

В настоящее время для оценки упругопластических свойств материалов в научных исследованиях используется целый ряд различных методов и показателей. Наиболее часто упругопластические свойства материалов определяются при одноосном растяжении. Этот метод широко используется для оценки качества материалов в процессе их производства и при подборе комплектующих на стадии проектирования обуви. Однако, при формировании заготовки на колодке, а также в процессе носки обуви одноосное растяжение практически отсутствует. Преобладающим видом деформации является двухосное растяжение с различной степенью двухосности. Поэтому представляет большой интерес исследование упругопластических свойств обувных материалов в условиях двухосного растяжения.

В рамках работы оценка упругопластических свойств материалов осуществлялась следующими методами:

- 1 – двухосное растяжение сферическим пуансоном на приборе ВЗ030 [1]. Данный метод наиболее точно имитирует реальные воздействия, испытываемые материалами заготовки в процессе производства и эксплуатации обуви;
- 2 – двухосное растяжение сферическим пуансоном на приборе ПОИК [2]. Это наиболее простой и оперативный метод определения пластических свойств материалов, не требующий значительных материальных затрат и времени, вследствие чего часто используемый в научных исследованиях и промышленности при оценке качества материалов.

Так как в последние годы в обувной промышленности используется большое количество новых материалов, то для исследования были отобраны различные виды современных натуральных, искусственных и синтетических кож, применяемых на предприятиях отрасли в качестве материалов для наружных деталей верха обуви.

Исследование упругопластических свойств материалов по первому методу проводилось с использованием автоматизированного комплекса для измерения и обработки результатов испытаний. Комплекс состоит из разрывной машины «Frank» (Германия), персонального компьютера со специальным программным обеспечением и блока оцифровки данных. Он позволяет быстро и с высокой степенью точности осуществлять регистрацию и обработку исходной информации о деформационно-прочностных свойствах материалов.

Образцы с рабочим диаметром 60 мм подвергались двухосному растяжению сферическим пуансоном на приборе В 3030, установленном на разрывной машине «Frank».

ОЦЕНКА УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА ОБУВИ ПРИ 2-ОСНОМ РАСТЯЖЕНИИ

В.В. Костылева (МГУДТ), **Р.Н. Томашева**, **В.Е. Горбачик**
(Витебский государственный технологический университет)

В комплексе свойств, определяющих качество обуви, важную роль играет способность верха обуви приформовываться к стопе, так как именно она в значительной степени определяет удобство обуви в носке.

Приформовываемость зависит от ряда факторов, однако определяющим является комплекс упругопластических свойств материалов верха. Знание количественных характеристик этих свойств комплектующих верха обуви позволит уже на стадии конструкторско-технологической подготовки производства с высокой долей вероятности прогнозировать поведение материалов в сложных условиях их технологической обработки и эксплуатации.

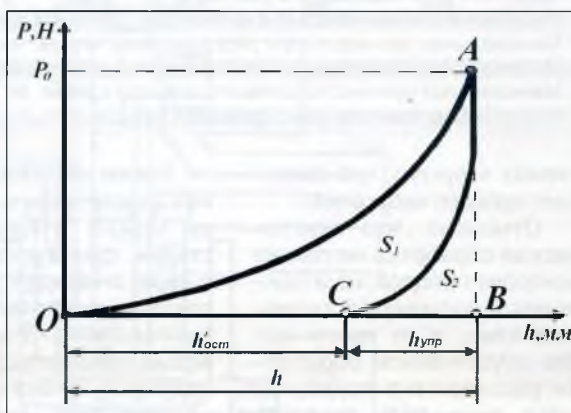


Рис. 1. график зависимости $P = f(l)$

Величину относительной деформации образцов принимали равной 20 % в соответствии с методикой [3]. Высота подъема пуансона, соответствующая заданному относительному удлинению, определялась из формулы:

$$\varepsilon = \left[\frac{\pi}{2} + \frac{h}{R} - 2 \arctg\left(1 - \frac{h}{R}\right) \right] \times 100, \quad (1)$$

где ε – относительное удлинение по меридиану, %; h – высота подъема полусферы, мм (для заданной величины деформации 20% высота подъема полусферы h составляет 15 мм); R – радиус полусферы, равный 25 мм.

Время выдержки образцов под нагрузкой принимали равным 5 мин.

Учитывая то, что в процессе нагружения образцы принимают форму полусферы, а в период отдыха не всегда её сохраняют, пластичность определялась по формуле:

$$\Pi = \frac{h_{\text{ост}}}{h} \cdot 100, \quad (2)$$

где h – высота полусферы при фиксированном подъеме пуансона, мм; $h_{\text{ост}}$ – остаточная высота полусферы после прекращения действия нагрузки и отдыха образца, мм.

С целью выявления характера изменения остаточной деформации об-

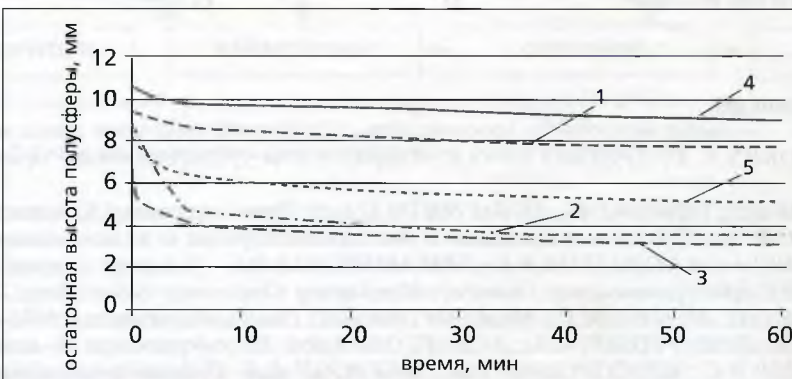


Рис. 2. Графики зависимости $h_{\text{ост}} = f(t)$
1 – Яловка эл. «Фиеста»; 2 – ИК «Metlak»; 3 – СК марки 2; 4 – Яловка art NEVROR; 5 – СК «Syn-baby»

Таблица 1

Материал	Толщина, мм	Показатель							
		$P_0, Н$	$S_p, Дж$	$S_1, Дж$	$S_2, Дж$	$Z, \%$	$h'_{ост}, мм$	$h_{ост}, мм$	$\Pi, \%$
Яловка art NEVROR	1,1	361,2	1,14	0,80	0,34	69,90	10,5	8,95	59,7
Яловка легкая	1,3	197,9	0,75	0,52	0,23	69,90	9,46	7,26	48,4
Полужонок эластичный	1,4	137,9	0,53	0,33	0,20	63,34	8,70	6,68	44,5
Яловка эластичная «Фиеста»	1,4	298,9	0,89	0,59	0,30	66,22	9,54	7,72	51,5
ИК «Metlak»	0,9	521,2	2,18	1,70	0,48	78,00	8,49	3,64	24,3
Винилискожа–Т обувная	0,8	395,8	1,42	0,98	0,44	70,32	8,84	3,23	21,5
ИК «Capretto»	1,0	729,8	3,06	2,41	0,65	78,65	8,70	5,05	33,7
СК марки 2	1,0	204,1	0,87	0,60	0,27	69,30	7,44	3,13	20,9
СК «Неве»	1,0	148,9	0,73	0,57	0,16	78,31	9,66	7,17	47,8
СК «Syn-baby»	0,8	341,8	1,49	1,12	0,37	74,95	8,91	5,03	33,5

разцов во времени, замеры остаточной высоты полусферы образцов проводили через 0,5, 5, 30 и 60 мин. после снятия нагрузки при помощи штангенрейсмуса с точностью до 0,01 мм.

На основании полученных в ходе испытаний кривых растяжения и разгрузки материалов (рис. 1), с помощью разработанной программы обработки исходных данных, определялся ряд показателей, характеризующих упругопластические свойства материалов: нагрузка, возникающая при деформации пробы на заданную величину деформации – $P_0, Н$;

остаточная высота полусферы сразу после снятия приложенной к материалу внешней нагрузки – $h'_{ост}, мм$; работа, затраченная на растяжение образца материала (площадь фигуры OAB) – $S_p, Дж$;

работа, высвобожденная образцом материала при снятии внешней силы (площадь фигуры CAB) – $S_2, Дж$;

рассеивание (диссипация) механической энергии в материале (OAC)

$S_1 = S_p - S_2$ (3)

относительная затраченная энергия $Z, \%$, равная отношению механической энергии к общей энергии цикла:

$Z = \frac{S_1}{S_p} \times 100\%.$ (4)

На основании полученных экспериментальных данных строили графики зависимости величины остаточной высоты полусферы образцов от времени отдыха, наиболее характерные из которых представлены на рис. 2.

Как видно из рис. 2, с увеличением времени отдыха образцов после разгрузки происходит заметное снижение величины остаточной высоты полусфе-

ры, что свидетельствует о существенных релаксационных процессах, протекающих в структуре материалов. Остаточная высота полусферы большинства искусственных кож на тканевой основе в течение 1 ч. снижается в среднем в 2 раза, натуральных и синтетических кож – в 1,3 раза. Наиболее интенсивно релаксационные процессы протекают в течение первых 15–30 мин. отдыха образцов. В дальнейшем отмечается лишь незначительное уменьшение остаточной деформации. Учитывая это, величину остаточной высоты полусферы $h_{ост}$ измеряли через 60 мин. отдыха образца.

Показатели упругопластических свойств материалов наружных деталей верха при двухосном растяжении сферическим планоном на приборе ВЗ030 представлены в табл. 1.

Анализ экспериментальных данных показывает, что наиболее высокие значения остаточной высоты полусферы характерны для натуральных кож, наименьшие – для искусственных кож на тканевой основе. Пластичность натуральных кож в 1,5–3 раза превышает пластичность искусственных и большинства синтетических кож, что и обуславливает лучшую формуемость и формоустойчивость заготовок с верхом из натуральной кожи в процессе производства обуви. В тоже время следует отметить, что пластичность синтетических кож на нетканой основе колеблется в широких пределах. Так, пластичность СК марки 2 соизмерима со свойствами искусственных кож на тканевой основе, в то время как пластичность СК «Неве» приближается по величине к пластичности натуральных кож и в 5 раз превышает пластичность СК марки 2.

Наиболее высокую способность сопротивляться заданной деформации проявляют искусственные кожи на тканевой основе. Работа, совершаемая при деформации искусственных кож, в 1,5–5 раз превышает значение данного показателя для натуральных и синтетических кож. Верх обуви из таких материалов будет обладать более высокой распорной жесткостью, чем верх обуви из натуральных и синтетических кож.

Процесс нагружения и разгрузки материалов сопровождается существенным рассеиванием механической энергии, что свидетельствует об активно протекающих в материалах процессах перестройки внутренней структуры, в результате которых и возникают остаточные деформации. Согласно интерпретации, данной в работе [4], величина S_1 – характеризует работу пластической деформации, или, работу, которую должна выполнить стопа, чтобы подогнать материал заготовки к своей форме; величина S_2 соответствует работе эластической деформации, или работе материала, сжимающего стопу.

Как следует из данных табл. 1, работа пластической деформации искусственных кож на тканевой основе в 2–3 раза превышает значение данного показателя для натуральных и синтетических кож, т.е. в обуви с верхом из искусственных кож стопа должна выполнить гораздо большую работу, чтобы приформовать верх обуви к стопе. Относительная затраченная энергия, необходимая для приформовывания верха обуви к стопе, у натуральных кож составляет 63 – 69%, у искусственных и синтетических – 69 – 78%.

Таким образом, анализ петель гистерезиса, образованных материалами в ходе одноцикловых испытаний, позволяет получить ряд дополнительных сведений о механических свойствах материалов, что способствует более полной оценке их технологических и эксплуатационных свойств.

Исследование упругопластических свойств материалов на приборе ПОИК осуществляли в соответствии с ГОСТ 29078 – 91 [3]. Остаточную деформацию определяли после трехкратного продавливания зажатого по кругу образца металлическим стержнем с полусфе-

Таблица 2

Материал	Остаточная деформация, $h_{ост}, мм$	Пластичность, $\Pi, \%$
Яловка art NEVROR	4,3	53,9
Яловка легкая	3,5	43,7
Полужонок эластичный	3,7	46,9
Яловка эластичная «Фиеста»	3,8	47,9
ИК «Metlak»	3,5	43,7
Винилискожа – Т обувная	3,4	42,2
ИК «Capretto»	3,6	45,3
СК марки 2	2,5	31,2
СК «Неве»	4,0	50,0
СК «Syn-baby»	3,4	42,2

рическим концом радиусом 5 мм на высоту h , равную 8 мм, что соответствует меридиальному удлинению образца 21%. Продолжительность испытания составляла не более 10 с.

Величину пластичности рассчитывали по формуле (2).

Анализ экспериментальных данных, представленных в табл. 2, показал, что общие тенденции, выявленные при оценке упругопластических свойств материалов на приборе В 3030, сохраняются и при испытаниях на приборе ПОИК: пластичность натуральных кож по сравнению с искусственными и синтетическими кожами выше. Однако отмечаются некоторые отличия в величинах показателей упругопластических свойств, полученных по двум обозначенным методам, что связано с существенными различиями в условиях испытания материалов.

Несмотря на это, корреляционный анализ показал наличие тесной корреляционной связи (коэффициент корреляции 0,8) между величинами остаточной деформации и пластичности, полученными на приборах В3030 и ПОИК, что свидетельствует о достаточной информативности обоих методов.

Таким образом, оба рассмотренных метода в равной степени могут быть использованы для достоверной оценки упругопластических свойств материалов при двухосном растяжении. При этом важное практическое значение имеет возможность использования прибора ПОИК не только для испытания натуральных кож, но и для оценки технологической пригодности искусственных и синтетических кож, так как именно данный метод наиболее часто используется на обувных предприятиях при входном контроле качества поступающих материалов.

Список литературы

1. ЗЫБИН А.Ю. Двухосное растяжение материалов для верха обуви. — М.: Легкая индустрия. 1974.
2. ГОСТ 29078 — 91 «Кожа. Метод испытания сферическим растяжением». — М.: Изд-во стандартов. 1992.
3. РОХЛИН В.П. и др. О методе оценки формоустойчивости материалов и систем материалов верха обуви. / В.П. Рохлин, Е.Я. Михеева, Е.В. Акимов, Т.С. Горнецкая // Сб. науч. трудов ЦНИИКП «Совершенствование технологии производства обуви». — М., ЦНИИКП. 1982. С. 11-18.
4. POZNANSKI J. Komfort obuwi. Cześć II. Badania zmian właściwości lepkosprężystych materiałów na wierzchu obuwi w procesach zmeczeniowych oraz określenie ich wpływu na komfort obuwi. / J. Poznański, E. Rudzka, K. Nowakowski. // "Przegląd Skórzany". 1978. №2.



для разработки рационального размерно-полнотного ассортимента обуви, удовлетворяющего требованиям потребителей, необходимо подробнее рассмотреть особенности стоп мужчин региона.

Исследования показали, что действующая структура размерно-полнотного ассортимента обуви не вполне соответствует потребностям мужского населения Ростовской области.

Для построения целесообразной размерной типологии стоп все население должно быть представлено приемлемым для промышленности числом типов стоп, для которых будет выпускаться обувь. Производитель заинтересован в том, чтобы каждый человек мог найти обувь по своей стопе. Таким образом, промышленность и потребители приходят к противоположным требованиям: промышленность стремится к сокращению числа размеров выпускаемой обуви, потребители требуют их увеличения. Задача может быть решена на основе учета закономерности возрастания удовлетворенности населения в зависимости от увеличения числа размерных вариантов.

Согласно приказу №299 от 09 августа 1982 г. «О введении шкал размеров обуви по регионам страны» для Ростовской области средним является размер 270.

В табл. 1 представлено распределение размеров в соответствии с этим приказом.

Под удовлетворенностью населения данной системой типов стоп подразумевают относительную или абсолютную численность людей, которым подходит обувь, изготовленная на эти стопы.

С целью изучения размерной типологии стоп, морфологической характеристики типов, а также для определения распространенности деформаций стоп среди выбранной группы населения, нами проведены антропометрические исследования мужского населения г. Шахты и г. Ростов-на-Дону.

Проведение антропометрического мониторинга позволяет формировать структуру размерно-полнотного ассортимента конкурентоспособной отечественной обуви.

Все это делает разработку структуры ассортимента мужской обуви для предприятий Ростовской области на основе эмпирической информации и изучения региональных особенностей потребительского спроса актуальной.

Реализация же этой задачи с помощью программного обеспечения будет более эффективной и достоверной.

Программа, разработанная авторами, позволяет рассчитать процентное соотношение размеров и полноты в зависимости от параметров средней стопы, которые определяются в процессе проведения антропометрического мониторинга, либо задаются самостоятельно. Также программа позволяет определить тесноту связи между признаками путем построения корреляционной решетки, рассчитать статистические параметры и коэффициенты корреляции, регрессии и условного среднеквадратического отклонения, необходимы для анализа полученных антропометрических данных.

Для расчета размерного ассортимента основными являются антропо-

Таблица 1

СТРУКТУРА РАЗМЕРНЫХ АССОРТИМЕНТОВ МУЖСКОЙ ОБУВИ

Размеры мужской обуви		Количество обуви, %													
		Приказ № 299	Gera Plus	Enico	Атлантик-стиль	Армандо	Forum	Северо	Asket	Vladna	Dynamic Classic	Susha	Diamond	Walrus	Разработанная структура
Штих-массовая	Метри-ческая														
38,5	245	2	—	5	—	—	—	—	—	—	—	3,2	—	—	1
39	250	4	6	10	—	—	—	—	—	—	7,7	5,0	2,1	—	2
40	255	8,5	10,2	13,3	—	8,3	—	10,8	10,1	9,7	9,0	10,0	12,1	5,3	5
41	260	13	16,0	18,3	9,5	18,5	11,6	20,8	22,8	16,0	15,0	13,5	21,2	12,8	8
41,5	265	16,5	21,7	20,0	16,7	23,4	18,2	24,3	25,2	23,1	22,5	19,0	24,1	21,7	11
42	270	16,5	19,1	16,7	23,7	18,0	25,4	16,4	18,7	20,3	18,3	21,0	18,3	24,9	14
42,5	275	13,5	14,3	11,6	21,4	15,3	21,0	12,0	13,1	14,0	15,2	15,2	11,2	16,2	15
43	280	9	9,4	3,4	13,2	11,2	14,6	9,0	7,1	9,5	9,3	10,0	7,2	11,6	14
44	285	9,5	3,3	1,7	10,3	5,3	9,2	6,7	3,0	5,5	4,0	3,1	3,8	7,5	11
45	290	4,5	—	—	5,2	—	—	—	—	1,9	—	—	—	—	8
46	295	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
47	300	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
47,5	305	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
48	310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1