

в течение первых 15-30 минут отдыха образцов. После 60 минут пролежки образцов отмечается незначительное уменьшение остаточной деформации

Таким образом, для объективной характеристики пластических свойств обувных материалов и их систем в качестве оптимальных можно рекомендовать следующие режимы испытаний: время выдержки образцов под нагрузкой – 5 минут, время отдыха – 60 минут. В целях экономии времени, затрачиваемого на проведение эксперимента, возможно осуществлять замер остаточной деформации и через 30 минут после разгрузки образцов

#### Список использованных источников

1. Лабораторный практикум по материаловедению изделий из кожи. Учебное пособие для вузов / Бернштейн М.М., Жихарев А.П., Булатов Г.П. - М: Легпромбытиздат, 1993. – с.384
2. Е.В. Акимова, Е.Я. Михеева, А.Ю. Зыбин. Исследование деформационно-прочностных свойств материалов и систем материалов для верха обуви при одноосном и двухосном симметричном растяжении. // Сб. науч. трудов «Совершенствование технологии обувного производства», ЦНИИКП, 1979 – с 37-46

УДК 685.34.03

## ОЦЕНКА УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБУВНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЗАВИСИМОСТЕЙ $P = f(I)$

В.Е. Горбачик, Р.Н. Томашева

УО «Витебский государственный  
технологический университет»

От величин упруго-пластических свойств материалов, полученных в ходе одноцикловых испытаний, непосредственно зависят формоустойчивость и приформовываемость верха обуви к стопе. В настоящее время для их характеристики используются показатели пластичности и упругости, которых зачастую оказывается недостаточно для объективной оценки свойств различных по строению и структуре материалов и степени их влияния на процесс производства и эксплуатации обуви. С целью выявления ряда дополнительных показателей, характеризующих упруго-пластические свойства материалов при действии внешних сил, меньших разрушающих, осуществлялся анализ петель гистерезиса (рисунок 1), полученных в ходе растяжения и разгрузки материалов.

Исследовались материалы для верха обуви, принципиально отличающиеся по структуре и свойствам: яловка легкая (НК), синтетическая кожа на нетканой волокнистой основе (СК-В) и искусственная кожа «Metlak» на тканевой основе (ИК).

Испытания проводились с использованием автоматического комплекса для измерения и обработки результатов испытаний «Frank». Образцы подвергались двухосному растяжению сферическим пуансоном, так как данный вид деформации является преобладающим в процессе производства и эксплуатации обуви. Величина относительной деформации образцов принималась равной 15 и 20 %. Примерно такие деформации наиболее часто возникают при производстве обуви. Высота подъема пуансона, соответствующая заданному относительному удлинению, определялась из формулы:

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

где  $\varepsilon$  – относительное удлинение по меридиану, %;  $h$  – высота подъема полусферы, мм,  $R$  – радиус полусферы,  $R=25$  мм.

Время выдержки образцов под нагрузкой принималось равным 5 мин.

В ходе испытания осуществлялась автоматическая запись кривых растяжения и разгрузки образцов и их обработка. Графики зависимости  $P = f(l)$  исследуемых материалов представлены на рисунке 2.

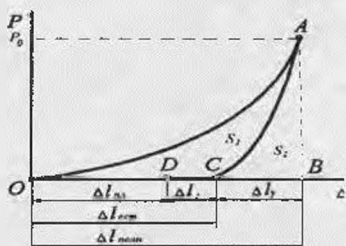


Рисунок 1 - График «нагрузка-разгрузка» для вязко-упругих материалов

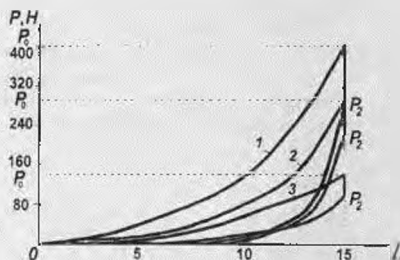


Рисунок 2 – Кривые зависимости  $P = f(l)$ : 1 – искусственная кожа «Metlak», 2 – яловка легкая, 3 – синтетическая кожа СК-В

На основании полученных графиков определялись следующие показатели: нагрузка, возникающая при деформации пробы на заданную величину деформации –  $P_0$ , усилие по истечении 5 минут выдержки образца под нагрузкой –  $P_2$ , остаточная высота сферы сразу после снятия приложенной к материалу внешней нагрузки –  $h_{ост}$ , работа, затраченная на растяжение образца материала (соответствующая площади фигуры OAB, рисунок 1) –  $S_p$ , работа, высвобожденная исследуемым телом при снятии внешней силы (CAB) –  $S_1$ , рассеивание (диссипация) механической энергии в материале (OAC) –  $S_2$ ,  $S_1 = S_p - S_2$ , относительная затраченная энергия  $Z$ , равная отношению механических потерь к общей энергии цикла:  $Z = (S_2 / S_p) \cdot 100\%$

Таблица 1 – Показатели упруго-пластических свойств материалов

Деформация	Наименование материала	Показатели							
		$P_0$ , Н	$P_2$ , Н	$h_{ост}$ , мм	$S_p$ , Дж	$S_1$ , Дж	$S_2$ , Дж	$Z$ , %	$\Pi$ , %
$\varepsilon=15\%$	ИК Metlak	403,0	284,5	7,3	1,53	1,15	0,38	75,1	6,8
	Яловка	292,3	227,7	7,8	0,93	0,62	0,31	66,6	41,4
	СК-В	140,5	96,4	5,2	0,54	0,34	0,20	63,3	3,5
$\varepsilon=20\%$	ИК Metlak	521,2	363,3	8,7	2,18	1,70	0,48	78,0	6,4
	Яловка	361,2	285,9	9,1	1,14	0,79	0,35	69,9	38,4
	СК-В	205,1	129,5	7,2	0,88	0,60	0,28	68,3	5,0

Наряду с указанными характеристиками осуществлялся замер остаточной высоты полусферы образцов через 30 мин. после снятия нагрузки. Способность сохранять форму (пластичность) определялась по формуле:

$$P = \left( \frac{h_2}{h} \right)^4 \cdot 100 \quad (2)$$

где  $h$  – высота сферы при фиксированном подъеме пуансона, мм;  $h_2$  – высота сферы после прекращения действия нагрузки и отдыха образца, мм [1]

Анализ данных, полученных в ходе испытаний, показал, что наиболее высокую способность сопротивляться заданной деформации проявляет искусственная кожа на тканевой основе «Metlak». Усилие, необходимое для растяжения данного материала на 15 % в 1,4 раза превышает значение аналогичного показателя для яловки легкой и почти в 3 раза – для СК-8. Соответственно и работа, приложенная при растяжении к образцам из ИК, будет существенно превышать значение данного показателя для СК-8 и яловки. Следовательно, с точки зрения силового взаимодействия стопы с обувью, наибольшие энергозатраты при ходьбе будет отмечаться в обуви с верхом из искусственной кожи, наименьшие – в обуви с верхом из СК.

За 5 минут выдержки образцов под нагрузкой усилие, возникающее при деформации образцов, уменьшается примерно в 1,3 - 1,4 раза. Это свидетельствует о происходящих в материалах процессах перестройки внутренней структуры, в результате которых происходит существенное рассеивание механической энергии в материале и возникновение остаточных деформаций. Наибольшая диссипация механической энергии характерна для искусственной кожи. Ее величина в 3 раза превышает значение данного показателя у синтетической кожи и в 1,6 раза у яловки легкой. В целом, величина относительной затраченной энергии для ИК «Metlak» составила 75%. Несколько ниже значение данного показателя у СК-8 и яловки (63-66%).

Анализируя значения остаточных деформаций, следует отметить, что после снятия нагрузки величина остаточной высоты полусферы яловки легкой в 1,5 раза превышает значение данного показателя для СК-8. Пластичность натуральной кожи, определенная через 30 минут пролёжки, в 6-7 раз превышает пластичность ИК, и в 9-10 раз – пластичность СК-8. Очевидно, что обувь с верхом из яловки будет обладать лучшей формоустойчивостью.

Увеличение деформации образцов до 20 % приводит к росту практически всех показателей упруго-пластических свойств. Почти в 1,5 раза возрастает работа, необходимая для деформации материалов. Отмечается рост относительной затраченной энергии в цикле «растяжение-разгрузка» в среднем на 3-5 % у всех исследуемых материалов. С увеличением степени растяжения материалов наблюдается рост абсолютных значений остаточной деформации, однако их доля в полной деформации у большинства исследуемых материалов уменьшается. Пластичность яловки с ростом величины деформации снижается примерно на 3% ИК – на 0,5 %.

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 качества и дает возможность осуществлять прогнозирование их поведения в процессе производства и эксплуатации обуви.

#### Список использованных источников

1. Хромовые кожи для верха обуви. Методы испытаний. – Москва: ЦНИИТЭИлегпром, 1972. – 73с.