

$$V = \sqrt{\frac{E\varepsilon}{\rho}} \quad (3)$$

Выражение (3) показывает, что, измеряя фазовую скорость колебаний при обеспечении  $\varepsilon = const$  и  $\rho = const$ , представляется также возможным посредством предлагаемого метода решать задачи по определению изменяющегося условного модуля упругости различных материалов, перерабатываемых в лёгкой промышленности.

Полученные теоретические и экспериментальные результаты позволяют утверждать о перспективности предлагаемого метода исследований напряжённо-деформированного состояния мягких, в том числе волокнисто-содержащих, композитов.

УДК 685.34.03: 685.34.072

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЕРХА ОБУВИ

**В.Е. Горбачик, Р.Н. Томашева**

*учреждение образования «Витебский  
государственный технологический  
университет»*

Способность материалов верха обуви формироваться, приформовываться и сохранять заданную форму определяется наличием комплекса упруго-пластических свойств, для характеристики которых используется целый ряд различных показателей. Наиболее распространённым и часто используемым на практике является показатель пластичности, который определяется отношением остаточной деформации образцов к общей деформации, выраженным в процентах:  $P = (\varepsilon_{ост} / \varepsilon_{общ}) * 100 \%$ .

Однако, определение этого показателя стандартизировано только для натуральных кож (ГОСТ 938.11 – 69 «Кожа. Метод испытания на растяжение»). В литературе [1] предлагаются методики определения пластичности для текстильных материалов, искусственных и синтетических кож.

Следует отметить, что данные методики не всегда позволяют получить сопоставимые данные о пластичности различных материалов, входящих в заготовку верха обуви, так как предусматривают испытания образцов при различных условиях нагружения. Существенное влияние на величину остаточной деформации оказывает масштабный фактор. Например, для определения остаточной деформации натуральных кож используются образцы в форме доплаточки с рабочей длиной 50 мм и шириной 10 мм, а для испытания тканей используются образцы прямоугольной формы с рабочей зоной 200×50 мм. Различно время выдержки образцов под нагрузкой и время отдыха после снятия действующей силы. Так, для натуральных кож время выдержки под нагрузкой в соответствии с ГОСТ составляет 10 минут, а для текстильных материалов вообще не оговаривается; время отдыха для образцов из натуральной кожи составляет 30 минут, а для текстильных материалов 60 минут и т.д.

Так как в заготовке материалы верха, подкладки и межподкладки работают как единая система и подвергаются одинаковым силовым воздействиям, то необходимо использовать единый подход к оценке пластичности как материалов, так и систем материалов.

Учитывая это, целью настоящей работы является исследование пластичности различных материалов верха, подкладки и межподкладки как по используемым методикам, так и по разработанной методике, предусматривающей единый подход к определению пластичности.

Для исследований были выбраны следующие материалы верха: полукожник, яловка легкая, искусственная кожа на тканевой основе (ИК), синтетическая кожа на нетканой волокнистой основе (СК). В качестве подкладочных материалов испытывались свиная подкладочная кожа, тик-саржа, два вида трикотажных подкладочных полотен. Для межподкладки были выбраны термобязь, трикотажное полотно для межподкладки и нетканый материал.

Испытания проводились на разрывной машине «Франк». Образцы выкраивались в трех направлениях: продольном ( $0^\circ$ ), поперечном ( $90^\circ$ ), и под углом  $45^\circ$ . Именно эти направления наиболее часто используются при раскрое деталей верха.

Остаточная деформация натуральных кож определялась в соответствии с ГОСТ 938.11 – 69 «Кожа. Метод испытания на растяжение».

В соответствии с рекомендациями [1] определение остаточной и общей деформации текстильных материалов осуществлялось при сообщении образцам нагрузки, соответствующей удлинению, равному 75 % от разрывающего. Время выдержки образцов под нагрузкой было принято 5 мин., остаточная деформация определялась через 60 мин после снятия действующей нагрузки. Разрывное удлинение определялась: для тканей в соответствии с ГОСТ 3813-72, размеры рабочей зоны образцов составляли  $50 \times 200$  мм; для трикотажных полотен – по ГОСТ 8847 – 85, размеры рабочей зоны образцов принимались равными  $50 \times 100$  мм; для нетканых полотен – в соответствии с ГОСТ 15902.3 - 79 с рабочей зоной образцов  $50 \times 100$  мм.

Испытание мягких искусственных и синтетических кож для определения пластичности зависит от их вида. Общая и остаточная деформация искусственной кожи на тканевой основе определялись по методике, соответствующей методике испытания тканей. Условия испытания синтетической кожи на нетканой основе соответствовали методике испытания для кожи, однако напряжение на образцах принималось равным 5 МПа. Размеры образцов в соответствии с ГОСТ 17316-71 составляли  $20 \times 220$  мм, с рабочей зоной  $20 \times 100$  мм.

Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Анализ полученных данных показал, что наилучшими пластическими свойствами среди материалов верха обладает натуральная кожа. Её пластичность колеблется в пределах 30-45% в зависимости от вида кожи и направления раскроя. Наихудшие пластические свойства отмечаются у искусственных и синтетических кож. Их пластичность в среднем в 2,5- 4 раза ниже, чем у натуральных кож.

Направление раскроя незначительно влияет на величину пластичности натуральных кож. Пластичность образцов выкроенных вдоль, поперек хребта и под углом  $45^\circ$  отличается между собой несущественно. Для искусственных и синтетических кож анизотропия пластичности проявляется более резко.

Показатель пластичности у образцов, выкроенных по основе, выше, чем у образцов, выкроенных по утку и под углом  $45^{\circ}$ . Особенно ярко эта тенденция проявляется у ИК на тканевой основе. Пластичность образцов выкроенных по основе здесь почти в 2 раза выше, чем у образцов, выкроенных по утку, и в 2,5-3 раза превышает пластичность образцов, выкроенных под углом  $45^{\circ}$ .

Таблица 1 – Пластичность материалов при стандартных условиях испытания

Материалы	Направление раскроя								
	$0^{\circ}$			$90^{\circ}$			$45^{\circ}$		
	$\epsilon_{обш}\%$	$\epsilon_{рст}\%$	П. %	$\epsilon_{обш}\%$	$\epsilon_{рст}\%$	П. %	$\epsilon_{обш}\%$	$\epsilon_{рст}\%$	П. %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ИК	9,3	1,6	17,8	9,3	0,90	9,7	38,5	2,2	5,7
2. СК	5,6	0,7	12,5	53,4	5,3	10,0	33,7	3,8	11,2
3. Полукожник									
	36,5	13,5	37,0	60,0	26,0	43,3	47,2	16,5	35,0
4. Яловка	26,5	10,1	38,1	22,5	7,0	31,1	32,0	14,1	44,1
5. Кожа подклад.	25,0	10,4	41,6	45,8	20,2	44,1	29,5	13,0	44,1
6. Термобязь	10,4	3,6	34,9	11,6	2,6	22,6	26,1	7,5	28,6
7. Трикотаж межподклад. уток 3-трико (пов.пл-ть 172 г/м <sup>2</sup> )	34,3	9,0	26,1	146,8	76,8	52,3	61,7	20,4	33,1
8. Тик-саржа	21,6	5,9	27,1	17,7	6,5	36,7	38,4	19,3	50,4
9. Трикотаж подкл. трико- шарме (пов.пл-ть 292 г/м <sup>2</sup> )	38,6	12,8	33,1	74,5	19,0	25,5	49,5	15,1	30,6
10. Трикотаж подкл. (пов.пл-ть 235 г/м <sup>2</sup> )	70,4	17,2	24,4	79,1	21,7	27,5	87,9	34,8	39,5
11. Нетканый материал	75,0	30,6	40,8	98,0	48,3	49,3	118,0	61,6	52,2

Следует отметить, что пластичность образцов искусственной кожи, выкроенных по основе почти в 1,5 раза превышает пластичность аналогичных образцов синтетической кожи. Для образцов, выкроенных под углом  $45^{\circ}$  наблюдается обратная тенденция: пластичность искусственной кожи в два раза ниже пластичности синтетической кожи. Что касается пластичности образцов данных материалов, выкроенных по утку, то она практически одинакова и составляет около 10 %.

Среди материалов подкладки наилучшими пластическими свойствами обладает подкладочная кожа. Ее пластичность составляет в среднем 41 - 44% и незначительно отличается для различных направлений раскроя. Пластичность трикотажных полотен для подкладки несколько ниже и колеблется в пределах 25-40%. При этом для подкладочного трикотажа трикошарме (пов.пл-ть 292 г/м<sup>2</sup>) наилучшие пластические свойства отмечаются при

раскрое по основе, а для трикотажа пов.пл-ть 235 г/м<sup>2</sup> – под углом 45°. В целом анизотропия трикотажных подкладочных полотен незначительна. Наилучшими пластическими свойствами обладают образцы тик-саржи, выкроенные под углом 45°. Их пластичность составила 50 %, что почти в 2 раза превышает пластичность образцов по основе и в 1,4 раза – образцов, выкроенных по утку.

Анализ результатов испытания межподкладочных материалов показал, что наилучшие пластические свойства характерны для нетканого материала, что в значительной степени определяется строением и структурой данного вида материала. При этом наиболее высокие значения пластичности отмечаются у образцов, выкроенных под углом 45° (П= 52 %), а наименьшие – у образцов, выкраиваемых по основе (П= 41 %). Это почти в 1,6 раза выше значений пластичности аналогичных образцов из межподкладочного трикотажа. Наихудшими пластическими свойствами среди материалов межподкладки характеризуется термобязь. Ее пластичность колеблется от 22 до 35 % в зависимости от направления раскроя.

Исследование пластичности по единой для всех материалов методике проводилось на образцах 200×40 мм с рабочей длиной 150 мм, которые рекомендуются для испытания систем материалов в работе [2]. Величина нагрузки принималась равной 50 % от разрушающей, время выдержки образцов под нагрузкой - 5 мин., время отдыха образцов после снятия нагрузки - 30 мин.

Таблица 2 – Пластичность материалов при единых для всех материалов условиях испытания

Материалы	Направление раскроя								
	0°			90°			45°		
	Е <sub>рбш</sub> ,%	Е <sub>рст</sub> ,%	П, %	Е <sub>рбш</sub> ,%	Е <sub>рст</sub> ,%	П, %	Е <sub>рбш</sub> ,%	Е <sub>рст</sub> ,%	П, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ИК	11,3	2,2	19,2	10,9	1,2	11,0	37,0	2,9	7,8
2. СК	13,5	2,1	15,6	62,6	6,9	11,0	38,7	4,7	12,2
3. Полукожник	28,0	7,9	28,4	53,0	18,4	34,7	38,9	11,7	30,0
4. Яловка	18,6	5,5	29,5	37,7	14,8	39,4	38,5	16,5	42,9
5. Кожа подклад.	32,1	12,9	40,3	37,7	15,7	41,6	42,7	17,9	42,1
6. Термобязь	8,8	3,0	33,6	11,6	3,5	30,1	31,5	11,5	36,4
7. Трикотаж межподклад. уток 3-трико (пов.пл-ть 172 г/м <sup>2</sup> )	23,3	3,9	16,7	130,0	69,5	53,4	75,5	25,8	34,2
8. Тик-саржа	16,6	4,6	27,7	14,7	6,0	41,0	38,2	20,7	54,3
9. Трикотаж подкл. трико-шарме (пов.пл-ть 292 г/м <sup>2</sup> )	27,5	6,8	24,8	86,5	28,9	33,4	52,5	17,2	32,7
10. Трикотаж подкл. (пов.пл-ть 235 г/м <sup>2</sup> )	59,2	13,7	23,2	69,2	19,3	27,9	55,3	21,3	38,5
11. Нетканый материал	11,2	2,2	20,1	16,9	4,1	24,0	16,8	4,7	27,7

Анализ полученных данных, представленных в таблице 2, показал, что для натуральных кож, как правило, наблюдается снижение величины пластичности по сравнению со стандартными условиями испытаний в среднем на 5-8 %. У искусственной и синтетической кож, наоборот, отмечается незначительный рост пластичности (на 2-3 %) по всем направлениям раскроя.

Для текстильных материалов данные, полученные по единой для всех материалов методике, не всегда согласуются с данными, полученными при стандартных методах испытания, что обуславливается различными условиями работы данных материалов при обоих методах. Так, пластичность нетканого полотна почти в два раза ниже, чем по стандартной методике. Для всех текстильных материалов характерно более низкая пластичность образцов, выкроенных по основе, чем под углом  $45^{\circ}$  и по утку, что не для всех материалов было характерно при стандартных испытаниях. Если при стандартных условиях испытания у термобязи отмечались наихудшие пластические свойства, то по единой методике наоборот, данный материал проявляет наилучшие пластические свойства среди материалов межподкладки.

Значения пластичности подкладочных материалов колеблются примерно в тех же пределах, что и при стандартных условиях испытания, и лишь в отдельных случаях отклоняются на 4-8 % в большую или меньшую сторону.

В целом же, общие тенденции, выявленные при стандартных методах испытаний, сохраняются и при нестандартных испытаниях.

Корреляционный анализ полученных данных выявил наличие весьма тесной корреляционной связи между показателями пластичности, полученными по двум методикам. Коэффициент корреляции для материалов верха составил 0,94 – 0,99, уровень значимости коэффициентов не превышает 5 %, что свидетельствует о высокой достоверности полученных коэффициентов.

Для материалов подкладки и межподкладки коэффициент корреляции между показателями пластичности по двум методикам более низкий (0,67-0,97), чем для материалов верха, что связано с принципиально различными условиями испытаний материалов. Тем не менее, полученные значения коэффициентов корреляции являются достаточно высокими, что так же говорит о существенной связи между показателями пластичности, полученными по двум методикам.

Таким образом, обе методики являются достоверными и позволяют достаточно объективно характеризовать пластические свойства материалов и систем.

#### 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. Загайгора К.А., Горбачик В.Е., Зыбин А.Ю., Ашкенази Е.К. Об анизотропии механических свойств искусственных и синтетических кож для верха обуви.// Кожевенно-обувная пром-ть, 1980 г., № 4. – с.53-55