

Термопластичные материалы для задников обуви**Цобанова Н.В.***Витебский государственный технологический университет,***Борозна В.Д.***Республика Беларусь***Буркин А.Н.**

Аннотация. Актуальность. Обувь является предметом повседневного потребления, к качеству, комфорту и безопасности которой потребители предъявляют повышенные требования. Особое внимание уделяется детской обуви, так как из-за неправильно подобранной или некачественной обуви у детей могут наблюдаться отклонения в развитии костно-мышечной системы. Согласно ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» одним из требований безопасности обувных изделий определено требование к конструкции пяточной части обуви. Одним из способов фиксации пяточной части стопы в обуви является применение жесткого задника.

В настоящее время наиболее популярными и часто используемыми материалами для каркасных деталей, применяемых на обувных предприятиях Республики Беларусь, наряду с картонами являются термопластичные материалы (ТПМ). При использовании зарубежных ТПМ на обувных предприятиях Республики Беларусь часто руководствуются предложениями изготовителя, которые носят лишь рекомендательный характер. В связи с этим актуальным стал вопрос применения ТПМ, об эксплуатационных характеристиках которых почти ничего не известно. Таким образом, возникает необходимость в исследовании стандартных физико-механических и деформационно-прочностных свойств современных материалов для задников обуви.

Цель исследования – получение новых сведений о структуре и физико-механических, деформационных и прочностных свойствах современных ТПМ, применяемых при изготовлении обуви, в том числе и в детской.

Методы исследований – стандартные методики испытаний при исследовании физико-механических, прочностных и деформационных свойств для жестких искусственных кож.

Результаты работы – предложен перечень показателей для оценки физико-механических, прочностных и деформационных свойств ТПМ и методы их исследования.

Ключевые слова: термопластичные материалы, обувь, задник, свойства, оценка качества.

Информация о статье: поступила 04 марта 2024 года.

Thermoplastic materials for shoe counters**Nadezhda V. Tsobanova***Vitebsk State Technological University,***Vilija D. Borozna***Republic of Belarus***Alexander N. Burkin**

Abstract. Relevance. Footwear, a common consumer product, is subject to increasing demand for quality, comfort and safety. Children's footwear, in particular, requires careful attention as improperly selected or poor-quality shoes can lead to abnormalities in the development of musculoskeletal system. According to TR TS 007/2011 "On the safety of products intended for children and adolescents" one of the safety requirements for footwear products is the design of the heel part of the shoe. One method to secure the heel part of the foot in shoes is the use of a rigid counter.

Currently, the most popular materials frequently used for the frame parts in the footwear industry of Belarus are leather cardboard and thermoplastic materials (TPM). When using TPMs manufactured abroad, Belarusian footwear enterprises often follow manufacturer's recommendations, which are merely advisory. Consequently, the application of TPMs and their performance characteristics, which are almost unknown, has become a pertinent issue. This highlights the need to study the standard physical-mechanical and deformation-strength properties of advanced materials for shoe counters.

The purpose of the study is to gather new information about the structure and physical-mechanical, deformation and strength properties of advanced TPMs used in the manufacture of footwear, including children's shoes.

Research methods employed are standard methods of evaluation of physical-mechanical, strength and deformation properties for rigid artificial leathers.

Results of work propose a list of indicators for assessing the physical-mechanical, strength and deformation properties of TPMs and methods of their evaluation.

Keywords: thermoplastic materials, footwear, counter, properties, quality assessment.

Article info: received March 4, 2024.

Введение

Обувь является предметом повседневного потребления, к качеству, комфорту и безопасности которого потребители предъявляют повышенные требования (Л.Ф. Власенко, 2015). Особое внимание уделяется детской обуви, так как из-за неправильно подобранной или некачественной обуви у детей могут наблюдаться отклонения в развитии костно-мышечной системы, что проявляется в виде сколиоза, плоскостопия, остеохондропатии различной локализации (К.Л. Игнатова, Ю.С. Конарева, О.А. & Белицкая, 2022). Проведено множество исследований, посвящённых изучению влияния конструкции обуви на развитие детской стопы (Cylie M. Williams 2022; Yuan Wang et al., 2023; Caleb Wegener et al., 2011; Stewart C. Morrisonl et al., 2018; Poul J, Fait M, 1975). Однако понимание того, как обувь и свойства материалов, из которых она изготовлена (например, жесткость задника), влияют на развитие растущей стопы, практически отсутствует.

В Республике Беларусь предъявляют строгие требования к безопасности производимых и импортируемых из-за границы детских товаров. Все детские товары, поступающие на белорусский рынок, должны проходить процедуру обязательной сертификации на соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков». В данном техническом нормативном правовом акте строго регламентированы требования безопасности, к которым относят требования к применяемым материалам, требования к конструкции, требования к биологической, механической и химической безопасности.

Особое внимание уделяется товарам, которые непосредственно контактируют с детьми, к ним относят и обувь (Е.А. Шеремет, М.В. Шевцова, 2020). Согласно ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков»¹ одним из требований безопасности обувных изделий определено требование к конструкции пяточной части обуви. В пункте 3 статьи 6 ТР ТС 007/2011 указывается, что в обуви для детей в возрасте от 3 до 7 лет недопустима нефиксированная пяточная часть. Фиксированная пяточная часть позволяет обеспечить устойчивое положение ребенка при ходьбе и беге, являясь гарантией безопасности. Одним из способов фиксации пяточной части стопы в обуви является применение жесткого задника (Н.В. Цобанова, 2022).

Эксплуатационные и потребительские свойства обуви в пяточной части в значительной степени определяются качеством материалов, применяемых для изготовления задников. Из-за потери каркасности задника, т. е. уплотнения, заминов и других деформаций, обувь в пяточной части приобретает неудовлетворительный вид и теряет форму. Поэтому вопрос обеспечения требуемого качества материалов для задников является актуальным.

В настоящее время наиболее популярными и часто используемыми материалами для каркасных деталей, применяемых на обувных предприятиях Республики Беларусь, являются картоны и термопластичные материалы (ТПМ) (И.Ш. Абдуллин et al., 2014; Р.Н. Томашева, 2021; П.Г. Деркаченко & М.В. Шевцова, 2016).

Качество обувных картонов оценивают в соответствии с ГОСТ 9542-82 «Картон обувной и детали обуви из него. Общие технические условия»², согласно которому

¹ О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков: ТР ТС 007/2011: принят 23.09.2011: вступ. в силу 01.06.2012/ Евраз. экон. комис. – Минск : Экономэнерго, 2012. – 60 с.

² Картон обувной и детали обуви из него. Общие технические условия : ГОСТ 9542-82. – Введ.01.01.96. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 16 с.

определяют следующие показатели: плотность, жесткость при статическом изгибе, предел прочности при растяжении после замачивания в воде, относительное удлинение при растяжении в сухом состоянии, намокаемость, изменение линейных размеров при увлажнении или высушивании, гигроскопичность, влагоотдача, влажность, истираемость во влажном состоянии, формуемость и формоустойчивость. Для методов их определения действует отдельный стандарт ГОСТ 9186-76 «Картон обувной и детали из него. Правила приемки и методы испытаний»³, в котором представлено краткое описание методов испытаний и ссылки на стандарты с полной методикой проведения испытаний. Для данных материалов разработаны и стандартизированы нормы показателей свойств и методы их оценки в отличие от ТПМ. На данный момент в Национальном фонде ТНПА отсутствуют нормативные документы, устанавливающие требования к показателям и методам оценки качества ТПМ для задников обуви.

При использовании зарубежных ТПМ на обувных предприятиях Республики Беларусь часто руководствуются предложениями изготовителя, которые носят лишь рекомендательный характер. В литературных источниках содержатся сведения о ТПМ для задников обуви, которые либо вообще не применяются в производстве, либо используются в небольшом количестве. В связи с этим актуальным является исследование физико-механических и прочностных свойств ТПМ, о которых почти ничего не известно, а также разработка рекомендаций по перечню показателей свойств, предлагаемых для оценки физико-механических и прочностных свойств ТПМ, и методов их оценки. В связи с выше сказанным целью данной работы является получение новых сведений о структуре и физико-механических, деформационных и прочностных свойствах современных ТПМ, применяемых при изготовлении обуви, в том числе и в детской, для получения базовых значений показателей свойств для использования при комплексной оценке качества ТМП.

Методы и средства исследований

При исследовании ТПМ для задников прежде всего

их необходимо рассматривать с точки зрения физико-механических свойств. В национальном фонде ТНПА Республики Беларусь отсутствуют нормативные документы на испытания физико-механических, прочностных и деформационных свойств ТПМ. Так как ТПМ можно рассматривать как жесткую искусственную кожу, то в работе использовались методики оценки физико-механических, прочностных и деформационных свойств для искусственных кож.

Для данных материалов предлагается исследовать следующие физико-механические свойства: толщину, мм; твердость, усл. ед.; плотность, г/м³; поверхностную плотность, г/м²; разрывную нагрузку, P_p , Н; предел прочности при разрыве, σ_p , МПа; относительное удлинение при разрыве, ε_p , %; условное усилие P_y , Н; условное относительное удлинение ε_y при P_y , %; условный модуль упругости, E_y , МПа; условный модуль жесткости D_y , Н.

Толщину определяют по ГОСТ 17073-71 «Кожа искусственная. Метод определения толщины и массы 1м²»⁴ контактным методом. Для этого используют толщиномер типа ТН 10-60 с диапазоном измерения от 0 до 10 мм, ценой деления 0,01 мм и погрешностью на всем диапазоне $\pm 0,018$ мм с диаметром измерительной площадки 10 мм. Перед испытанием образцы выдерживаются в нормальных условиях не менее 24 часов. Удельное давление измерительной площадки толщиномера на образец должно составлять $[0,5-1,5] \cdot 10^4$ Па.

Определение твердости ведется по ГОСТ 263-53⁵ с помощью игольчатого твердомера по Шору А МТ 340 с диапазоном измерения от 0 до 100 усл. ед., с ценой деления равной 1 усл. ед. и погрешностью измерения ± 1 усл. ед. Сущность метода заключается в погружении в образец закрепленной иглы с последующим измерением глубины её погружения. Твердость каждого образца проверяется в пяти точках. За результат испытания принимается среднеарифметическое значение по пяти измерениям.

Поверхностная плотность определяется на образцах с линейными размерами 40x40 мм. Линейные размеры образцов определены по ГОСТ 17073-71 с помощью

³ Картон обувной и детали обуви из него. Правила приемки и методы испытаний : ГОСТ 9186-76. – Введ.01.01.77. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 8 с.

⁴ Обувь. Методы определения толщины: ГОСТ 17073-71. – Введ. 01.07.72. – М.: Издательство стандартов,1975. – 6 с.

⁵ Резина. Методы определения твердости по Шору А: ГОСТ 263-75. – Введ.01.01.77. – М.: Издательство стандартов,1975. – 6 с.

металлической измерительной линейки (ГОСТ 427-75⁶) с ценой деления 1 мм и толщиномером типа ТН 10-60 (ГОСТ 11358-89⁷) с точностью 0,01 мм при давлении измерительной площадки на образец $(0,5-1,5) \cdot 10^4$ Па. Масса элементарных проб измерялась на весах RADWAG AS220/С/2 с погрешностью не более 0,5 мг. За результат определения поверхностной плотности образца принимается значение, округленное до 1 г/м². Определение деформации и прочности термопластических материалов для задников при одноосном растяжении производят по методике, описанной в ГОСТ 17316-71 «Кожа искусственная мягкая. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве»⁸.

Исследования механических свойств ТМП проводят с помощью разрывной машины РТ-250М на образцах прямоугольной формы 140x20 мм с рабочей частью 100x20 мм со скоростью перемещения нижнего зажима 50 мм/мин. Элементарные пробы выкраивали вдоль рулона по два образца в соответствии с направлением раскроя материала на производстве. При испытании материалов определили следующие характеристики:

- разрывная нагрузка, P_p – наибольшее усилие в ньютонах, которое выдерживает образец в момент разрыва;

- разрушающее напряжение или предел прочности, σ_p , МПа, которое определяется отношением нагрузки при разрыве P_p к площади поперечного сечения образца F до начала испытаний, мм².

Упругие свойства материалов характеризуются условным модулем упругости. Для ТМП условный модуль упругости E_y определяется при условии, что условная относительная нагрузка $P_y = 0,4 P_p$ (В. К. Смелков, 2005).

По условной нагрузке P_y дополнительно определяли также показатели, характеризующие упругие свойства материалов, т. е. условный предел прочности σ_y , относительное условное удлинение ε_y , условный модуль упругости E_y и условную жесткость D_y по формулам:

$$\sigma_y = \frac{0,4P_y}{F} \quad (1)$$

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta l_y}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (2)$$

$$E_y = \frac{\sigma_y}{\varepsilon_y} \cdot 100, \quad (3)$$

$$D_y = E_y \cdot F, \quad (4)$$

где P_y – условная разрывная нагрузка, Н; F – площадь поперечного сечения образца до испытаний, м²; Δl_y – условное абсолютное удлинение при действии нагрузки, равной $0,4P_p$, мм; $l_{раб}$ – рабочая длина образца, мм; σ_y – предел прочности при P_y , МПа; ε_y – относительное удлинение при P_y , %.

Исследование структуры термопластичных материалов для задников проводили методом микроскопии материала в отраженном и проходящем свете с помощью стереомикроскопа «BestScope BS 3040» с камерой-планшетом BCL-350, снабженного программным обеспечением для получения и обработки изображения.

Результаты исследований

Для проведения исследований были выбраны следующие термопластичные материалы в качестве задников для обуви: BITERM – 327; BITERM – 330; FLEXAN 31/OP; Tenopren 120, EMSAN; FOHESYAL I; Technopcan 120. Общая характеристика выбранных ТПМ приведена в таблице 1. Микрофотографии структуры поверхности ТПМ для задников обуви представлены на рисунке 1.

Результаты исследования и расчета показателей физико-механических свойств ТПМ для задников представлены в таблице 2.

Результаты исследования основных деформационных и прочностных показателей ТПМ представлены в таблице 3 (усредненные значения по шести образцам).

Для дополнительной оценки способности материалов формоваться получены значения условного модуля упругости и условной жесткости (таблица 4). Известно, что чем выше у материала значения условного модуля упругости и жесткости, тем меньше его деформация, а, следовательно, выше его способность сопротивляться

⁶ Линейки измерительные металлические. Технические условия: ГОСТ 427-75: Взамен 427-56. – Введ. 01.01.77. – М.: Стандартинформ, 2007. – 5с.

⁷ Толщиномеры и стенкоммеры индикаторные с ценой деления 0,01 и 0,1 мм. Технические условия: ГОСТ 11358-89 : Взамен ГОСТ 11358-74, ГОСТ 11951-85. – Введ. 01.01.90. – М.: Стандартинформ, 2005. – 6с.

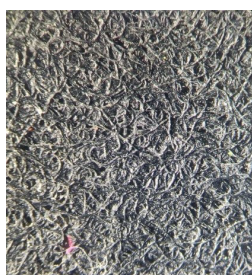
⁸ Кожа искусственная. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве: ГОСТ 17316-71. – Введ. 01.01.73. – М.: Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР, 1973. – 7с.

Таблица 1 – Характеристика термопластических материалов для задников
Table 1 – Characteristics of thermoplastic materials for shoe counters

Наименование материала	Толщина материала, мм	Вид основы	Характеристика термоклеевого покрытия
BITERM-327	1,25	тканое полотно	двухстороннее
FLEXAN 31/OP	0,79	тканое полотно	одностороннее
Tenopren 120	1,22	тканое полотно	одностороннее с пропиткой
EMSAN	1,22	нетканое полотно	двухстороннее
FOHESYAL I	0,76	нетканое полотно	одностороннее
BITERM-330	1,22	тканое полотно	двухстороннее
Technopcan 120	1,27	нетканое полотно	двухстороннее



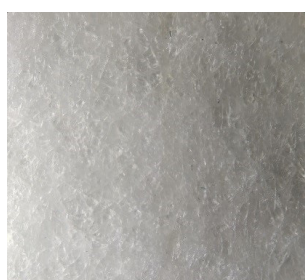
а



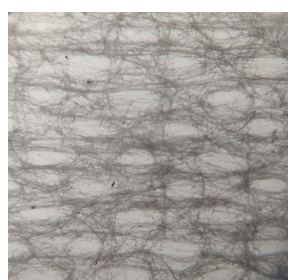
б



в



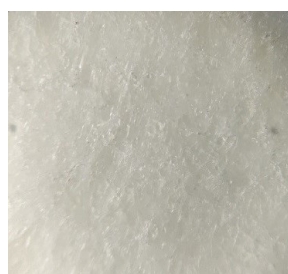
г



д



е



ж

а) BITERM-327; б) FLEXAN 31/OP; в) Tenopren 120; г) EMSAN; д) FOHESYAL; е) BITERM-330; ж) Technopcan
Рисунок 1 – Микрофотографии поверхности ТПМ с увеличением 30^х

а) BITERM-327; б) FLEXAN 31/OP; в) Tenopren 120; д) EMSAN; е) FOHESYAL; ф) BITERM-330; г) Technopcan
Figure 1 – Microphotographs of the TPM surface at 30x magnification

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Таблица 2 – Показатели физико-механических свойств ТПМ для задников
Table 2 – Indicators of physical and mechanical properties of TPM for shoe counters

Наименование материала	Толщина материала, мм	Плотность, г/см ³	Поверхностная плотность, г/м ²	Твердость, усл. ед.
BITERM-327	1,25	0,71	88,6	93
FLEXAN 31/OP	0,79	0,98	77,5	93
Tenopren 120	1,22	0,86	104,3	90
EMSAN	1,22	0,72	87,9	97
FOHESYAL I	0,76	0,82	62,2	95
BITERM-330	1,22	0,72	88,4	93
Technopcan 120	1,27	0,69	89,9	95

Таблица 3 – Показатели деформационных и прочностных свойств ТПМ для задников
Table 3 – Indicators of deformation and strength properties of TPM for shoe counters

Наименование материала	Разрывная нагрузка, Н	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
BITERM-327	290,0	11,6	28,5
FLEXAN 31/OP	320,0	20,3	21,0
Tenopren 120	287,5	11,8	28,8
EMSAN	201,0	8,2	27,5
FOHESYALI	107,0	7,0	26,0
BITERM-330	306,5	12,6	16,0
Technopcan 120	270,5	10,7	30,5

Таблица 4 – Дополнительные показатели физико-механических свойств ТПМ для задников обуви
Table 4 – Additional indicators of physical and mechanical properties of TPM for shoe counters

Наименование материала	Условное усилие $P_{y'}$, Н	Условное относительное удлинение $\epsilon_{y'}$ при $P_{y'}$, %	Условный предел прочности $\sigma_{y'}$, МПа	Условная жесткость $D_{y'}$, Н	Условный модуль упругости $E_{y'}$, МПа
BITERM-327	116,0	8,3	4,6	1407,0	56,3
FLEXAN 31/OP	128,0	7,3	8,1	1768,0	111,9
Tenopren 120	115,0	8,5	4,7	1355,5	55,6
EMSAN	80,5	7,0	3,3	1150,0	47,1
FOHESYALI	42,5	5,0	2,8	850,0	55,9
BITERM-330	122,5	5,3	5,1	2442,5	100,1
Technopcan 120	108,0	4,3	4,2	2543,0	100,2

внешним и внутренним воздействиям в процессе носки обуви.

Анализ результатов

На основе анализа микрофотографий структуры можно сделать следующие выводы: Biterm 327, Biterm 330 представляет собой композиционный ТПМ, изготовленный с использованием тканой основы и имеющий термоклеевое покрытие с двух сторон. Technorcan 120, Emsan представляют собой композиционные термопластичные материалы, изготовленные с использованием нетканых материалов, имеющих термоклеевое покрытие с обеих сторон. FLEXAN 31/OP, Tenopren 120, Fohesyali относятся к композитам, в которых расплавленная термопластичная масса соединена с тканой основой только с одной стороны.

Следует отметить, что все исследуемые ТПМ имеют высокий процент термоклеевого покрытия, предположительно производимого по технологии «коэкструзии» (многослойная экструзия).

Анализ физико-механических свойств ТПМ свидетельствует о том, что исследуемые материалы имеют приблизительно одинаковую твердость независимо от толщины материала. Наименьшее значение твердости 90 усл. ед. имеет образец Tenopren 120, а наибольшее значение твердости 97 усл. ед. у образца EMSAN. Следует отметить, что толщина не влияет на плотность и поверхностную плотность материалов в рассматриваемой группе образцов. Наименьшую плотность имеют образцы BITERM-327 (0,71 г/см³), EMSAN (0,72 г/см³), BITERM-330 (0,72 г/см³), наибольшей плотностью обладает ТПМ артикула FLEXAN 31/OP – 0,98 г/см³.

Анализируя данные таблицы 3, можно отметить, что ТПМ марок FLEXAN 31/OP, BITERM-327 и BITERM-330 имеют наибольшую разрывную нагрузку. Это объясняется наличием тканой основы и двухстороннего термоклеевого покрытия, меньшей жесткостью материала. Образец ТПМ марки FOHESYAL I имеет наименьшее значение разрывной нагрузки (107 Н), что объясняется рыхлой структурой сетчатой нетканой основы. У остальных материалов значение разрывной нагрузки колеблется от 200 Н до 290 Н. В целом значение предела прочности достаточно высокое. У большинства материалов значение предела прочности изменяется от 7,0 МПа до 20,3 МПа. Наименьший показатель прочности у ТПМ марок EMSAN (8,2 МПа), FOHESYAL I (7,0 МПа), а наибольший у материала марки FLEXAN 31/OP (20,3 МПа). Почти все исследуемые ТПМ имеют относительное удлинение при разрыве

в пределах 21–31 %, что значительно выше, чем у материала BITERM-330. Относительное удлинение данного ТПМ почти в 2 раза ниже значения других материалов. Это объясняется тем, что материал BITERM-330 имеет более рыхлую структуру нетканой основы.

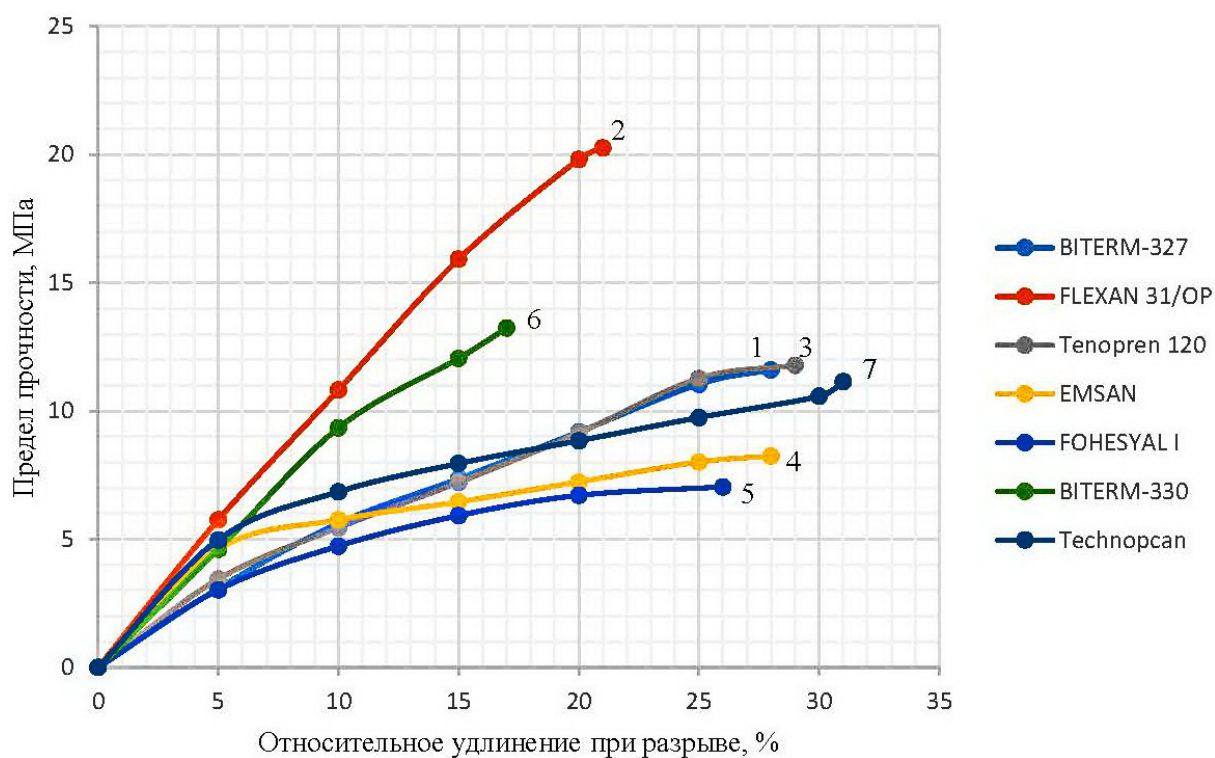
Графики зависимости предела прочности от относительного удлинения при одноосном растяжении представлены на рисунке 2. Указанные выше графики аппроксимируются по полиномиальной зависимости. Коэффициент детерминации (R^2) находится в пределах от 0,93 до 0,99, что доказывает высокую степень достоверности аппроксимирующей функции.

Анализируя полученные зависимости необходимо отметить, что материалы, имеющие схожую структуру или технологию получения, одинаково деформируются. На участке деформирования от 0 до 5 % для всех исследуемых материалов наблюдается прямая зависимость напряжения от деформации, что говорит о том, что материалы на данном участке подчиняются закону Гука. На участке от 5–25 % у материалов BITERM-327, Tenopren 120, EMSAN, FOHESYAL I, Technorcan 120 наблюдается пластическая деформация. У материалов FLEXAN 31/OP и BITERM-330 пластическая деформация наблюдается на участках (5–20 %) и (5–15 %) соответственно.

Исследования показали, что наиболее жесткими являются ТПМ марок BITERM-327, FLEXAN 31/OP, Tenopren 120, BITERM-330, Technorcan 120, имеющие двухстороннее термопокрытие. Наименьшую условную жесткость имеет ТПМ марки FOHESYAL I, что объясняется структурой материала. Из данных таблиц 1–4 можно сделать вывод, что практически все материалы, кроме EMSAN, FOHESYAL I, обладают высокой прочностью, жесткостью, твердостью.

Выводы

В заключение необходимо отметить, что современные ТПМ для задников обуви обладают хорошей формуемостью и формоустойчивостью, достаточной жесткостью, а также высокой прочностью, что подтверждается в проведенных ранее работах [П.Г. Деркаченко & А.Н. Буркин, 2015; Ю.В. Милушкова & С.Л. Фурашова, 2019]. Однако остается открытым вопрос о разработке нормативных требований к ТПМ для задников обуви, в особенности для детской. В ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» не указываются требования к материалам, применяемым в качестве задников детской обуви. Не известно, какой жесткостью, твердостью должен обла-



1 – BITERM-327; 2 – FLEXAN 31/OP; 3 – Tenopren 120; 4 – EMSAN;
5 – FOHESYAL I; 6 – BITERM-330; 7 – Technopcan 120

Рисунок 2 – Графики зависимости предела прочности от относительного удлинения при разрыве ТМП
Figure 2 – Graphs of dependence of tensile strength on relative elongation at break of TMPs

дать задник в детской обуви для её комфортной носки.

Также хотелось бы отметить, что в настоящее время в Национальном фонде ТНПА отсутствуют стандартизованные методы измерения физико-механических, деформационных и прочностных свойств ТПМ для задников обуви. Возникает необходимость в разработке методов оценки свойств ТПМ и проведении исследований по установлению норм показателей качества, которые обеспечат безопасность и комфортные условия носки обуви. Авторами статьи предлагается для оценки выше указанных свойств использовать перечень показателей и методы их оценки, применяемый для исследования жестких искусственных кож.

Проведенные исследования показали, что современные ТПМ с условной жесткостью от 850 Н до 2500 Н, твердостью от 90 усл. ед. и до 97 усл. ед., пределом прочности от 7 МПа до 20 МПа, относительным удлинением

при разрыве от 16 % до 30 % могут использоваться в качестве материалов для задников обуви, обеспечивая достаточную формоустойчивость пяточной части обуви. Выявлено, что методики испытаний, предлагаемые для искусственных кож, могут быть реализованы для ТПМ без изменений. При комплексной оценке качества ТПМ в качестве базовых значений показателей предложено использовать следующие: толщина; плотность; поверхностная плотность; твердость, разрывная нагрузка, предел прочности при растяжении, относительное удлинение при разрыве, условное усилие, условное относительное удлинение, условный предел прочности, условная жесткость, условный модуль упругости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Абдуллин, И.Ш., Ибрагимов, Р.Г., Музафарова, Г.Ш., Саматова, Э.М. (2014). Композиционные материалы и их применение в обувном производстве, *Вестник Казанского технологического университета*, № 19, pp. 150–153.

Власенко, Л.Ф. (2015). Особенности формирования потребительских свойств и показателей качества обувных товаров. *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*, № 1, pp. 189–193.

Деркаченко, П.Г., Буркин, А.Н. (2015). Исследование физико-механических свойств современных термопластичных материалов для задников обуви, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 2 (29), pp. 13–20.

Деркаченко, П.Г., Шевцова, М.В. (2016). Применение термопластичных материалов в производстве обуви, *Союз науки и практики: актуальные проблемы и перспективы развития товароведения*, pp. 17–22.

Игнатова, К.Л., Конарева, Ю.С., Белицкая, О.А., (2022). Формирование требований к качеству и разработка номенклатуры показателей качества обуви для детей школьного возраста, *Костюмология*, vol. 7, № 2, pp. 1–12.

Милюшкова, Ю.В., Фурашова, С.Л. (2019). Оценка формуемости термопластических материалов для задников и подносок в обуви, *Материалы и технологии*, № 1 (3), pp. 49–53.

Смелков, В.К. (2005). *Материаловедение*. Витебск: УО «ВГТУ», Республика Беларусь.

Томашева, Р.Н. (2021). *Материалы для обуви*. Витебск: УО «ВГТУ», Республика Беларусь.

Цобанова, Н.В. (2022). Анализ требований нормативной документации к каркасным деталям дошкольной обуви, *Материалы докладов 55-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов*, vol. 2, pp. 254–256.

Шеремет, Е.А., Шевцова, М.В. (2020). Оценка безопасности детской обуви – состояние и проблемы, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 2 (39), pp. 98–107.

Caleb Wegener, Adrienne E Hunt, Benedicte Vanwanseele, Joshua Burns and Richard M Smith, (2011). Effect of children's shoes on gait: a systematic review and meta-analysis, *Journal of Foot and Ankle Research*, vol. 4:3, pp. 1–13.

Cylie M. Williams, Helen A. Banwell, Kade L. Paterson, Katherine Gobbi, Sam Burton, Matthew Hill, Emma Harber and Stewart C. Morrison (2022). Parents, health professionals and footwear stakeholder's beliefs on the importance of different features of young children's footwear: a qualitative study, *Journal of Foot and Ankle Research*, vol. 15:73, pp. 1–9.

Poul J., Fait M. (1975). Ověření vhodnosti dětské obuvi s volnou patní částí [Verification of suitability of the child shoes with open heel part (author's transl)]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. № 42 (5), pp. 479–481.

Stewart C. Morrison, Carina Price, Juliet McClymont and Chris Nester (2018). Big issues for small feet: developmental, biomechanical and clinical narratives on children's footwear, *Journal of Foot and Ankle Research*, vol. 11:39, pp. 1–5.

Yuan Wang, Hanhui Jiang, Lin Yu, Zixiang Gao, Wei Liu, Qichang Mei and Yaodong Gu (2023). Understanding the Role of Children's Footwear on Children's Feet and Gait Development: A Systematic Scoping Review, *Healthcare*, vol. 11, pp. 1–14.

REFERENCES

Abdullin, I.Sh., Ibragimov, R.G., Muzafarova, G.Sh., Samatova, E.M. (2014). Composite materials and their application in footwear production [Kompozicionnye materialy i ih primeneniye v obuvnom proizvodstve], *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* = *Bulletin of Kazan Technological University*, № 19, pp. 150–153 (In Russian).

Vlasenko, L.F. (2015). Features of formation of consumer properties and quality indicators of footwear goods [Osobennosti formirovaniya potrebitel'skih svoystv i pokazatelej kachestva obuvnyh tovarov]. *Fundamental'ny i prikladnyye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomik* = *Fundamental and applied research of the cooperative sector of economies*, № 1, pp. 189–193 (In Russian).

Derkachenko, P.G., Burkin, A.N. (2015). Research of physical and mechanical properties of modern thermoplastic materials for shoe backs [Issledovanie fiziko-mekhanicheskikh svoystv sovremennykh termoplastichnykh materialov dlya zadnikov obuvi], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Vestnik Vitebsk State Technological University*, № 2 (29), pp. 13–20 (In Russian).

Derkachenko, P.G., Shevtsova, M.V. (2016). Application of thermoplastic materials in the production of footwear [Primenenie termoplastichnykh materialov v proizvodstve obuvi], *Soyuz nauki i praktiki: aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya tovarovedeniya = Union of science and practice: current problems and prospects for the development of commodity science*, pp. 17–22 (In Russian).

Ignatova, K.L., Konareva, Yu.S., Belitskaya, O.A. (2022). Formation of quality requirements and development of a nomenclature of shoe quality indicators for school-age children [Formirovanie trebovanij k kachestvu i razrabotka nomenklatury pokazatelej kachestva obuvi dlya detej shkol'nogo vozrasta]. *Kostyumologiya = Journal of Clothing Science*, vol. 7, № 2, pp. 1–12 (In Russian).

Milyushkova, Y.V., Furashova, S.L. (2019). Evaluation of formability of thermoplastic materials for backs and soles in footwear [Ocenka formuemosti termoplasticheskikh materialov dlya zadnikov i podnoskov v obuvi], *Materials and Technologies*, № 1 (3), pp. 49–53 (In Russian).

Smelkov, V.K. (2005). *Materialovedenie* [Material science]. Vitebsk: EE "VSTU", Republic of Belarus (In Russian).

Tomasheva, R.N. (2021). *Materialy dlya obuvi* [Materials for footwear]. Vitebsk: EE "VSTU", Republic of Belarus (In Russian).

Tsobanova, N.V. (2022). Analysis of the requirements of normative documentation for frame parts of preschool footwear [Analiz trebovanij normativnoj dokumentacii k karkasnym detalyam doshkol'noj obuvi], *Materialy dokladov 55-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii prepodavatelej i studentov = Proceedings of the 55th International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students*, vol. 2, pp. 254–256 (In Russian).

Sheremet, E.A., Shevtsova, M.V. (2020). Evaluation of children's footwear safety – status and problems [Ocenka bezopasnosti detskoj obuvi – sostoyanie i problemy], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Vestnik Vitebsk State Technological University*, № 2 (39), pp. 98–107 (In Russian).

Caleb Wegener, Adrienne E Hunt, Benedicte Vanwanseele, Joshua Burns and Richard M Smith (2011). Effect of children's shoes on gait: a systematic review and meta-analysis, *Journal of Foot and Ankle Research*, vol. 4:3, pp. 1–13.

Cylie M. Williams, Helen A. Banwell, Kade L. Paterson, Katherine Gobbi, Sam Burton, Matthew Hill, Emma Harber and Stewart C. Morrison (2022). Parents, health professionals and footwear stakeholder's beliefs on the importance of different features of young children's footwear: a qualitative study, *Journal of Foot and Ankle Research*, vol. 15:73, pp. 1–9.

Poul J, Fait M. (1975). Ověření vhodnosti dětské obuvi s volnou patní částí [Verification of suitability of the child shoes with open heel part (author's transl)]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* № 42 (5), pp. 479–481.

Stewart C. Morrison, Carina Price, Juliet McClymont and Chris Nester (2018). Big issues for small feet: developmental, biomechanical and clinical narratives on children's footwear, *Journal of Foot and Ankle Research*, vol. 11:39, pp. 1–5.

Yuan Wang, Hanhui Jiang, Lin Yu, Zixiang Gao, Wei Liu, Qichang Mei and Yaodong Gu (2023). Understanding the Role of Children's Footwear on Children's Feet and Gait Development: A Systematic Scoping Review, *Healthcare*, vol. 11, pp. 1–14.

Информация об авторах

Information about the authors

Цобанова Надежда Владимировна

Аспирант кафедры «Техническое регулирование и товароведение», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.

E-mail: tsobanova.nadi@yandex.by

Nadezhda V. Tsofanova

Postgraduate Student of the Department "Technical Regulation and Commodity Science", Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus.

E-mail: tsobanova.nadi@yandex.by

Борозна Вилия Дмитриевна

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое регулирование и товароведение», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.

E-mail: wilij@mail.ru

Буркин Александр Николаевич

Доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое регулирование и товароведение», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.

E-mail: a.burkin@tut.by

Vilia D. Borozna

Candidate of Sciences (in Engineering), Associate Professor of the Department "Technical Regulation and Commodity Science", Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus.

E-mail: wilij@mail.ru

Alexander N. Burkin

Doctor of Science (in Engineering), Professor of the Department "Technical Regulation and Commodity Science", Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus.

E-mail: a.burkin@tut.by