

УДК 685.34.017

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УПРУГО- ПЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ КОЖ

Дунченко А.Ю., маг., Томашева Р.Н., доц., Горбачик В.Е., проф.

Витебский государственный технологический университет,

г. Витебск, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** деформация, пластичность, искусственная кожа, синтетическая кожа, методика, качество.

**Реферат.** В статье предложена методика оценки упруго-пластических свойств искусственных и синтетических кож, обеспечивающая испытание различных по структуре материалов в сопоставимых условиях, максимально близких к реальным условиям их работы в процессе формования верха обуви. Исследовано влияние условий испытания на упруго-пластические свойства различных искусственных кож и обоснованы оптимальные временные параметры испытания образцов. Предложено оценивать упруго-пластические свойства искусственных кож рядом дополнительных показателей, определяемых на основе анализа зависимости «нагружение-разгрузка», что позволит получить всестороннюю характеристику упруго-пластических свойств материалов и объективно оценивать их технологическую пригодность.

В условиях постоянного роста дефицита и стоимости кожевенного сырья для отечественных обувных предприятий все более актуальными становятся вопросы увеличения выпуска обуви с верхом из искусственных (ИК) и синтетических (СК) кож. При этом для обеспечения эффективного функционирования технологических процессов и производства изделий высокого качества важным является своевременное получение объективной информации о комплексе упруго-пластических свойств применяемых материалов, так как именно они в наибольшей степени определяют формовочные свойства заготовок верха обуви и эргономические свойства обуви.

Следует отметить, что отечественными стандартами [1] в настоящее время регламентируется только методика определения прочности и деформации искусственных кож при разрыве. Определение упруго-пластических свойств ИК и СК, несмотря на их значимость, отечественными стандартами не регламентируется вообще и предусмотрено лишь в стандартах отдельных зарубежных стран [2 – 5]. При этом характер деформации и условия испытания образцов в различных стандартах существенно различаются, что не позволяет получать сопоставимых данных о свойствах различных по структуре материалов.

В литературе научного характера также отсутствуют единые подходы к методике оценки упруго-пластических свойств ИК и СК. Так, в работе [6] испытание СК на нетканой основе рекомендуется осуществлять при напряжении 5 МПа, ИК на тканевой основе – при удлинении 75 % от разрывного. В ряде работ [7 – 8] упруго-пластические свойства ИК и СК исследуются при величине общей деформации образцов 5, 7, 10 или 20%. Как показывает практика, величины действующих при испытаниях усилий зачастую оказываются значительно выше усилий, реально испытываемых материалами в процессе производства и эксплуатации обуви, что отражается на объективности оценки их технологических и эксплуатационных свойств. Кроме того, для ряда современных синтетических кож задаваемые условия нагружения могут оказаться критическими, так как находятся в области разрывных и могут привести к преждевременному разрушению материалов в процессе испытаний. В итоге оценка упруго-пластических свойств отдельных ИК и СК в рамках существующих методик не представляется возможной. В большинстве существующих методик четко не определены временные параметры испытания образцов, научно не обоснованы их форма и размеры. Однако, как известно, именно эти условия испытания во многом определяют конечную величину получаемых показателей упруго-пластических свойств материалов. Это обуславливает необходимость разработки единой научно-обоснованной методики исследования упруго-пластических свойств различных по структуре искусственных и синтетических кож, обеспечивающей качественную и объективную оценку их технологической пригодности и потребительских свойств.

С этой целью было изучено влияние условий испытания на величину упруго-пластических свойств различных по структуре ИК и СК.

Для исследования были выбраны различные по строению и свойствам СК и ИК: СК «Неве» на иглопробивной нетканой основе, ИК «Capretto» на тканевой основе, СК «Джинс» на иглопробивной нетканой основе.

Оценка упруго-пластических свойств исследуемых материалов осуществлялась в условиях одноосного растяжения, так как это наиболее простой в реализации способ деформации материалов, часто используемый на практике для контроля их качества. Испытания проводились на автоматизированном комплексе, состоящем из разрывной машины «Frank», ЭВМ со специальным программным обеспечением и блока оцифровки данных. Во избежание влияния масштабного фактора размеры рабочей зоны образцов в соответствии с ГОСТ [1] принимались равными 100x20 мм. Раскрой образцов осуществлялся по трем основным направлениям: вдоль, поперек рулона и по диагонали (в направлении 45°).

Так как в процессе формования различные по структуре материалы, входящие в заготовку, работают как единая система и испытывают одинаковые силовые воздействия, то представляется целесообразным использовать единый подход к методике оценке упруго-пластических свойств искусственных кож различной структуры. Учитывая это, было предложено исследовать упруго-пластические свойства ИК и СК при фиксированной величине полной деформации, равной 15%. Заданное значение деформации позволяет осуществлять испытания ИК и СК различных структур без их разрушения и соответствует средней величине деформации заготовок верха обуви в области пучков при выполнении обтяжно-затяжных операций формования.

Оценка упруго-пластических свойств ИК и СК осуществлялась по показателям:

– относительная остаточная деформация  $\varepsilon_{ост}$ , %, определяемая по формуле

$$\varepsilon_{ост} = \frac{\Delta l_{ост}}{l_p} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $\Delta l_{ост}$  – остаточная деформация рабочей части пробы материала, мм;  $l_p$  – рабочая длина образца, мм.  
– пластичность  $\Pi$ , %

$$\Pi = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{полн}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_{полн}$  – полная деформация образцов, %.

Для выявления оптимальных временных параметров испытания, упруго-пластические свойства материалов исследовались при времени действия деформирующего усилия  $\tau_{нагр}$  равном 0,5; 5; 10 и 15 минут. Замеры величины остаточного удлинения образцов производились через 0,5; 5; 10; 30; 60 и 1440 минут после снятия действующей силы с помощью штангенциркуля с точностью до 0,01 мм.

На основе полученных данных строились графики зависимости  $\varepsilon_{ост} = f(\tau_{нагр}, \tau_{отд})$ , представленные на рисунке 1.

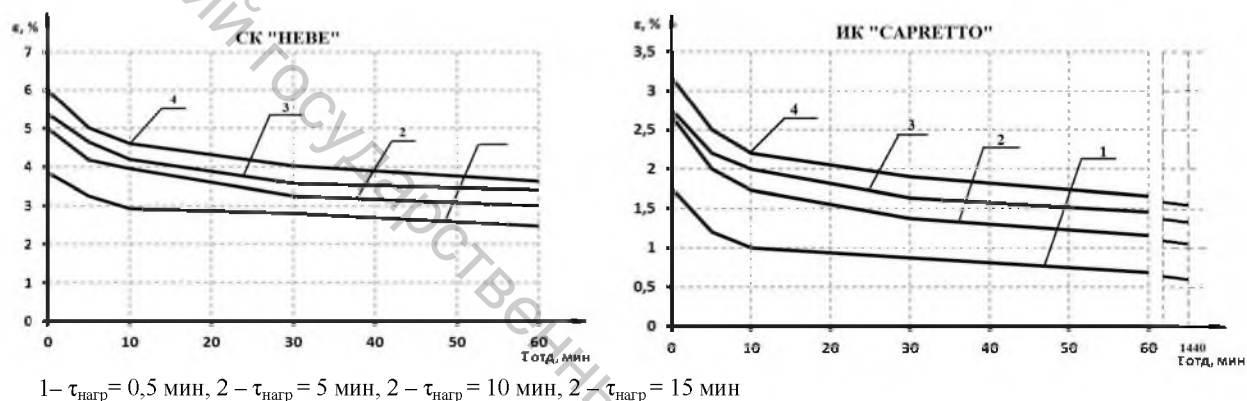
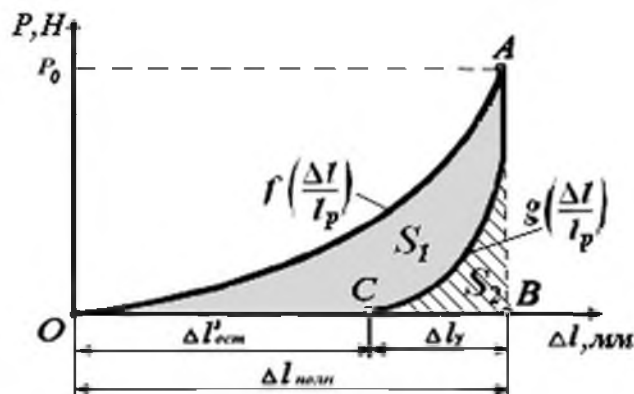


Рисунок 1 – Графики зависимости  $\varepsilon_{ост} = f(\tau_{нагр}, \tau_{отд})$  для образцов, выкроенных в направлении  $0^\circ$

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что увеличение времени нахождения образцов в деформированном состоянии приводит к росту их остаточной деформации. При этом максимальное увеличение остаточной деформации у всех исследуемых видов СК и ИК отмечается в течение первых 5 мин нагружения. При дальнейшем увеличении времени нагружения темп роста остаточной деформации заметно снижается. С увеличением времени отдыха образцов после снятия внешней действующей силы происходит уменьшение остаточной деформации всех исследуемых материалов. Наиболее интенсивное снижение величины остаточной деформации наблюдается в течение первых 10 минут отдыха. В последующем величина остаточной деформации изменяется менее интенсивно, а по истечении 50-60 минут отдыха практически стабилизируется. Для образцов, выкроенных под различными направлениями раскроя характер изменения остаточной деформации материалов в зависимости от времени нагружения и отдыха сохраняется аналогичным. Таким образом наиболее рациональными режимами испытания образцов являются: время выдержки образцов в деформированном состоянии  $\tau_{нагр} = 10$  мин, время отдыха после снятия деформирующего усилия –  $\tau_{отд} = 60$  мин.

С целью получения наиболее полной характеристики упруго-пластических свойств исследуемых ИК и СК, помимо показателей остаточной деформации и пластичности, было предложено использовать также ряд дополнительных показателей, определяемых на основе анализа петель гистерезиса (рисунок 2), полученных в ходе растяжения материалов [8]:



$\Delta l'_{ост}$  – остаточная деформация материала при разгрузке (при  $\tau_{отд} = 0$  мин), мм;  $\Delta l_y$  – упругая деформация материала, мм;  $\Delta l_{полн}$  – полная деформация материала, мм.

Рисунок 2 – График зависимости «нагружение-разгрузка»

- нагрузка, возникающая при растяжении образца на заданную величину деформации  $\varepsilon_{\text{полн}} = 15\%$  –  $P_0, \text{H}$ ;  
– работа, затрачиваемая на растяжение образца материала (соответствующая площади фигуры OAB, рисунок 2) –  $S_p$ , Дж:

$$S_p = \int_0^{OB} f\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) d\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) \quad (3)$$

- работа, высвобожденная исследуемым телом при снятии внешней силы (площадь фигуры CAB) –  $S_2$ , Дж:

$$S_2 = \int_{OC}^{OB} g\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) d\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) \quad (4)$$

- рассеивание (диссипация) механической энергии в материале –  $S_1$ , Дж:

$$S_1 = \int_0^{OB} f\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) d\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) - \int_{OC}^{OB} g\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) d\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) \quad (5)$$

- относительная затраченная энергия  $Z$ , %, равная отношению механических потерь к общей энергии цикла:

$$Z = \frac{S_1}{S_{\partial}} \cdot 100\% \quad (6)$$

Разработанная методика позволит обеспечить сопоставимые условия испытания различных по структуре ИК и СК, максимально приближенные к реальным условиям их работы в процессе формования верха обуви на колодке, и получить наиболее полную и объективную характеристику их упруго-пластических свойств.

#### Список использованных источников

1. ГОСТ 17216-71. Кожа мягкая искусственная. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. – введ. 1973 – 01 – 01. – Москва : Изд-во стандартов, 1973. – 6 с.
2. TGL 12972/06 – 81. Искусственная кожа. Испытание на растяжение. – 3 с.
3. DIN 53360-82. Метод определения общего растяжения, статического растяжения. – 2 с.
4. PN – 72/ O – 91131. Обувные материалы. Определение коэффициента формоустойчивости.
5. TGL 37428 – 82. Обувные материалы. Испытание синтетических материалов для верха обуви. Определение эффекта стабилизации.
6. Жихарев, А. П. Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Жихарев, Б. Я. Краснов, Д. Г. Петропавловский ; под ред. А. П. Жихарева. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 464 с.
7. Зыбин, А. Ю. Метод определения формоустойчивости материалов для верха обуви / А. Ю. Зыбин, Л. В. Белоброва, Т. С. Горнецкая // Кожевенно-обувная промышленность – 1978. – № 7. – С. 43 – 44.
8. Чаха, Ян. Физические свойства синтетических кож в сравнении со свойствами натуральных кож / Ян Чаха, Карел Мотычка, Вацлав Свобода. – Материалы конференции по выработке и применению синтетических кож. – Боботех, 1969. – 29 с.

УДК 687.15

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОДЕЖДЫ С УТЯЖЕЛИТЕЛЯМИ С УЧЕТОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕЛА РЕБЕНКА-ИНВАЛИДА

*Заев В.А., д.т.н., проф., Панферова Е.Г., к.т.н., доц.  
Новосибирский технологический институт (филиал) «МГУДТ»,  
г. Новосибирск, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** дети-инвалиды, детский церебральный паралич, проектирование одежды, элементы реабилитации.

**Реферат.** В статье описаны результаты исследования проведенного для совершенствования методики проектирования одежды с элементами реабилитации для детей-инвалидов, больных детским церебральным параличом. При проектировании одежды с утяжеляющими элементами, необходимо учитывать условие сохранения равновесия тела ребенка в этой одежде в динамике. Детям-инвалидам, имеющим поражение функций опорно-двигательного аппарата, в отличие от здоровых детей, удерживать равновесие значительно труднее, тем более при ходьбе. Математическая модель процесса ходьбы ребенка с детским церебральным параличом должна учитывать работу различных частей тела ребенка и множества мышц. На первом этапе разработана расчетная схема и математическая модель движения нижней конечности (ноги) ребенка-инвалида при ходьбе. Нога представлена в виде трехзвенного механизма. Составлена система дифференциальных уравнений, описывающих движение рассматриваемого механизма. В дальнейшем предполагается разработка математических моделей движения остальных элементов тела ребенка-инвалида, и составление обобщенной математической модели движения ребенка. На основе этой модели будет возможно определение положения нового центра масс системы