

А.Н. БУРКИН, В.Д. БОРОЗНА

ПОВЫШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И НАДЕЖНОСТИ ОБУВИ С ВЕРХОМ ИЗ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ В ПРОЦЕССЕ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ

Известно, что потребитель с недоверием относится к обуви с верхом из искусственных кож (ИК). Это касается в основном эргономических свойств и надежности обуви в процессе эксплуатации. Эстетические свойства ИК, особенно зарубежного производства, позволяют удовлетворить потребности самого искушенного покупателя. В настоящее время широкое распространение получили ИК на текстильной основе с полиуретановым покрытием, лицевая поверхность которых может быть гладкой, шероховатой, глянцевой, полуглянцевой, матовой, с тисненым рисунком и без него. Толщина лицевых покрытий зависит от назначения материала и может быть от 0,02 до 0,5 мм.

В последнее время свойства ИК улучшают путем уменьшения глубины проникновения в основу полимерных пропитывающих и покрывных композиций. Это позволяет получать материалы с различной пористостью по толщине. Гигиенические свойства ИК в значительной степени зависят от пористости и структуры пор лицевого покрытия [1; 2]. Из эргономических свойств прежде всего следует отметить следующие группы: гигиенические, антропометрические и физиологические [3; 4]. Как правило, обувь с верхом из ИК неудобна в носке по следующим причинам: жесткий верх, плохо приформовывается к стопе, вызывает излишнее потоотделение в процессе эксплуатации. В связи с этим изучение вопросов, связанных с повышением потребительских свойств обуви на стадии входного контроля материалов и подготовки конструкторско-технологической документации предприятия, актуально. Что касается надежности изделия, то современные ИК позволяют обеспечить долговечность конструкции, соизмеримую с обувью, имеющей верх из натуральных кож (НК). Вопросы гигиенических свойств (воздухо- и паропроницаемость, гигроскопичность и др.) в данной публикации не рассматриваются.

В процессе подготовки производства решается ряд взаимосвязанных задач, которые относятся к моделированию обуви и выбору материалов для элементов ее конструкции. При этом необходимо учитывать особенности технологического процесса изготовления изделия. К сожалению, последнее не часто реализуется в современном производстве по ряду причин как объективного, так и субъективного характера.

В процессе производства обуви плоским деталям заготовки верха обуви придается пространственная форма. При формовании заготовки верха происходит правильная установка ее на колодке, основная деформация материала и плотное облегание колодки. Формование заготовки верха является одним из основных процессов производства обуви, от правильного выполнения которого зависят внешний вид и формоустойчивость обуви при носке [5; 6].

Конструкция заготовки верха может быть плоской, полуплоской и пространственной. Если к указанным выше конструкциям прикрепить втачную стельку, подложку или подошву, получим объемную заготовку верха обу-

*Александр Николаевич БУРКИН, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой стандартизации Витебского государственного технологического университета;
Вилия Дмитриевна БОРОЗНА, студентка Витебского государственного технологического университета.*

ви. Деформация верха зависит от геометрических параметров колодки и конструкции заготовки. При одной и той же колодке общая деформация заготовки будет уменьшаться соответственно от плоской до объемной. Это связано с тем, что внутреннее пространство заготовки в зависимости от ее конструкции приближается к форме и размерам колодки.

В процессе формования верха обуви материалы заготовки подвергаются как одноосному, так и двухосному растяжениям, величина и соотношение которых зависят от ее конструкции, режимов технологических процессов, а также применяемого оборудования и оснастки [6].

Известно, что для натуральной кожи связь между удлинением и напряжением может быть выражена зависимостью

$$\varepsilon = \alpha \cdot \sigma^m, \quad (1)$$

где ε — относительное удлинение, %; α — коэффициент пропорциональности; σ — напряжение, Па; m — показатель степени, зависящий от свойств материалов.

Способность НК к растяжению характеризуется относительным удлинением материала при напряжении 10 МПа [7; 8; 9, 76–83].

В связи с тем, что уравнение (1) нельзя использовать на практике, для расчета деформации при растяжении обувных материалов и их систем применяют следующее уравнение:

$$\varepsilon = A \cdot Q^n, \quad (2)$$

где A — коэффициент удлинения, %/Н; Q — нагрузка, Н; n — показатель, зависящий от свойств материала.

Коэффициент удлинения A зависит от величины растяжения, структуры и способа обработки кожевенных материалов и может изменяться от 8 до 30 %/Н. Показатель степени n также изменяется в довольно широком диапазоне значений от 0,5 до 1,2.

Используя этот подход, можно рассчитать деформацию заготовки верха для обтяжно-затяжного способа формования [5]. Однако свойства и структура современных ИК существенно отличаются от натуральных кож: адекватность использования приведенной выше методики никто до настоящего времени еще не доказал. Кроме того, не установлены нормируемые значения коэффициентов удлинения для различных способов формования заготовок верха обуви.

При растяжении материала в продольном направлении он сокращается в поперечном, что оценивается коэффициентом поперечного сокращения

$$\mu = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_n}, \quad (3)$$

где μ — коэффициент поперечного сокращения; ε — продольное удлинение; ε_n — поперечное сокращение.

При расчетах коэффициент поперечного сокращения рекомендуется принимать равным единице. Для более точных расчетов, особенно для тканей и ИК, его следует находить. Тем не менее остается открытым вопрос, при каких значениях деформации материала определять μ , как его находить, какие размеры образцов должны быть и т. д. Теоретически и практически доказано применение этого коэффициента для получения сложной формы изделий из натуральных кож и некоторых видов тканей [5], где μ принимает значение, равное единице, при значении двухосной деформации, равной 22 %. Бази-

руются эти расчеты на деформации листовых материалов на поверхности полусферы. Однако известно, что поверхность колодки только в носочной части подобна сферической, а растяжение-сокращение, как уже было отмечено выше, зависит от формы ее поверхности [6; 10].

В процессе формования заготовки на колодке ее хорошее облегание достигается за счет устранения разницы между проекцией ее поверхности на плоскость и площадью верха обуви, для этого необходимо определить соответственно параметры носочной части стельки и верха обуви [11]. Получив разницу Δl между указанными выше значениями периметров, можно вычислить коэффициент посадки носка

$$\tau = \frac{l_n - l_c}{l_n} = \frac{\Delta l}{l_n} 100, \quad (4)$$

где τ — коэффициент посадки носка, %; l_n — периметр условной развертки носочной части колодки, мм; l_c — периметр носочной части стельки, мм.

Обычно значение коэффициента τ выражают в процентах. Например, коэффициент τ для женской обуви с узким и плоским носком равен 16, для повседневной обуви — 22–26, а для рабочей обуви — до 32 % [5].

Рекомендуется при формовании заготовки обтяжно-затяжным способом растягивать материалы на величину, равную или большую коэффициенту посадки в направлении, нормальном ее контуру [5]. Базируется это положение на том, что коэффициент поперечного сокращения μ для кожи и ткани должен быть близок к единице. Однако следует учитывать, что при формовании заготовки нужно иметь определенный запас прочности, поэтому рекомендуется использовать материалы с удлинением в 1,5–2 раза больше, чем это требуется для посадки.

Попробуем использовать принцип аналогий и переложить известные теоретические положения, изложенные выше, на ИК. Следует также отметить, что структура ИК существенно отличается от НК и тканей и деформация может происходить не только за счет растяжения пучков волокон, но и их сдвига. При этом будем руководствоваться тем, что процессы формования не должны ухудшать исходные физико-механические свойства материалов.

В качестве объектов исследования были выбраны современные ИК NUBUK, а для сравнения приведены исследования НК нубук производства МПКО (Гатово), ОАО «Русская кожа» (г. Рязань), причем был использован единый методический подход к проведению исследований, краткое изложение которого приведено ниже. В основу этого подхода был положен ГОСТ 17316-71 «Кожа искусственная мягкая. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве» [12], который распространяется на мягкую ИК, представляющую собой текстильную основу с пропиткой или покрытием высокомолекулярными веществами. Под разрывной нагрузкой понимается такая, при которой произошел разрыв образца или разрушилась без видимого разделения текстильная основа. Удлинение образца при разрыве — это отношение приращения длины рабочего участка образца, измеренного в момент его разрыва или разрушения одного из слоев, к его начальной длине.

Из рулона ИК NUBUK каждого вида выкраивали резаком образцы в продольном и поперечном направлениях размером 20 × 200 мм (рабочий участок 20 × 100 мм). Образцы НК выкраивались из кожи вдоль и поперек хребтовой линии. Количество образцов для каждого вида испытаний было принято не менее десяти. Размеры образцов из ИК и НК одинаковы для исключения масштабного фактора [13].

Перед испытанием образцы ИК и НК кондиционировали, выдерживая в эксикаторе 7 суток при относительной влажности воздуха 65 ± 5 % и температуре 20 ± 2 °С. Образцы вынимали из эксикатора непосредственно перед испытанием.

Испытание образцов проводили на машине ИП 5158-5 с электронным си-лоизмерителем и с записью диаграммы растяжения. За результат испытания принимали среднее арифметическое результатов параллельных опытов отдельно для продольного (вдоль хребтовой линии кожи для НК) и поперечного (поперек хребтовой линии кожи для НК) направлений и с точностью до 1Н.

Разрывную нагрузку (Р) и удлинение при разрыве (ε) в процентах определяли по диаграмме растяжения и вычисляли ε по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} 100. \quad (5)$$

К недостаткам этого стандарта можно отнести его малую информативность для предприятий, выпускающих обувь из ИК, так как в нем прописаны только два показателя, отмеченные выше. Из указанных выше показателей можно использовать только один – относительное удлинение при разрыве, по которому выбирают материалы, способные выдержать деформации деталей заготовки при формовании.

Используя диаграмму растяжения, были дополнительно получены следующие показатели:

предел прочности при растяжении σ , МПа;

удлинение (ε_1) при напряжении 10 МПа.

Величина допустимого удлинения для создания запаса прочности материалов при формовании была принята в размере $\varepsilon_2 = \varepsilon/1,75$ %. Толщину образцов определяли по ГОСТ 938.15-70 с точностью до 0,01 мм [14]. Образцы взвешивали на электронных весах с точностью до 0,1 г [15]. Коэффициент поперечного сокращения определяли при удлинении образца на 15 %, через 5 минут после его растяжения и остановка разрывной машины. Более подробно методика определения μ изложена в работе [13]. В таблице представлены значения физико-механических свойств, полученные при испытании ИК NUBUK и НК только в продольном направлении, которое рекомендуется технической документацией для раскроя деталей верха обуви.

Физико-механические свойства ИК NUBUK и НК

Артикул кожи	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м ²	Разрывная нагрузка Р _р , Н	Относительное удлинение при разрыве ε_p , %	Предел прочности σ , МПа	Удлинение при напряжении ε_1 , 10 МПа	Коэффициент поперечного сокращения μ	Удлинение (допустимое) при формовании ε_2
NUBUK 231PMB	1,38	614	321	25	11,6	21	1,1	14
NUBUK-232	1,48	638	357	34	11,9	28	0,7	19
NUBUK 412A.YSL.	1,35	593	376	19	13,7	14	0,7	11
NUBUK 413K.YSL	1,37	593	329	25	11,8	28	0,3	14
NUBUK-517	1,37	621	503	35	18,2	16	1,1	20
NUBUK-518	1,37	569	315	24	11,4	19	0,9	14
NUBUK-520	1,36	579	288	24	10,5	23	1,0	14
NUBUK 521A.MV.	1,35	617	352	30	13,0	20	0,7	17
NUBUK 522	1,42	617	388	29	13,6	18	1,0	16
NUBUK 524	1,42	572	255	25	9,0	–	0,7	–
NUBUK 605	1,40	559	372	25	13,2	19	1,0	14
NUBUK 606	1,54	631	414	35	13,4	23	0,9	20
Нубук (ОАО «Русская кожа», г. Рязань)	1,57	652	301	51	9,6	–	0,5	29
Нубук (МПКО, Гатово)	1,63	665	500	66	15,1	40	0,4	38

Так как ИК используются как аналог НК, то для анализа физико-механических свойств будем применять ГОСТ 939-94 «Кожа для верха обуви. Технические условия» [16], который нормирует для НК следующие показатели: толщину (0,90–1,63 мм), поверхностную плотность (555–638 г/м²), предел прочности (не менее 13–18 МПа для различных видов НК) и относительное удлинение при напряжении 10 МПа (в пределах 20–40 %).

Все исследованные ИК NUBUK и НК соответствуют данному стандарту по толщине и поверхностной плотности.

Диапазон предела прочности исследованных ИК от 9,0 до 18,2 МПа и НК нубук от 9,6 до 15,1 МПа. Однако согласно ГОСТ 939-94, значение данного показателя для НК нубук должно быть не менее 14 МПа. Из исследуемых материалов только ИК NUBUK-517 и НК нубук (МПКО, Гатово) отвечают требованию стандарта. В соответствии с этим стандартом значение удлинения при напряжении 10 МПа должно находиться в диапазоне 20–40 %, тем не менее из таблицы видно, что только значения ИК NUBUK 231PMB, NUBUK-232, NUBUK-520, NUBUK 521A.MV., NUBUK 606 и НК нубук (МПКО, Гатово) находятся в данном диапазоне. Два материала разорвались ранее, и этот показатель не удалось определить (NUBUK 524 и нубук производства ОАО «Русская кожа»).

Для определения, на сколько сокращается материал в поперечном направлении при его деформации, рассчитывают коэффициент поперечного сокращения μ . Чем ближе его значения к 1, тем лучше материал сокращается в поперечном направлении, а следовательно, и приобретает форму колодки. Из данных, приведенных в таблице, видно, что ИК NUBUK-518, NUBUK-520, NUBUK 522, NUBUK 605, NUBUK 606 имеют равные или близкие к единице значения этого показателя. Также стоит отметить, что ни одна из исследуемых НК не имеет значения данного показателя, близкие к единице. Таким образом, по отмеченным выше показателям, пригодными к формованию, можно считать лишь два материала: ИК NUBUK-517 и НК нубук (МПКО, Гатово).

Не менее важным в выборе материалов для производства обуви является величина допустимого удлинения для создания необходимого запаса прочности при формовании, которая позволяет принимать те или иные решения при подготовке производства. Так, по указанному выше показателю ИК NUBUK-517 может быть использован при производстве обуви внутреннего способа формования, а НК нубук (МПКО, Гатово) — для любого (внутреннего, обтяжно-затяжного и комбинированного).

В том случае если бы мы руководствовались только перечнем показателей ГОСТ 17316-71 «Кожа искусственная мягкая. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве», то пришлось бы признать пригодными к производству обуви все исследованные материалы. Это может привести в процессе формования заготовки верха обуви к порыву союзов при затяжке, перекоосу деталей, разрушению ниточных швов и т. д. Так, ИК NUBUK 231PMB, NUBUK 412 A.YSL., NUBUK 413K.YSL, NUBUK-518, NUBUK-520, NUBUK 524, NUBUK 605 нельзя использовать для ответственных деталей обуви: носок и союзка. Указанные выше ИК опасно применять даже для менее ответственных деталей обуви — берцев.

В настоящее время в процессе подготовки производства принято отшивать экспериментальные образцы обуви, а это весьма длительная и затратная процедура, хотя без нее иногда просто не обойтись, например, при появлении на рынке нового ассортимента материалов. В процессе хорошо отлаженного производства целесообразно проводить небольшой комплекс стандартных испытаний с целью выбора материалов, пригодных к формованию тем или иным способом. Это требует небольших затрат и позволяет получить ощутимый

