

12. *Мезенцева, Е.В.* Разработка структуры и исследование свойств утепляющих нетканых материалов на основе инновационных волокон [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.19.01: защищена 24.01.20 / Мезенцева Елена Викторовна. – М., 2020. – 283 с. – Библиогр.» pp. 124 - 157.

13. ГОСТ 16919-79. Полотна текстильные нетканые. Нормы допускаемых отклонений по показателям физико-механических свойств. – Введ. 1979-13-09. – М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1979

14. *Кирюхин, С.М.* Текстильное материаловедение: учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений / С.М. Кирюхин, Ю.С. Шустов. – М: Колосс, 2011. – 360 с..

15. *Мезенцева, Е.В.* Актуальные проблемы финансирования инновационной деятельности промышленных предприятий текстильной отрасли / Е.В. Мезенцева, В.В. Иванов, В.Ю. Мишаков // Актуальные проблемы экономики, коммерции и сервиса: сборник научных трудов кафедры Коммерции и сервиса, посвященный Юбилейному году РГУ им. А.Н. Косыгина, pp. 130 - 135.

© Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю., 2021

УДК 620.169.1:685.34.036

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ПОДОШВЫ ОБУВИ DETERMINATION OF THE SERVICE LIFE OF THE SHOE SOLES

**Радюк А.Н., Буркин А.Н.  
Radyuk A.N., Burkin A.N.**

*Витебский государственный технологический университет, Витебск  
Vitebsk State Technological University, Vitebsk  
(E-mail: ana.r.13@mail.ru)*

*Аннотация.* В статье рассмотрен метод расчета срока службы подошв обуви на основе элементов теории подобия. В результате исследования установлено, что образцы подошв на основе отходов производства по показателям физико-механических и эксплуатационных свойств близки к монолитным резинам марки «В», пористым резинам марки «В» и кожеподобным резинам марки «Кожволон». По результатам экспериментальных данных показателя сопротивления истиранию предложено определить ресурс подошвы исходя из закона нормального распределения отказов обуви.

*Annotation.* The article discusses the method for calculating the service life of the appropriate shoes based on the elements of the theory of similarity. As a result, the study establishes that samples based on production waste in the indicators of physicommechanical and operational properties are close to the monolithic rubber of the brand "B", porous tires of the brand "B" and leather-like rubber brand "Leather".

According to the results of experimental data, the abrasion resistance indicator proposed to determine the resource of the soles based on the law of the normal distribution of shoe failures.

*Ключевые слова:* ресурс, износостойкость, сопротивление истиранию, оценка качества, свойства

*Keywords:* resource, wear resistance, star-resistance, quality assessment, properties

В процессе носки обуви на подошву оказывает воздействие целый комплекс различных факторов. В работе [1] отмечается, что при носке обуви подошва испытывает изгиб, сжатие, трение об опорную поверхность. В работе [2] говорится о том, что подошва обуви подвержена многократному изгибу совместно с воздействием различных факторов – физических, химических и биологических, вследствие которых происходит деформация обуви. В работах [3, 4] приводятся сведения о том, что главной причиной износа подошвы является трение о поверхности, с которыми взаимодействуют стопы человека во время ходьбы. В связи с этим самой значимой и определяемой целевым назначением обуви считается функция физической долговечности подошв обуви. Она характеризуется требованиями формоустойчивости и износостойчивости.

Исследованию износостойчивости посвящено большое количество работ таких ученых как Э. М. Островитянова, Г. И. Кутянина, М. Г. Любича, Н. Д. Закатовой, Е. Я. Михеевой и др. На основании их работ и научных выводов в работах Н. Н. Черникова, А. И. Колбасниковой, Т. С. Пастуховой, И. В. Пришухина были получены закономерности износа обуви и созданы методы расчета сроков службы деталей и обуви в целом. В дальнейшем было установлено, что износостойкость деталей обуви нередко характеризуется средней скоростью износа, т. е. количеством дней, в течение которых происходит износ 1 мм толщины.

В работе [5] приводится метод расчета среднего срока службы детали обуви. Данный метод основан на построении прямоугольной системы координат процента дефектов обуви и сроков носки обуви и нахождении значения среднего срока службы исследуемой детали. Недостатками данного метода являются его приблизительные значения и отсутствие сопоставления с реальными условиями.

В связи с этим для определения показателей надежности используют метод опытной носки (эксплуатации). При опытной носке определяют характер износа отдельных деталей и выражают износ в днях непрерывной носки. Применение данного метода позволяет получить наиболее точные и достоверные значения показателей качества. Однако, недостатками данного метода является длительное и дорогостоящее испытание, приводящее к полному износу образцов обуви.

Целью настоящего исследования является определение срока службы подошвы (определение ресурса) на основании показателя «сопротивление истиранию». Для решения поставленной цели необходимо определить показатель надежности, выход за пределы допустимых значений которого можно

использовать для расчета в качестве проявления отказа. Определение диапазона распределения ресурса помогает прогнозировать наиболее вероятный срок эксплуатации.

В качестве показателя надежности используют такой показатель, как сопротивление истиранию, так как было выявлено, что данный показатель является одним из основных эксплуатационных показателей для полимерных материалов для низа обуви. Однако, данный показатель далек от показателя износостойкости и не имеет с ним функциональной зависимости, так как сопротивление истиранию определяется по ГОСТ 426-77 [6] и выражается в Дж/мм<sup>3</sup>, в то время как износостойкость выражается в днях/мм и определяется по условиям опытной носки.

Основываясь на первом дополнительном положении к основным теоремам подобия и первому условию подобия [7], а также теореме подобия многоугольников, можно сделать вывод о том, что многоугольники подобны, если их можно разбить на одинаковое число подобных треугольников, расположенных в одном и том же порядке и критерии для каждого многоугольника близки между собой. В связи с этим установлено, что если найти аналоги с известными данными износостойкости, то можно применить эти данные в определенном отношении к расчету ресурса.

Проанализировав данные показателей физико-механических и эксплуатационных свойств подошв, было установлено, что по большинству показателей они сравнимы с резинами определенных структур и марок. Так монолитные подошвы соответствуют непористым резинам марки «В», пористые подошвы соответствуют пористым резинам марки «В», а волокнисто-наполненные – кожеподобным резинам марки «Кожволон». Все значения свойств подошв обуви сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Свойства подошв обуви

Подошвы	Показатель						
	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	H, усл. ед.	$f_p$ , МПа	$\epsilon_p$ , %	$\Theta$ , %	$\beta$ , Дж/мм <sup>3</sup>	N, тыс. циклов
Образцы подошв на основе отходов производства							
М	1,2	78	6,1	280	18	7,5	50
П	0,85	65	3	145	15	3,5	50
В-Н	1,03	83	5,7	205	19	6,8	30
Образцы подошв из первичного сырья							
В <sub>м</sub>	1,2	80	6	220	20	5,2	50
В <sub>п</sub>	0,8	65	2,8	175	16	3,8	40
Кожволон	1	85	6,5	210	20	6,3	20

$\rho$  – плотность, H – твердость,  $f_p$  – условная прочность при разрыве,  $\epsilon_p$  – относительное удлинение при разрыве,  $\Theta$  – остаточное удлинение после разрыва,  $\beta$  – сопротивление истиранию, N – сопротивление многократному изгибу

Одним из вариантов оценки качества материалов является сопоставление уровня качества полученных материалов с «эталонными» путем сравнения значений показателей физико-механических и эксплуатационных свойств со значениями аналогичных материалов. С этой целью на основе

нормируемых значений эталонов и данных показателей свойств подошв на основе вторичного ППУ рассчитывали отношение значения каждого показателя исследуемых материалов к соответствующим значениям показателей «эталона», принятым за 100 %. Результаты сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Относительные показатели качества подошв

Показатель	М	П	В-Н
ОП ρ, %	100,00	94,12	103,00
ОП Н, %	97,50	100,00	97,65
ОП f <sub>p</sub> , %	101,67	107,14	87,69
ОП ε <sub>p</sub> , %	127,27	82,86	97,62
ОП Θ, %	111,11	106,67	105,26
ОП β, %	144,23	92,11	107,94
ОП N, %	100,00	125,00	150,00

ОП – относительный показатель

Использованный в настоящей работе метод оценки называют «многоугольник качества». Для его наглядного представления данные отображаются в виде лепестковой диаграммы. Для этого на осях диаграммы откладываются значения показателей качества, затем их концы соединяются прямыми линиями. В результате получается «многоугольник качества». Площадь такого многоугольника выступает интегральной характеристикой качества материала и является суммой площадей треугольников, образованных им. Площадь треугольников вычисляется по формуле (1):

$$S = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \sin(\alpha), \quad (1)$$

где S – площадь треугольника;  
a и b – длина сторон треугольника;  
α – угол между сторонами a и b.

Оценка уровня качества материалов есть результат сопоставления площади двух многоугольников. Показатель качества в этом случае вычисляется по формуле (2):

$$K = \frac{S_i}{S_{\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где S<sub>i</sub> – площадь «многоугольника качества» образцов подошв на основе вторичного ППУ;  
S<sub>эт</sub> – площадь «многоугольника качества» подошв, взятых за «эталон».

На рисунке 1 приведена лепестковая диаграмма относительных показателей качества для подошв и «эталонов», построенная с использованием пакета Microsoft Office Excel.

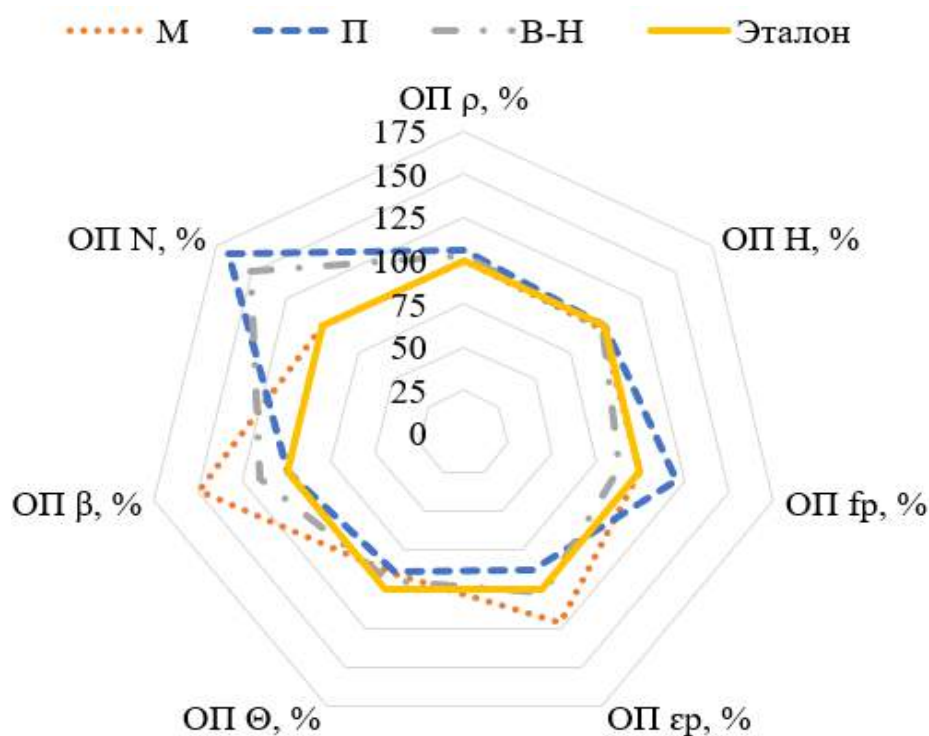


Рисунок 1 – Лепестковая диаграмма относительных показателей качества для подошв и «эталонов»

Вычисленные значения площадей многоугольников и показателя качества сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Значения интегральных показателей оценки

Показатель	М	П	В-Н	Эталон
$S_i$	34084,7	27733,2	31452,6	27364,1
$K, \%$	124,6	101,3	115,0	100

Полученные результаты оценки позволяют сделать следующие выводы:

– «многоугольники качества» можно разбить на одинаковое количество треугольников, используемых для расчета интегрального показателя качества;

– пористый образец подошвы по свойствам почти не отличается от пористой резины марки «В», монолитный и волокнисто-наполненные образцы подошвы отличаются от аналогичных им материалов на 24,6 % и 15,0 % соответственно, что позволяет судить о схожести свойств.

По данным Н.Д. Закатовой, исходя из подобия материалов, расчетным путем были получены данные износостойкости подошв обуви, составляющие:

- для монолитного образца подошвы 85 дня/мм;
- для пористого образца подошвы 36 дней/мм;
- для волокнисто-наполненного образца подошвы 94 дней/мм.

Закон распределения ресурса подошв обуви определяется выражением (3):

$$R(T) = 1 - \Phi \left( \frac{\frac{H}{v_c} - T}{V \cdot T} \right), \quad (3)$$

где  $R(T)$  – вероятность безотказной работы подошв обуви;  
 $\Phi$  – функция плотности стандартного нормального распределения;  
 $H$  – предельно допустимый износ;  
 $v_c$  – средняя скорость изнашивания;  
 $H / v_c$  – средний ресурс  $T_{\text{ср}}$  подошв, дни;  
 $T$  – минимальное или максимальное значение ресурса, дни;  
 $V$  – коэффициент вариации скорости изнашивания.

Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Данные для расчета ресурса подошв обуви

Показатель	М	П	В-Н
$v_c$	$=1/85=0,012$	$=1/36=0,028$	$=1/94=0,011$
$\sigma_v$ – среднеквадратическое отклонение скорости	0,0009	0,003	0,0006
$H$	3,9	3,7	4,1
$V$ – коэффициент вариации	0,0765	0,1088	0,05628
$T_{\text{ср}} = \frac{H}{v_c}$	332	134	385
$T_{\text{мин}}$	289	114	346
$T_{\text{макс}}$	391	175	432

С доверительной вероятностью 0,95 ресурс подошв обуви находится в диапазоне ( $T_{\text{мин}} \div T_{\text{макс}}$ ) и составляет: для  $T^{\text{М}} = 289\text{--}391$  дней,  $T^{\text{П}} = 114\text{--}175$  дней,  $T^{\text{В-Н}} = 346\text{--}432$  дня. При этом сравнительная оценка свойств подошв с близкими по свойствам подошвенными материалами составила 1,25 для монолитных подошв, 1,01 для пористых и 1,15 для волокнисто-наполненных, что коррелирует с ресурсом.

Полученный результат можно считать достаточно правдоподобным, а данный метод показывает, что полученные теоретические результаты на основе экспериментальных и расчетных данных могут быть использованы для других элементов конструкции обуви.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Довнич И.И. Технология производства обуви. М.: Академия, 2004. - 288 с.
2. Лиокумович В.Х. Конструирование обуви – Москва: Легкая индустрия, 1975 – с.184
3. Любич, М.Г. Товароведение обуви / М.Г. Любич. — М.: Экономика, 1966.
4. Закатова, Н.Д. Эксплуатационные свойства обувных материалов и деталей / Н.Д. Закатова, Е.Я. Михеева. — Легкая индустрия, 1966.

5. Пименов В.И., Анохин Д.И., Зыбин Ю.П. и др. Справочник обувщика: Т 2. Изд. 2-е, перераб. и дополн. / под общ. ред. Мурванидзе Д.С. - Москва: Легкая индустрия, 1971 - с. 392

6. ГОСТ 426-77 Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении, Введ. 1978.-01.-01, ИПК Издательство стандартов, Москва, 2002, 6 с.

7. Надежность и эффективность в технике: справочник: Т. 4.: Методы подбора в надежности / под общ. ред. В.А. Мельникова, Н.А. Северцева. – М.: Машиностроение, 1987. – 280 с.

© Радюк А.Н., Буркин А.Н., 2021

**УДК 331.453**

**СОЗДАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА КАК ЭЛЕМЕНТ  
ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ  
CREATING SAFE WORKING CONDITIONS AS AN ELEMENT OF  
TECHNICAL REGULATION OF THE PRODUCTION PROCESS**

**Мусташова Е.Г., Шевцова М.В.  
Mustashova E.G., Shevtsova M.V.**

*Витебский государственный технологический университет, Витебск  
Vitebsk State Technological University, Vitebsk  
(E-mail: mshevtsova1@mail.ru)*

*Аннотация.* В статье показаны основные отличия в требованиях и структуре нового стандарта СТБ ISO 45001-2020 «Системы менеджмента здоровья и безопасности при профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению» от предыдущей версии стандарта.

*Annotation.* The article shows the main differences in the requirements and structure of the new STB Standard ISO 45001-2020 "Health and Safety Management Systems for Professional Activities. Requirements and Guide for Application" from the previous version of the Standard.

*Ключевые слова:* Охрана труда, система управления, система менеджмента  
*Keywords:* occupational safety, management system, melanization system

Одним из составляющих технического регулирования является правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к связанным с требованиями к продукции процессам производства. На сегодняшний день обеспечение охраны труда на любом производстве рассматривается не автономно, а в качестве элемента