

неоднородностью химического состава проволоки по ее длине, наличием дефектов кристаллической решетки или внутренних напряжений.

Таким образом, установлено, что движение границы раздела фаз в образцах никелида титана вызывает возникновение постоянной по величине и направлению электродвижущей силы. Причиной возникновения этого явления, возможно, является наличие контактной разности потенциалов между участками TiNi находящимися в разных фазовых состояниях (аустенит и мартенсит) нагретого и ненагретых участков проволоки.

Список литературы

1. В.Л. Шушкевич, В.В. Рубаник, В.В. Рубаник мл. Термоэлектронные явления в TiNi // Сборник материалов XLIII международной конференции «Актуальные проблемы прочности». Витебск, 27 сент. - 1 окт. 2004 г.; в 2 ч. Витебск, 2004. Ч.1. С. 345-346.
2. Е.Ф. Фурмаков Электрический ток, вызванный движением поверхности раздела фаз в металле // Фундаментальные проблемы естествознания. Санкт-Петербург, 1999. Вып. 21. С. 377-378.

УДК 685.34.03

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМОВОЧНЫХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА ОБУВИ

Буркина О.А.¹, Дмитриев А.П.², Рубаник мл. В.В.^{1,2}

¹ ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г. Витебск

² УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск

В формировании образа человека важную роль играет его одежда и обувь. Достижения науки и техники позволяют использовать в промышленности самые разные материалы и технологии при производстве одежды и обуви, формируя широкий ассортимент этих изделий. Чтобы удовлетворить потребности человека необходимо также производить качественную продукцию, т.е. такую одежду и обувь, которые бы обладали определенными полезными свойствами и сохраняли свои эксплуатационные показатели в течение определенного времени. Проблема качества выпускаемой продукции является одной из наиболее актуальных во всем мире. С ее решением связаны задачи повышения благосостояния общества, роста эффективности экономики, выхода отечественных производителей на внешний рынок и участие в международном разделении труда [1, 2].

Важнейшей характеристикой обуви является ее формоустойчивость, которая определяется формовочными свойствами используемых материалов. В процессе формования верха обуви необходимо придать плоской заготовке сложную пространственную форму колодки, обеспечив при этом достаточную формоустойчивость верха при носке и хранении обуви.

Все способы формования в зависимости от места приложения силы разделяют на внешний, внутренний и комбинированные способы.

Способы внешнего формования основаны на приложении растягивающих усилий извне. Стельку накладывают лицевой поверхностью на след колодки и прикрепляют, затем одевают увлажненную (из натуральных кож) или нагретую (из искусственных материалов) заготовку и производят обтяжку и затяжку заготовки, закрепляя затяжную

кромку на стельке при помощи тексов, скоб или клея.

Способы внутреннего формования основаны на применении растягивающих усилий изнутри заготовки. Формование осуществляется раздвижными, разъемными или сочлененными колодками. Внутреннее формование повышает производительность труда, сокращает затраты материалов верха, однако при таком способе формования обувь не всегда достаточно формоустойчива, так как материал верха вытягивается в меньшей степени, чем при способах внешнего формования. Поэтому этот способ используется при изготовлении обуви литьевого и строчечно-литьевого методов крепления низа.

При *комбинированном способе* формования растягивающие усилия прикладываются как извне, с помощью клещей, так и изнутри, за счет изменения размеров раздвижной колодки.

Формование указанными способами можно выполнять без предварительного или с предварительным формованием деталей или узлов заготовки верха. Предварительное формование облегчает выполнение последующих операций, увеличивает деформацию материала, что приводит к уменьшению размера чистой площади деталей и повышению формоустойчивости обуви [3].

Правильно проведенное формование материала верха обуви должно обеспечить сохранение приданной формы после съема обуви с колодки и особенно в период носки. Часто о качестве формования судят по величине возникающих при этом деформаций материала верха обуви, поскольку в процессе формования деталей обуви, а также при эксплуатации изделий материалы испытывают усилия, направленные перпендикулярно их поверхности, в результате чего в них возникает сложное напряженное состояние. Реакция материалов на это воздействие проявляется в виде сложной деформации, значительно отличающейся от одноосного растяжения, так как в данном случае деформация растяжения распределяется по многим направлениям и связана с увеличением площади материала. Такую деформацию называют двухосной или плоскостной [1].

Существующие средства и методы исследования формовочных свойств материалов существенно отличаются друг от друга. Применяемые в настоящее время методы и средства исследований имеют существенные, а иногда и принципиальные отличия, что не позволяет сопоставить результаты, полученные по различным методикам. Объектом основных научных исследований являются свойства искусственных и синтетических кож, реже натуральных, а также систем материалов, проявляющиеся в процессе увлажнения, формования и сушки обуви. Не всегда обоснованы и корректны попытки некоторых исследователей математически описать сложные деформационные и релаксационные процессы, протекающие в обувных материалах при формовании.

Для решения данной проблемы разработано и изготовлено специальное устройство для испытания листовых материалов многоосным растяжением присоединяемое к разрывной машине [4], которое обладает упрощенной испытательной конструкцией, а также расширенной областью применения и универсальностью.

Использование данного устройства для оценки свойств материалов, их систем и соединений деталей верха обуви двухосным растяжением позволяет имитировать испытания проводимые по следующим ТНПА: ГОСТ 938.16-70, ГОСТ 29078-91, СТБ ИСО 3379 и СТБ ИСО 17695. Благодаря возможности регулирования скорости нагружения с помощью разрывной машины и использования сменных формирующих элементов данное устройство позволяет исключить необходимость приобретения специальных приборов и устройств: ластометров, тензометров, прибора ПОИК. Безусловным преимуществом устройства также является использование образцов материалов с большим размером рабочей зоны $\approx 10000 \text{ мм}^2$ (согласно СТБ ИСО 2960-

2001). Такие размеры круговых образцов позволяют более адекватно оценивать формовочные свойства материалов для заготовок верха обуви, т.к. приближены к размерам формующей колодки.

Кроме того, разработанное устройство позволяет моделировать на сменных наконечниках тороидальной и сферической формы два способа формования материалов верха: выдавливанием и растяжением (рисунок 1). Первый способ представляет собой растяжение закрепленного по краям материала в радиальном направлении с одновременным изгибанием вокруг формующего пуансона. При таком способе формования листовой материал приобретает соответствующую форму за счет сокращения его в направлении, противоположном растяжению. Второй способ состоит в том, что формируемый образец жестко закрепляется в кольцевом зажиме и продавливается поверхностью пуансона вдоль меридианов и параллелей.

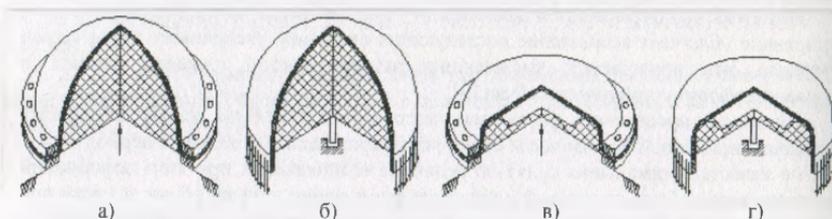


Рисунок 1 - Способы формования (а - выдавливание сферой,

б - растяжение сферой, в - выдавливание тором, г - растяжение тором)

Отбор образцов для испытания производится в соответствии с ГОСТ 938.0-75 из участка кожи, предназначенного для физико-механических испытаний, рядом с образцами для определения предела прочности при растяжении. Из каждой пробы вырубают образцы в форме круга диаметром 180 мм. Производят определение толщины образцов кожи в середине образца с точностью до 0,01 мм по ГОСТ 938.15-70. С помощью графопостроителя на образцы испытуемых материалов наносят через каждые 10 мм концентрические окружности и через 15° – радиальные лучи (0° - в поперечном направлении, 90° - в продольном). Такой способ позволяет нанести сетку с большой точностью, а также корректировать положение и цвет пишущего инструмента в зависимости от вида поверхности материала. Пересечения нанесенных линий являются контрольными точками для определения геометрических соотношений, характеризующих анизотропические особенности деформируемого материала.

Испытания проводят при скорости движения нижнего зажима разрывной машины 14 мм/мин, или иной другой исходя из определенных условий испытания. Каждый образец подвергают деформированию от 5 до 25% деформации по меридиану, которая определяется по высоте перемещения нижнего зажима разрывной машины и зависит от толщины образца, формы наконечника пуансона и способа испытания. Величины меридиальной деформации определяют по формулам:

1) выдавливание наконечником пуансона тороидальной формы:

$$E_{лт\ выд} = \frac{D + 2(r + \delta) \left\{ \arcsin \frac{r + \delta}{\sqrt{(H_{выд} - r - \delta)^2 + S^2}} + \arctg \frac{H_{выд} - r - \delta}{S} \right\}}{l_0} + \left(1 \right)$$

$$+ \frac{2\sqrt{H_{выд}^2 - 2H_{выд}(r + \delta) + S^2} - l_0}{l_0} \cdot 100\%$$

где $E_{\text{мт выд}}$ - деформации по меридиану образца кожи при выдавливании наконечником пуансона тороидальной формы, %;

r - радиус образующей окружности тора, мм;

D - удвоенное расстояние от центра образующей окружности до оси вращения тора, мм;

S - расстояние от центра образующей окружности до места захвата образца, мм;

δ - толщина образца кожи, мм;

$H_{\text{выд}}$ - высота перемещения нижнего зажима разрывной машины при испытании образца кожи методом выдавливания, мм;

l_0 - первоначальный линейный размер образца, мм.

2) выдавливание наконечником пуансона сферической формы:

$$E_{\text{мс выд}} = \frac{2(R + \delta) \left(\arcsin \frac{R + \delta}{\sqrt{(H_{\text{выд}} - R - \delta)^2 + (l_0/2)^2}} + \arctg \frac{H_{\text{выд}} - R - \delta}{l_0/2} \right)}{l_0} + \left(\frac{2\sqrt{H_{\text{выд}}^2 - 2H_{\text{выд}}(R + \delta) + (l_0/2)^2} - l_0}{l_0} \right) \cdot 100\% \quad (2)$$

где $E_{\text{мс выд}}$ - деформации по меридиану образца кожи при выдавливании наконечником пуансона сферической формы, %;

R - радиус наконечника пуансона, мм.

3) растяжение наконечником пуансона сферической и тороидальной формы:

$$E_{\text{м раст}} = \frac{2H_{\text{раст}}}{l_{0p}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где $E_{\text{м раст}}$ - деформации по меридиану образца кожи при растяжении, %;

$H_{\text{раст}}$ - высота перемещения нижнего зажима разрывной машины при испытании образца кожи методом растяжения, мм;

l_{0p} - первоначальный линейный размер образца, т.е. расстояние до петель под крепежные элементы, мм.

Для разработанного устройства: $D = 100$ мм, $r = 6,5$ мм, $l_0 = 140$ мм и $l_{0p} = 160$ мм.

Если исследования проводят двумя методами, тогда деформацию по меридиану для испытаний растяжением задают величиной силы продавливания полученной во время испытаний выдавливанием.

Во время эксперимента производят контроль величины силы продавливания и высоты перемещения нижнего зажима разрывной машины. После выдержки в напряженном состоянии в течение часа все образцы фотографируют цифровым фотоаппаратом, установленном таким образом, что бы его оптическая ось совпала с центром измерительной поверхности, причем плоскость объектива ей параллельна с целью снижения погрешности оптического искажения. По шкале нагрузки разрывной машины определяют величину силы продавливания. Также фотографируют испытанные образцы и после выдержки их в течение суток в нормальных условиях без нагружения.

Посредством компьютерной обработки полученных цифровых изображений определяют эллиптические диаметры d_{ij} контрольных точек (пересечения i -ой

окружности и j -ого радиального луча) и рассчитывают деформационные характеристики образца при формовании, в качестве которых выступают относительное меридиальное удлинение (E_{ijm}) и относительное остаточное меридиальное удлинение (E_{ij0}), по формулам:

$$E_{ijm} = \frac{d_{ij} - d_{i0}}{d_{i0}} \cdot 100\% \quad (4)$$

$$E_{ij0} = \frac{d_{ijp} - d_{i0}}{d_{i0}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где d_{i0} – первоначальный диаметр i -ой окружности, мм;

d_{ij} – эллиптический диаметр контрольных точек после выдержки образца в напряженном состоянии, мм;

d_{ijp} – эллиптический диаметр контрольных точек после выдержки образца в течение суток в нормальных условиях без нагружения, мм.

Экспериментальные данные сравнивают с исходными до продавливания, а так же после выдержки образцов в течение суток в нормальных условиях без нагружения. Полученные результаты, усредненные для различных образцов, обрабатываются стандартными статистическими методами с определением характеристик деформационных свойств исследуемых материалов.

На завершающем этапе происходит обработка и анализ полученных показателей, в результате которых определяется характер распределения деформаций по площади образца при формовании.

Для исследования деформационных свойств была выбрана новая синтетическая кожа (СК) артикула «Бирюза» с ярко выраженной анизотропией деформационных свойств, т.к. материал имеет текстильную основу. Основные характеристики СК «Бирюза», полученные одноосным растяжением, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики СК «Бирюза»

Толщина материала, мм	Разрывная нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, %		Предел прочности при растяжении, МПа		Относительное удлинение при напряжении 10 МПа, %	
	прод. напр.	попер. напр.	прод. напр.	попер. напр.	прод. напр.	попер. напр.	прод. напр.	попер. напр.
1.14	396,2	442,0	25,0	45,0	7,4	19,4	11,4	7,2

Величина перемещения нижнего зажима разрывной машины для выбранной СК «Бирюза» при деформировании по меридиану методом выдавливания тороидальной поверхностью на 10, 15, 20, 25 % исходя из формулы (1) составляет 17, 22, 26, 30 мм соответственно. Деформацию по меридиану для испытаний растяжением задавали величиной силы продавливания полученной во время испытаний выдавливанием. Графики зависимостей относительных меридиальных удлинений в контрольных точках от высоты перемещения нижнего зажима разрывной машины ($E_{ijm}(H)$), полученные при проведении испытаний методами выдавливания и растяжении тороидальным пуансоном усредненных для пяти образцов СК «Бирюза» представлены на рисунке 2 (результаты представлены только для контрольных точек окружности диаметром 80 мм).

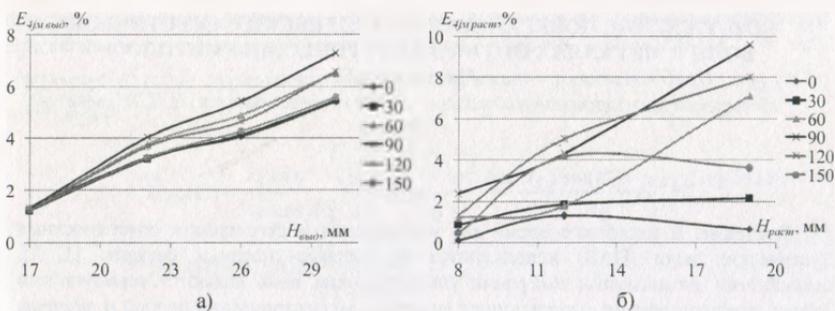


Рисунок 2 – График зависимостей $E_{4/M}(H)$ для окружности диаметром 80 мм (а - при формовании выдавливанием, б - при формовании растяжением)

Исследования показали, что характер деформации материала при выдавливании и при растяжении различный. При этом характер деформации при выдавливании близок к линейному, а при растяжении наблюдается нелинейная зависимость.

Деформация СК «Бирюза» в основном определяется структурой основы материала. Обработка данных показала также неоднородность изменения деформации не только по окружностям, но и по углам радиальных прямых. Относительная деформация материала в поперечном направлении (0°) больше, чем в продольном (90°). Это объясняется тем, что основа данной СК является текстильный материал, обладающий различными физико-механическими характеристиками по основе и утку.

Данная методика исследования формовочных свойств материалов для заготовок верха обуви позволяет оценить способность их к формованию. Ее можно рекомендовать для использования в системах автоматического проектирования раскроя при формировании оптимальной раскладки с учетом конфигурации деталей и величины деформирования при различных способах формования.

Список литературы

1. Товароведение одежно-обувных товаров. Общий курс: Учеб. пособие / В.В. Садовский [и др.]; под общ. ред. В.В. Садовского, Н.М. Несмелова. – Минск: БГЭУ, 2005. – 427с.
2. Кусакин, Н.А. Гармонизация стандартов как средство повышения конкурентоспособности / Н.А. Кусакин, В.Л. Гуревич // «Новости. Стандартизация и сертификация». – 2004. - №5. – С.22-24.
3. Калита, А.Н. Справочник обувщика (Технология) / Е.Я. Михеева, Г.А. Мореходов, Т.П. Швецова и др. – Москва: Легпромбытиздат, 1989. – 416с.
4. Устройство для испытания листовых материалов многоосным растяжением: пат. 5305 Республики Беларусь С 14В 99/00, G 01N 3/00 / (BY) / А.Н. Буркин, А.П. Дмитриев, О.А. Буркина; заявители и патентообладатели А.Н. Буркин, А.П. Дмитриев, О.А. Буркина. - № u20080730; заявл. 26.09.2008; опубл. 30.06.2009 // Афіцыйны Бюлетэнь Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 2009. - № 3 (68). - С. 211-212.