

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 675.265:675.017

В. Д. Борозна, А. П. Дмитриев, А. Н. Буркин

Витебский государственный технологический университет

210035 Республика Беларусь, Витебск, Московский пр., 72

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИСКУССТВЕННОЙ КОЖИ NUBUK, ПРИМЕНЯЕМОЙ В ЗАГОТОВКАХ ВЕРХА ОБУВИ

© В. Д. Борозна, А. П. Дмитриев, А. Н. Буркин, 2013

В статье представлены результаты исследования физико-механических свойств современных искусственных кож с полиуретановым покрытием и приведен анализ их возможного использования для формования заготовок верха обуви ■

Ключевые слова ■ искусственная кожа, физико-механические свойства.

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ARTIFICIAL LEATHER NUBUK, APPLICABLE ASSEMBLIES OF UPPERS

In article results of the study of physical and mechanical properties of modern synthetic leather with a polyurethane coating and an analysis of their possible use for molding preforms uppers ■

Key words ■ artificial leather, physical and mechanical properties.

В настоящее время в мире все чаще в деталях заготовок верха обуви используются современные искусственные кожи (ИК), которые по своим характеристикам близки к натуральным и восполняют их дефицит. Однако широкое применение ИК сдерживается нехваткой сведений об их физико-механических свойствах, а информация о структуре и сырьевом составе ИК иногда просто отсутствует. Особенно это характерно для материалов зарубежного производства. Поэтому исследование физико-механических свойств ИК для верха обуви имеет большое значение, а учет их деформационных свойств позволит производителям обуви более эффективно реализовать процесс формования заготовок верха обуви и тем самым улучшить потребительские свойства и качество выпускаемых изделий.

В Республике Беларусь достаточно широкое применение в качестве заменителей натуральной кожи (НК) получили мягкие ИК с полиуретановым покрытием, в том числе NUBUK. ИК «NUBUK» представляют собой тканую основу с полиуретановым покрытием. В состав нитей основы входят полиэфирные волокна, а именно лавсан. Формирование полиуретанового покрытия тканой основы осуществляется двумя способами: прямым и переносным. При прямом способе полимерное покрытие наносят на предварительно подготовленную текстильную основу. При изготовлении ИК переносным способом предварительно получают пленочное полимерное покрытие требуемого состава

и строения, а затем с помощью каландров, как правило, двухваликовых, такое покрытие дублируют с основой. В последнее время этот вид ИК находит все большее применение в производстве обуви в связи с высокими эксплуатационными свойствами лицевого покрытия, выгодно отличающего его от НК.

В современной литературе по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности и товароведению непродовольственных товаров рекомендуется проводить исследование стандартных физико-механических свойств материалов для сборки верха обуви [1–4], а оценка таких свойств ИК проводится по ГОСТ 17316–71 «Кожа искусственная мягкая. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве» [5], в котором определяются только разрывная нагрузка и удлинение при разрыве. Однако этих показателей недостаточно для анализа пригодности ИК к формованию. Для определения показателей, определяющих степень возможности использования материалов при формовании заготовок верха обуви, проанализированы другие технические нормативные правовые акты (ТНПА): ГОСТ 19196–93, ГОСТ 3813–72 — ткани обувные; ГОСТ 939–94, ГОСТ 938.11–69 — кожа для верха обуви [6–9]. На основе анализа указанных ТНПА определен набор показателей физико-механических свойств материалов, получаемых одноосным растяжением и которые следует учитывать при выборе ИК для верха обуви. К таким показателям отнесём следующие: толщина, поверхностная плот-

ность, разрывная нагрузка или прочность, относительное удлинение при разрыве, коэффициент равномерности по прочности и по относительному удлинению при разрыве, условная относительная деформация, условный модуль упругости и жесткости.

Исследования механических свойств ИК NUBUK турецкого производства проводились с помощью разрывной машины ИП 5158–5 на образцах прямоугольной формы 180x20 мм с рабочей частью 100x20 мм со скоростью перемещения нижнего зажима 70 мм/мин [5]. Элементарные пробы выкраивались в двух направлениях вдоль (В) и поперек (П) нитей основы. Линейные размеры образцов определены по ГОСТ 17073–71 [10] с помощью металлической измерительной линейки (ГОСТ 427–75) с ценой деления 1 мм и толщиномера типа ТР 10–60 (ГОСТ 11358–7) с точностью 0,01 мм при давлении измерительной площадки на образец 4,9–14,8 кПа. Масса элементарных проб измерялась на весах Nagema тип 34.003 с погрешностью не более 0,01 г. За результат определения поверхностной плотности образца принимали значение округленное до 1 г/м². Поверхностная плотность образца, но не материала в целом, позволяет косвенно оценить однородность ИК вдоль и поперек рулона.

Анизотропию свойств материалов определяют коэффициенты равномерности по прочности и относительному удлинению при разрыве, которые находятся как отношение соответствующих показателей, полученных при испытании образца в двух взаимно перпендикулярных направлениях по формулам:

$$k_p = \frac{P_{p \min}}{P_{p \max}}, \quad (1)$$

$$k_\varepsilon = \frac{\varepsilon_{\varepsilon \min}}{\varepsilon_{\varepsilon \max}}, \quad (2)$$

где $P_{p \min}$ и $P_{p \max}$ — наибольшее и наименьшее значения разрывной нагрузки P_p , Н; $\varepsilon_{\varepsilon \min}$ и $\varepsilon_{\varepsilon \max}$ — наибольшее и наименьшее значения относительного удлинения при разрыве ε_p , %.

По условной относительной нагрузке P_y дополнительно определялись также показатели, характеризующие упругие свойства материалов, т. е. условный модуль упругости E_y и условная жесткость D_y по формулам:

$$P_y = 0,75 \cdot D_y \quad (3)$$

$$P_y = \frac{\sigma_y}{\varepsilon_y} \cdot 100, \quad (4)$$

$$D_y = P_y \cdot F, \quad (5)$$

где P_p — разрывная нагрузка, Н; σ_y — предел прочности при P_y , МПа; ε_y — относительное удлинение при P_y , %; F — площадь поперечного сечения образца, м².

Показатели физико-механических свойств некоторых ИК NUBUK по результатам исследований их элементарных проб при выкраивании вдоль (В) и поперёк (П) рулона приведены в таблице 1.

Так как ИК используются как аналог НК, то в основу анализа физико-механических свойств будем руководствоваться ГОСТ 939–94 «Кожа для верха обуви.

Технические условия» [8], который нормирует для НК следующие показатели: толщина (0,90–1,63 мм), поверхностная плотность (555–638 г/м²), равномерность по удлинению (не менее 70%), 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 соответствуют данному стандарту по толщине, поверхностной плотности и равномерности удлинения.

Диапазон предела прочности исследованных ИК от 8,99 до 18,24 МПа в продольном и от 7,57 до 16,08 МПа в поперечном направлениях деформирования. Однако согласно ГОСТ 939–94 ИК: NUBUK 412 А. YSL, NUBUK-517, NUBUK 521 А. MV., NUBUK 522, NUBUK-605, NUBUK 606 вдоль основы и ИК: NUBUK 231PMB, NUBUK-605 поперёк основы по данному показателю не могут быть использованы в заготовках верха обуви. И только 42% исследованных ИК NUBUK соответствует указанному нормируемому показателю в обоих направлениях растяжения (таблица 1).

ИК NUBUK-605, NUBUK 524, NUBUK 522 не соответствуют нормируемому значению удлинения при напряжении 10 МПа в обоих направлениях, ИК NUBUK 231PMB, NUBUK-232, NUBUK 413 К. YSL, NUBUK-520, NUBUK 521 А. MV отвечают таким требованиям при растяжении только в продольном направлении, а ИК NUBUK 412 А. YSL, NUBUK-517 имеют этот показатель в необходимом диапазоне при растяжении в поперечном направлении. Среди исследованных 12 видов ИК NUBUK только NUBUK 606 отвечает требованиям стандарта при растяжении во всех направлениях при напряжении 10 МПа (таблица 2).

Для придания заготовке нужной формы, т. е. для обеспечения процесса формирования, материалы верха обуви должны обладать достаточной растяжимостью. Так при производстве обуви внутреннего способа формирования максимальное значение деформации материала, которую он испытывает в районе носочно-пучковой части заготовки верха обуви, составляет около 15%, а при производстве обуви обтяжно-затяжным способом максимальная деформация материала также в районе носочно-пучковой части заготовки равна 30% [12]. Исследования показали, что все ИК NUBUK могут быть использованы в заготовках верха обуви внутреннего способа формирования, т. к. обладают достаточной прочностью. Для формирования верха обуви обтяжно-затяжным способом не подходят ИК NUBUK-517, NUBUK 606, NUBUK-232, так как в поперечном направлении их деформация составляет менее 30% и ИК NUBUK 231PMB, образцы которой не выдерживают необходимого удлинения в продольном направлении растяжения.

Для дополнительной оценки способности материалов формироваться необходимым образом получены значения условного модуля упругости и условная жесткость (таблица 3). Известно, что чем выше у материала значения условного модуля упругости и жесткости материала, тем меньше его деформация, т. к. выше его

Таблица 1. Показатели физико-механических свойств ИК

Артикул ИК	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м ²		Разрывная нагрузка РР, Н		Предел прочности σ , МПа		Относительное удлинение при разрыве ϵ_r , %		Коэффициент равномерности по РР, кр	Коэффициент равномерности по ϵ_r , кр
		В	П	В	П	В	П	В	П		
NUBUK 231PMB	1,38	614	634	321	444	11,6	16,1	25	32	0,72	0,78
NUBUK-232	1,48	638	624	357	257	11,9	8,7	34	29	0,72	0,85
NUBUK 412 A. YSL.	1,35	593	555	376	273	13,7	10,2	19	26	0,73	0,75
NUBUK 413 K. YSL	1,37	593	586	329	263	11,8	9,5	25	24	0,80	0,98
NUBUK-517	1,37	621	586	503	334	18,2	12,2	35	26	0,66	0,74
NUBUK-518	1,37	569	586	315	207	11,4	7,6	24	21	0,66	0,89
NUBUK-520	1,36	579	603	288	252	10,5	9,4	24	27	0,88	0,89
NUBUK 521 A. MV.	1,35	617	600	352	262	13,0	9,7	30	25	0,75	0,84
NUBUK 522	1,42	617	600	388	271	13,6	9,5	29	26	0,70	0,90
NUBUK 524	1,42	572	600	255	220	9,0	7,8	25	21	0,86	0,84
NUBUK-605	1,40	559	559	372	406	13,2	14,5	25	28	0,92	0,88
NUBUK 606	1,54	631	634	414	337	13,4	10,9	35	28	0,81	0,82

Таблица 2. Величины относительных удлинений ИК при напряжении 10 МПа, %

Артикул ИК	NUBUK 231PMB	NUBUK-232	NUBUK 412A. YSL.	NUBUK 413 K. YSL	NUBUK-517	NUBUK-518	NUBUK-520	NUBUK 521 A. MV.	NUBUK 522	NUBUK 524	NUBUK-605	NUBUK 606
Вдоль	21	28	14	28	16	19	23	20	18	-	19	23
Поперек	18	-	25	-	20	-	-	-	-	-	18	25

Таблица 3. Дополнительные показатели физико-механических свойств ИК

ИК	Условное усилие P_y , Н		Условное относительное удлинение ϵ_y при P_y , %		Условная жесткость D_y , Н		Условный модуль упругости E_y , МПа	
	В	П	В	П	В	П	В	П
NUBUK 231PMB	240	333	18	21	1334	1583	48,3	57,3
NUBUK-232	268	193	25	20	1068	962	35,6	32,5
NUBUK 412 A. YSL.	282	204	14	18	2002	1915	73,1	70,0
NUBUK 413 K. YSL	247	198	17	17	1414	1162	50,9	42,1
NUBUK-517	378	251	22	18	1719	1400	62,3	51,1
NUBUK-518	236	156	15	12	1541	1270	55,8	46,3
NUBUK-520	216	189	17	18	1244	1075	45,4	40,1
NUBUK 521 A. MV.	264	197	19	18	1400	1120	51,8	41,5
NUBUK 522	291	203	18	18	1590	1105	56,0	38,9
NUBUK 524	191	165	18	13	1029	1221	36,2	43,3
NUBUK-605	279	304	19	20	1462	1511	51,8	54,0
NUBUK 606	311	253	23	20	1341	1265	43,5	40,8

способность сопротивляться растягивающим усилиям. Наиболее жесткими является NUBUK-517, NUBUK 412 A. YSL, NUBUK 522 и NUBUK-605, NUBUK-517, NUBUK 231PMB в продольном и в поперечном направлениях растяжения соответственно.

Результаты проведенных исследований показали, что по всем перечисленным выше показателям

физико-механических свойств из 12 исследованных ИК ни одна не соответствует полностью требованиям ГОСТ 939-94 и только частично можно признать пригодными для производства деталей верха обуви любым способом формования: NUBUK 606; NUBUK 412 A. YSL; NUBUK-517; NUBUK 521 A. MV; NUBUK 231PMB.

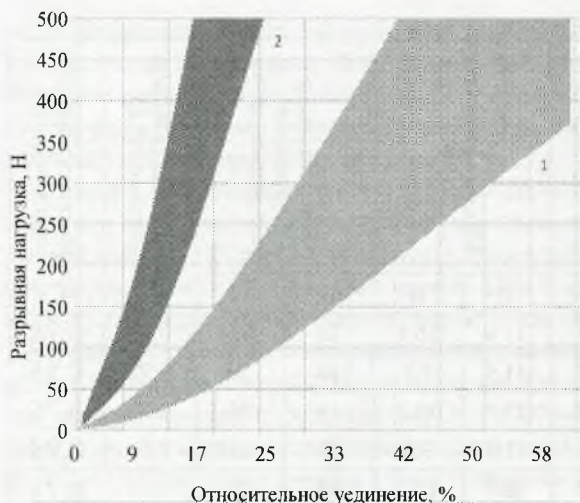


Рисунок. Спектры одноосного растяжения НК и ИК вдоль основы: 1 — спектр растяжений НК, 2 — спектр растяжений ИК NUBUK

Известно, что характер кривых растяжения полимерных материалов позволяет оценить технологическую и эксплуатационную их пригодность к переработке, в том числе возможность к использованию в производстве в целом [13]. Последнее в полной мере относится к ИК, которые применяются для изготовления изделий из кожи [14]. Используя принцип аналогий, проведён сравнительный анализ кривых растяжений ИК NUBUK и НК, которые применяются в производстве обуви одного ассортимента, для чего были построены кривые растяжения ИК NUBUK и НК: Narra 2, Narra 3 производства Великобритании, а также Русская кожа.

Полученные спектры графических изображений кривых растяжения исследованных материалов (см. рисунок) выявили существенные различия между характерами процесса одноосного растяжения их образцов. При этом установлено, что ИК обладают большей упругостью, чем исследованные НК и поэтому, как правило, не будут обладать хорошей формоустойчивостью, что в свою очередь может привести к недостаточной формоустойчивости выполненной из них обуви при хранении и носке.

Очевидно, что такое различие в физико-механических свойствах и характерах деформирования между ИК NUBUK и НК объясняется наличием существенных различий в их структурах, а значит, обувь, в заготовках верха которой используется ИК NUBUK, не будет обладать необходимыми потребительскими качествами.

Фирмам-изготовителям ИК при проектировании и производстве таких материалов необходимо в большей степени учитывать физико-механические свойства лучших аналогов НК, заменителями которых они должны быть, что в свою очередь позволит улучшить формовочные свойства обуви, ее комфортность в процессе эксплуатации.

Проведённый анализ показал также, что регламентируемые в ТНПА показатели физико-механических свойств недостаточно информативны,

так как не позволяют в полной мере оценить способность материалов к сложному технологическому процессу формования верха обуви. Таким образом, есть необходимость во внесении дополнительных легко воспроизводимых и более информативных показателей свойств материалов, оценивающих способность материалов принимать и сохранять форму, а значит быть пригодными к формованию заготовок верха обуви различными способами. При этом следует также учитывать наличие и возможности приборной базы обувных предприятий.

Литература:

1. Зурабян, К. М. *Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности. Учебник для вузов*/К. М. Зурабян, Б. Я. Краснов, Я. И. Пустыльник. — Минск: 2003. — 384 с.
2. *Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: учеб. для студ. вузов*/А. П. Жихарев [и др.]. — М.: Академия, 2004. — 488 с.
3. *Садковский, В. В. Товароведение одежды-обувных товаров. Общий курс: Учеб. пособие*/В. В. Садковский [и др.] под общ. ред. В. В. Садковского, Н. М. Несмелова. — Минск: БГЭУ, 2005. — 427 с.
4. *Сыцко, В. Е. Товароведение непродовольственных товаров: Учебное пособие*/В. Е. Сыцко [и др.] под ред. В. Е. Сыцко, М. Н. Миклушова. — Минск: Выш. шк., 1999. — 663 с.
5. ГОСТ 17316-71 Кожа искусственная мягкая. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве; введ. 1973-01-01. — Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1998. — 8 с.
6. ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия текстильные. Метод определения разрывных характеристик при растяжении. — Взамен ГОСТ 3813-47; введ. 01.01.73. — Москва: Издательство стандартов, 2001. — 32 с.
7. ГОСТ 938.11-69 Кожа. Метод испытания на растяжение. — Взамен ГОСТ 938-45; введ. 01.01.70. — Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. — 9 с.
8. ГОСТ 939-94 Кожа для верха обуви. Технические условия; введ. 1996-01-01. — Москва: Государственный комитет СССР по стандартам. — Москва: Издательство стандартов, 1998. — 16 с.
9. ГОСТ 19196-93 Ткани обувные. Общие технические условия. — Взамен ГОСТ 19196-80, ГОСТ 23761-89, ОСТ 17-526-75, ОСТ 17-73-86; введ. 01.01.73. — Минск: Белстандарт, 1995. — 9 с.
10. ГОСТ 17073-71 Кожа искусственная. Метод определения толщины и массы 1 м². — введ. 01.07.72. — Минск: Белстандарт, 1996. — 15 с.
11. *Смелков В. К. Материаловедение: учеб. пособие*/В. С. Смелков. — Витебск: УО «ВГТУ», 2005. — 300 с.
12. *Зыбин Ю. П. Технология изделий из кожи: учеб. пособие*/Ю. П. Зыбин. — Москва: «Легкая индустрия», 1975. — 464 с.
13. *Струк В. А. Материаловедение: Учебник*/В. А. Струк [и др.]. — Минск: ИВЦ Минфина, 2008. — 519 с.
14. *Буркин, А. Н. Материаловедение кожевенно-обувного производства: учеб. пособие*/А. Н. Буркин [и др.]. — Минск: Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2011. — 310 с.