

УДК 685.34.025.43:685.34.073.42

П. Г. Деркаченко, А. Н. Буркин

Витебский государственный технологический университет
210035 Республика Беларусь, Витебск, Московский пр., 72

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ФОРМОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КАРТОНОВ ДЛЯ ЗАДНИКОВ

© П. Г. Деркаченко, А. Н. Буркин, 2012

В работе рассмотрено влияние режимов формования на свойства и структуру картонов для задников обуви. Предложен перечень показателей, характеризующих способность задника принимать и сохранять требуемые форму и размеры. Получены регрессионные модели зависимости показателей картонов от технологических параметров формования, на основе которых возможен расчет его оптимальных режимов ■

Ключевые слова ■ задник, картоны, формоустойчивость, структура, свойства, режимы формования

The Influence of Molding Process on Properties and Structure of Cardboard Stiffeners

The article is intended to explain the influence of the process of molding on the properties and structure of cardboard stiffeners with a view to stability of their area shape retention. Proposed a list of indicators which characterize the ability of the stiffener to keep desirable shape and size. The factors influencing on the structure and properties of cardboard stiffeners are chosen with the help of manufacturing stiffener analysis. On the base of experimental evidence rational processes of molding for cardboard stiffeners are obtained ■

Key words ■ stiffener, cardboard, area shape retention, structure, properties, molding process

Задники являются важной частью конструкции обуви. Основное назначение задников заключается в том, что они удерживают стопу в правильном положении и защищают ее от механических воздействий внешней среды. Задники обуви создают также нужную пятке опору, предохраняют ее от ударов и сдвигов внутри обуви, придают обуви необходимый внешний вид. Благодаря заднику обувь сохраняет свою форму и приобретает устойчивость. Так как задники испытывают интенсивные механические нагрузки в процессе носки обуви, материал, из которого они изготовлены, должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- быть стойким для предохранения пяточной части стопы от внешних воздействий и одновременно упругим для сохранения своей формы;
- не сдавливать пяточную часть стопы и не натирать ее;
- обладать высоким сопротивлением к истиранию при трении поверхности задников о подкладку и стопу;
- обладать стойкостью, предотвращающей оседание задников в процессе эксплуатации обуви, которое возникает под действием усилий при передвижении человека;
- сохранять постоянные линейные размеры.

Поскольку почти во всех видах обуви пяточная часть стопы не соприкасается непосредственно с задником и относительно меньше отдает влагу, то к материалам для задников предъявляют более низкие требования в области гигиенических свойств. Таким

образом, в качестве основных критериев оценки качества задников можно принять их физико-механические и эксплуатационные свойства.

В Республике Беларусь при изготовлении задников наибольшее распространение получили обувные картоны. Это обусловлено тем, что при их доступности и дешевизне они обладают вполне удовлетворительными эксплуатационными свойствами. На производстве могут применяться как формованные, так и неформованные задники, однако, по данным ЦНИ-ИКП, применение неформованных задников приводит к значительному снижению качества обуви, поэтому основная масса картонных задников поступает на обувные предприятия в формованном виде [1].

Наиболее важными факторами являются свойства исходного сырья и качество технологического процесса производства.

Сырьем для обувных картонов служат, прежде всего, кожевенные волокна, содержание которых может варьироваться от 70 до 85%, и латексы (12–30%), выступающие в роли связующего. Кожевенные волокна придают картонам гибкость, упругость, пластичность. Количество латексов не должно быть чрезмерным, чтобы изделие не получилось слишком жестким, но все же достаточным, чтобы обеспечить хорошее скрепление кожевенных волокон друг с другом. Кроме того, в состав картонов для задников может входить незначительное количество других компонентов (смола, красителей, стабилизаторов и пр.), улучшающих внешний вид и адгезионные свойства картонов.



Рис. 1. Дефекты формирования задников: а — потеря формы и размеров; б — потеря размеров; в — деформированный задник; г — складки; д — потеря формы

Технологический процесс изготовления формованных кожкартонных задников состоит из следующих операций:

- увлажнение картона;
- разруб картона на прессе;
- профилирование заготовок задников по толщине;
- спуск внешнего края заготовок;
- формование.

Увлажнение картона производится водой из распылителя. После увлажнения необходима пролежка до 24 ч.

Разруб картона осуществляется на прессе ПВГ-18-0. Вырубленная заготовка задника по форме и размерам должна соответствовать шаблону, не иметь дефектов материала. Допустимое отклонение заготовки от контрольного шаблона +1 мм. Количество слоев в настиле от 2 до 5 в зависимости от конфигурации задника и толщины картона.

Профилирование заготовок задников по толщине выполняется на машине 05341/Р1. Спуск внешнего края заготовки задника (подшлифовка) производится на машине фирмы «Togielli». Параметры профилирования и спуска могут меняться в зависимости от требований к конкретному изделию.

Формование задников осуществляется на машине G-40 фирмы «Togielli». Степень нагрева устанавливается регулятором, как для пуансона, так и для полуматрицы. Формование является одним из важнейших этапов производства задника. В процессе изделие подвергается влажно-тепловой обработке под давлением, придающей ему необходимые физико-механические свойства, которые позволяют заднику приобретать требуемые форму и размеры, а также сохранять их во время эксплуатации.

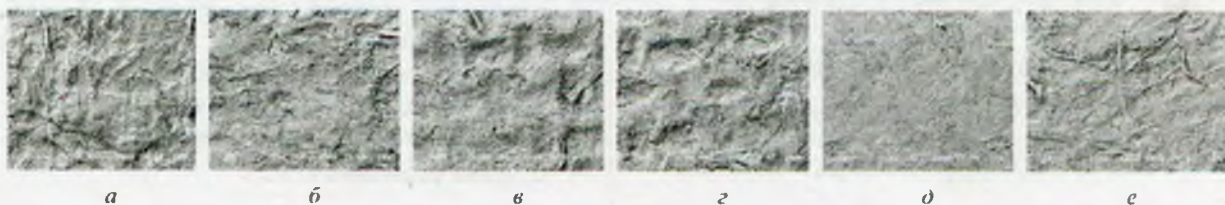
На рис. 1 приведены различные дефекты формования задников. Как видно, данные дефекты связаны, прежде всего, с недостаточной формоустойчивостью изделия. В связи с этим актуальным представляется исследование влияния режимов формования на структуру и свойства картонов для задников. Это позволит, как сократить количество брака, так и увеличить срок службы готового изделия.

Исследования влияния режимов формования на структуру и свойства картонов для задников проводились на картоне артикула Ledertret 22 (Германия), который был принят оптимальным для применения в производстве [2]. Параметрами процесса формования являются: влажность (W), давление (P), температура (t) и время (τ). Для проведения испытаний были выбраны следующие граничные значения данных параметров: $W = 0-10\%$; $P = 20-80$ атм; $t = 30-90$ °С; $\tau = 2-10$ с. Данные режимы были использованы для построения матрицы планирования эксперимента (табл. 1), согласно которой были отформованы образцы картона. Выбор диапазонов осуществлялся с учетом технологии, применяемой на предприятии «Новый век».

Как уже отмечалось, основными показателями качества задника, влияющими на способность изделия принимать и сохранять требуемые форму и размеры, являются его физико-механические свойства. Эти свойства можно

Таблица 1. Влияние технологических факторов формования на физико-механические показатели обувного картона после его при соответствующих режимах

№ обр.	Параметр				Показатели							
	W, %	P, атм.	t, °C	τ, с	F, Н	ε, %	S, мм.	T, у. е.	D, кг·см ²	G, кг	F _с , мм	σ, МПа
1	0	20	30	2	72,00	19,04	1,48	93,33	1,384	0,633	26	3,03
2	0	80	30	2	65,80	21,86	1,45	94,00	1,401	0,636	30	3,25
3	0	20	90	2	69,45	22,64	1,35	94,00	1,415	0,667	29	3,43
4	0	80	90	2	73,15	22,98	1,30	95,00	1,425	0,612	27	3,75
5	0	20	30	10	76,15	23,55	1,48	92,00	1,662	0,602	28	3,44
6	0	80	30	10	70,05	22,96	1,35	93,33	1,714	0,665	28	3,46
7	0	20	90	10	74,50	23,50	1,43	93,00	1,730	0,682	27	3,49
8	0	80	90	10	69,40	22,80	1,23	94,33	1,781	0,616	30	3,78
9	10	20	30	2	106,75	21,48	1,50	93,00	1,210	0,550	33	4,10
10	10	80	30	2	94,60	20,55	1,29	95,00	1,223	0,575	37	4,74
11	10	20	90	2	86,15	22,27	1,40	94,67	1,227	0,522	36	4,65
12	10	80	90	2	101,65	23,75	1,20	96,00	1,452	0,630	42	4,90
13	10	20	30	10	72,25	25,23	1,43	93,67	1,302	0,554	30	3,78
14	10	80	30	10	72,25	21,48	1,30	95,50	1,550	0,532	30	3,81
15	10	20	90	10	72,20	24,65	1,29	95,50	1,500	0,606	37	3,94
16	10	80	90	10	101,30	22,10	1,11	95,83	1,570	0,620	38	4,07

**Рис. 2.** Фотографии поверхности образцов картона, отформованных при различных режимах: а — образец 1; б — образец 4; в — образец 7; г — образец 10; д — образец 12; е — образец 15

разделить на технологические, отвечающие за придание заднику нужной формы в процессе производства, и эксплуатационные, которые позволяют заднику сохранять свои форму и размеры при носке обуви [1].

Технологические свойства. В стандартной номенклатуре показателей качества обувных картонов показателями технологических свойств, можно считать удлинение при растяжении ϵ и предел прочности при растяжении σ [3]. Их значения определялись согласно [4].

Эксплуатационные свойства. Наиболее значимыми являются следующие показатели (табл. 1):

- жесткость при статическом изгибе D [5];
- жесткость 2-опорная G [6];
- разрушающее усилие F [4];
- твердость T , толщина S . [7, 8];
- формоустойчивость F_s [3].

Для получения адекватных регрессионных моделей технологических параметров и исследуемых показателей, округление некоторых показателей производилось с точностью, большей, чем рекомендуемая соответствующими стандартами.

Как видно из данных табл. 1, режимы формования задников оказывают существенное влияние на показатели картонов за исключением 2-опорной жесткости и твердости.

На рис. 2 приведены фотографии поверхности образцов при 100-кратном увеличении.

Картон, отформованный при большей температуре и давлении, в целом имеет более однородную и гладкую поверхность. Волокна в нем плотнее соприкасаются друг с другом, что обеспечивает лучшие прочностные свойства. С увеличением температуры и времени формования цвет образцов становится темнее. Особенно это характерно для неувлажненных образцов, в которых происходит обугливание поверхностных слоев материала и частичная деструкция полимера. Это снижает их прочностные характеристики и увеличивает жесткость.

Присутствие влаги предотвращает обугливание поверхности картона. Также результаты испытаний показали, что увлажненные образцы после формования обладают в целом лучшими значениями физико-механических свойств. Это можно объяснить тем, что при тепловой фиксации картона влага препятствует деструкции полимерных волокон за счет улучшения процесса теплопереноса. Она перемещается по капиллярно-пористой структуре картона в жидком или парообразном виде, ускоряет передачу тепла в толщину материала, выравнивая и углубляя тем самым термомеханические воздействия на заготовку. Таким образом, материал получается более плотным и однородным. Поскольку материал уплотняется, его толщина становится меньше, что, в свою очередь, положительно влияет на эргономические свойства будущего изделия. Кроме того, увлажнение материала облегчает дефор-

мирования в результате понижения свободной энергии тела на границе с адсорбционно-активной средой, в качестве которой выступают водяные пары, введенные в капиллярно-пористую структуру полимера, т. е. способствует улучшению формовочных свойств картона. Увлажненные картонные изделия после формования в большей степени сохраняют приданную им форму. Однако чрезмерное увлажнение материала может привести к ухудшению его прочностных свойств, что обусловливается раздвижением элементов полимера молекулами воды. Кроме того, избыточное содержание влаги требует в дальнейшем дополнительной сушки изделия.

В результате обработки полученных экспериментальных данных с использованием программы «STATISTICA 7» были получены следующие регрессионные модели зависимостей исследуемых физико-механических свойств формованных картонов для задников от их режимов формования: для разрушающего усилия:

$$F = 84,742 + 1,868x_1 - 0,339x_2 - 0,176x_3 + 0,024x_1x_2 - 0,222x_1x_4 + 0,005x_2x_3;$$

для относительного удлинения при растяжении:

$$\varepsilon = 17,219 + 0,205x_1 + 0,037x_2 + 0,035x_3 + 0,667x_4 - 0,004x_1x_2 - 0,005x_2x_4 - 0,003x_3x_4;$$

для формоустойчивости:

$$F_1 = 26,458 + 0,394x_1 + 0,033x_2 + 0,010x_1x_3 + -0,041x_1x_4;$$

для предела прочности при растяжении:

$$\sigma = 2,823 + 0,145x_1 + 0,004x_2 + 0,005x_3 + 0,022x_4 - 0,011x_1x_4;$$

для жесткости:

$$D = 1,2880 - 0,0301x_1 + 0,0014x_3 + 0,0324x_4 + 0,0002x_1x_2;$$

для толщины:

$$S = 1,5883 - 0,0011x_2 - 0,0020x_3 - 0,0001x_1x_2 - 0,0001x_1x_4,$$

где x_1 — влажность; x_2 — давление; x_3 — температура; x_4 — время формования.

Полученные математические модели показывают, что в исследуемых диапазонах параметров, наиболее значимым является влажность материала.

Исследование регрессионных моделей на экстремум показывает, что для функции разрушающего усилия максимум, равный 111,22 Н, достигается

при следующих значениях факторов: $x_1 = 10$, $x_2 = 80$, $x_3 = 90$, $x_4 = 2$. Максимальное значение функции относительного удлинения при растяжении, равное 24,75%, получается при $x_1 = 10$, $x_2 = 20$, $x_3 = 30$, $x_4 = 10$. Функция формоустойчивости достигает максимума, равного 41,23 мм, при $x_1 = 10$, $x_2 = 80$, $x_3 = 90$, $x_4 = 2$. У функции предела прочности при растяжении максимум, равный 4,87 МПа, достигается при $x_1 = 10$, $x_2 = 80$, $x_3 = 90$, $x_4 = 2$. Для функции жесткости по консоли максимум, равный 1,74 кг·см², достигается при $x_1 = 0$, $x_2 = 80$, $x_3 = 90$, $x_4 = 10$. Поскольку в обуви малая толщина задника является предпочтительной, для функции толщины был найден минимум, равный 1,16 мм. Он достигается при $x_1 = 10$, $x_2 = 80$, $x_3 = 90$, $x_4 = 10$. Таким образом, показатели, характеризующие прочностные свойства изделия, а также формоустойчивость и толщина, принимают оптимальные значения при максимальных влажности, температуре и давлении и минимальном времени формования.

Исходя из сказанного, можно заключить, что наилучшие значения показателей разрушающего усилия, относительного удлинения при растяжении, формоустойчивости, жесткости по консоли, предела прочности при растяжении и толщины достигаются при формовании картонного задника со следующими режимами: влажность — 10%, давление — 80 атм., температура — 90 °С, время формования — 2 с.

Список литературы

1. Буркин А. Н. Оптимизация технологического процесса формования верха обуви. — Витебск: Изд-во ВГТУ, 2007. — 220 с.
2. Деркаченко П. Г., Грошев И. М. Исследование физико-механических свойств картонов для задников // Материалы IV НПК «Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость». Том 2. (Минск, 19–20 мая 2011 г.). — Минск, БГЭУ, 2011. — С. 258–260.
3. ГОСТ 9542–89. Картон обувной и детали из него. Общие технические условия. — Москва: Изд-во стандартов, 1990. — 15 с.
4. ГОСТ 13525.1–79. Полуфабрикаты волокнистые, бумага и картон. Методы определения прочности на разрыв и удлинения при растяжении. — Москва: Государственный комитет по стандартам: Изд-во стандартов, 1980. — 5 с.
5. ГОСТ 9582–75. Бумага и картон. Метод определения жесткости при статическом изгибе. — Москва: Изд-во стандартов, 1977. — 6 с.
6. ГОСТ 9187–74. Картон обувной. Метод определения жесткости и изгибостойкости при статическом изгибе. — Москва: Изд-во стандартов, 1975. — 4 с.
7. ГОСТ 263–75. Метод определения твердости по Шюру А. — Москва: Изд-во стандартов, 1977. — 5 с.
8. ГОСТ 9186–76. Картон обувной и детали из него. Правила приемки и методы испытаний. — Москва: Издательство стандартов, 1998. — 8 с.