обувь имеет неудовлетворительную формоустойчивость, несут в себе элементы субъективизма, так как получены путем опроса экспертов с последующей усредненной оценкой мнений без выявления их согласованности. Однако, принимая во внимание пределы суммарной величины складкообразования, которые в зависимости от размера обуви варьируют от 5,96 мм (245 размер) до 7,53 мм (270 размер), можно утверждать о том, что опытные пары характеризуются приемлемой формоустойчивостью. Допустимые величины складкообразования для других размеров могут быть получены интерполированием.

Можно отметить, что процесс складкообразования на поверхности союзки обуви зависит как от условий эксплуатации, так и физико-механических свойств систем материалов, из которых она изготовлена. Среди этих свойств наиболее существенными в этой связи является жесткость на изгиб. При ходьбе верх обуви испытывает продольное сжатие, вызванное действиями сил, направленных вдоль продольной оси изделия. Эти силы, вызывая потерю устойчивости оболочки, которым является верх обуви, приводят к образованию складок на поверхности. При этом, чем жестче система верха на изгиб, тем крупнее складки, что мы и наблюдаем на практике. Из таблицы видно, что суммарная высота складок в обуви с тик-саржей, верх которой наиболее жесткий, существенно больше, чем в обуви с другими подкладочными материалами, у которых жесткость на изгиб меньше и приблизительно одинакова. Это объясняет близость значений  $\Sigma H$  для обуви с подкладками из трикотажного и нетканого полотна. Таким образом, приведенные соображения в принципе полностью объясняют соотношения средних значений высоты складок для трех исследуемых материалов.

Величины смещения верха выше в обуви с высокоэластичными материалами практически в 2 раза и находятся практически на границе допустимых пределов, установленных авторами вышеупомянутой работы. Как и в случае с суммарной высотой складок, использовался метод экспертного опроса. Следует отметить, что в отличие от суммарной высоты складок определить допустимые величины смещения является весьма

сложной задачей, так как этот показатель менее выразителен при органолептической оценки формоустойчивости.

Смещение обусловлено, с одной стороны, распорным действием стопы, с другой, свойствами материалов. К этим свойствам следует отнести, прежде всего, жесткость на растяжение и изгиб. Показатели этих свойств выше в обуви, где в качестве подкладки использовалась тик-саржа.

В результате проведенных испытаний установлено, что угол подъема носочной части обуви в начальный период эксплуатации несколько выше в обуви с подкладкой из тик-саржи, но к 90-га дням носки значения выравниваются. Хотя материал подкладки оказывает влияние на значения анализируемого показателя, что подтверждается приблизительно одинаковыми данными по обуви с трикотажными и неткаными полотнами и несколько отличающимися данными исследований обуви с тик-саржей, однако это влияние сглаживается действием подошвы, которая в конкретном случае одинакова. Известно, что влияние свойств материала подошвы превосходит влияние свойств материалов верха.

Вполне очевидна небольшая положительная корреляция между суммарной высотой складок и углом подъема носочной части. Понятно, что чем больше  $\Sigma H$ , тем меньше верх обуви препятствует стремлению носочной части к подъему. Так как в обуви с тик-саржей, как показано выше,  $\Sigma H$  превышает этот же показатель в обуви с трикотажными и неткаными полотнами, то и угол подъема можно было ожидать несколько более высоким, что и видно из таблицы. В статистическом же плане эти различия в условиях проведенного эксперимента оказались незначительными.

С течением времени эксплуатации происходит изменение периметра в сечении  $0,68/0,72$  Д<sub>ст.</sub>. В обуви с более жесткой системой верха (подкладка из тик-саржи) значения периметра ниже, что свидетельствует о меньшей способности верха такой обуви приформовываться к стопе в начальный период носки, но лучше сохранять размеры, приданные в процессе затяжки обуви в период носки. Необходимо отметить, что периметры верха обуви с различными подкладками в меньшей мере отличаются по численным значениям, чем «смещение», хотя такие факторы, как действие стопы и свойства материалов, также оказывают влияние на анализируемый показатель.

При оценке смещения принималась во внимание только та часть сечения, которая наиболее подвержена растягивающим действиям стопы и находилась на краевых участках сечения. Периметр определялся по контуру всего сечения (за исключением следа), где сочетаются области сжатия и растяжения, что и приводит к менее существенной разнице в численных значениях.

Таким образом проведенные исследования позволяют оценить степень влияние вида материала подкладки на формоустойчивость обуви в

период ее эксплуатации, рационально осуществлять подбор материалов на стадии, предшествующей изготовлению обуви, и, тем самым, обеспечивать изготовление качественной продукции, то есть формировать потребительские свойства обуви.

Научно-обоснованный критерий оценки формоустойчивости обуви и методики его применения позволяют проводить изучение качества продукции в течение всего «жизненного цикла»

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Буркин А.Н.* Оптимизация технологического процесса формования верха обуви. – Витебск: ВГТУ, 2007.–220 с.

2. Способ определения формоустойчивости изделий из деформируемого материала: а.с. 791371 СССР, М. Кл<sup>3</sup>. А 43 D1/08, А 43 D 11/12, А 43 D 13/00G, 01B13/00 / В.В. Щербаков, А.Н. Калита, А.Н. Буркин, Г. В. Сипаров; МТИЛП. – № 2750848/28-12; заявлено 11.04.79; опубл. 30.12.80 // Открытия. Изобрет. – 1980. – №48.– 3 с.

3. Способ определения формоустойчивости обуви: пат. 5984 Респ. Беларусь, МПК7 А 43D 1/08 / А.Н. Буркин, А.Л. Сидорков, М.В. Шевцова, Е.А. Шеремет; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный университет».– № а 20000284; заявл. 27.03.2000; опубл. 30.03.2004 // Официальный Бюллетень Государственного пат. Ведомства Респ. Беларусь / Национальный центр интеллектуальной собственности.– 2004.– №1(40).– С.91-92.

4. *Калита А.Н., Щербаков В.В.* Определение допустимых изменений формоустойчивости обуви/Экспресс-информация. Обувная промышленность.– 1982.– Вып.11.– С.16.

5. *Шеремет Е.А., Буркин А.Н., Науменко А.А.* Разработка критерия оценки формоустойчивости материалов для верха обуви. /Вестник Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». – Витебск, 2008. – №14. – С.6-8.

## ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОДЕЖДЫ С ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ УРОВНЯ ЕЕ КОМФОРТНОСТИ

*Кузьмичев В.Е., Го Мэнна*

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

Активная разработка технологий трехмерного проектирования одежды в виртуальной среде потребовала систематизации всех ранее накопленных практических знаний о способах построения чертежей, их модификации с учетом будущей формы и применяемых текстильных материалов, параметризации фигур и получения реалистичных систем