

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАДНИКОВ ОБУВИ

П.Г. Деркаченко, А.Н. Буркин

УДК 685.34.03:685.34.073.42

РЕФЕРАТ

ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ТПМ), ФОРМОУСТОЙЧИВОСТЬ, СВОЙСТВА, ИССЛЕДОВАНИЕ

Объектом исследования являются зарубежные термопластичные материалы (ТПМ) для задников обуви, используемые в настоящее время на обувных предприятиях Республики Беларусь. Целью исследования является определение значений показателей, влияющих на формоустойчивость данных материалов, а также выработка рекомендаций по выбору оптимальных с точки зрения формоустойчивости ТПМ для их применения в производстве. Актуальность исследования связана с тем, что на производстве при выборе ТПМ от зарубежного поставщика часто руководствуются лишь предложениями изготовителя, которые носят рекомендательный характер. Поэтому в последнее время возникает вопрос применения ТПМ, об эксплуатационных характеристиках которых практически ничего не известно. Авторами проведено исследование предметной области, для чего предложены показатели для оценки свойств ТПМ для задников. По результатам исследования определены ТПМ, которые могут быть рекомендованы для более широкого применения в производстве обуви строчечно-литьевого метода крепления низа.

ABSTRACT

THERMOPLASTIC MATERIALS, STABILITY OF SHAPE, PROPERTIES, RESEARCH

The object of the study is foreign thermoplastic materials for a shoe counter widely used, in the shoe industry of the Republic of Belarus. The aim of the study is to determine the values of the parameters affecting the stability of shape of these materials and to make recommendations on how to choose thermoplastic materials for their use in manufacturing. Since the production of thermoplastic materials in the CIS does not cover in full the increased demand for this material, the enterprises of the Republic of Belarus are increasingly using thermoplastic materials from different foreign suppliers. It should be noted that their use is often guided by the suggestions of the manufacturer, who are only advisory in nature. Therefore, in recent years the application of thermoplastic materials has become a topical issue as their performance characteristics are not well known as yet. Thus, there is a problem definition and study of the properties of advanced thermoplastic materials for footwear counters in order to compare them and to determine the most appropriate for use in production.

Формоустойчивость обуви в значительной степени определяется качеством ее каркасных деталей, в частности, задников. Основное назначение задников заключается в том, что они удерживают стопу в правильном положении и защищают ее от механических воздействий внешней среды. В настоящее время наряду с картонными задниками широкое применение получили термопластичные материалы (ТПМ) для задников обуви строчечно-литьевого метода крепления. Это объясняется рядом преимуществ ТПМ по сравнению с кожкартоном: способность легко формироваться при нагревании до (60–90) °С и

фиксировать приданную форму после охлаждения; способность приклеиваться к верху и подкладке без применения клеев и растворителей; высокая стойкость в процессе эксплуатации. К недостаткам же можно отнести: расход тепловой и электрической энергии на разогрев материала; отсутствие гигиенических свойств; дефицитность покрытия. Результаты опытной носки обуви с задниками из ТПМ показывают, что по «носкости» они в отдельных случаях превосходят кожаные [1].

В настоящее время производство обуви строчечно-литьевого метода крепления растет,

а следовательно, растет заказ и поставка на белорусские предприятия ТПМ для задников. Поскольку производство ТПМ на территории СНГ не покрывает в полном объёме увеличившиеся потребности в данном материале, на предприятиях Республики Беларусь все более широкое применение находят ТПМ от различных зарубежных поставщиков.

За рубежом ТПМ для задников обуви, как правило, выпускаются многослойными, с использованием тканей или нетканых волокнистых основ. Как исключение встречаются отдельные материалы в виде жестких полимерных пленок. Наиболее распространенными являются ТПМ, которые обычно производятся в трех вариантах:

- термопластичная смола, нанесенная в расплавленном состоянии на детали верха или подкладки обуви;
- термопластичная пленка, склеенная с деталью обуви;
- термопластичная пленка на текстильной основе, покрытая с одной или с двух сторон термоактивируемой клеевой пленкой [1].

Среди материалов первой группы следует отметить «Трулайп» фирмы «Бостик» (Англия) или бране-95 (Чехия). В зависимости от толщины наносимого слоя полимера жесткость и упругость задника меняются. Ко второй группе можно отнести материалы типа термопластик (Франция) и петекс (Чехия). Термопластик представляет собой полимерную пленку, петекс – материал из термопластичных волокон. Материалы третьей группы нашли наибольшее распространение и применение в производстве как обладающие хорошими технологическими, а также эксплуатационными свойствами. Они имеют тканевую или нетканую основу, которую покрывают с одной или двух сторон пластиком ПВО или перхлорвинила.

В качестве ТПМ для задников обуви широкое применение получают нетканые материалы и ткани, пропитанные термопластичными веществами. На эти материалы наносят покрытия с одной или с двух сторон.

Изготавливают ТПМ на прошитой нетканой хлопковой основе. На нетканую основу накладываются с одной или с двух сторон сначала плёнки поливинилхлорида с пластификаторами или смеси поливинилхлорида с каучуком СКН-

40, затем – пленки на основе перхлорвинила с пластификатором. Полученная пластина пресуется в гидравлическом прессе при 150 °С и определенном давлении.

В последнее время выпускаются ТПМ для задников обуви на различных текстильных основах с нанесением покрытий из различных полимеров: транс-1,4-полиизопрена, латекса СКС-65ГП, на основе метило- и полиамидного клея ПФЭ 2/10П, пластифицированной целлюлозы и др. Свойства этой группы материалов в основном зависят от их строения. Жёсткость и формоустойчивость их связаны с полимером, который, расплавляясь при прессовании, проникает в волокнистую основу и цементирует её. Если необходимо сделать материал менее упругим, полимер смешивают с каучуком [1].

Надо отметить, что при использовании зарубежных ТПМ на обувных предприятиях Республики Беларусь часто руководствуются предложениями изготовителя, которые носят лишь рекомендательный характер. Поэтому в последнее время стал актуальным вопрос применения ТПМ, об эксплуатационных характеристиках которых почти ничего не известно. В литературных источниках содержатся сведения о ТПМ для задников обуви, которые либо вообще не применяются в производстве, либо используются в небольшом количестве. Таким образом, возникает проблема определения и исследования свойств современных ТПМ для изготовления задников обуви строчечно-литьевого метода крепления с целью их сравнения.

Для оценки свойств ТПМ для задников авторы предлагают следующие показатели:

- толщина;
- твердость;
- плотность;
- относительное удлинение при растяжении;
- предел прочности при растяжении;
- разрушающее усилие;
- жесткость 2-опорная;
- остающийся угол после изгиба материала на 90°;
- жесткость по изгибу;
- коэффициент формоустойчивости;
- прочность термосклеивания материала.

Данные показатели были выбраны на основании показателей оценки физико-механиче-

ских свойств картонов для задников, описанных в ГОСТ 9542–89 «Картон обувной и детали из него. Общие технические условия», с учетом особенностей применения ТПМ.

Толщина определялась по методике, приведенной в ГОСТ 17073–71 [2]. Твердость определялась согласно ГОСТ 263–53 [3] с помощью игольчатого твердомера ТМ-2 (метод вдавливания). Плотность ТПМ (ρ) в г/см³ была определена согласно ГОСТ 9186–76 [4]. Предел прочности при растяжении, относительное удлинение и разрушающее усилие определялись по ГОСТ 13525.1–79 [5]. Исследование данных показателей производилось на образцах ТПМ, выкроенных в продольном направлении на разрывной машине РТ-250. Задники из ТПМ испытывают на нагрузки, аналогичные картонным задникам, поэтому для них определялся такой показатель, как жесткость 2-опорная. Похожую нагрузку задник, как правило, испытывает в готовой обуви при ударах. Данный показатель определялся в соответствии с ГОСТ 9187–74 [6]. Чтобы судить о формоустойчивости ТПМ, определялся оставшийся угол после изгиба на 90°. Метод его определения описан в ГОСТ 9542–89 [7]. Данным методом оценивали способность материалов к формообразованию (формованию), а также способность материалов жестко фиксировать затяжную кромку. Способность материала формоваться определялась величиной угла: чем больше остающийся угол после изгиба, тем лучше формовочные свойства материалов. Изменение остающегося угла должно стремиться к нулю. Образцы материала каждого вида испытывались как в холодном состоянии, при комнатной температуре, так и в разогретом до температуры 140 °С в течение одной минуты. На основании обзора методик испытаний материалов на жесткость была выбрана методика определения жесткости по изгибу [8], которая может быть использована для определения жесткости как отдельных материалов, так и систем материалов, имитирующих пяточную часть обуви. Данная методика базируется на определении нагрузки, необходимой для сообщения определенной стрелы прогиба полоске материала, закрепленной одним концом. Одним из важнейших показателей при исследовании ТПМ для каркасных деталей обуви является их формоустойчивость.

Можно иметь прочный и достаточно деформируемый материал, но не формоустойчивый, и наоборот. В связи с этим у исследуемых ТПМ определялся коэффициент формоустойчивости по методике, описанной в [9]. Испытания проводились на круглой пресс-форме, образцы разогревались до $T = 140$ °С, выдерживались под давлением = 4 МПа 25 секунд. Прочность термосклеивания ТПМ с контрольным материалом определялась в соответствии с ГОСТ 27319–87 [10].

По вышеперечисленным показателям авторы провели оценку свойств следующих ТПМ для задников обуви производства фирмы «TECNO-GI» (Италия): TADAS 558/46, TADAS 560/46, TADAS 589/36, MAXIM 613/771, MAXIM 614/503, MAXIM 614/771, MAXIM 615, MAXIM 624, MAXIM 873/771, TALYN 412, Sintex и Biterm номеров 316 и 336. Данные артикулы широко применяются на отечественных предприятиях для изготовления задников обуви строчечно-литьевого метода крепления. Результаты исследований приведены в таблицах 1–6.

Анализ экспериментальных данных таблицы 1 свидетельствует о том, что все ТПМ для задников обуви имеют примерно одинаковую твердость при толщинах 1,5–1,8 мм, которая в среднем составляет 68,2 условные единицы. Наименьшее значение твердости – 45,9 условных единиц – у артикула TALYN 412. Значения твердости ТПМ марок Sintex 316 и Biterm 336, имеющих толщину 2,2 мм, существенно выше остальных. Следует отметить, что толщина у исследованных ТПМ существенно не влияет на их плотность. Наименьшая плотность у материалов артикулов MAXIM 614/503 (0,37 г/см³) и MAXIM 614/771 (0,32 г/см³), в среднем же плотность ТПМ составляет 0,62 г/см³, что ниже величины этого показателя у обувных картонов. Наибольшей плотностью обладает ТПМ артикула TALYN 412 – 0,74 г/см³.

Анализируя данные таблицы 2, можно отметить, что ТПМ марок Sintex 316 и Biterm 336 имеют наибольшее разрушающее усилие (451,25 и 490,5) Н, это объясняется наличием большого количества волокон, тесно связанных между собой проклеивающей массой. У остальных материалов значение разрушающего усилия колеблется от 97 Н до 192 Н. В целом

Таблица 1 – Показатели толщины, твердости и плотности ТПМ для задников обуви

Наименование материала	Толщина, мм	Твердость, усл. ед.	Плотность, г/см ³
TADAS 558/46	1,6	68,3	0,61
TADAS 560/46	1,8	63,7	0,65
TADAS 589/36	1,6	70,1	0,55
MAXIM 613/771	1,5	66,8	0,51
MAXIM 614/503	1,7	66,1	0,37
MAXIM 614/771	1,7	65,9	0,32
MAXIM 615	1,6	79,8	0,54
MAXIM 624	1,6	66,6	0,60
MAXIM 873/771	1,6	67,3	0,51
TALYN 412	1,6	45,9	0,74
Sintex 316	2,1	90,7	0,64
Biterm 336	2,2	93,9	0,64

Таблица 2 – Показатели деформационных и прочностных свойств ТПМ для задников обуви

Наименование материала	Разрушающие усилие, Н	Предел прочности, МПа	Относительное удлинение, %
TADAS 558/46	112	7	29
TADAS 560/46	182,5	10,14	32
TADAS 589/36	142	8,88	57
MAXIM 613/771	106	7,06	17
MAXIM 614/503	123	7,24	14
MAXIM 614/771	126	7,41	17
MAXIM 615	165,5	10,34	22
MAXIM 624	171	10,69	34
MAXIM 873/771	132,5	8,28	19
TALYN 412	178	11,13	263
Sintex 316	451,25	21,49	17
Biterm 336	490,5	20,11	12

значения предела прочности при растяжении и относительного удлинения ТПМ выше, чем у обувных картонов, что говорит о лучших пластических и прочностных свойствах. Наибольший предел прочности у материалов Sintex 316 и Biterm 336: 20,11–21,49 МПа, однако значения относительного удлинения у них самые низкие.

Наименьший показатель прочности у ТПМ марки TADAS 558/46: 7 МПа. Почти все исследуемые ТПМ имеют относительное удлинение разрыва в пределах 12–57 %, что намного ниже, чем у материала TALYN 412. Относительное удлинение данного ТПМ почти в 4,5 раза превышает значения других материалов. Это объясняется тем, что

материал TALYN 412 примерно на 80 % состоит из клеевого покрытия, а только 20 % составляет нетканая основа.

Анализ экспериментальных данных показывает, что у исследованных ТПМ для задников величина формоустойчивости лежит в пределах 38–44 мм, что указывает на хорошие формовочные свойства. Также после изгиба на поверхности материалов не осталось видимых трещин, они не сломались и не потеряли форму после удаления из матрицы, что делает их формовоч-

ные свойства еще лучше. Можно отметить, что величина формоустойчивости у исследуемых ТПМ больше, чем у обувных картонов, что обусловлено более низкой прочностью и пластичностью последних.

Как видно, в целом жесткость ТПМ несколько выше, чем жесткость обувных картонов. Это обуславливается наличием у ТПМ клеевого покрытия. Анализ экспериментальных данных таблицы 4 показал, что высокими показателями жесткости 2-опорной обладают ТПМ марки Sintex 316

Таблица 3 – Значения формоустойчивости ТПМ

Наименование материала	Изменения остающегося угла, мм	Примечания
TADAS 558/46	40	без видимых трещин
TADAS 560/46	38	без видимых трещин
TADAS 589/36	41	без видимых трещин
MAXIM 613/771	43	без видимых трещин
MAXIM 614/503	42	без видимых трещин
MAXIM 614/771	40	без видимых трещин
MAXIM 615	40	без видимых трещин
MAXIM 624	44	без видимых трещин
MAXIM 873/771	39	без видимых трещин
TALYN 412	42	без видимых трещин
Sintex 316	42	без видимых трещин
Biterm 336	42	без видимых трещин

Таблица 4 – Показатели двухопорной жесткости ТПМ

Наименование материала	Жесткость 2-опорная, Н
TADAS 558/46	7,7
TADAS 560/46	12,5
TADAS 589/36	6,7
MAXIM 613/771	2,0
MAXIM 614/503	6,5
MAXIM 614/771	6,5
MAXIM 615	9,2
MAXIM 624	5,3
MAXIM 873/771	3,1
TALYN 412	14,5
Sintex 316	16,3
Biterm 336	22,2

и Biterm 336, а наименьшее значение имеют ТПМ марки MAXIM 613/771 и MAXIM 873/771. Такой результат можно объяснить тем, что Sintex 316 и Biterm 336 обладают большей толщиной и двухсторонним клеевым покрытием, что придает данным материалам высокую стойкость к подаваемой нагрузке. Можно отметить, что для ТПМ, так же, как и для обувных картонов, при увеличении жесткости 2-опорной значение относительного удлинения при растяжении уменьшается.

Анализ данных таблицы 5 показал, что материалы Sintex 316 и Biterm 336 имеют самые высокие показатели жесткости по консоли. Это объясняется их наибольшей толщиной и плотным слоем клеевого покрытия. Показатель жесткости по консоли ТПМ марки MAXIM 873/771 оказался самым низким, так как данный материал состоит примерно на 98 % из трикотажной основы.

Анализируя полученные данные, можно сказать, что самый низкий показатель прочности склеивания имеет материал TADAS 589/36, а наилучшим показателем обладает материал TADAS 558/46. Прочность склеивания остальных ТПМ лежит в пределах (4,8 – 10) Н. Можно сказать, что для второстепенного склеивания все исследуемые ТПМ имеют достаточную клеящую способность.

Из данных таблиц 1–6 можно сделать вывод, что материал MAXIM 624 обладает небольшой толщиной и жесткостью, высокой прочностью,

эластичностью, достаточными прочностью склеивания и нагрузкой при расслаивании, а также наибольшим (44 мм) значением формоустойчивости. Все это говорит о его хороших эксплуатационных свойствах.

Также хорошей формоустойчивостью (43 мм) обладает ТПМ артикула MAXIM 613/771. Данный материал обладает наименьшим среди исследуемых ТПМ значением предела прочности – 7,06 МПа, что, тем не менее, соответствует требованиям ГОСТ 9542–89. Малая толщина, жесткость, достаточная эластичность (относительное удлинение равно 17 %, что выше, чем относительное удлинение картонов для задников), высокая прочность склеивания и нагрузка при расслаивании определяют хорошие эксплуатационные свойства указанного ТПМ.

Таким образом, ТПМ артикулов MAXIM 624 и MAXIM 613/771 могут быть рекомендованы для более широкого применения в производстве обуви строчечно-литьевого метода крепления низа.

В заключение необходимо отметить, что ТПМ для задников обуви обладают хорошей формоустойчивостью, пластичностью, а также высокой прочностью. Однако большая жесткость, толщина, неспособность впитывать влагу ухудшают их эксплуатационные и гигиенические свойства, поэтому в производстве они применяются не так широко, как обувные картоны.

Таблица 5 – Показатели жесткости по консоли ТПМ

Наименование материала	Жесткость, кг·см ²
TADAS 558/46	2,63
TADAS 560/46	3,41
TADAS 589/36	2,84
MAXIM 613/771	1,64
MAXIM 614/503	1,25
MAXIM 614/771	1,01
MAXIM 615	1,04
MAXIM 624	2,42
MAXIM 873/771	0,38
TALYN 412	1,58
Sintex 316	4,46
Biterm 336	3,24

Таблица 6 – Показатели клеящей способности ТПМ

Наименование ТПМ, входящего в систему пяточной части обуви	Нагрузка при расслаивании, Н	Прочность склеивания, Н/см	Примечание
TADAS 558/46	31	12,4	Расслаивание по межподкладке
TADAS 560/46	12	4,8	
TADAS 589/36	7	2,8	
MAXIM 613/771	25	10	Порыв по ТПМ
MAXIM 614/503	22	8,8	Расслаивание по межподкладке
MAXIM 614/771	13	5,2	
MAXIM 615	23	9,2	
MAXIM 624	18	7,2	
MAXIM 873/771	17	6,8	Расслаивание по межподкладке
TALYN 412	12	4,8	
Sintex 316	13	5,2	
Biterm 336	14	5,6	

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зурабян, К. М. (2004), *Справочник по материалам, применяемым в производстве обуви и кожгалантереи*, Москва, Shoe-Icons, 2004, 210 с.
2. ГОСТ 17073–71. *Кожа искусственная. Методы определения толщины и массы на 1м²*. Введ. 1972-07-01. Москва, Издательство стандартов, 1975, 6 с.
3. ГОСТ 263-75. *Резина. Методы определения твердости по Шору А*. Введ. 1977-01-01. Москва, Государственный Комитет СССР по стандартам, 1977, 6 с.
4. ГОСТ 9186-76. *Картон обувной и детали из него. Правила приемки и методы испытаний*. Введ. 1977-01-01. Москва, ИПК издательство стандартов, 1986, 8 с.

REFERENCES

1. Zurabyan, K. M. (2004), *Spravochnik po materialam, primenyayemym v proizvodstve obuvi i kozhgalanterei* [Reference materials used in the manufacture of footwear and leather goods], Moscow, Shoe-Icons, 2004, 210 p.
2. GOST 17073-71. *Kozha iskusstvennaya. Metody opredeleniya tolshchiny i massy na 1m²* [Artificial leather. Method for the determination of thickness and mass of 1m²], Moscow, 1975, 6 p.
3. GOST 263-75. *Rezina. Metody opredeleniya tverdosti po Shoru A*. [Rubber. Method for determination of Shore A hardness.], Vved. 1977-01-01, Moscow, 1977, 6 p.
4. GOST 9186-76. *Karton obuvnoj i detali iz nego. Pravila priemki i metody ispytanij* [Cardboard for footwear and detailes made of the same. Rules

5. ГОСТ 13525.1-79. *Полуфабрикаты волокнистые, бумага и картон. Методы определения прочности на разрыв и удлинения при растяжении*. Взамен ГОСТ 13525.1-68. Введ. 1980-07-01, Москва, Стандартинформ, 2007, 4 с.
6. ГОСТ 9187-74. *Картон обувной. Метод определения жесткости и изгибостойкости при статическом изгибе*, Москва, Издательство стандартов, 1976, 6 с.
7. ГОСТ 9542-89. *Картон обувной и детали из него. Общие технические условия*. Введ. 1991-01-01, Москва, Государственный Комитет СССР по стандартам, 1989, 16 с.
8. *Методы испытаний обувных материалов и обуви* (1954), Ч.1. Физические и механические испытания основных обувных материалов и обуви, Москва, Государственное научно-техническое издательство Министерства промышленных товаров широкого потребления СССР, 492 с.
9. Матвеев, В. Л. (1986), *Деформационные свойства стелечных материалов при сжатии*, автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.19.01, Каунасский политехнический институт имени Антанаса Снечкуса, Каунас, 24 с.
10. ГОСТ 27319 – 87. *Материалы термопластичные. Методы определения прочности термосклеивания*. Введ. 1988-07-01, Москва, Государственный Комитет СССР по стандартам, 1987, 6 с.
5. GOST 13525.1-79. *Polufabrikaty voloknistye, bumaga i karton. Metody opredeleniya prochnosti na razryv i udlineniya pri rastyazhenii* [Fibre semimanufactures, paper and board. Tensile strength and elongation tests.], Vzamen GOST 13525.1-68, vved. 1980-07-01, Moscow, 2007, 4 p.
6. GOST 9187-74. *Karton obuvnoj. Metod opredeleniya zhestkosti i izgibostokosti pri staticheskom izgibe* [Cardboard. Method of measuring of stiffness and tensile strength under static bending.], Moscow, 1976, 6 p.
7. GOST 9542-89. *Karton obuvnoj i detali iz nego. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Cardboard for footwear and detailes made of the same. General specifications], Vved. 1991-01-01, Moscow, 1989, 16 p.
8. *Metody ispytaniy obuvnyh materialov i obuvi* (1954), ch.1. *Fizicheskie i mekhanicheskie ispytaniya osnovnyh obuvnyh materialov i obuvi* [Methods of test for footwear and footwear materials, Part 1: Physical and mechanical tests of basic shoe materials and shoe], Moscow, 492 p.
9. Matveev, V. L. (1986), *Deformacionnye svoystva stelechnyh materialov pri szhatii* [Deformation properties of materials under compression insole], avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk po special'nosti 05.19.01, Kaunasskij politekhnicheskij institut imeni Antanasa Snechkusa, Kaunas, 24 p.
10. GOST 27319–87. *Materialy termoplastichnye. Metody opredeleniya prochnosti termoskleivaniya* [Thermoplastic materials. Method of determination of thermal bonding strength.], Vved. 1988-07-01, Moscow, 1987, 6 p.

Статья поступила в редакцию 28. 05. 2015 г.