УДК 685.34.073.22 DOI: https://doi.org/10.24412/2079-7958-2026-2-33-42

Критерии оценки качества подошв из термоэластопластов

М. А. Нейфельд, А. Ю. Феоктистова, А. Н. Буркин

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

Аннотация. Современный ассортимент обуви отличается разнообразием применяемых материалов, в том числе и для подошв обуви. Однако существующая нормативная база, разработанная в семидесятых годах прошлого века, распространяется на резины, что в настоящее время не совсем актуально, ввиду применения разнообразных материалов для подошв обуви. Наиболее популярными являются термоэластопласт, полиуретан, термополиуретан и иные материалы. Резина мало применима в качестве подошв для повседневной обуви и в основном применяется для рабочей обуви. Казалось бы, что разработка новых, усовершенствованных материалов должна исключить дефектность обуви, но анализ литературных источников указывает на то, что проблемы отказа обуви по дефектам низа остаются актуальными до сих пор.

В связи с тем, что подошвы обуви в большинстве случаев поставляются на обувные предприятия в готовом виде, то имеется необходимость в особом контроле данных деталей. Ведь подошва – это наиболее важная деталь обуви, без которой обувь не может существовать. Данная деталь подвергается большим нагрузкам, таким как сжатие, растяжение и изгиб, всё это происходит совместно с истиранием, что в свою очередь может приводить к отказам обуви из-за появления таких дефектов как протёртости (дыры) и трещины. Они являются основными причинами возврата обуви.

Поэтому есть необходимость в тщательном исследовании подошв перед постановкой их на производство с применением лабораторных установок в той или иной степени имитирующих эксплуатационные воздействия на подошву.

Цель исследования заключается в обосновании критериев качества подошв обуви и их оценке по шкале желательности.

В статье представлен литературный обзор по рассматриваемой проблеме и предлагаются критерии для оценки качества современных подошв обуви. Предложены шкалы желательности для показателей сопротивление истиранию и сопротивление многократному изгибу, а также функции желательности. Произведена оценка изучаемых подошв по предложенной шкале желательности.

Ключевые слова: качество подошв, термоэластопласты, критерии оценки, сопротивление истиранию, сопротивление многократному изгибу.

Информация о статье: поступила 11 июня 2026 года.

Criteria for assessing the quality of thermoelastoplastic soles

Maria A. Neufeld, Albina Yu. Feoktistova, Alexander N. Burkin

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

Abstract. The modern range of shoes is characterized by a variety of materials used, including those for shoe soles. However, the existing regulatory framework, developed in the 1970s, applies to rubbers, which is currently not entirely relevant due to the use of a variety of materials for shoe soles. The most popular are thermoplastics, polyurethane, thermopolyurethane and other materials. Rubber is of little use as soles for everyday shoes and is mainly used for work shoes. It would seem that the development of new, improved materials should eliminate shoe defects, but the literature analysis indicates that the problems of shoe failure due to defects in the bottom remain relevant to this day.

Since shoe soles in most cases are supplied to shoe companies in ready-made form, there is a need for special control of these parts. After all, the sole is an integral component of a shoe. This part is subjected to heavy loads such as compression, stretching and bending, all of which occur in conjunction with abrasion, which in turn can lead to shoe failures due to the appearance of defects such as scuffs (holes) and cracks. They are the main reasons for shoe returns. Therefore, there is a need for a thorough study of soles before launching their production using laboratory installations that simulate the

operational effects on the sole to some extent.
The purpose of the study is to substantiate the criteria for the quality of shoe soles and evaluate them on a desirability scale. The article provides a literature review on the problem under consideration and suggests criteria for assessing the quality of modern shoe soles. Desirability scales are proposed for indicators of abrasion resistance and resistance to repeated bending, as well as desirability functions. The soles under study were evaluated according to the proposed desirability scale.
Keywords: sole quality, thermoelastoplastics, evaluation criteria, abrasion resistance, and multi-bending resistance.
Article info: received June 11, 2026.

Введение

Обувная индустрия демонстрирует стабильный рост. По прогнозам, к 2027 году мировой рынок обуви будет оцениваться в 365,5 млрд долларов США. Такой значительный рост может быть связан с высоким спросом на обувь в различных отраслях промышленности. Для повышения глобальной конкурентоспособности обувной промышленности важно максимально повышать качество продукции (Chuenyindee et al., 2022).

Одним из важнейших эксплуатационных свойств обуви является износ деталей низа. Износ монолитной подошвы заключается, прежде всего, в потере толщины в определённых зонах: в пяточной и носочно-пучковой. Износ подошвенных материалов обычно выражают потерей толщины подошвы Δh (мм) за время изнашивания τ (дни, часы). Удельные давления γ (кгс/см^2), возникающие в зоне контакта подошвы с опорой при ходьбе и беге, являются основным фактором при её изнашивании (Закатова и Михеева, 1966). На износ подошв при эксплуатации обуви большое влияние оказывают вес человека и особенности его походки, а также характер опорной поверхности и материал, из которого она изготовлена.

Износ полимерных подошв при эксплуатации связан не только с потерей толщины, но и проявляется в виде изломов и выкрашиваний. Излом обычно наблюдается в носочно-пучковой части изгиба подошвы, т. е. в участке наибольших деформаций, и возникающих при этом напряжений в структуре материалов. Однако до излома образуются трещины по всей площади носочно-пучковой части подошвы при многократно чередующихся деформациях изгиба и растяжения. Выкрашивание полимерных подошв происходит, как правило, в каблучной части подошвы в виду больших значений удельного давления, сочетающегося с ударными нагрузками.

В прошлом столетии советскими учёными такие работы проводились системно путём испытаний обуви в опытной носке с одновременными исследованиями в лабораторных условиях материалов и подошв через определённые периоды эксплуатации (Михеева, Мореходов, Швецова, 1989). Эти работы проводились на базе лабораторий ЦНИИКПа и имели большие выборки при испытаниях: от сотен до десятков тысяч пар обуви. Достаточно хорошо были изучены эксплуатационные свойства резин и натуральных кож для подошв обуви. Результаты проведённых работ послужили основой для создания методов, позволяющих в лабораторных условиях оценивать устойчивость материалов к разрушающим воздействиям в процессе носки обуви.

Основными дефектами (или видами износа) низа обуви клеевого метода крепления согласно «Обзорной информации. Пошив и ремонт обуви и кожгалантерейных изделий по заказам населения» (Любич, Маковская и Семенова, 1971), являлись: истирание подошвы (29,1 %, в том числе 13,9 % приходилось на истирание до дыр), выкрашивание (0,3 %), истирание профилактической подмётки (1,5 %), излом подошвы (0,9 %), износ набойки (33,9 % от общего количества дефектов).

Как отмечает Долган М. И. в своей публикации (Долган, Коновалов, 2011) в общей массе предоставленной в ремонт обуви около половины связаны с установлением профилактики вследствие её износа, а также устранением иных дефектов подошв обуви (трещин, переломов, расслоением и выкрашиванием фрагментов подошв). Таким образом, проблема дефектов, связанных с деталями низа обуви является актуальной до сих пор.

На рынке появилось достаточное количество новых полимерных материалов для низа обуви. Однако проблемы качества выпускаемой продукции не потеряли своего значения (Нейфельд, Буркин и Долган, 2025). Ассортиментный ряд материалов всё расширяется и в настоящее время наиболее часто используемыми материалами при производстве обуви являются: термоэластопласты, полиуретаны, термополиуретаны и другие.

В создании рациональных методов анализа свойств материалов, разработке обоснованных требований к

ним и в повышении качества готовой обуви большую роль играет всестороннее исследование процесса износа новых подошвенных полимерных материалов. Износ обуви необходимо рассматривать как сложный процесс биомеханики ходьбы человека, в системе «стопа – обувь – опора». По проведённым исследованиям в 2005 году (Oleson, Adler and Goldsmith, 2005) было определено, что жёсткость носочно-пучковой части обуви относительно постоянна в процессе носки и значительно варьируется в зависимости конструктивных особенностей моделей обуви. Авторы статьи также предполагают, что колебания жёсткости обуви на изгиб могут быть некритичными для бега. Стоит отметить, что в данном исследовании объектом была обувь спортивного стиля, а для данной обуви характерно использование легкого и в большинстве случаев пористого или двухслойного (монолитно-пористого) материала. Поэтому распространять результаты данного исследования на все виды обуви и, в частности, на повседневную обувь, полностью нельзя.

Исследователями (Al-Shamsi, Farooq, Al-Raisi and AlSenoy, 2026) было установлено, что различные виды обуви оказывают влияние на биомеханику ходьбы. Соответственно можно наблюдать разнообразные адаптации походки в зависимости от носимого типа обуви.

Исследователями в статье (Reints et al., 2017; Chen et al., 2014; Kouwenhove L. van et al., 2021) проведён анализ влияния жёсткости на изгиб обуви с подошвой, имеющей приподнятую носочную часть (рисунок 1).

Плечо момента силы (рычага) зависит от положения голеностопного сустава, центра давления, направления силы реакции опоры и тыльного сгибания пальцев ног.

Стоит отметить, что большинство зарубежных исследований рассматривает процесс взаимодействия в системе «стопа – обувь – опора» с применением элементов исследования в экспериментальной носке, т. е. с привлечением испытателей.

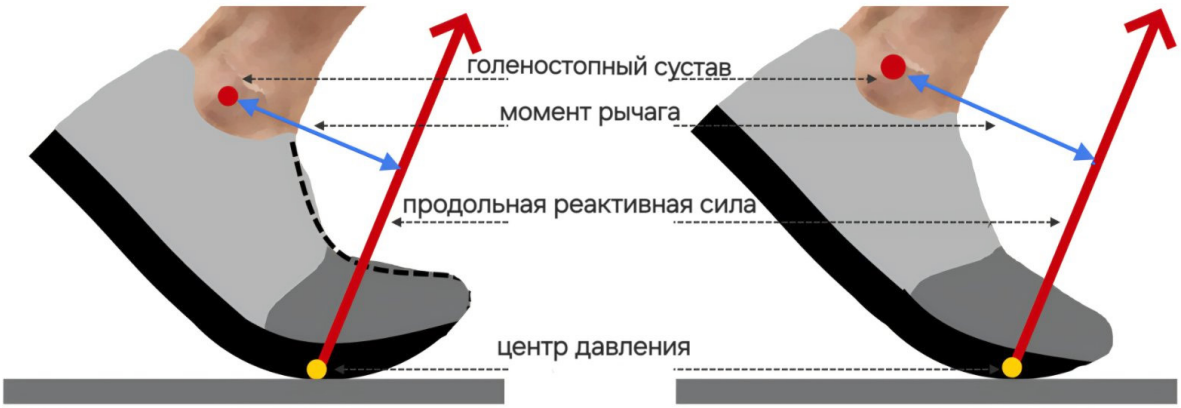
Тем не менее, количественные методы качества подошв должны учитываться при постановке продукции на производство и выборе материалов.

В связи с вышесказанным целью исследования является обоснование критериев для оценки качества подошв обуви и оценки их значений по шкале желательности.

Материал и средства исследований

Объектами исследования в данной статье являлись подошвы из термоэлатопласта (рисунок 2). Они имеют монолитную и пористую структуру и использовались при производстве обуви в 2021–2023 годах для повседневной обуви осенне-весеннего периода носки мужского и женского ассортимента.

Перед тем как приступить к испытаниям, было проведено анкетирование среди сотрудников УО «ВГТУ»,



а *б (b)*

Рисунок 1 – Схематическое изображение фазы отталкивания при ходьбе в обуви: а – с низким усилием на стопу; б – с высоким усилием на стопу
Figure 1 – Schematic representation of the pushing phase when walking in shoes: a – with low force on the foot; b – with high force on the foot



Рисунок 2 – Внешний вид объектов исследования
Figure 2 – Appearance of the objects under study

которое позволило выявить наиболее значимые показатели для оценки качества подошв. Опрашиваемым была предложена анкета, где они должны были расставить ранги, где 1 – наиболее важный показатель, а 7 – наименее важный. Распределение мнений по сумме рангов для монолитных образцов было следующим:

1) сопротивление многократному изгибу;
2) сопротивление истиранию;
3) условная прочность при растяжении;
4) твёрдость;
5) плотность;
6) относительная остаточная деформация после разрыва;
7) остаточное удлинение при разрыве.

Для пористых подошв распределение было следующим:

1) сопротивление истиранию;
2) сопротивление многократному изгибу;
3) твёрдость;
4) условная прочность при растяжении;
5) плотность;
6) относительная остаточная деформация после разрыва;
7) остаточное удлинение при разрыве.

Эксплуатационные показатели, такие как сопротивление многократному изгибу и сопротивление истиранию, являются наиболее важными для прогнозирования срока службы при непосредственной носке. Поэтому основными критериями для оценки качества подошв выбраны сопротивление многократному изгибу и сопротивление истиранию.

При исследовании эксплуатационных свойств ГОСТ 7926-75 устанавливает использование следующих методик: для определения сопротивления истиранию при скольжении – ГОСТ 426-77, для определения сопротивления многократному растяжению – по ГОСТ 261-74 для пористых материалов, для определения сопротивления многократному изгибу – по ГОСТ 422-75 для непористых и кожеподобных материалов. В настоящее время для определения многократного изгиба вне зависимости от структуры подошв предлагается использовать методику по ГОСТ ISO 17707-2016 «Обувь. Методы испытания подошв. Устойчивость к многократному изгибу».

Для проведения испытания отобранные подошвы склеивали с картонной стелькой соответствующей формы и размеру подошвы с помощью клея и выдерживали в течение 24 часов. На образцах размечали продольную ось подошвы и линию сгиба, после чего они закреплялись в приборе (рисунок 3) и производили прокол (рисунок 4).

После чего прибор запускается на определённое количество циклов изгибания, которое задано стандартом (30000 циклов) или заказчиком испытания. По завершению испытания фиксируют длину разрастания трещины



а *б (b)*

Рисунок 3 – Внешний вид установки для испытания с закреплёнными образцами подошв: а – вид спереди; б – вид сбоку
Figure 3 – Appearance of the testing device with fixed sole samples: a – front view; b – side view

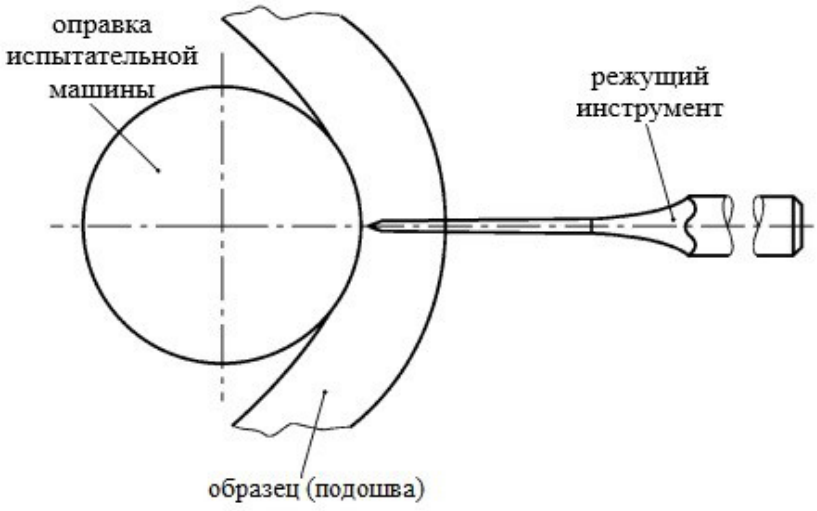


Рисунок 4 – Схема прокола образца
Figure 4 – Sample puncture diagram

и отмечают появления самопроизвольных трещин.

Изгиб – это один из факторов, вызывающих износ, и проявляющихся, в большинстве случаев, в образовании трещин на подошвах. Однако износ также может проявляться в появлении утончённых участков на поверхности подошвы и сквозных отверстий. В лабораторных условиях он определяется показателем – сопротивление истиранию при скольжении по ГОСТ 426-77. Конечно, как и на любое другое лабораторное испытание влияет множество факторов и это испытание не исключение. В данном случае оказывают влияние следующие факторы: окружающая среда, скорость скольжения и темпе-

ратуры, геометрия и теплофизические свойства истирающей поверхности, режимы испытания и др.

Испытания проводились по усовершенствованной нами методике (Нейфельд, Буркин, 2024; Нейфельд, Буркин, 2025), которая заключалась в определённой последовательности подготовки образцов к испытанию и его проведении, которое заключалось в изменении положения образцов через 150 секунд испытания.

Результаты исследований

Для шести видов подошв (3 монолитных и 3 пористых (рисунок 2)) особо сложной конструкции как внутреннего пространства, так и рифлений были проведены испытания по оценке показателя сопротивление многократному изгибу и сопротивление истиранию. В результате проведённых исследований установлено, что все отобранные подошвы отвечают требованиям стандартов, а именно выдерживают 30000 циклов (по ГОСТ ISO 17707-2016) и имеют сопротивление истиранию более 2,5 Дж/мм^3 (по ГОСТ 12632-79 «Пластины и детали резиновые пористые для низа обуви» и по ГОСТ 10124-76 «Пластины и детали резиновые непористые для низа обуви»).

Если показатель сопротивление истиранию по ГОСТ 426-77 имеет установленные границы значения критерия его оценки, то касаемо сопротивления многократному изгибу все не так однозначно. В ГОСТ 10124-76 и ГОСТ 12632-79 даются следующие нормативные значения: 13000 циклов (для монолитных) и 8500 циклов (для пористых). Как говорилось ранее, определение данного показателя зависело от структуры материала и соответственно сравнивать результаты полученных данных было невозможно. Методика по ГОСТ ISO 17707-2016 позволяет проводить испытания и оценивать подошвы как монолитной, так и пористой структуры, считая их равнозначными с точки зрения эксплуатации. Однако достаточно ли 30000 циклов для оценки, если потребитель в праве заявить претензию к качеству обуви в течение двух лет, согласно статье 20 Закона Республики Беларусь «О защите прав потребителей». В среднем человек проходит в день от 5000 до 10000 шагов, и испытания на лабораторной установке жёстче, так как угол изгиба составляет около 90°, а при ходьбе около 25°. С этой целью испытание на многократный изгиб в данном эксперименте проводился до 100000 циклов с проверкой образцов через 30000 и 60000.

Для комплексной оценки качества подошв был использован критерий $\boldsymbol{D}$, в данном случае критерии $\boldsymbol{d_1}$ и $\boldsymbol{d_2}$ равнозначные и безразмерные (1):

$$\boldsymbol{D = \sqrt{d_1 \cdot d_2} \rightarrow max}\ , \qquad (1)$$

где $\boldsymbol{d_1}$ – безразмерные значения показателя сопротивления истиранию; $\boldsymbol{d_2}$ – безразмерные значения показателя сопротивление многократному изгибу.

В основе построения лежит принцип преобразования натуральных значений показателей в безразмерную шкалу желательности. При построении шкалы желательности можно пользоваться таблицами соответствия между отношениями предпочтения в эмпирической и психологической системах (Адлер, Маркова и Грановский, 1976; Буркин и Шеремет, 2017). Расчётные данные для построения приведены в таблице 1. Их визуальные представления на рисунке 5.

Функция желательности описывается уравнениями вида:

$$\boldsymbol{d_1 = exp\{-1/(0.085 + 0.366\beta)\}}\ , \qquad (2)$$

$$\boldsymbol{d_2 = exp\{-1/(-0,491429 + 0.00004971N)\}}\ . \qquad (3)$$

В таблице 2 представлены данные по оценке качества подошв, включая результаты, полученные при испытании образцов на сопротивление истиранию, которые свидетельствуют о достаточном уровне показателей их эксплуатационных свойств.

Ни у одного образца не произошло разрастание трещин и все отобранные образцы выдержали испытания в 100000 циклов. Показатель сопротивления истиранию варьировался от 3,62 до 3,68 у монолитных образцов и от 4,25 до 7,09 Дж/мм^3 – у пористых.

По полученным данным сотрудники предприятия должны принимать компромиссное решение о постановке продукции на производство даже в том случае, если при многократном изгибе свыше 30000 произошло незначительное разрастание прокола и появились самопроизвольные трещины.

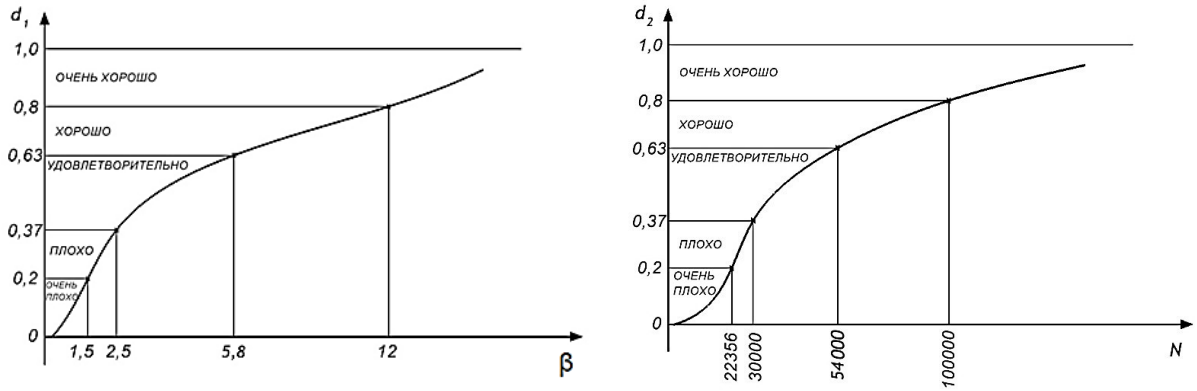
Выводы

Для оценки качества подошв были выбраны следующие критерии: сопротивление многократному изгибу и сопротивление истиранию, которые позволяют достоверно оценить эксплуатационные свойства.

Проведённая оценка по шкале желательности и значения критерия позволяют использовать данные подошвы в производстве обуви. Однако стоит отме-

Таблица 1 – Данные для построения шкалы желательности
Table 1 – Data for constructing a desirability scale

Желательность значения критерия	Оценка по шкале желательности d_1, d_2	β, Дж/мм^3	N, циклы
Очень хорошо	0,80–1,00	>12,0	>100000
Хорошо	0,63–0,80	5,8–12,0	54000–100000
Удовлетворительно	0,37–0,63	2,5–5,8	30000–54000
Плохо	0,20–0,37	1,5–2,5	22000–30000
Очень плохо	0,00–0,20	<1,5	<22000



а *б (b)*

Рисунок 5 – Шкала желательности для показателей:
а – сопротивление истиранию; б – сопротивление многократному изгибу
Figure 5 – Desirability scale for indicators:
a – resistance to abrasion; b – resistance to repeated bending

Таблица 2 – Преобразование и обобщение отклика
Table 2 – Response transformation and summarization

Монолитные					Пористые				
№	d_1	d_2	Оценка по шкале желательности, D	Желательность значения критерия	№	d_1	d_2	Оценка по шкале желательности, D	Желательность значения критерия
1	0,49	0,8	0,626	Удовлетворительно	1	0,54	0,8	0,657	Хорошо
2	0,49	0,8	0,626	Удовлетворительно	2	0,65	0,8	0,721	Хорошо
3	0,50	0,8	0,632	Хорошо	3	0,69	0,8	0,743	Хорошо

тить, что монолитные подошвы под номером 1 и 2 имеют достаточно близкие значения к границе «хорошо» по обобщённой оценке желательности, поэтому решение о постановке данных подошв на производство обуви должно приниматься ответственными сотрудниками предприятий.

Оценивая результаты испытания на многократный изгиб, можно сделать вывод, что ресурс испытуемых подошв значительно больше, чем норма, установленная в стандарте, так как они выдержали до 100000 циклов испытаний. Для получения более объективной информации о последующем поведении подошв в процессе эксплуатации целесообразно проводить испытания до 100000 циклов. Это может минимизировать количество отказов обуви по данному дефекту в течение первых двух лет эксплуатации обуви, за счёт правильного решения о пригодности подошвы к тому или иному виду обуви.

Подобный подход к оценке свойств известных ТЭП может быть в дальнейшем использован при разработке новых материалов по схеме «состав – свойства», а также использован для других полимерных материалов, так как границы желательности значения критерия были выбраны не случайно, а по анализу литературных источников от 60-х годов XX века и заканчивая современными представлениями о свойствах полимерных материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Адлер, Ю.П., Маркова, Е.В. и Грановский, Ю.В. (1976). *Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий*. Москва: «Наука», СССР.

Буркин, А.Н., Шеремет, Е.А. (2017). *Формоустойчивость обуви*. Витебск: УО «ВГТУ», Республика Беларусь

Долган, М.И., Коновалов К.Г. (2011). Виды дефектов обуви, возникающие в процессе эксплуатации. *Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : материалы международной научной конференции*, С. 50–51.

Закатова, Н.Д., Михеева, Е.Я. (1966). *Эксплуатационные свойства обувных материалов и деталей*. Москва: «Легкая индустрия», СССР.

Любич, М.Г., Маковская, Е.И. и Семенова, Т.В. (1971). *Ростовочный и половозрастной ассортимент ремонтируемой обуви*. Москва: ЦБНТИ, СССР.

Михеева, Е.Я., Мореходов, Г.А. и Швецова, Т.П. (1989). *Справочник обувщика (Технология)*. Москва: Легпромбытиздат, СССР.

Нейфельд, М.А., Буркин, А.Н. (2025). Износостойкость пористых подошв из термоэластопластов, *Дизайн. Материалы. Технология*, № 2 (78), С. 138–146.

Нейфельд, М.А., Буркин, А.Н. и Долган, М.И. (2025). Конструктивные особенности формованных подошв из термоэластопластов и основные их дефекты, *Костюмология*, Т. 10, № 3.

Нейфельд, М.А., Буркин, А.Н. (2024). Оценка износостойкости монолитных подошв обуви из термоэластопластов, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 4 (50), С. 37–48.

Al-Shamsi, F., Farooq, A., Al-Raisi, L. and AlSenoy, K.V. (2026). Effects of light footwear on gait mechanics and comfort during walking: Asystematic review and meta-analysis, *Next Research*, vol. 9, pp. 1–17.

Chen, C.-H., Tu, K.-H., Liu, C. and Shiang, T.-Y. (2014). Effects of forefoot bending elasticity of running shoes on gait and running performance, *Human Movement Science*, vol. 38, pp. 163–172.

Chuenyindee, T, Torres, R.B., Prasetyo, Y.T., Nadlifatin, R. and Persada, S.F. (2022). Determining factors affecting perceived quality among shoe manufacturing workers towards shoe quality: a structural equation modeling approach, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 2, pp. 1–17.

Kouwenhove, L. van, Verkerke, G.J., Posttma, K., Dekker, R. and Hijmans, J.M. (2021). Effects of Longitudinal Bending Stiffness of forefoot rocker profile shoes on ankle kinematics and kinetics, *Gait & Posture*, vol. 90, pp. 326–333.

Oleson, M., Adler, D. and Goldsmith, P. (2005). A comparison of forefoot stiffness in running andrunning shoe bending stiffness, *Journal of Biomechanics*, vol. 38, no. 9, pp. 1886–1894.

Reints, R., Hijmans, J.M., Burgerhof, J.G.M., Postema, K. and Verkerke, B.G.J. (2017). Effects of flexible and rigid rocker profiles on in-shoe pressure, *Gait & Posture*, vol. 58, pp. 287–293.

REFERENCES

Adler, Yu.P., Markova, E.V. and Granovsky, Yu.V. (1976). *Planirovanie eksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij* [Planning of the Experiment in Search of Optimum Conditions]. Moscow: Nauka, USSR (In Russian).

Burkin, A.N., Sheremet, E.A. (2017). *Formoustojchivost' obuvi* [Shape Stability of Footwear]. Vitebsk: VGTU, Republic of Belarus (In Russian).

Dolgan, M.I., Konovalov, K.G. (2011). Types of Shoe Defects that Arise in the Process of Operation [Vidy defektov obuvi, voznikayushchie v processe ekspluatacii]. *Novoe v tekhnike i tekhnologii tekstil'noj i legkoj promyshlennosti : materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii = New in Technique and Technology of the Textile and Light Industry: Materials of the International Scientific Conference*, pp. 50–51 (In Russian).

Zakatova, N.D., Miheeva, E.Ya. (1966). *Ekspluatacionnye svojstva obuvnyh materialov i detalej* [Performance properties of shoe materials and parts]. Moscow: "Light Industry", USSR (In Russian).

Lyubich, M.G., Makovskaya, E.I. and Semenova, T.V. (1971). *Rostovochnyj i polovozrastnoj assortiment remontiruemoj obuvi* [Growth and gender-age range of repaired footwear]. Moscow: TsBNTI, USSR (In Russian).

Mikheeva, E.Ya., Morekhodov, G.A. and Shvetsova, T.P. (1989). *Spravochnik obuvshchika (Tekhnologiya)* [Handbook of a Shoemaker (Technology)]. Moscow: Legprombytizdat, USSR (In Russian).

Neufeld, M.A., Burkin, A.N. (2025). Wear Resistance of Porous Sole Materials Made of Thermoelastoplastics [Iznosostojkost' poristyh podoshv iz termoelastoplastov]. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya = Design. Materials. Technology*, no. 2 (78), pp. 138–146 (In Russian).

Neifeld, M.A., Burkin, A.N. and Dolgan, M.I. (2025). Design Features of Molded Sole Materials Made of Thermoelastoplastics and Their Main Defects [Konstruktivnye osobennosti formovannyh podoshv iz termoelastoplastov i osnovnye ih defekty]. *Kostyumologiya = Kostyumologiya*, vol. 10, no. 3 (In Russian).

Neifeld, M.A., Burkin, A.N. (2024). Evaluation of the wear resistance of monolithic sole shoes made of thermoelastoplastics [Ocenka iznosostojkosti monolitnyh podoshv obuvi iz termoelastoplastov]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of Vitebsk State Technological University*, no. 4 (50), pp. 37–48 (In Russian).

Al-Shamsi, F., Farooq, A., Al-Raisi, L. and AlSenoy, K.V. (2026). Effects of light footwear on gait mechanics and comfort during walking: Asystematic review and meta-analysis, *Next Research*, vol. 9, pp. 1–17.

Chen, C.-H., Tu, K.-H., Liu, C. and Shiang, T.-Y. (2014). Effects of forefoot bending elasticity of running shoes on gait and running performance, *Human Movement Science*, vol. 38, pp. 163–172.

Chuenyindee, T., Torres, R.B., Prasetyo, Y.T., Nadlifatin, R. and Persada, S.F. (2022). Determining factors affecting perceived quality among shoe manufacturing workers towards shoe quality: a structural equation modeling approach, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 2, pp. 1–17.

Kouwenhove, L. van, Verkerke, G.J., Posttma, K., Dekker, R. and Hijmans, J.M. (2021). Effects of Longitudinal Bending Stiffness of forefoot rocker profile shoes on ankle kinematics and kinetics, *Gait & Posture*, vol. 90, pp. 326–333.

Oleson, M., Adler, D. and Goldsmith, P. (2005). A comparison of forefoot stiffness in running andrunning shoe bending stiffness, *Journal of Biomechanics*, vol. 38, no. 9, pp. 1886–1894.

Reints, R., Hijmans, J.M., Burgerhof, J.G.M., Postema, K. and Verkerke, B.G.J. (2017). Effects of flexible and rigid rocker profiles on in-shoe pressure, *Gait & Posture*, vol. 58, pp. 287–293.

Информация об авторах

Нейфельд Мария Александровна
Старший преподаватель кафедры «Техническое регулирование и товароведение», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.
E-mail: mneufeld8@yandex.by

Феоктистова Альбина Юрьевна
Студент (выпускница) кафедры «Техническое регулирование и товароведение», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.
E-mail: albinafeoktistova134@gmail.com

Буркин Александр Николаевич
Доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое регулирование и товароведение», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.
E-mail: trt@vstu.by

Information about the authors

Maria A. Neufeld
Senior Lecturer at the Department "Technical Regulation and Commodity Science", Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus.
E-mail: mneufeld8@yandex.by

Albina Yu. Feoktistova
Student (Graduate) of the Department "Technical Regulation and Commodity Science", Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus.
E-mail: albinafeoktistova134@gmail.com

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: trt@vstu.by