

ковка помогает повысить безопасность, качество, долговечность, подлинность, отслеживаемость и стабильность пищевых продуктов.

Список использованной литературы

1. **Стимулирование** роста бизнеса с помощью нанотехнологичных упаковочных решений // Тара и упаковка. – 2024. – № 5. – С. 22–24.
2. **Эффективные** инновационные решения в развитии упаковочных систем для пищевых продуктов // Р. В. Крюк, М. Г. Курбанова, В. В. Матюшев, И. В. Буянова // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 4 (181). – С. 181–187.
3. **Громова, А.** Нанопакетирование – мостик в индустрию 4.0. / А. Громова // ИнформУпак. – URL: <https://informupack.ru/article/6691/> (дата обращения: 10.05.2025).
4. **Во Владивостоке** разработали «умную» пищевую пленку // Тара и упаковка. – 2023. – № 1. – С. 35.

УДК 685.34.017

В. Д. Борозна (wili@mail.ru),
канд. техн. наук, доцент

А. Н. Буркин (a.burkin@tut.by),
д-р техн. наук, профессор
Витебский государственный
технологический университет
г. Витебск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБУВИ С ВЕРХОМ ИЗ ИСКУССТВЕННОЙ КОЖИ НА ЭТАПЕ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

В работе представлен методологический подход к оценке качества искусственных кож для верха обуви при одноосном растяжении, позволяющий быстро и адекватно оценить технологическую пригодность предлагаемых материалов к запуску в производство, что поможет улучшить качество выпускаемой обуви.

The paper presents a methodological approach to assessing the quality of artificial leathers for shoe tops under uniaxial tension, which allows to quickly and adequately assess the technological suitability of the proposed materials for launching into production, thus improving the quality of manufactured footwear.

Ключевые слова: оценка; качество; искусственная кожа; обувь; технологические свойства.

Key words: evaluation; quality; artificial leather; footwear; technological properties.

Сегодня рыночная экономика складывается в условиях жесткой конкуренции. Современный потребитель становится более разборчивым в выборе товаров, а производителям приходится обеспечивать должный уровень качества продукции, чтобы удерживать своих покупателей. Улучшение качества продукции является важнейшим направлением интенсивного развития экономики, источником экономического роста и эффективности производства. В этой связи главную роль играет комплексное управление качеством продукции и эффективностью производства. Для управления качеством продукции производители должны иметь информацию о фактическом качестве сырья и вспомогательных материалах, знать факторы повышения качества, критерии управления и иметь план по качеству [1].

В ближайшее время в Республике Беларусь планируется увеличить объем обуви с верхом из искусственных кож (ИК) на 2–3 млн пар в год, что составит 15–20% в общем объеме выпуска обуви. Однако выбор ИК для наружных деталей верха обуви продолжает оставаться сложной задачей даже для белорусских лидеров обувного производства, поскольку отечественная промышленность их не производит, а применение современных импортных материалов сдерживается недостатком научно верифицируемых сведений о технологии их изготовления (составляет ноу-хау), структуре, технологических и эксплуатационных свойствах. Отсутствие информации о фактическом качестве ИК снижает качество готовой обуви.

В работе были исследованы образцы ИК, имеющие двухслойную, трехслойную и четырехслойную структуру на трикотажной, тканной, нетканой и комбинированной основе.

Микроскопический анализ структуры позволяет сделать вывод о том, что все исследуемые образцы имеют общую толщину от 270 до 1530 мкм. Образцы ИК под номерами 1, 2, 5 и 7 имеют двух- или трехслойную структуру (отделочный монолитный слой, пористый полимер-

ный слой, нетканая). Образцы ИК под номерами 3, 8 и 9 имеют трехслойную структуру с монолитным полимерным слоем и тканной основой. Образец под номером 4 имеет четырехслойную структуру с комбинированной основой (ткань + нетканый материал). Образец под номером 6 имеет трехслойную структуру на трикотажной основе.

Исследование полимерного слоя показало, что все образцы обладают корпускулярной структурой. Корпускулярная структура визуализируется уже из-за бликов света, возникающих на стенках гранул (корпускул) полимера. Гранулы по размеру равномерные. Наблюдаемый размер варьируется от 20 до 110 мкм.

Структура тканного слоя исследовалась только по показателям фазы строения, толщины и диаметрам нити по вертикали и горизонтали. Толщина текстильной основы образцов варьируется в пределах от 78 до 460 мкм. Толщина нетканого слоя изменяется в пределах от 200 до 310 мкм. Толщина трикотажного слоя составляет 750 мкм. Фаза строения текстильной основы исследуемой ИК равна 5, что говорит о практически равномерном распределении нитей основы и утка по опорной поверхности материала.

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

Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств ИК

Артикул ИК	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м ²	Разрывная нагрузка (P_p), Н		Предел прочности (σ), МПа		Относительное удлинение при разрыве (ϵ_p), %		Коэффициент равномерности по P_p , (k_p)	Коэффициент равномерности по ϵ_p , (k_p)
			В	П	В	П	В	П		
Образец № 1	2,9	1 875	498	664	8,6	11,4	68	81	0,75	0,84
Образец № 2	0,8	371	50	46	3,1	2,9	63	75	0,92	0,84
Образец № 3	1,7	735	308	338	9,1	9,9	21	34	0,91	0,62
Образец № 4	1,7	801	418	290	12,3	8,5	23	30	0,69	0,77
Образец № 5	0,8	362	68	30	4,3	1,9	30	30	0,44	1,00
Образец № 6	0,9	358	206	94*	11,4	5,2	43	76	0,46	0,57
Образец № 7	0,7	443	40*	48	2,9	3,4	13	65	0,83	0,20
Образец № 8	0,9	468	246	228	13,7	12,7	35	18	0,93	0,51
Образец № 9	1,7	590	312	30*	9,2	0,9	62	85	0,10	0,73
* Образец не разрывался.										

Так как ИК используется как заменитель натуральной кожи в заготовках верха обуви, то в основу анализа их физико-механических свойств положим ГОСТ 939-2021 «Кожа для верха обуви. Технические условия» [2]. Данный стандарт распространяется на кожу для верха обуви различного назначения.

Практически все исследуемые материалы соответствуют требованиям ГОСТ 934-2021 по показателю «разрывная нагрузка», кроме образцов под номерами 2, 5 и 9 в поперечном направлении.

Диапазон предела прочности исследованных ИК варьируется от 3,0 до 13,7 МПа в продольном и от 1,7 до 12,7 МПа в поперечном направлениях деформирования. Из таблицы 1 видно, что все исследуемые ИК (кроме ИК «Образца № 8») во всех направлениях не соответствуют требованиям стандарта.

Для придания заготовке обуви нужной формы при формовании, т. е. для обеспечения процесса формования, материалы должны обладать достаточной растяжимостью. Так, при производстве обуви внутреннего способа формования 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%. Исследования показали, что все ИК могут быть использованы в заготовках верха обуви внутреннего способа формования, так как обладают достаточной деформационной способностью и частично пригодны для формования верха обуви обтяжно-затяжным способом.

Для дополнительной оценки способности материалов формоваться получены значения условного модуля упругости и условной жесткости (таблица 2). Известно, что тем выше у материала значения условного модуля упругости и жесткости материала, тем меньше его де-

формация, так как выше его способность сопротивляться растягивающим усилиям. Исследования показали, что наиболее жесткими является «Образец № 3», «Образец № 4» во всех направлениях.

Таблица 2 – 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
Образец № 1	373,5	498,0	41	51	904,8	980,2	15,6	16,9
Образец № 2	39,0	34,5	29	34	137,8	104,0	8,3	6,5
Образец № 3	231,0	253,5	13	25	1 778,2	1020,0	52,3	30,0
Образец № 4	313,5	217,5	16	23	1 995,0	945,2	57,5	27,8
Образец № 5	51,0	22,5	20	14	256,0	160,0	16,0	10,0
Образец № 6	154,5	70,5	30	70	516,6	100,8	28,7	5,6
Образец № 7	30,0	36,0	3	70	980,0	51,8	70,0	3,7
Образец № 8	184,5	171,0	28	12	662,4	142,2	36,8	7,9
Образец № 9	234,0	22,5	47	40	497,0	56,0	35,5	4,0

Итак, результаты проведенных исследований показали, что по всем нормируемым ГОСТ 939-2021 показателям физико-механических свойств исследованных ИК ни одна не соответствует полностью требованиям.

Однако представленные исследования структуры и физико-механических свойств ИК не позволяют дать объективную оценку технологической пригодности материала. При разработке конструкции обуви модельер и технолог должны знать основные свойства материалов, которые будут приобретаться для того, чтобы они могли с достаточной уверенностью принять решение об их покупке и в использовании в процессе постановки продукции на производство. Поэтому мы сталкиваемся с ситуацией, когда нам приходится пересматривать временно действующие методы испытаний и дополнять их новыми, более рациональными, которые предоставляют больше информации о свойствах материалов для обуви.

В связи со сказанным выше нами предлагается методика оценки технологических свойств ИК при одноосном растяжении, разработанная на кафедре технического регулирования и товароведения Витебского государственного технологического университета [3; 4].

Пробы для испытаний отбираются не ближе 100 мм от края рулона по ГОСТ 17316-71 «Кожа искусственная. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве». Элементарные пробы вырубаются специальными резаками размерами 140×20 мм с рабочей частью 100×20 мм. Образцы выкраиваются в продольном и поперечном направлении (по основе и утку) так, чтобы один образец не был продолжением другого.

Перед проведением испытания образцы ИК кондиционируют. Для этого их выдерживают в лабораторных помещениях, специальных камерах или гигростатах (экзикаторах) не менее 24 ч при относительной влажности воздуха $(65 \pm 5)\%$ и температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ до достижения равновесной влажности.

Испытание проводилось на разрывной машине РТ-250 со скоростью движения нижнего зажима (100 ± 10) мм/мин.

Один образец в продольном и поперечном направлении доводился до разрыва и определялись разрывная нагрузка в ньютонах, удлинение при разрыве и коэффициент запаса прочности по формуле (1):

$$K_{3П} \geq 1,5 \cdot \varepsilon_p, \quad (1)$$

где ε_p – относительное удлинение при разрыве, мм.

При формировании заготовки верха надо иметь запас прочности, поэтому удлинение материала должно быть в 1,5–2 раза больше, чем требуется для ее посадки. Величина запаса прочности материала зависит также от конструкции заготовки. Данный критерий позволяет дать характеристику материала, т. е. способен ли он выдержать нагрузки, которые прикладываются к нему в процессе формирования. Поэтому за минимальное значение деформации материала берем 22,5% для производства обуви внутренним способом формирования (это значение в 1,5 раза

больше, чем максимально возможные нагрузки, возникающие в процессе формования данным способом) и 45% – при обтяжно-затяжном способе.

Критерий запаса прочности позволит нам на стадии подготовки производства правильно оценить возможность использования того или иного материала.

На втором образце ИК определяют коэффициент соотношения остаточной и упругой деформации и коэффициент сохранения прочности при максимальной деформации.

Для этого образец зажимают в разрывной машине и растягивают на 15%. В растянутом состоянии выдерживают 5 мин, после чего снимают нагрузку. Через 30 мин определяют относительное остаточное удлинение образца. После определения относительного остаточного удлинения и относительного упругого удлинения образец доводят до разрыва и определяют разрывную нагрузку.

Коэффициент формоустойчивости и коэффициент потери прочности при максимальной деформации заготовки в процессе формования определяются по формулам (2) и (3):

$$K_{\Phi} = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{общ}}, \quad (2)$$

где $\varepsilon_{ост}$ – относительное остаточное удлинение материала при формовании, %;

$\varepsilon_{общ}$ – относительное общее удлинение материала при формовании, %;

$$K_{\Pi} = \frac{P_i}{P_p}, \quad (3)$$

где P_i – прочность материала после его предварительной деформации на величину ε_i при формовании, Н;

P_p – прочность контрольного образца, не подверженного предварительному деформированию, Н.

Комплексный показатель K_K оценки способности искусственных кож к формованию рассчитывается как среднее геометрическое значений K_i по формуле (4):

$$K_K = \sqrt[3]{\prod_{i=1}^3 K_i}. \quad (4)$$

По результатам проведенных исследований значения равнозначных коэффициентов K_i ($i = 1-3$) находят исходя из следующих соображений: коэффициент K_1 принимает значение равное 1, если $K_{3\Pi} \geq 23\%$, так как деформация заготовки верха обуви при внутреннем способе формования не превышает 15%, и $K_1 = 0$, если $K_{3\Pi} < 23\%$, так как разрыва материала в процессе формования быть не должно.

Значения коэффициента K_2 и K_3 равно соответственно значению K_{Π} и K_{Φ} .

Результаты испытаний приведены в таблицах 3 и 4. Обозначения «В» и «П» соответствуют направлению раскроя образцов – вдоль и поперек рулона материала.

Таблица 3 – Показатели технологических свойств ИК

Артикул ИК	Прочность контрольного образца (P_p), Н		Прочность P_i после предварительной деформации на 15%, Н		Относительное удлинение при разрыве (ε_p), %		Относительное остаточное удлинение ($\varepsilon_{ост}$), %		Коэффициент формоустойчивости (K_{Φ})		Коэффициент потери прочности (K_{Π})	
	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П
Образец № 1	498	664	512	632	68	81	20	13	0,20	0,13	1,03	0,95
Образец № 2	50	46	36	50	63	75	13	7	0,13	0,07	0,72	1,09
Образец № 3	308	338	288	324	21	34	27	33	0,27	0,33	0,94	0,96
Образец № 4	418	290	442	286	23	30	20	33	0,20	0,33	1,06	0,99
Образец № 5	68	30	66	16	30	30	53	20	0,53	0,20	0,97	0,53
Образец № 6	206	94*	214	94*	43	76	27	20	0,27	0,20	1,04	1,00
Образец № 7	40*	48	56	48	13	65	20	7	0,20	0,07	1,40	1,00
Образец № 8	246	228	250	200	35	18	27	27	0,27	0,27	1,02	0,88
Образец № 9	312	30*	330	30	62	85	13	13	0,13	0,13	1,06	1,00

* Образец не разрывался.

Таблица 4 – Значения коэффициентов K_i для определения комплексного показателя K_K оценки способности ИК к формованию внутренним способом

Материал	K_1		K_2		K_3		K_K	
	В	П	В	П	В	П	В	П
Образец № 1	1	1	0,20	0,13	1,03	0,95	0,59	0,50
Образец № 2	1	1	0,13	0,07	0,72	1,09	0,45	0,42
Образец № 3	0	1	0,27	0,33	0,94	0,96	0,00	0,68
Образец № 4	1	1	0,20	0,33	1,06	0,99	0,60	0,69
Образец № 5	1	1	0,53	0,20	0,97	0,53	0,80	0,47
Образец № 6	1	1	0,27	0,20	1,04	1,00	0,65	0,58
Образец № 7	1	1	0,20	0,07	1,40	1,00	0,65	0,41
Образец № 8	1	1	0,27	0,27	1,02	0,88	0,65	0,62
Образец № 9	1	1	0,13	0,13	1,06	1,00	0,52	0,51

Для анализа результатов полученные значения комплексного показателя технологической пригодности сопоставляем с безразмерной шкалой оценки: 0,00–0,63 – «плохо»; 0,63–0,80 – «удовлетворительно» и 0,80–1,00 – «хорошо», основываясь на данных, опубликованных ранее в работах А. Н. Буркина.

Таким образом, из исследуемых материалов образцов ИК только «Образец № 3» в продольном направлении попадает в градацию качества «плохо», все остальные образцы ИК попадают в градацию качества «удовлетворительно». Можно сделать вывод, что большинство материалов имеют удовлетворительные технологические свойства и могут применяться в производстве обуви для неответственных деталей обуви.

Создание теоретических основ оценки качества ИК для производства верха обуви, основанных на разработанной методике оценки технологических свойств, способствуют получить рекомендации к практическому применению искусственных кож с различной структурой с учетом технологической пригодности в целях повышения ее конкурентоспособности. Полученные результаты позволят быстро и адекватно оценить технологическую пригодность предлагаемых материалов к запуску в производство, что дает возможность улучшить качество выпускаемой обуви.

Список использованной литературы

1. **Куприянов, Л. М.** Управление качеством продукции как фактор устойчивого бизнеса / Л. М. Куприянов // Мир новой экономики. – 2015. – № 4. – С. 89–100.
2. **Кожа** для верха обуви. Технические условия : ГОСТ 939-2021. – Взамен ГОСТ 939-94 ; введ. РБ 15.03.1995. – М. : Гос. ком. СССР по стандартам : Изд-во стандартов, 1998. – 16 с.
3. **Борозна, В. Д.** Методика оценки функциональных свойств искусственных кож / В. Д. Борозна // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования : материалы IV Респ. науч.-техн. конф. молодых ученых, Гомель, 10–11 нояб. 2016 г. / Ин-т механики металлополимер. систем им. В. А. Белого. – Гомель, 2016. – С. 62–64.
4. **Борозна, В. Д.** Оценка свойств искусственных кож NUBUK / В. Д. Борозна, А. П. Дмитриев, А. Н. Буркин // Потребительская кооперация. – 2014. – № 2 (45). – С. 62–67.