

**А.Н. БУРКИН, А.П. ДМИТРИЕВ,
О.А. ПЕТРОВА-БУРКИНА**

**РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ
ФОРМОВОЧНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ**

Для современного человека существенное значение имеет не только достигнутый уровень благосостояния, но также качество и безопасность продукции, которую он потребляет. Республика Беларусь осуществляет ускоренный переход к инновационной, наукоемкой и конкурентоспособной на мировом рынке экономике, поступательно продвигается по пути создания государства удобного для людей. В достижение этих целей значительный вклад вносят стандарты, разработка и дальнейшее совершенствование которых необходимы для повышения качества и конкурентоспособности потребляемой продукции. В связи с этим деятельность по техническому нормированию и стандартизации, метрологии, оценке соответствия и управлению качеством необходимо осуществлять на новой законодательной основе с учетом современных мировых тенденций и принципов.

В целях концентрации государственных ресурсов на решение наиболее значимых задач научно-технического развития Республики Беларусь Указом Президента утверждены приоритетные направления научно-технической деятельности на 2011—2015 гг. (Указ Президента Республики Беларусь от 22 июля 2010 г. № 378). В структуре утвержденных приоритетных направлений выделена макротехнология «Производство продукции легкой промышленности», в частности, производство обуви, производство кож и кожевенных товаров. Для решения поставленных задач в этой области необходимо иметь соответствующую нормативную базу, отвечающую современным тенденциям развития обувного и кожевенного производства.

Среди основных факторов, которые позволяют отечественным производителям обуви эффективно реализовать процесс формирования заготовок верха обуви и тем самым улучшить потребительские свойства и качество выпускаемых изделий, особое место занимают исследования свойств современных материалов для обуви, в частности, их физико-механические свойства [1; 2]. Актуальным для производителей обуви является выявление комплекса критериев, которые определяют формовочные свойства современных материалов, применяемых для верха обуви. Установлено, что формовочные свойства заготовок верха обуви зависят от деформационной способности тех материалов, из которых они состоят, а также от условий обработки заготовки верха в процессе формирования [3].

Какие же физико-механические свойства материалов для заготовок верха обуви могут составлять такой комплекс критериев? Анализ литературных источников показал, что общего подхода к решению поставленного вопроса пока не существует.

Для оценки способности кожи к формированию Б.Я. Краснов рекомендует определять упругое и остаточное удлинения образцов материалов, так как применение кож с низким остаточным удлинением (высокой упругостью)

Александр Николаевич БУРКИН, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Стандартизация» Витебского государственного технологического университета;

Александр Петрович ДМИТРИЕВ, ст. преподаватель кафедры «Стандартизация» Витебского государственного технологического университета;

Ольга Александровна ПЕТРОВА-БУРКИНА, магистр технических наук, мл. научный сотрудник Института технической акустики НАН Беларуси.

затрудняет формование заготовки верха обуви на колодке, а верх обуви с высокой пластичностью во время носки быстро теряет форму. Поэтому желательно, чтобы материал обладал пластичностью при формовании заготовки верха обуви и достаточной упругостью при ее эксплуатации. При этом следует учитывать, что наибольшей долей остаточных удлинений в общем удлинении обладают более пластичные кожи [4].

Известно, что под формуемостью понимают способность материала принимать пространственную форму в результате внешних воздействий и сохранять ее в дальнейшем. Следует отметить, что исследованию формовочных свойств материалов уделяли внимание многие авторы, которые в той или иной мере пытались оценить это очень важное свойство для оценки качества обуви. Однако в одних работах формуемость характеризуется нагрузкой, необходимой для деформирования материала на определенную величину, а в других — формуемость, названная процентом фиксации, определяется как отношение остаточных удлинений через определенное время после фиксации к общему удлинению при фиксации. В ряде работ формуемость характеризуют также величиной релаксации напряжений и остаточных деформаций при растяжении образцов кожи в воздушно-сухом и увлажненном состоянии [5—11].

Следует отметить, что удлинение кожи определяют при разрыве образцов, а нормируемая величина относительного удлинения определяется при напряжении 9,81 МПа [12]. Так как разрывное удлинение отражает ситуацию, невозможную в технологии изготовления и нежелательную при носке изделия, важными характеристиками упругопластических свойств материалов являются именно удлинения при напряжении 9,81 МПа, которые для всех видов кож, используемых в заготовках верха обуви, нормируются техническими нормовыми правовыми актами. Такие свойства определяют следующие характеристики:

- формуемость верха обуви на колодке,
- формоустойчивость при носке обуви,
- приформовываемость верха к стопе,
- переприформовываемость верха обуви к стопе в процессе носки обуви.

Указанные характеристики материалов для верха обуви характеризуются, главным образом, величиной общей (полной) и остаточной (пластической) деформаций, определяемых одноосным растяжением образцов при напряжении 9,81 МПа. Нормируемый интервал значений полного удлинения при напряжении 9,81 МПа в той или иной степени характеризует формуемость верха обуви и формоустойчивость обуви при ее носке. Причем величина нижнего предела общего удлинения предопределяет формуемость верха обуви в процессе производства, а величина верхнего предела определяет формоустойчивость обуви при носке. Отсюда для всех видов обуви нижний предел удлинения кожи при напряжении 9,81 МПа установлен 20 %, так как при этом обеспечивается формуемость верха обуви на колодке. Следует учитывать, что верхний предел общего (полного) удлинения при указанном напряжении дифференцирован по видам обуви и способу ее изготовления. При установлении нормы верхнего предела полного удлинения при напряжении 9,81 МПа руководствуются тем соображением, что при изготовлении любой бесподкладочной обуви эта величина должна быть ниже, чем при изготовлении обуви с подкладкой, так как формоустойчивость такой обуви определяется верхним пределом удлинения кожи из-за отсутствия армирующих элементов (межподкладки и основной подкладки). Поэтому такая величина установлена соответственно 40 % для бесподкладочной и 50 % для всех видов обуви с подкладкой, кроме детской. Для детской обуви общая деформация при 9,81 МПа установлена в 40 % (для подкладочной и бесподкладочной обуви), так как в процессе носки она подвергается

более интенсивным циклическим воздействиям, что может привести к растаптыванию обуви.

С целью обеспечения комфортности обуви для взрослых, а для детской обуви еще и для обеспечения нормального развития стопы в требования включен показатель «остаточное удлинение при напряжении 9,81 МПа». Этот показатель, как и полное удлинение, также имеет нижний и верхний пределы. Величина полного удлинения при напряжении 9,81 МПа характеризует не только формуемость и формоустойчивость верха обуви, но и определяет предполагаемую величину остаточной деформации материала. Поэтому значения верхнего предела полного удлинения по видам обуви и способам их изготовления вполне оправданы, так как повышение общего удлинения увеличивает долю остаточных деформаций. Для кож конкретного целевого назначения включение в показатели величины остаточного удлинения оправдано, так как его величина существенно влияет и на комфортность обуви. Известно, что характеристикой комфортности обуви является также степень приформовываемости верха обуви к стопе в процессе ее носки, поскольку стопа каждого человека индивидуальна, как и отпечатки пальцев. Указанная характеристика кож особенно важна для детской обуви, так как если материал верха детской обуви не обладает указанным свойством, то это приводит к деформации стопы ребенка со всеми вытекающими последствиями. Итак, показатель «остаточная деформация» является одним из основных критериев, определяющих физико-механические требования ко всем материалам (в том числе и козам) для верха всех видов обуви.

Для обеспечения наилучшего эффекта «приформовываемости» верха обуви к стопе материалы должны сохранять остаточные деформации после их формования в пределах 5—7 % [3]. Причем остаточная деформация должна быть минимальной при изготовлении бесподкладочной обуви, так как приформовываемость в этой обуви осуществляется за счет создаваемого внутри нее влажно-теплового воздействия в результате непосредственного контакта стопы с верхом обуви. Поэтому в кожах для верха повседневной бесподкладочной обуви нормируемый верхний предел остаточных деформаций составляет не более 8 %.

Несколько ниже (в пределах 2 %) нормируется величина остаточных деформаций для кож верха обуви с ворсовой отделкой, так как в этих кожах несколько выше (около 17 %) содержание равновесной влаги из-за большей степени доступности структурных элементов кожи к сорбции атмосферной влаги по сравнению с кожами покрывного крашения.

Особое место по этому показателю занимают кожи для верха детской обуви, способные «переприформовываться» в процессе ее носки, поэтому величина остаточной деформации кож для верха детской подкладочной обуви приравнена к требованиям к козам для модельной обуви с покрытием (12—14 %) и ворсовым (10—12 %). Для сохранения формоустойчивости обуви и учета эффекта влажно-теплового воздействия при соприкосновении стопы ребенка непосредственно с материалом верха обуви в бесподкладочной детской обуви величина остаточной деформации должна быть ниже на 2 %.

При оценке удлинений кожи важно учитывать тот факт, что высокопрочные кожи могут иметь меньший нижний предел удлинения, чем малопрочные. Это и предусмотрено в государственных стандартах, нормирующих разные удлинения кож различной прочности.

Особенно важным критерием, определяющим способность материала приобретать пространственную форму при формовании, является его особенность при растягивании сокращаться в поперечном направлении [13; 14]. Это свойство характеризуется коэффициентом поперечного сокращения μ . У всех видов искусственных, синтетических и натуральных кож с

ростом продольной деформации увеличивается поперечная деформация. Коэффициент поперечного сокращения зависит от структуры материалов, величины растяжения и от направления приложения нагрузки [13].

Чтобы определиться с перечнем критериев, которые должны составлять систему показателей для оценки формовочных свойств, необходимо вначале уточнить терминологические ограничения понятия «формовочные свойства материалов верха обуви». С нашей точки зрения, под формовочными свойствами материалов следует понимать принятие ими пространственной формы на некоторой поверхности без складок и разрушения, в нашем случае на поверхности обувной колодки. При этом все показатели, которые характеризуют способность материалов сохранять полученную при формовании форму, следует отнести к статической формоустойчивости. Такие характеристики материалов подробно рассмотрены в работе [3].

Таким образом, анализ работ, посвященных оценке формовочных свойств, показал, что для оценки пригодности материалов к формованию следует использовать целый комплекс показателей, среди которых:

- 1) ε_p — относительное удлинение при разрыве, %;
- 2) ε — относительное удлинение при напряжении 9,81 МПа, %;
- 3) A — коэффициент растяжимости, относительное удлинение образца шириной 10 мм при нагрузке в 10 даН;

4) μ — коэффициент поперечного сокращения;

5) K_Φ — коэффициент формоустойчивости.

Перечисленные показатели определяются по следующим формулам:

1. Относительное удлинение при разрыве:

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta l}{l} 100 \%, \quad (1)$$

где Δl — абсолютное удлинение при разрыве, мм; l — рабочая длина образца до растяжения, мм;

2. Относительное удлинение при напряжении 9,81 МПа:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l_\sigma}{l} 100 \%, \quad (2)$$

где Δl_σ — абсолютное удлинение при напряжении 9,81 МПа, мм;

3. Коэффициент растяжимости:

$$A = \frac{\Delta l_A}{l}, \quad (3)$$

где Δl_A — абсолютное удлинение при нагрузке 10 даН, мм;

4. Коэффициент поперечного сокращения:

$$\mu = \frac{\varepsilon_n}{\varepsilon_{пр}}, \quad (4)$$

где ε_n — относительное сокращение поперечного размера, %; $\varepsilon_{пр}$ — относительное продольное растяжение материала, %.

5. Коэффициент формоустойчивости:

$$K_\Phi = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{общ}}, \quad (5)$$

где $\varepsilon_{\text{ост}}$ — относительное остаточное удлинение материала при формовании, %;
 $\varepsilon_{\text{общ}}$ — относительное общее удлинение материала при формовании, %.

Рассмотрим, какие аспекты формовочных свойств позволяют оценить указанные показатели? Очевидно, что относительные удлинения при разрыве и при напряжении 9,81 МПа позволяют определить способность материалов деформироваться до необходимых при формовании величин. Коэффициент растяжимости является показателем упругопластических свойств материалов и наряду с коэффициентом поперечного сокращения характеризует в той или иной мере способность материала формоваться, т. е. приобретать пространственную форму. При этом коэффициент поперечного сокращения также может служить показателем степени анизотропии материалов без учета направления раскрытия образцов (при $\mu = 1$ материал изотропный, при $\mu = 0,2-0,4$ — сильно анизотропный), что следует учитывать при проектировании деталей верха обуви, так как деформирование на колодке не является однородным. Коэффициент формоустойчивости позволяет на этапе подготовки производства установить способность выбранного материала сохранять приданную в результате деформирования форму, причем такая способность материала при выборе режимов формования может только улучшиться.

Установление системы показателей, определяющих способность материалов к формованию, требует выявления номинальных значений каждого из них. При этом следует учитывать, что такие значения будут существенно отличаться для различных способов формования верха обуви.

Анализ литературных источников по перечисленным показателям выявил следующее:

- относительное удлинение при разрыве должно быть больше величин деформации, возникающих в заготовках верха обуви при формовании. Но насколько такое увеличение является оптимальным, в литературе четких рекомендаций нет;

- относительное удлинение при напряжении 9,81 МПа может изменяться согласно ТНПА от 15 до 40 %, а иногда и до 50 %. Есть четкие рекомендации по этому показателю для кож, применяемых в обуви внутреннего способа формования (в учебнике Ю.П. Зыбина [14] — 15—19 %), а для других способов формования таких рекомендаций нет;

- коэффициент растяжимости для натуральных кож согласно исследованиям, результаты которых приведены К.М. Зурабяном в [15], изменяется в пределах от 8 до 30 %/100Н, но каковы должны быть его величины при различных способах формования неясно;

- коэффициент поперечного сокращения для натуральных кож изменяется от 0,4 до 1,58 [14] и считается оптимальным для формования, когда он приближается к единице, но как использовать, например искусственные кожи, μ которых составляет 0,1÷0,8;

- коэффициент формоустойчивости определен во многих работах и для успешного формования заготовок верха обуви он должен быть не менее 0,75 [3].

Перечисленные показатели для оценки деформационных свойств материалов получают при одноосном растяжении образцов. Однако такая деформация заготовки верха обуви встречается крайне редко, так как при формовании материалы испытывают в основном двухосное растяжение. Поэтому указанных показателей недостаточно для объективной оценки формовочных свойств материалов верха обуви. В связи с этим целесообразно дополнить указанные критерии такими показателями, которые могут быть получены с помощью широко известных и достаточно хорошо описанных в ряде ТНПА методов двухосного растяжения [16]. В подавляющем большинстве случаев такие характеристики материалов получают мето-

дом продавливания круговых образцов пуансонами, имеющими сферическую поверхность. Различия в предлагаемых методиках в основном связаны с размерами рабочего радиуса образцов материалов и диаметром продавливающих пуансонов, а также скоростью нагружения.

Для оценки формовочных свойств материалов двухосным растяжением достаточным, на наш взгляд, будет включение в перечень показателей всего двух дополнительных критериев в виде следующих коэффициентов:

6. Коэффициент соотношения остаточной и упругой деформации (K_D):

$$K_D = \frac{\varepsilon_{\text{ост.}}}{\varepsilon_{\text{упр}}}, \quad (6)$$

где $\varepsilon_{\text{упр}}$ — относительное упругое удлинение при формовании, %;

7. Коэффициент сохранения прочности при максимальной деформации заготовки в процессе формования (K_{Π}):

$$K_{\Pi} = \frac{P_i}{P}, \quad (7)$$

где P_i — прочность материала после его предварительного деформирования на определенную величину, Н; P — прочность контрольного образца, не подверженного предварительному деформированию, Н.

Указанные выше коэффициенты могут быть интерпретированы как критерии оценки формовочных свойств, так как они позволяют доступным образом и с использованием существующих методов исследования быстро и эффективно определить способность материалов при деформировании принимать заданную форму. Определение этих критериев не требует специального оборудования и может быть реализовано путем проведения испытаний на разрывных машинах любого типа. Указанные критерии являются показателями следующих формовочных свойств материалов:

– коэффициент соотношения остаточной и упругой деформации определяет меру оценки способности материала деформироваться наилучшим образом при определенном способе формования (обтяжно-затяжном, внутреннем и комбинированном);

– коэффициент сохранения прочности при максимально возможной деформации заготовки в процессе формования предлагается ввести как показатель, оценивающий степень изменения прочностных свойств материалов, т. е. показывающий, не произойдет ли значительное ухудшение первоначальной прочности материалов при конкретном способе формования.

При нахождении значений коэффициентов поперечного сокращения, формоустойчивости, соотношения остаточной и упругой деформации, а также коэффициента сохранения прочности (4—7) следует производить деформирование образцов материалов на определенную величину. Известно, что при производстве обуви внутреннего способа формования максимальное значение деформации верха обуви в районе носочно-пучковой части составляет около 15 %, поэтому указанные показатели следует определять именно при таком значении относительного одноосного удлинения или относительной меридиальной деформации при двухосном растяжении. В связи с этим для конкретного способа формования коэффициент формоустойчивости практически не несет никакой информации, так как в формуле его расчета (5) знаменатель должен быть постоянным, т. е. для материалов, применяемых только в заготовках обуви внутреннего способа формования, он должен составлять 15 %. Однако коэффициент K_{Φ} , рассчитываемый при одноосном растяжении, следует включать в комплекс показателей при подборе материалов для заготовок верха обуви при формовании различными

способами. В литературе по вопросам формования этот показатель достаточно распространен и может быть экспериментально получен более просто, чем коэффициент КД двухосным растяжением.

При определении номинальных значений указанных показателей следует руководствоваться тем, что коэффициент соотношения остаточной и упругой деформации для материалов верха обуви внутреннего способа формования должен быть приближенно равен 0,67, а коэффициент сохранения прочности при максимальной деформации заготовки в процессе формования любым способом должен принимать значения не менее 0,7 [3].

Таким образом, анализ работ по проблемам формования верха обуви показал, что нет однозначной оценки формовочных свойств материалов, причем не определены номинальные значения различных показателей такой оценки. Некоторые из указанных показателей и интервалы их изменения определены только для натуральной кожи, тогда как за последнее время ассортимент применяемых для производства обуви материалов существенно изменился. Причем материалы для верха обуви стали обладать широким спектром физико-механических свойств. В связи с этим актуальным является проведение комплекса исследований, связанных с разработкой критериев, а также на их основе комплексного критерия, по оценке формовочных свойств современных материалов для заготовок верха обуви. В зависимости от способа их формования следует также определить номинальные значения таких показателей оценки формовочных свойств, что, в свою очередь, потребует совершенствования ТНПА с целью обеспечения наиболее достоверной и объективной оценки качества выпускаемой продукции.

Литература

1. Садовский, В.В. Товароведение одежно-обувных товаров. Общий курс: учеб. пособие / В.В. Садовский [и др.]; под общ. ред. В.В. Садовского, Н.М. Несмелова. — Минск: БГЭУ, 2005.
2. Сыцко, В.Е. Товароведение непродовольственных товаров: учеб. пособие / В.Е. Сыцко [и др.]; под общ. ред. В.Е. Сыцко, М.Н. Миклушова. — Минск: Выш. шк., 1999.
3. Буркин, А.Н. Оптимизация технологического процесса формования верха обуви / А.Н. Буркин. — Витебск: ВГТУ, 2007.
4. Краснов, Б.Я. Материаловедение обувного и кожгалантерейного производства: учеб. для образоват. учреждений начального проф. образования / Б.Я. Краснов. — М.: Проф. образование, 2005.
5. Арцишаускайте, Р.В. Исследование формуемости кож для верха обуви, выработанных из шкур крупного рогатого скота / Р.В. Арцишаускайте, В.Л. Раяцкас // Изв. вузов. Технология легкой пром-сти. — 1988. — № 3. — С. 23—27.
6. Горбачик, В.Е. Анизотропия деформационных свойств систем материалов для верха обуви / В.Е. Горбачик, З.Г. Максина, К.А. Загайгора // Изв. вузов. Технология легкой пром-сти. — 1989. — № 6. — С. 36—39.
7. Иванов, М.Н. Исследование остаточной деформации при стабилизации СК-2 / М.Н. Иванов, Э.В. Тройская, Д.А. Синаюк // Кожевенно-обувная пром-сть. — 1977. — № 4. — С. 40—44.
8. Оржякаускас, П.И. Прогнозирование деформационных свойств системы материалов верха обуви / П.И. Оржякаускас, В.-П.В. Пекарскас, В.Л. Раяцкас // Изв. вузов. Технология легкой пром-сти. — 1986. — № 5. — С. 31—36.
9. Воронов, Н.М. Исследование комплексного влияния технологических режимов формования на упругопластические свойства синтетической кожи корфам / Н.Ф. Воронов, М.Н. Иванов // Изв. вузов. Технология легкой пром-сти. — 1976. — №5. — С. 31—35.
10. Луцык, Р.В. Влияние влаги на релаксационные процессы, происходящие в обувных материалах при формовании: сообщение 1 / Р.В. Луцык, Н.Е. Хомяк, В.П. Холод // Изв. вузов. Технология легкой пром-сти. — 1987. — № 2. — С. 59—63.
11. Майорова, Н.З. Расчет деформации заготовок / Н.З. Майорова, А.Н. Калита, Г.В. Муханов // Кожевенно-обувная пром-сть. — 1978. — № 11. — С. 58—60.
12. Кожа. Метод испытания на растяжение: ГОСТ 938.11-69. — Взамен ГОСТ 939-45: Введ. 01.01.70: изд. с изм. № 1, 2, утв. в авг. 1981 г., нояб. 1991 г. — М.: Изд-во стандартов, 2003. — 12 с.
13. Жихарев, А.П. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: учеб. для вузов / А.П. Жихарев, Б.Я. Краснов, Д.Г. Петропавловский. — М.: Академия, 2004.
14. Зыбин, Ю.П. Технология изделий из кожи: учеб. для вузов / Ю.П. Зыбин [и др.]; под общ. ред. Ю.П. Зыбина. — М.: Легкая индустрия, 1975.

□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□. □□□□□□□□.
 □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□. □□□□□□□□□□.