

ИССЛЕДОВАНИЕ АНИЗОТРОПИИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА ОБУВИ

Определение размеров деталей обуви на основе формы обувной колодки занимает значительную часть процесса конструирования обуви и в конечном итоге определяет качество готового изделия. Величины деформаций деталей верха обуви при их формовании зависят от особенностей формы колодки и точности получения её копии.

В последнее время для оценки способности материала наилучшим образом облегать определённые части обувной колодки при формовании деталей верха обуви всё более широко применяются методы двухосного растяжения. Основными показателями правильности выбора материалов для производства обуви являются прочностные (нагрузка при определённом меридиальном удлинении, при появлении трещин и при разрыве материала), а также деформационные показатели (величина меридиального удлинения при появлении трещин и разрыве материала).

Анализ нормативной документации по оценке деформационных свойств материалов для верха обуви свидетельствует, что такие показатели определяются методом одноосного растяжения в соответствии с ГОСТ 938.11-69 либо двухосного растяжения по ГОСТ 938.16-70 [1] или ГОСТ 29078-91 [2]. За рубежом стандартные испытания материалов верха обуви сферическим растяжением осуществляются согласно ISO 17695 [3].

Для испытаний по ГОСТ 938.16-70 используется разрывная машина и специальное устройство для продавливания материала шариком диаметром 6,5 или 6,25 мм (по ISO 3379-76, что допускается ГОСТ 938.16-70). Для испытаний по ГОСТ 29078-91 применяется прибор ПОИК, где используются сменные пуансоны с полусферическими наконечниками радиусом 5 и 10 мм. Также шарики диаметром 20 и 10 мм применяются при проведении испытаний согласно ISO 17695 с использованием специального зажимного устройства к разрывной машине или ластомера. Диаметры образцов для испытаний по ГОСТ 938.16-70 равен 35 мм, по ISO 3379-76 равен 44,5 мм, а по ISO 17695 точный размер не указан, но если судить по размерам приспособлений закрепления, то диаметр будет таким же. Диаметр рабочей части образца одинаков по всем стандартам и составляет 25 мм.

Используемый в данной работе метод, основан на применении устройства [4] для испытания листовых материалов многоосным растяжением, присоединяемого к разрывной машине МР-0,5-1. Данное устройство осуществляет два вида деформирования листовых материалов (рис. 1): выдавливанием и растяжением моделируя два способа формования деталей верха обуви: внутренний однопроцессный и обтяжно-затяжной.

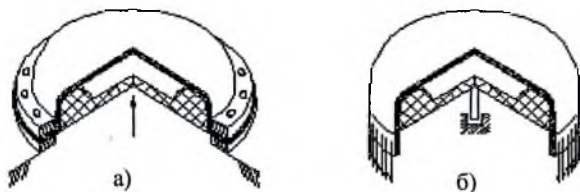


Рис. 1. Способы формования на торе:
а) выдавливанием; б) растяжением

Первый способ состоит в том, что формируемый образец жёстко закрепляется в кольцевом зажиме и продавливается пуансоном вдоль меридианов и параллелей. Второй способ представляет собой растяжение закрепленного по краям материала в радиальном направлении. При таком способе формования листовой материал приобретает соответствующую форму за счёт сокращения его в направлении, противоположном растяжению.

Конструкция предложенного устройства и принцип его применения описаны в работе [5]. При проведении испытаний по определению деформационных свойств материалов для деталей верха обуви на данном устройстве используются сменные наконечники продавливающего пуансона двух форм: сферической и тороидальной, выполненные из полимерного материала обувной колодки. Диаметры указанных наконечников одинаковы и составляют 113 мм [6] (площадь рабочей части сферического наконечника приблизительно 10000 мм²), что позволяет использовать для испытания образцы диаметром 180 мм соизмеримые с размерами деталей носочно-пучковой части обуви.

Выбор деформирующего пуансона большого диаметра (в сравнении с 6,25; 6,5; 10 и 20 мм) позволяет определять не только нагрузки и величины меридиального удлинения, но и производить контроль самого процесса деформирования в любой момент времени и в любой точке формируемого материала. Такой контроль осуществляется с помощью цифрового фотоаппарата, установленного на кронштейне над поверхностью кругового образца строго по его центру.

На образцы испытываемых материалов, отобранных по ГОСТ 938.9-75 наносится маск-сетка, представляющая собой шесть концентрических окружностей через 10 мм (рабочие диаметры 20 40 60 и 80 мм) и через 15° – радиальные лучи (U) (0° – вдоль основы материала (В), 90° – поперёк (П)). Пересечение этих линий являются контрольными точками для определения геометрических соотношений, характеризующих свойства анизотропии деформируемого материала. Нанесение маск-сеток осуществляется установкой поверхностью резки ЭМ-7062Р, для которой разработана специальная программа вывода графической информации на поверхность листового материала при замене резца на пишущее устройство. Данный способ позволяет нанести сетку с большой точностью, а также корректировать положение и цвет пишущего инструмента в зависимости от вида поверхности материала. Подготовленный таким образом образец подвергается продавливанию на 10, 15, 20 и 25 % меридиальной деформации, которая определяется величиной подъёма пуансона H, толщиной материала δ для тора и сферы соответственно по формулам:

$$E_m = \frac{100\%}{l_0} \left[D + 2(r + \delta) \cdot \left(\arcsin \frac{r + \delta}{\sqrt{(H - r - \delta)^2 + S^2}} + \operatorname{arctg} \frac{H - r - \delta}{S} \right) + 2\sqrt{H^2 - 2H(r + \delta) + S^2} - l_0 \right]$$

$$E_m = \frac{100\%}{l_0} \left[2(R + \delta) \cdot \left(\arcsin \frac{R + \delta}{\sqrt{(H - R - \delta)^2 + \left(\frac{l_0}{2}\right)^2}} + \operatorname{arctg} \frac{H - R - \delta}{l_0/2} \right) + 2\sqrt{H^2 - 2H(R + \delta) + \left(\frac{l_0}{2}\right)^2} - l_0 \right]$$

где параметры устройства: $D = 100$ мм, $r = 6,5$ мм, $R = 56,5$ мм, $l_0 = 140$ мм.

Необходимая меридиальная деформация при продавливании образцов тороидальным наконечником достигается подъёмом на высоту 17, 22, 26 и 30 мм соответственно (скорость передвижения нижнего зажима 14 мм/мин по ISO 17695). После выдержки в напряжённом состоянии в течение одного часа производится цифровая фотосъёмка образцов. Обработка полученных цифровых изображений осуществляется ПЭВМ. Для определения эллиптических радиусов (r_{ij}) контрольных точек M_{ij} разработано программное обеспечение. Созданная программа позволяет: загружать отдельные файлы в формате *.jpg и проводить связную обработку объектов изображения; формировать сводный файл результатов; редактировать размерные линии с изменением масштаба; проводить обработку наложением двух изображений для определения смещения контрольных точек при деформации материала. Точность полученных при этом значений ограничено только разрешением изображения (т.е. количеством пикселей).

Для изучения деформационных свойств были выбраны новые синтетические кожи артикулов «Бирюза», «Т-Синий» и «Метлак», с ярко выраженной анизотропией деформационных свойств, т.к. имеют текстильную основу. Основные характеристики исследованных материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1
Характеристики материалов

Характеристики	Материал			
	«Т-Синий»	«Бирюза»	«Метлак»	
Толщина, мм	0,97	1,14	1,30	
Разрывная нагрузка, Н	В	324,8	396,2	276,4
	П	287,2	442,0	356,6
Удлинение при разрыве, %	В	22,0	25,0	22,8
	П	40,0	45,0	39,0
Предел прочности при растяжении, σ , МПа	В	6,7	7,4	10,6
	П	14,8	19,4	13,7
Относительное удлинение при напряжении 10 МПа, %	В	12,1	11,4	20,0
	П	9,2	7,2	24,0

После компьютерной обработки полученных изображений были определены эллиптические диаметры $d_{ij}=2r_{ij}$ (r_{ij} – эллиптический радиус контрольной точки M_{ij} пересечения i -й окружности и j -го радиального луча), рассчитаны относительные меридиальные удлинения (E_{ijm}) и относительные остаточные меридиальные удлинения (E_{ijo}) по формулам:

$$E_{ijm} = \frac{d_{ij} - d_{io}}{d_{io}} \cdot 100\% \quad \text{и} \quad E_{ijo} = \frac{d_{ijp} - d_{io}}{d_{io}} \cdot 100\% ,$$

где d_{io} – первоначальный диаметр i -окружности; d_{ij} и d_{ijp} – эллиптические диаметры контрольной точки M_{ij} после выдержки образца в напряжённом состоянии в течение часа и в течение суток в нормальных условиях без нагружения соответственно.

Результаты экспериментов, полученные при выдавливании тороидальным пуансоном усреднённых для пяти образцов искусственной кожи «Бирюза» приведены в таблицах 2–4.

Таблица 2
Изменение относительных меридиальных удлинений по радиальным лучам относительно друг друга, %

Угол $U, ^\circ$	$d_{io}, \text{мм}$				
	20	40	60	80	среднее
0-30	10,382	2,3013	-4,2	-4,528	0,989
30-60	4,8364	-3,853	10,247	12,79	6,005
60-90	-2,747	7,5863	4,331	7,0068	4,044
90-120	-8,557	-1,211	-9,323	-11,13	-7,555
120-150	-4,183	-6,857	-5,723	-11,18	-6,986

Таблица 3
Изменение относительных меридиальных удлинений по радиальным лучам относительно основы (В), %

Угол $U, ^\circ$	$d_{io}, \text{мм}$				
	20	40	60	80	среднее
0-30	10,382	2,3013	-4,2	-1,528	1,739
0-60	14,993	-1,67	6,1661	11,315	7,701
0-90	12,526	6,436	9,5392	17,234	11,434
0-120	4,3725	6,2709	1,4411	8,361	5,111
0-150	2,9439	0,5042	-0,656	0,5611	0,838

Таблица 4
Изменение относительных меридиальных удлинений по окружностям, %

$d_{io}, \text{мм}$	$H, \text{мм}$				
	17	22	26	30	Среднее
20–40	0,8185	0,568	0,3596	1,1344	0,72
20–60	7,995	2,565	1,2127	1,7932	3,3915
20–80	10,002	5,6306	2,6853	4,0222	5,585

Приведём полученные результаты (табл. 5 и 6) и графики (рис. 2 и 3) соответствующих зависимостей для контрольных точек, принадлежащих только для контрольных точек окружности диаметром 60 мм.

Таблица 5
Относительные меридиальные удлинения $E_{ijm}, \%$

$H, \text{мм}$	Угол $U, ^\circ$					
	0	30	60	90	120	150
17	1,482	1,285	1,316	1,228	1,157	1,328
22	3,423	3,358	3,736	4,099	3,769	3,479
26	4,171	4,231	4,969	5,284	4,688	4,159
30	5,728	5,675	6,572	7,271	6,631	5,780

Таблица 6
Относительные остаточные меридиальные удлинения $E_{ijo}, \%$

$H, \text{мм}$	Угол $U, ^\circ$					
	0	30	60	90	120	150
17	-0,007	-0,014	-0,034	0,102	0,017	-0,092
22	0,177	0,054	0,053	0,204	0,105	0,092
26	0,088	0,027	0,203	0,077	0,208	-0,043
30	1,018	1,010	1,284	1,473	1,375	1,127

Анализ полученных данных показывает, что двухосное выдавливание тороидальной поверхностью материалов для деталей верха обуви, такого как, например, СК «Бирюза», на практике не носит двухосный симметричный характер. Выявленная асимметрия деформации может быть объяснена, как наличием различных сил трения основы материала о поверхность формирующего пуансона, так и явно выраженной анизотропией самого материала.

Относительная меридиальная деформация при испытании выдавливанием с увеличением радиуса окружности увеличивается, причём разница между окружностями 20, 40 мм составляет примерно 1 %, между окружностями 20, 60 мм – 3 %, а между окружностями 20, 80 мм – 5 %, при этом её величина в поперечном направлении (90°) больше, чем вдоль (0°). Установлено, что такое изменение составляет при смещении контрольных точек относительно основы на 30° около 2 %, а на 60° уже 8 %. Это объясняется тем, что основой данной СК является текстильный материал, обладающий различными физико-механическими характеристиками по основе и утку.

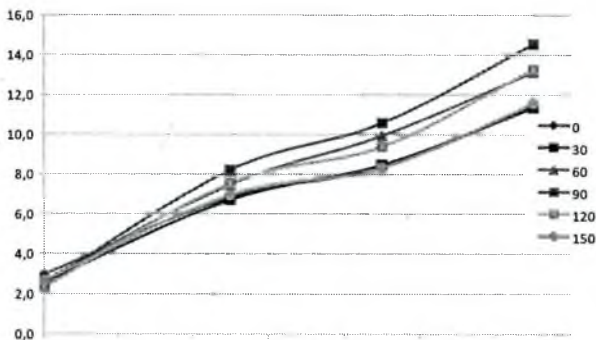


Рис. 2. График зависимости E_{ijm} (Н) при различных углах радиальных лучей для контрольных точек окружности диаметром 60 мм

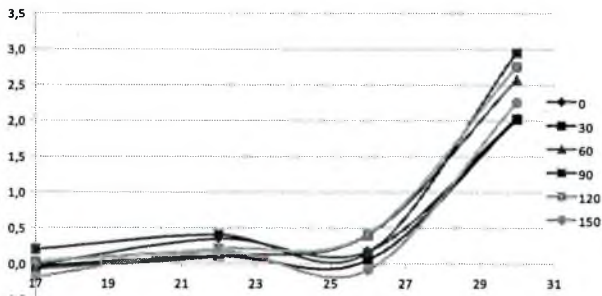


Рис. 3. График зависимости E_{ijo} (Н) при различных углах радиальных лучей для контрольных точек окружности диаметром 60 мм

На начальных этапах процесса выдавливания происходит упрочнение материала (до 17 мм перемещения), а потом его разрушение в два этапа. С 17 до 22 мм перемещения пуансона появляется эффект ползучести, видимо идёт разрушение надмолекулярной структуры материала, т.е. изменение физических свойств материала, а при перемещении пуансона от 22 до 26 мм – разрушение на молекулярном уровне, когда основная часть кинетической энергии расходуется на изменение химических свойств материала. Кроме того, при релаксации материала в течение суток после выдавливания наблюдаются отрицательные значения относительной остаточной меридиальной деформации при нагружении до 15 %. Это можно объяснить тем, что необратимые изменения в сетчатой структу-

ре образцов происходят только при 15–20 % деформации, при меньших нагрузках происходит перераспределение деформации за счёт упругих свойств деформируемого материала. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании деталей верха обуви и при определении условий формования.

Библиографический список

1. ГОСТ 938.16–70. Кожа. Метод определения прочности кожи и лицевого слоя при продавливании шариком. – Введ. 1971–01–07. – М. : Госстандарт, Изд-во стандартов, 1971. – 4 с.
2. ГОСТ 29078–91. Кожа. Метод испытания сферическим растяжением. – Введ. 1992–01–07. – М. : Госстандарт, Изд-во стандартов, 1992. – 13 с.
3. ISO 17695 Footwear – Test methods for uppers – Deformability / Обувь. Методы испытания верха обуви. Деформируемость. – First edition 2004–10–15 Published in Switzerland. – P. 8.
4. Пат. 5305 U Республика Беларусь, МПК С 14В 99/00, G 01N 3/00. Устройство для испытания листовых материалов многоосным растяжением / А.Н. Буркин, А.П. Дмитриев, О.А. Буркина; заявитель и патентообладатель А.Н. Буркин, А.П. Дмитриев, О.А. Буркина. – № u20080730; заявл. 26.09.2008; опубл. 02.03.2009.
5. Буркин, А.Н. Методика определения деформационных свойств листовых материалов / А.Н. Буркин, А.П. Дмитриев // Метрология и приборостроение. – 2009. – № 3 (46). – С. 45–48.
6. Материалы текстильные. Определение прочности при продавливании методом диафрагм: СТБ ИСО 2960 – 2001. – Введ. 2001–01–01. – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2001. – 6 с.

УДК 685.34.02

К.А. Загайгора, З.Г. Максина

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СБОРКЕ ЗАГОТОВОК ВЕРХА ОБУВИ НИТОЧНЫМИ ШВАМИ

Эффективность проектирования технологического процесса (ТП) изготовления обуви во многом зависит не только от применения новейших технологий проектирования ТП на базе компьютерного моделирования, но и от качественной характеристики технологической информации, находящейся в банке технологических данных (БТД).

Проектирование ТП предусматривает наряду с разработкой последовательности технологических операций по обработке отдельных деталей, сборке узлов, группы деталей, заготовок и обуви в целом, подробной технологии по каждой операции с указанием технологических режимов, оборудования, вспомогательных инструментов и вспомогательных материалов.

Одним из этапов проектирования ТП является проектирование технологии сборки заготовок верха обуви, и важно при разработке технологических операций сборки деталей верха ниточными швами правильно осуществить выбор швейных ниток для получения требуемого качества внешнего вида строчки, необходимой прочности ниточного шва и обеспечения устойчивой работы высокоскоростных швейных машин.

В данной статье рассматривается формирование технологической информации для осуществления выбора из БТД швейных ниток и подбора номера иглы для выполнения соединения деталей верха обуви ниточными швами.