О<mark>Ц</mark>ЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИФОРМОВЫВАЕМОСТИ ВЕРХА ОБУВИ К СТОПЕ

Томашева Р.Н., Горбачик В.Е. Витебский государственный технологический университет, Беларусь

В условиях рынка основным требованием конкурентоспособности продукции является её высокое качество. Одним из наиболее важных эргономических показателей качества обуви, обеспечивающих её удобство и комфорт в носке, является приформовываемость верха обуви к стопе.

Приформовываемость верха обуви к стопе характеризует способность верха обуви принимать и сохранять индивидуальные особенности стопы носчика без значительных изменений внутренней формы и внешнего вида обуви, и выражается в количественном изменении размеров и формы верха обуви, преимущественно в области плюснефалангового сочленения, в процессе ее эксплуатации. Низкая приформовываемость верха обуви к стопе на уровне сенсорного восприятия вызывает ощущение дискомфорта при носке, а также может служить причиной заболевания стоп. Слишком высокая приформовываемость верха обуви может привести к потере формы изделия в процессе его эксплуатации.

Следует отметить, что несмотря на важность данного показателя качества, в настоящее время он изучен недостаточно полно, не исследованы конструктивные и технологические факторы, влияющие на способность верха обуви приформовываться к стопе, отсутствуют объективные методы его количественной оценки. О способности верха обуви приформовываться к стопе до сих пор судят в основном по результатам опытных носок, существенным недостатком которых является значительные затраты времени и материальных средств. Существующие лабораторные способы оценки изменения размеров верха обуви имеют ряд существенных недостатков и, как правило, не отражают в полной мере реального механизма взаимодействия стопы с верхом обуви в процессе эксплуатации.

Недостаточная изученность вопросов, связанных с приформовываемостью верха обуви к стопе, существенно усложняет решение проблемы проектирования и производства высококачественной, конкурентоспособной обуви и обуславливает необходимость разработки объективных методов и средств оценки и прогнозирования приформовываемости верха обуви, позволяющих уже на стадии конструкторско-технологической подготовки производства осуществлять оценку качества обуви по данному показателю.

Учитывая это на кафедре конструирования и технологии изделий из кожи учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» был проведен цикл научно-исследовательских работ, посвященных изучению вопросов приформовываемости верха обуви к

стопе, в результате которых были решены следующие задачи:

- разработаны методика и прибор для количественного измерения приформовываемости верха обуви к стопе в лабораторных условиях;

- исследованы факторы, оказывающие наибольшее влияние на спо-

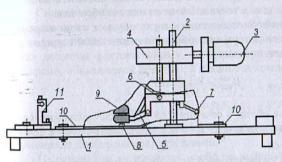
собность верха обуви приформовываться к стопе;

 разработана методика расчета приформовываемости верха обуви к стопе с учетом свойств комплектующих заготовки.

При разработке инструментального метода оценки приформовываемости верха обуви к стопе в лабораторных условиях основным критерием являлось максимальное соответствие режимов испытания реальным условиям работы верха обуви в процессе ходьбы.

С учетом этого коллективом авторов был разработан прибор для определения приформовываемости верха обуви к стопе [1], позволяющий максимально полно моделировать механизм воздействия стопы с верхом обуви в процессе носки, вследствие которого и происходит его приформовывание к стопе. Схема прибора представлена на рис.1.

Прибор содержит основание 1, смонтированную на нём стойку 2 с механизмом циклического нагружения, механизм измерения остаточной деформации верха обуви 11 и механизм фиксации обуви в приборе.



- 1 основание;
- 2-стойка;
- 3 электродвигатель;
- 4 редуктор;
- 5 регулирующие тяги;
- 6 боковые упоры;
- 7 пяточный упор;
- 8 стелечный упор;
- 9 деформирующие пуансоны;
- 10 фиксирующие приз-
- мы, 11- механизм измерения

Рис. 1. Схема прибора для определения приформовываемости верха обуви к стопе

Устройство прибора обеспечивает циклическое растяжение верха обуви в области плюснефалангового сочленения с частотой, соответствующей ускоренному темпу ходьбы человека. Конструкцией прибора предусматривается постоянство амплитуды хода деформирующих пуансонов в процессе испытания.

Форма и размеры деформирующих пуансонов полностью соответствуют внутренней форме обуви, что позволяет получить характер распределения деформаций аналогичный реальному при взаимодействии верха обуви со стопой. Деформирующие элементы расположены на расстоянии $0.62-0.73 \ensuremath{D_{\text{cr}}}\xspace$ — длина стопы, мм), так как именно в этой области про-

исходит наибольшая деформация союзки при ходьбе.

Способность верха обуви приформовываться к стопе оценивалась по изменению поперечных размеров обуви в области плюснефалангового сочленения до и после циклического нагружения. Регистрация остаточной деформации верха обуви осуществлялась с помощью нерастяжимой гибкой нити, огибающей верх обуви, и соединенного с ней индикатора часового типа, позволяющего определить изменение периметра верха обуви с точностью до 0,1 мм.

Величина растяжения верха обуви в процессе испытания принималась равной 8%, что соответствует средним значениям деформации верха обуви в области пучков в процессе ходьбы [2].

С целью разработки методики определения приформовываемости верха обуви к стопе в лабораторных условиях были проведены предварительные испытания образцов обуви на разработанном приборе, в ходе которых было установлено, что основное изменение поперечных размеров верха обуви происходит уже в течение первых 10 тыс. циклов растяжения При последующем нагружении величина остаточной деформации верха обуви изменяется незначительно, а после 17-20 тыс. циклов растяжения у большинства исследованных образцов стабилизируется. Основное изменение остаточной деформации верха обуви после снятия внешнего воздействующего усилия происходит в течение 24 часов отдыха образцов.

Учитывая это, приформовываемость верха обуви к стопе определялась после циклического нагружения обуви в течение 20000 циклов и 24 часов отдыха по формуле:

$$\Pi_{\sigma,o\delta}^{,aa\delta} = \frac{L - L_0}{L_0} \cdot 100 \quad , \tag{1}$$

где L — периметр верха обуви в сечении 0,68 Д $_{\rm cr}$ после числа циклов испытания N и времени отдыха τ , мм; L_0 — периметр верха обуви в сечении 0,68 Дст до испытания, мм.

В соответствии с разработанной методикой была исследована приформовываемость верха различной обуви в лабораторных условиях и выявлены основные факторы, влияющие на величину данного показателя качества. Установлено, что величина приформовываемости верха обуви существенно зависит от свойств комплектующих, способа формования и конструктивных особенностей заготовки. Обувь внутреннего способа формования значительно лучше приформовывается к стопе, чем обувь обтяжно-затяжного способа формования, а использование в области пучков швов, соединяющих различные детали, приводит к снижению способности верха обуви приформовываться к стопе.

Определяющее влияние на величину приформовываемости верха обуви к стопе оказывают упруго-пластические свойства материалов заготовки. При этом наиболее высокие значения исследуемого показателя отмечаются в обуви с верхом из эластичных кож, наименьшие — в обуви с верхом из искусственной кожи. Использование в качестве материала меж-подкладки трикотажных и нетканых полотен обеспечивает более высокие значения показателя приформовываемости, чем межподкладка из ткани.

Учитывая это, количественная оценка упруго-пластических свойств комплектующих заготовки и степень их изменения в процессе производства и эксплуатации обуви были положены в основу разработки методики расчета приформовываемости верха обуви к стопе.

С этой целью было проведено масштабное исследование упругопластических свойств различных по строению материалов для верха обуви и систем материалов с различным сочетанием комплектующих при различных видах деформации с использованием современных автоматизированных средств [3-6]. В результате был определен широкий перечень показателей (более 20), всесторонне характеризующих упруго-пластические свойства исследуемых обувных материалов и их систем.

С целью облегчения процесса обработки, более наглядного представления и интерпретации полученной в ходе исследования информации было осуществлено снижение размерности исходного признакового пространства и выявлены наиболее информативные показатели с точки зрения полноты и точности описания изучаемой характеристики [6].

Снижение размерности признакового пространства осуществлялось с использованием метода главных компонент. Решение о количестве наиболее информативных признаков выносилось на основании величины показателя полноты факторизации γ , %, характеризующего долю суммарной дисперсии, объясняемой первыми k главными компонентами:

$$\gamma = \frac{S_k}{S_m} \cdot 100 = \frac{S(F_1) + S(F_2) + \dots + S(F_k)}{S(F_1) + S(F_2) + \dots + S(F_m)} \cdot 100 , \qquad (2)$$

где S_k — вклад первых k компонент в суммарную дисперсию признаков; S_m — суммарная дисперсия всех признаков.

На основании выделенных наиболее информативных единичных показателей были определены комплексные безразмерные показатели упруго-пластических свойств материалов и систем по формуле:

$$K_o = \sum_{i=1}^n K_i \cdot m_i \quad , \tag{3}$$

где K_i — относительный единичный показатель упруго-пластических свойств; m_i — весомость і —го показателя свойств, определяемая по относительной величине вклада соответствующей главной компоненты в дисперсию всех признаков, n — число учитываемых при комплексной оценке показателей.

Относительные единичные показатели определялись путем сравнеупруго-пластических свойств исследуемых материалов и систем с лучшим (максимальным или минимальным) значением показателя в данной группе объектов.

С помощью множественного регрессионного анализа была установлена математическая зависимость между упруго-пластическими свойствами систем материалов для верха обуви и свойствами входящих в них материалов следующего вида:

$$K_o^c = 0.74 K_o^6 + 0.20 K_o^{M/n} + 0.23 K_o^n,$$
 (4)

где K_o^c , K_o^a , $K_o^{M/n}$, K_o^n —комплексные показатели упруго-пластических свойств соответственно систем материалов для верха обуви, материалов верха, межподкладки и подкладки обуви.

Как известно, в процессе производства обуви материалы заготовки подвергаются формованию на колодке и влажно-тепловой обработке, а в процессе носки изделия многократному растяжению, в результате чего они могут значительно изменять свои упруго-пластические свойства. Поэтому, с целью разработки объективной методики расчета приформовываемости верха обуви к стопе, было изучено влияние данных факторов на упруго-пластические свойства систем материалов для верха обуви.

Системы материалов с различным сочетанием комплектующих подвергались операциям формования и термофиксации, моделирующим реальный технологический процесс производства обуви клеевого метода крепления, а затем многократному двухосному растяжению сферическим пуансоном на заданную величину деформации 8 % в соответствии с методикой, описанной в работе [7].

Особенностью испытания систем материалов в условиях многократного растяжения является то, что в процессе предварительной технологической обработки образцы принимают форму полусферы. Учитывая это, величина продавливания образцов, соответствующая заданной величине их деформации, определялась в соответствии со схемой растяжения образцов (рис. 2) с использованием математических зависимостей (5–8).

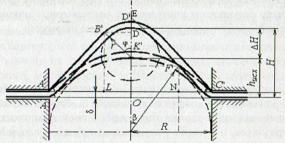


Рис. 2. Схема растяжения систем материалов

 $_{\text{ГДЕ}}$ ΔH — величина продавливания отформованного образца, мм, необходимая для его деформации на заданную величину; H — общая стрела протиба образца, мм; h_{ucx} — исходная стрела прогиба образца, мм, численно равная остаточной стреле прогиба образца после операций технологической обработки.

 $H = (R - \delta \cdot tg\frac{\varphi}{\alpha}) \cdot tg\varphi + r - \frac{r}{\cos\varphi} , \qquad (6)$

$$L = 2 \cdot B' \overline{D}' + 2 \cdot \overline{A'B'} = 2 \cdot (r + \delta) \cdot \varphi + 2 \cdot \frac{R - (r + \delta)\sin\varphi}{\cos\varphi} , \qquad (7)$$

$$\varphi = \arcsin \frac{r+\delta}{\sqrt{(r+\delta-H)^2 + R^2}} \pm \arccos \frac{R}{\sqrt{(r+\delta-H)^2 + R^2}} , \qquad (8)$$

где L – длина образца по меридиану, мм; R – радиус рабочей зоны образца, мм (R=30мм); r - радиус пуансона, мм (r = 12,5 мм); δ - толщина образца, мм; φ - угол перегиба образца у края кольцевого зажима, рад.

Упруго-пластические свойства систем материалов после многократного растяжения было предложено оценивать приростом стрелы прогиба образцов после многократного растяжения Δh^u , %, определяемой по формуле:

$$\Delta h^{u} = \frac{h_{ocm}^{u} - h_{ucx}}{h_{ucx}} \cdot 100 , \qquad (9)$$

где h^u_{ocm} – остаточная циклическая стрела прогиба образца, мм.

Относительные комплексные показатели упруго-пластических свойств систем материалов после операций технологической обработки $(K_{\mu}^{\ c})$ и многократного растяжения $(K_{\mu}^{\ c})$ определялись по формулам

$$K_{\phi}^{c} = \frac{h_{ocm}^{i}}{h_{ocm}^{\max}},\tag{10}$$

где $h^i_{ih\dot{o}}$ — остаточная стрела прогиба і-ой системы материалов после операций технологической обработки, мм; $h^{\max}_{ih\dot{o}}$ — максимальное значение остаточной стрелы прогиба в исследуемой группе объектов.

$$K_{\eta}^{c} = \frac{\Delta h_{i}^{\eta}}{\Delta h_{\max}^{\eta}} \tag{11}$$

где Δh_i^u — прирост стрелы прогиба і-ой системы материалов после многократного растяжения, %; Δh_{\max}^u — максимальное значение прироста стрелы прогиба в исследуемой группе объектов. В ходе регрессионного анализа полученных данных были установлены математические зависимости между комплексными показателями упруго-пластических свойств систем материалов до и после технологической обработки и многократного растяжения.

$$K_{\phi}^{c} = 1, 1 \cdot K^{c}, \tag{12}$$

$$K_{\eta}^{c} = 0.73 \cdot K_{\phi}^{c} + 0.24. \tag{13}$$

Для установления связи между приформовываемостью верха обуви и упруго-пластическими свойствами систем материалов, имитирующих заготовку, были изготовлены мужские полуботинки клеевого метода крепления с различным сочетанием комплектующих заготовки и осуществлено их испытание на приборе для определения приформовываемости верха обуви к стопе. В результате была установлена аналитическая зависимость между приформовываемостью верха обуви и относительным комплексным показателем упруго-пластических свойств систем материалов с аналогичным сочетанием комплектующих после многократного растяжения:

$$\Pi_{e,o\delta}^{na\delta} = 6,73 \cdot K_{u}^{c} - 4,17 \tag{14}$$

С учетом установленных математических зависимостей разработана методика расчета величины приформовываемости верха обуви к стопе (рис.3), позволяющая уже на стадии конструкторско-технологической подготовки производства с достаточной степенью точности осуществлять оценку качества обуви по данному показателю [8].

Для оценки степени соответствия разработанной методики действительным условиям определялись отклонения расчетных значений приформовываемости верха обуви от экспериментальных, полученных при испытании образцов обуви на разработанном приборе для определения приформовываемости верха обуви к стопе. Было установлено, что среднее отклонение расчетных значений приформовываемости от экспериментальных для исследованных пакетов верха обуви составило 4,5%, что не превышает допустимых пределов.

Таким образом, разработанная методика позволяет с достаточной степенью точности осуществлять расчет приформовываемости верха обуви к стопе с учетом особенностей упруго-пластических свойств материалов заготовки.

Таким образом, результаты проведенного комплекса работ впервые позволили обеспечить объективную оценку качества обуви по показателю «приформовываемость верха обуви к стопе».

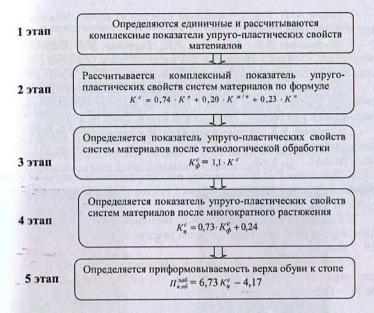


Рис. 3. Алгоритм расчета приформовываемости верха обуви к стопе

Разработанные методика и прибор для определения приформовываемости верха обуви к стопе позволяют быстро и с минимальными материальными затратами осуществлять в лабораторных условиях количественную оценку способности верха обуви приформовываться к стопе. Практическое использование разработанной методики расчета приформовываемости верха обуви к стопе позволяет уже на стадии конструкторскотехнологической подготовки производства обеспечить рациональную комплектацию пакетов верха обуви и оптимизировать технологические режимы их обработки, и тем самым обеспечить выпуск продукции повышенной комфортности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прибор для определения приформовываемости верха обуви к стопе: пат. 4471 Респ. Беларусь, С2 ВҮ, МПК А 43D 1/06, 8/52 / В.Е. Горбачик, А.А. Угольников, И.Д. Меницкий, Р.Н. Заблоцкая; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет». № а 19981126; заявл., 15.12.98.; опубл. 03. 06. 2002. // Афіцыйны бюлетэнь Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2002. — № 2(33). — С. 83.

- 2. Зыбин Ю.П. Конструирование изделий из кожи. Москва: Изд-во «Легкая индустрия», 1966. 320 с.
- 3. Костылева В.В., Томашева Р.Н., Горбачик В.Е. Оценка упругопластических свойств материалов для верха обуви в условиях двухосного растяжения / Кожевенно-обувная промышленность. 2007. – №1. – С.47–48.
- 4. Томашева Р.Н., Горбачик В.Е. Влияние комплектующих на физиологические свойства верха обуви / Известия высших учебных заведений. Северо-кавказский регион. Технические науки. 2006. № 4 (136). С. 78 81.
- 5. Горбачик В.Е. Автоматизированный комплекс для оценки механических свойств материалов / В. Е. Горбачик [и др.]. // Вестник УО «ВГТУ». 2006. Вып.11. С. 5-8.
- 6. Томашева Р.Н. Комплексная оценка упруго-пластических свойств материалов и систем для верха обуви / Вестник УО «ВГТУ». 2008. Вып. 14. С. 46 52.
- 7. Томашева Р.Н., Горбачик В.Е. Методика испытания систем материалов верха обуви при многократном растяжении / Вестник УО «ВГТУ». 2009. Вып.16. С. 93 98.
- 8. Томашева Р.Н., Горбачик В.Е. Методика расчета приформовываемости верха обуви к стопе / Вестник УО «ВГТУ». — Витебск, 2009. — Вып.17. — С. 93 — 98.

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ ПРИ ВОССОЗДАНИИ АНТРАКТНО-РАЗДВИЖНОГО ЗАНАВЕСА СЦЕНЫ БОЛЬШОГО ТЕАТРА

Чижова Н.В., Чаленко Е.А., Галкин А.В. Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия ЭС-Дизайн, г. Москва, Россия

Задачей воссоздания занавеса Большого театра являлось максимальное повторение исходной идеи, при широком использовании современных материалов и методов обработки для достижения новых утилитарных свойств. Привлечение к процессу воссоздания занавесов позволило студентам приобрести бесценный опыт изготовления уникальных изделий за время прохождения учебной практики.

К моменту начала реконструкции исторический комплект одежды сцены Большого театра состоял из антрактно-раздвижного занавеса, кулис и пилонов. Полотно антрактно-раздвижного занавеса пришло в физическую негодность, во многих местах вытерлось и прорвалось (рис.1).

Изучение методов обработки исторического занавеса показало, что практически все работы были выполнены вручную, начиная от соединения полотен основного материала между собой, и заканчивая обработкой верх-