

## КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ СТЕЛЕЧНЫХ КАРТОНОВ

*Ю.А. Еспенко, Р.Н. Томашева, Т.М. Борисова, В.Е. Горбачик*

В настоящее время первое место в мире по объёму выпуска занимает обувь клеевого метода крепления низа. Основным конструктивным элементом такой обуви является основная стелька, изготавливаемая преимущественно из картона. От свойств используемых картонов зависит эффективность технологических процессов производства обуви и целый ряд её важных эргономических свойств, таких как изгибная жесткость, опорная жесткость, приформовываемость низа обуви к стопе и др. Как показывает практика, в связи с отсутствием в Республике Беларусь промышленного производства обувных картонов, отечественные предприятия используют для основной стельки картоны зарубежного производства, свойства которых практически не изучены. Производители обувных картонов, как правило, не предоставляют достаточную информацию об основных характеристиках физико-механических свойств данных материалов, что не всегда позволяет осуществить рациональную комплектацию пакетов низа обуви на стадии конструкторско-технологической подготовки производства и обеспечить её высокое качество и необходимый уровень потребительских свойств.

Это обуславливает необходимость всестороннего комплексного изучения основных характеристик физико-механических свойств современных обувных картонов. При этом важным представляется изучение не только стандартных показателей качества материалов, но и исследование ряда негостируемых показателей механических свойств, характеризующих поведение материалов в процессе эксплуатации обуви и, как следствие, оказывающих значительное влияние на её эргономические свойства.

С этой целью было проведено комплексное исследование физико-механических свойств обувных картонов, наиболее широко применяемых на предприятиях обувной промышленности Республики Беларусь в качестве основной стельки.

Предварительный анализ структуры исследуемых картонов с использованием электронного микроскопа «Микромед» показал, что в настоящее время большинство картонов, используемых на обувных предприятиях, являются картонами многослойного отлива.

В процессе исследования картонов определялись стандартные характеристики физических свойств материалов, такие как толщина и плотность, а также стандартные показатели механических свойств картонов при растяжении в соответствии с ГОСТ 9186 – 76 [1]. Образцы выкраивались в продольном (вдоль листа) и поперечном (поперек листа) направлениях. При этом поперечное направление соответствовало направлению раскроя, рекомендуемому производителями большинства исследуемых картонов. Исследования свойств картонов проводилось в сухом и увлажненном состояниях, так как увлажнение картонов часто приводит к существенному изменению их исходных свойств.

Учитывая то, что при работе стельки одним из преобладающих видов деформации материала является изгиб, большое значение для оценки качества стелечных картонов имеет показатель изгибной жесткости. Поэтому были исследованы показатели жесткости и изгибостойкости при статическом изгибе в соответствии с ГОСТ 9187 – 74 по методу А [2].

Помимо стандартных характеристик, для исследуемых материалов определялся показатель жесткости при растяжении и коэффициент равномерности в соответствии с методикой, описанной в работе [3].

Для материала стельки большое значение имеют гигиенические свойства, так как стелька впитывает в себя до 60 % пота и влаги, выделяемых стопой. Учитывая это, для характеристики свойств стелечных картонов определялись также показатели влагоотдачи и гигроскопичности в соответствии с ГОСТ 8971 – 78 [4], намокаемость, изменение линейных размеров при увлажнении и высушивании в соответствии с ГОСТ 8972–78 [5]. Результаты исследования показателей физико-механических свойств представлены в таблице 1.

Анализ данных, представленных в таблице 1, показал, что значения предела прочности картонов при растяжении в сухом состоянии колеблются в широких пределах: от 5,51 до 25,01 МПа. Минимальным пределом прочности при растяжении характеризуются картоны марок «Alfatex», «Flexan 330 Cellsan», «Flexan speciale», максимальным – картоны марок «Altex 50» и «Flexil».

Относительное удлинение при растяжении исследуемых картонов в сухом состоянии составило 3,6 – 14,6 %. Наименьшими деформационными характеристиками отличаются картоны марок «Konitex» и «Plantex». Наиболее высокие значения данного показателя отмечаются у картонов марок «Flexil» и «Flexan speciale».

Исследование показало, что свойства обувных картонов, выкроенных вдоль и поперек листа, значительно отличаются. Предел прочности при растяжении в поперечном направлении в 1,5 – 2 раза ниже, а относительное удлинение при растяжении в 1,5 – 2 раза выше, чем соответствующие значения данных показателей образцов, выкроенных в продольном направлении. Коэффициент равномерности для всех исследуемых картонов составил 0,45 – 0,80, что является типичным для картонов многослойного отлива в отличие от картонов однослойного отлива, обладающих более равномерными свойствами по площади.

Как показывают данные таблицы 1, большинство исследуемых картонов существенно изменяют свои исходные свойства после замачивания в воде. Увлажнение картонов приводит к значительному снижению их первоначальной прочности (в 1,5 – 5 раз в зависимости от состава и структуры картона) и увеличению относительного удлинения в 1,5 – 2 раза. Наиболее существенно изменяют свои свойства после замачивания в воде картоны марок «Konitex», «Texon 696», «Flexan 330 Cellsan», «Altex 50».

Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств стелечных картонов

Наименование показателя	Марка стелечного картона										
	«Konitex»	«Plantex»	«Flexil»	«Bontex»	«Bontex 47»	«Texon 696»	«Texon 696»	«Flexan 330 Cellisan»	«Flexan speciale»	«Altex 50»	«Alfatex»
Толщина, мм	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	1,75	2,00	1,75	1,75	2,25	1,75
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,51	0,50	0,57	0,55	0,52	0,49	0,55	0,56	0,48	0,54	0,50
Предел прочности при растяжении в сухом состоянии, МПа											
вдоль листа	20,07	13,94	21,65	19,11	17,97	18,43	19,03	11,92	13,83	25,01	9,42
поперек листа	13,35	12,45	10,91	11,18	9,82	12,02	12,31	6,21	6,91	19,71	5,51
Предел прочности при растяжении в мокром состоянии, МПа											
вдоль листа	5,55	12,10	8,68	9,99	8,15	6,01	5,57	3,91	6,61	5,84	7,81
поперек листа	2,63	5,52	5,00	4,47	4,47	3,91	3,60	2,40	3,91	4,68	4,81
Относительное удлинение в сухом состоянии, %											
вдоль листа	3,6	4,4	7,0	5,2	4,8	6,0	4,0	5,2	6,2	6,4	5,4
поперек листа	7,2	7,2	14,6	11,4	11,2	9,8	9,0	9,8	11,8	9,2	10,6
Относительное удлинение в мокром состоянии, %											
вдоль листа	5,8	5,4	10,0	9,0	8,8	8,0	6,7	6,6	7,6	6,6	8,4
поперек листа	8,8	9,0	16,0	15,6	13,0	12,8	12,7	13,0	17,0	8,4	12,8
Жесткость при растяжении в сухом состоянии, Н											
вдоль листа	10035	6336	6186	7350	7488	5375	9421	4012	3904	8793	3053
поперек листа	3338	3458	1495	1961	1754	2146	2736	1109	1025	4820	910
Жесткость при растяжении в мокром состоянии, Н											
вдоль листа	1722	4481	1736	2220	1852	1315	1663	1037	1522	1991	1627
поперек листа	538	1227	625	573	688	535	568	323	403	1254	658
Коэффициент равномерности											
в сухом состоянии	0,67	0,89	0,50	0,58	0,55	0,65	0,65	0,52	0,50	0,79	0,59
в мокром состоянии	0,47	0,46	0,58	0,45	0,55	0,65	0,65	0,62	0,59	0,80	0,62
Намокаемость, %	135,30	64,00	53,40	62,10	55,90	81,70	97,42	83,30	132,00	82,00	86,80
Изменение линейных размеров при увлажнении, %											
вдоль листа	1,0	1,2	1,4	1,0	1,1	1,3	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
поперек листа	2,9	2,0	3,0	1,7	1,8	2,0	1,9	3,1	1,6	2,3	1,9
Изменение линейных размеров при высушивании, %											
вдоль листа	0,4	0,2	0,7	0,4	0,2	0,1	1,0	0,3	0,3	0,6	0,0
поперек листа	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,4	2,0	0,4	0,5	0,6	0,4
Жесткость при статическом изгибе, Н											
вдоль листа	27,65	29,68	26,06	24,14	22,19	19,33	23,37	22,73	23,14	32,65	17,81
поперек листа	18,19	18,63	17,68	17,46	14,91	12,58	19,37	15,82	15,19	28,41	11,86
Гигроскопичность, %	55,81	13,09	12,79	11,51	15,34	13,60	10,26	17,47	28,57	13,24	11,97
Влагоотдача, %	28,54	9,15	8,99	8,05	11,08	10,74	9,96	12,03	19,33	8,48	8,54

Показатель жесткости при статическом изгибе для исследуемых стелечных картонов колеблется в пределах от 11,86 до 32,65 Н. Наименьшие значения показателя жесткости при статическом изгибе при сопоставимых толщинах имеют картоны марок «Alfatex», «Texon 696» толщиной 1,75 мм, «Bontex 47», «Flexan speciale», наибольшие – картоны марок «Altex 50», «Texon 696» толщиной 2,00 мм, «Plantex». Данный показатель для образцов, выкроенных вдоль и поперек листа, существенно отличается – жесткость при статическом изгибе продольных образцов в 1,1 – 1,6 раз превышает жесткость образцов, выкроенных поперек листа. При визуальном осмотре образцов после определения жесткости все исследуемые марки картонов можно считать изгибостойкими, так как не произошло разрушения ни одного из испытанных образцов.

Гигроскопичность исследуемых картонов составила 10,26 – 55,81 %, намокаемость картонов колеблется в пределах от 53,4 до 135,3 %. Максимальные значения данных показателей отмечаются у картонов марок «Konitex» и «Flexan speciale». Большинство исследуемых картонов отличаются незначительным изменением линейных размеров после увлажнения (1,0 – 3 %) и высушивания (0 – 0,6 %).

Как показал анализ полученных данных, все исследуемые картоны по большинству показателей физико-механических свойств соответствуют требованиям ГОСТ 9542 – 89 [6], регламентирующим качество картонов производства стран СНГ. Однако показатель намокаемости у всех исследуемых стелечных картонов существенно превышает нормируемое значение. В соответствии с ГОСТ 9542 – 89 намокаемость стелечных картонов не должна превышать 50 %. При этом исследования показали, что у большинства зарубежных картонов значение данного показателя колеблется в пределах 60 – 85 %, а у таких марок картонов как «Konitex» и «Flexan speciale» данный показатель достигает 135 %. Таким образом, несмотря на то, что увлажнение приводит к снижению прочностных характеристик материалов, зарубежные производители стремятся обеспечить более высокие значения показателя намокаемости у картонов, так как это способствует лучшему поглощению материалами пота и влаги, выделяемых стопой, и, как следствие, обеспечит более высокий уровень гигиенических свойств обуви.

Как следует из данных таблицы 1, наилучшим комплексом физико-механических свойств характеризуются картоны марок «Alfatex», «Flexan speciale», «Texon 696» толщиной 1,75 мм, для которых характерна небольшая потеря прочности во влажном состоянии, невысокая жесткость при растяжении и незначительное изменение линейных размеров после увлажнения и сушки. Картоны марок «Konitex», «Altex 50» и «Texon 696» толщиной 2,00 мм отличаются неустойчивостью к действию влаги, существенно теряют свою прочность после замачивания в воде, значительно изменяют свои линейные размеры при увлажнении и высушивании и характеризуются высокими показателями жесткости при растяжении и статическом изгибе.

Следует отметить, что стандартные характеристики физико-механических свойств являются определяющими при оценке качества материалов, однако не всегда позволяют объективно характеризовать их свойства в процессе эксплуатации изделия. Как известно, материалы стельки в области пучков подвергаются многократному изгибу, в результате которого материалы могут существенно изменять свои исходные свойства, что в конечном итоге отразится на качестве готового изделия. Поэтому представляет значительный интерес исследование влияния многократных циклических воздействий на свойства исследуемых материалов.

С этой целью рассматриваемые картоны были испытаны на устойчивость к многократному изгибу на приборе, разработанном на кафедре «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ» в соответствии с методикой, описанной в работе [7]. Раскрой образцов осуществлялся в поперечном направлении, рекомендуемом производителями. В процессе испытания определялся показатель выносливости, характеризующий количество циклов, которое выдерживает материал до разрушения, и показатель устойчивости, характеризующий степень изменения прочности картонов после действия определенного количества циклов изгиба и определяющийся по формуле

$$y = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $P_1$ ,  $P_2$  – нагрузка при разрыве образцов соответственно до и после многократного изгиба, Н.

Количество циклов изгиба задавалось с учетом выносливости картонов и принималось равным 250 циклов, учитывая, что все исследуемые картоны выдерживали данное количество циклов без разрушения.

Значения показателя выносливости картонов представлены на рисунке.

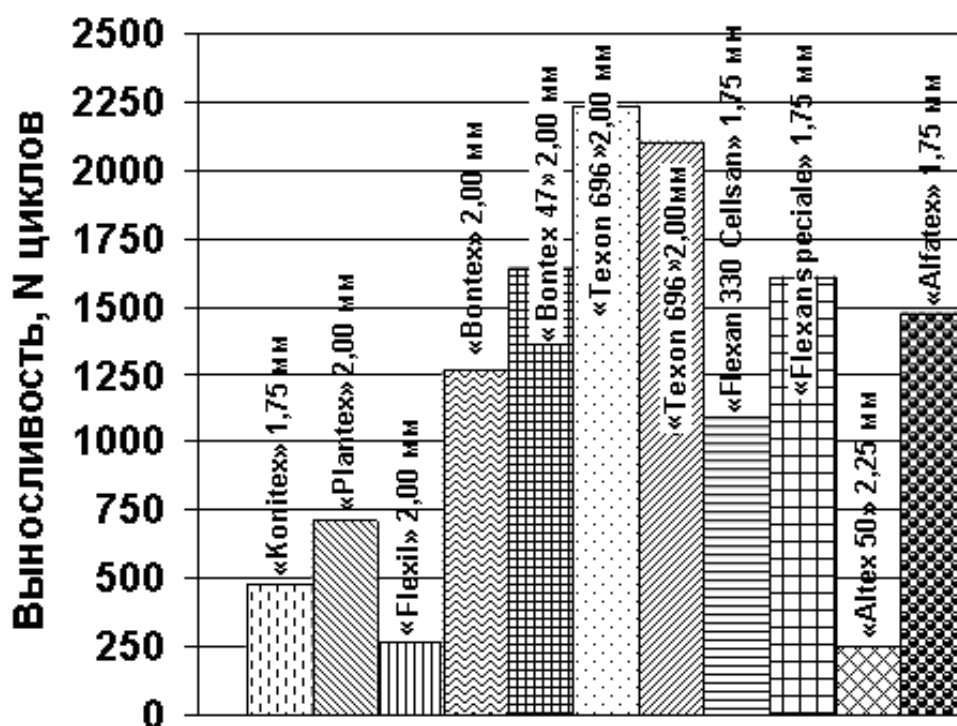


Рисунок – Показатель выносливости стелечных картонов

Значения показателя устойчивости картонов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Устойчивость стелечных картонов к многократному изгибу

Наименование марки картона	Толщина, мм	Нагрузка при разрыве до многократного изгиба $P_1$ , Н	Нагрузка при разрыве после многократного изгиба $P_2$ , Н	Устойчивость к многократному изгибу $Y$ , %
«Plantex»	2,00	620	327	53
«Flexan 330 Cellsan»	1,75	580	552	95
«Texon 696»	1,75	487	330	68
«Flexan speciale»	1,75	565	345	61
«Alfatex»	1,75	457	270	59
«Bontex»	2,00	505	470	93
«Bontex 47»	2,00	450	400	89

Анализируя данные, представленные в таблице 2 и на рисунке, можно отметить следующее:

- показатель выносливости картонов для основной стельки колеблется в широких пределах от 267 до 2231 циклов изгиба;
- наиболее высокой выносливостью характеризуются картоны марок «Texon 696» толщин 1,75 мм и 2,00 мм, наихудшую способность выдерживать многократный изгиб имеют картоны марок «Altex 50», «Konitex» и «Flexil»;
- при многократном изгибе прочность всех исследуемых картонов снижается. Устойчивость картонов к многократному изгибу составила 59 – 95 %. Наиболее высокая устойчивость отмечается у картонов марок «Flexan 330 Cellsan» и «Bontex», наименьшая – у картонов марок «Plantex» и «Alfatex». Больше значение данного показателя соответствует лучшим эксплуатационным свойствам стелечных картонов.

Сравнительный анализ свойств картонов зарубежного производства и стран СНГ показал, что по большинству показателей физико-механических свойств импортные картоны соответствуют нормативным значениям, предъявляемым ГОСТом 9542 – 89 [6] к

обувным картонам стран СНГ, и являются технологически пригодными для использования в качестве материала основной стельки. В то же время по ряду важных эксплуатационных характеристик некоторые из них не соответствуют предъявляемым к материалам основных стелек требованиям. Так, картон марки «Plantex» соответствует требованиям ГОСТ 9542 – 89 [6], но не устойчив к действию многократных изгибов, что может привести к разрушению основной стельки в процессе эксплуатации.

Таким образом, в результате комплексного исследования большого круга стандартных и нестандартных показателей физико-механических свойств картонов установлено, что наилучшим комплексом физико-механических свойств обладают картоны марок «Flexan speciale», «Техон 696» толщиной 1,75 мм, «Alfatex».

Данные марки картонов можно рекомендовать обувным предприятиям для применения в качестве основных стелек, так как их использование будет способствовать повышению качества готовой обуви.

#### Список использованных источников

1. ГОСТ 9186 – 76. Картон обувной и детали из него. Правила приемки и методы испытаний. – Введ.1976 – 01 – 30. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1976. – 6 с.
2. ГОСТ 9187 – 74. Картон обувной. Метод определения жесткости и изгибостойкости при статическом изгибе. – Введ.1974 – 08 – 08. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1974. – 4 с.
3. Жихарев, А. П. Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Жихарев, Б. Я. Краснов, Д. Г. Петропавловский ; под ред. А. П. Жихарева. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 464 с.
4. ГОСТ 8971 – 78. Кожа искусственная, пленочные материалы и обувной картон. Методы определения гигроскопичности и влагоотдачи. – Введ. 1978 – 02 – 20. – Москва : Издательство стандартов, 1978. – 5 с.
5. ГОСТ 8972 – 78. Кожа искусственная. Методы определения намокаемости и усадки. – Введ.1978 – 01 – 04. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1978. – 4 с.
6. ГОСТ 9542 – 89. Картон обувной и детали обуви из него. Технические условия. – Введ.1989 – 08 – 18. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 16 с.
7. Поваров, С. В. Влияние анизотропии на устойчивость стелечного картона марки «СО» к многократным изгибам / С. В. Поваров, А. В. Кондратьев, В. К. Смелков // Тезисы докладов XXXIV научно-технической конференции преподавателей и студентов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2001. – С. 116.

*Статья поступила в редакцию 25.04.2011*