

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБУВИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ СРЕД

STUDY OF THE RESISTANCE OF SPECIAL FOOTWEAR TO AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

УДК 685.341.4

Е.А. Шеремет*, **М.В. Шевцова**, **Л.Н. Шеверина**
Витебский государственный технологический университет

<https://doi.org/10.24412/2079-7958-2022-2-71-81>

E. Sheremet*, **M. Shevtsova**, **L. Sheverinova**
Vitebsk State Technological University

РЕФЕРАТ

СПЕЦИАЛЬНАЯ ОБУВЬ, АГРЕССИВНЫЕ СРЕДЫ, СТРУКТУРА КОЖИ, СВОЙСТВА КОЖИ, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

Предметом исследования является устойчивость специальной обуви с верхом из натуральной кожи к воздействию агрессивных сред. В работе проведены исследования влияния щелочи и кислоты на структуру и прочностные свойства обуви с верхом из натуральной кожи, эксплуатируемой на предприятиях химической отрасли. Исследования проводились с применением действующих методик, отличающихся условиями и режимами испытаний. Установлена степень влияния агрессивных сред и условий испытаний на материал верха специальной обуви. Применен микроскопический метод для исследования изменений структуры кож после воздействия агрессивных сред. Данные исследования имеют практическую значимость для предприятий обувной отрасли при формировании качества специальной обуви на предпроизводственной стадии и процедур обязательного подтверждения соответствия требованиям технических нормативных правовых актов.

ABSTRACT

SPECIAL FOOTWEAR, AGGRESSIVE ENVIRONMENTS, SKIN STRUCTURE, SKIN PROPERTIES, TEST METHODS

The subject of the study is the resistance of special shoes with genuine leather uppers to aggressive environments. The paper studies the effect of alkali and acid on the structure and strength properties of shoes with genuine leather uppers used in the chemical industry. The study was carried out using existing methods that differ in conditions and test modes. The level of influence of aggressive environments and test conditions on the material of the uppers of special footwear was determined. A microscopic method was used to study changes in the structure of skins after exposure to aggressive media. This study is of practical importance for shoe enterprises in the formation of the quality of special footwear at the pre-production stage and procedures for mandatory confirmation of compliance with the requirements of technical regulatory legal acts.

В современном мире деятельность промышленных предприятий должна быть связана с обеспечением безопасных условий труда. Поэтому на государственном уровне постоянно решаются вопросы обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, которые должны соответствовать характеру и условиям

их работы. Согласно ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» (далее ТР ТС 019/2011) под средством индивидуальной защиты (далее – СИЗ) понимается носимое на человеке средство индивидуального пользования для предотвращения или уменьшения воздействия на человека вредных и (или) опасных

* E-mail: scheremet.62@mail.ru (E. Sheremet)

факторов, а также для защиты от загрязнения [1].

Специальная обувь является одним из видов СИЗ. Она предназначена для защиты ног от определенных видов опасных воздействий, в том числе от химических. Обувь для защиты от химических воздействий является востребованной и применяется как средство индивидуальной защиты на предприятиях химической, нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслях промышленности. Она должна защищать от действия концентрированных кислот, щелочей, органических растворителей, нефтепродуктов.

Предприятия Республики Беларусь постоянно уделяют внимание улучшению качественных характеристик специальной обуви, чему способствует внедрение новых технологий. Актуальным остается вопрос совершенствования нормативной базы в области оценки качества обуви, [2, 3]. Следует отметить, что в Республике Беларусь в 2021 году введены в действие ряд международных стандартов для специальной обуви, идентичных европейским стандартам серии EN [4–7].

Анализ литературных источников показал немногочисленность публикаций, относящихся к области исследования специальной обуви, предназначенной для защиты от химических воздействий [8–14].

Цель работы заключалась в сравнительном анализе методик испытаний специальной обуви на устойчивость к агрессивным средам, оценке результативности испытаний для совершенствования действующих методик и выработки рекомендаций при подборе материалов верха обуви на предпроизводственной стадии.

В рамках настоящей работы проводились исследования специальной обуви с верхом из натуральной кожи на устойчивость к действию кислот и щелочей с применением методик испытаний, отраженных в стандартах ГОСТ 12.4.220-2002 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Метод определения стойкости материалов и швов к действию агрессивных сред» [15] и ГОСТ EN 13832-2-2020 «Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная для защиты от химических веществ. Часть 2. Требования к обуви, устойчивой к ограниченному контакту с химическими веществами» [5].

Важным показателем качества верха обу-

ви специального назначения, эксплуатируемой в условиях агрессивных сред и нормируемым ТР ТС 019/2011, является прочность ниточных креплений деталей верха, методика определения которого представлена в ГОСТ 12.4.165-2019 «ССТБ. Средства индивидуальной защиты ног. Обувь специальная с верхом из кожи. Метод определения коэффициента снижения прочности крепления от воздействия агрессивных сред» [16]. Данный показатель являлся предметом ранее проведенных исследований [17].

В настоящих исследованиях представляет практический интерес установление влияния кислоты и щелочи непосредственно на материал верха обуви. В исследуемых образцах обуви литьевого метода крепления на подошве из полиуретана, изготовленных по ГОСТ 12.4.137-2001 «Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия» [18], в качестве наружных материалов использовалась юфта обувная (сапоги), а верх ботинок представлял собой комбинацию юфти и кожи хромовой из шкур крупного рогатого скота (деталь мягкого канта, глухой клапан). В качестве материала подкладки производитель применил нетканое полотно, а в качестве межподкладки – нетканое полотно с термopокpытием.

Перед испытанием из обуви вырезали образцы, а затем подвергали их воздействию в течение $4,0 \pm 0,1$ ч при температуре 20 ± 3 °С, как требуют того стандартные условия испытаний по ГОСТ 12.4.220-2002 [14], следующих агрессивных сред – 20 % H_2SO_4 и 20 % $NaOH$. Затем образцы промывали дистиллированной водой, и излишки жидкости удаляли с поверхности образцов фильтровальной бумагой.

На фильтровальной бумаге оставался красящий пигмент, выделившийся из образцов, подвергнутых воздействию щелочи (рисунок 1 б). Кроме того они приобрели значительную жесткость. Из образцов, которые подвергались воздействию кислоты, красящий пигмент не выделился (рисунок 1 а). Однако в таких образцах при дальнейшем исследовании на разрывной машине на растяжение в местах зажимов наблюдалась «теклость» покрытия, что позволило судить об имеющем место негативном воздей-

ствии данной агрессивной среды на покрытие и ослабление связи отделочного покрытия с кожей.

Помимо внешних проявлений воздействий агрессивных сред, наблюдалась потеря прочности самих образцов кожи. Результаты испытаний образцов на растяжение, проведенные по ГОСТ 938.11-69 «Кожа. Метод испытания на растяжение» [19], представлены в таблице 1.

По данным таблицы 1 видно, что наблюдалось значительное снижение прочности кожи после воздействия кислоты (падение прочности

происходило на 48 %). После воздействия щелочи снижение прочности произошло на меньшую величину (на 30 %).

Следует отметить, что изменение вышеуказанного показателя не нормируется техническими нормативными правовыми актами на специальную обувь, но позволяет судить о поведении материала верха при эксплуатации обуви при контакте с агрессивной средой.

С целью установления отличий в структуре кож различных образцов в зависимости от применяемой агрессивной среды было проведе-

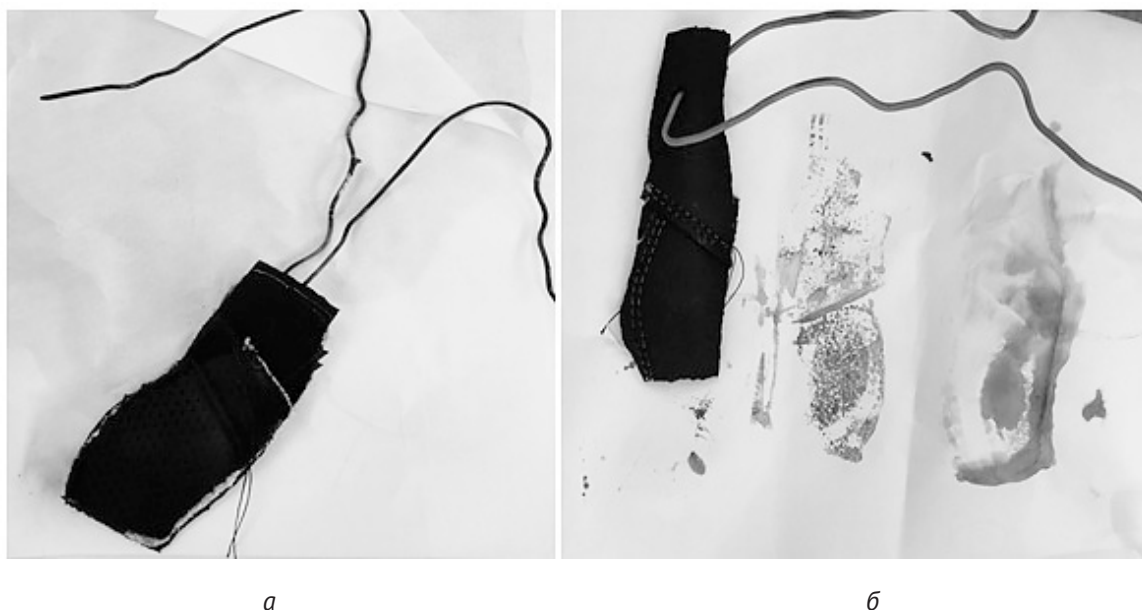


Рисунок 1 – Внешний вид образцов после воздействия кислоты и щелочи: а – после воздействия кислоты; б – после воздействия щелочи

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов при растяжении (средние значения)

Вид агрессивной среды	Предел прочности при растяжении, МПа	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент вариации, %
Контрольные образцы	19,75	11,93	12
Образцы после воздействия кислоты	10,20	1,34	13
Образцы после воздействия щелочи	15,75	7,92	14

но микроскопическое исследование структуры образцов кожи с использованием микроскопа стереоскопического «BS – 3040 Bestscope зум стерео» (рисунок 2).

Из рисунка 2 видно, что под действием кислоты и щелочи изменилась структура кожи. Под воздействием кислоты она стала более рыхлой, что повлияло на ее прочность, а после обработки образцов кожи щелочью, они заметно «стянулись» и стали более жесткими.

Следует отметить, что на производстве, где используется специальная обувь данного назначения, не наблюдается прямого четырехчасового воздействия агрессивных сред, как этого тре-

бует методика проведения испытаний по ГОСТ 12.4.102-80 «Система стандартов безопасности труда. Материалы для верха специальной обуви. Метод определения проницаемости жидкими агрессивными веществами» [20]. Поэтому в недавно вступившим в силу ГОСТ EN 13832-1-2020 [4] это было принято во внимание. Данным стандартом предусмотрены более мягкие режимы проведения испытаний, не требующие полного погружения обуви в агрессивную жидкость (испытание на выплеск). В соответствии с этим нормативным документом, выплеск – это воздействие химических веществ на обувь при ограниченном контакте.

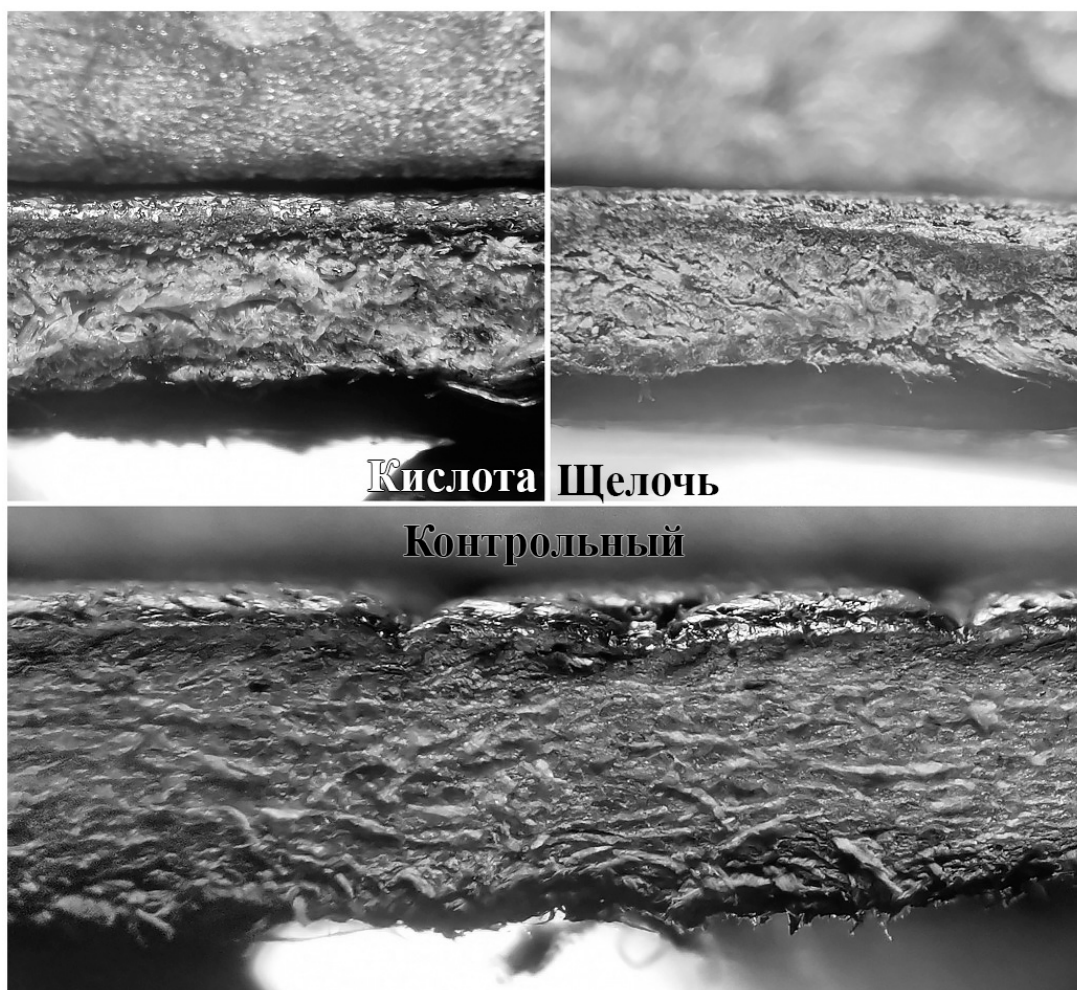


Рисунок 2 – Срезы образцов кож

До проведения испытания на выплеск обувь заполняли абсорбирующей бумагой в целях возможного обнаружения проникания жидкостей внутрь. При непосредственном проведении испытания обувь наклоняли под углом $(45 \pm 10)^\circ$ и выливали агрессивное вещество на ее боковые стороны и носочную часть. Расстояние от точки выплеска до наружной поверхности образца составляло от 4 см до 6 см. До завершения осмотра обуви жидкость оставалась в контакте с подо-

швой, как этого требует стандарт (рисунок 3).

Образец выдерживали в течение $10 \text{ мин} \pm 30 \text{ с}$. Абсорбирующую бумагу извлекали из обуви и, если жидкость проникала внутрь и заметны ее следы, отмечали точки проникания. Через $1 \text{ ч} \pm 2 \text{ мин}$ после выплеска проводили визуальный осмотр пары обуви для сравнения с обувью в первоначальном состоянии (с фотографией) и фиксировали любые повреждения или визуально заметные изменения:



Образец 1 – сапоги



Образец 2 – ботинки

Рисунок 3 – Испытания на выплеск сапог (образец 1) и ботинок (образец 2) 20%-й H_2SO_4 и 20%-й NaOH

- деформация и прожигание материала;
- оплавления;
- образование пузырей;
- разошедшиеся швы;
- отрыв обуви/подошвы;
- трещины на материале верха или подошве.

Согласно ГОСТ 12.4.102-80 [20], если зафиксировано наличие хотя бы одного из данных повреждений, то испытания обуви расцениваются как «отрицательные». Особенно тщательно необходимо проверять зону с ограниченным обзором, располагающуюся под шнуровкой или застежкой, где возможно накопление вещества.

Через 24 ч ± 30 мин после выплеска проводили повторный визуальный осмотр пары обуви для сравнения с обувью в первоначальном состоянии (с фотографией) и фиксировали любые повреждения или визуально заметные изменения, указанные выше.

Следует указать, что согласно ГОСТ EN 13832-1-2020 [4] в качестве воздействующей на обувь среды должна быть 96%-я серная кислота. Однако, в исследованиях помимо 96%-й серной кислоты, дополнительно были использованы 20 % H_2SO_4 и 20 % $NaOH$ (согласно ГОСТ 12.4.102-

80).

Необходимо отметить, что непосредственно в момент выплеска химических веществ видимых изменений на образцах обуви не наблюдалось. Спустя 10 минут на абсорбирующей бумаге, находившейся внутри ботинок (образец 2), были обнаружены следы проникновения 20%-й H_2SO_4 . Проникновение происходило в тех зонах конструкции ботинок, где применялась в качестве материала верха не юфта, а кожа крупного рогатого скота. По истечении 24 часов произошло разрушение мереи кожи, лицевого покрытия, проявившихся в виде пятен на их наружной поверхности. Аналогичные проявления повреждений кожи были обнаружены и в сапогах из юфти, но проникновение кислоты внутрь не произошло (рисунок 4).

Концентрированная кислота (96%-я H_2SO_4) мгновенно начала разрушать и мерею обуви и оказала воздействие на подошву, оставив заметные серого цвета полосы. Через 10 минут было зафиксировано не только попадание ее внутрь ботинок, но и разрушение шнурков. Внутри сапог концентрированная кислота через материал верха не проникла, однако сильно повредила



Рисунок 4 – Оценка результатов после испытаний на выплеск сапог (образец 1) 20%-й H_2SO_4

поверхность обуви (сглаживание мери и ее оплавление) и подошву (рисунок 5 а). Спустя 24 часа было обнаружено полное разрушение ниточных швов в сапогах в местах попадания кислоты (рисунок 5 б). Кроме того, выделился черный пигмент, который даже при контакте с исследовательским оборудованием окрашивал его.

После воздействия выплеска 96% H_2SO_4 была рассмотрена микроскопия среза образца, которая представлена на рисунке 6.

Следует отметить, что кислота прошла сквозь лицевой слой кожи и затронула структуру дермы. Щелочь (20 % $NaOH$) не повлияла на внешний вид обоих образцов и внутрь не проникла.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы и рекомендации:

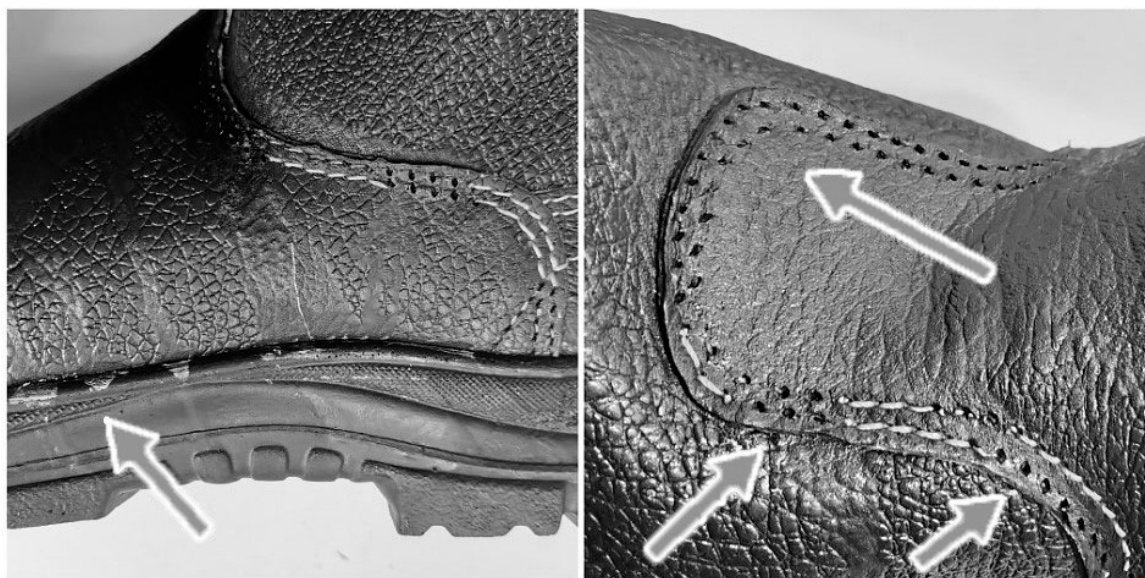
- в производственных условиях эксплуатации не наблюдается многочасовой контакт обуви с агрессивной средой, что не позволяет считать результаты исследований по ГОСТ 12.4.102-80 соответствующими реальности;

- метод испытаний на однократный выплеск не дает полного представления о воздействии агрессивного вещества на обувь, поэтому целесообразно проводить воздействие выплеском на обувь не единожды, а в несколько циклов;

- применение 96%-й серной кислоты является жестким условием проведения испытаний и редко встречается в реальных условиях производства;

- 20%-я щелочь не является столь агрессивной средой, которая при выплеске оказывает существенное влияние на структуру материала верха;

- проведение испытаний по ГОСТ EN 13832-2-2020, где в качестве агрессивной среды применяется 96%-я серная кислота, ставит под сомнение возможность применения в специальной обуви в качестве материала верха кожу крупного рогатого скота, которую рекомендует ГОСТ 12.4.137-2001.



а

б

Рисунок 5 – Результаты воздействий после испытаний на выплеск 96%-й H_2SO_4 : а – результаты воздействия на подошву; б – результаты воздействия на швы



Рисунок 6 – Микроскопия образца в месте воздействия выплеска 96%-й H_2SO_4

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технический Регламент Таможенного союза ТР ТС 019/2011 (2011), *О безопасности средств индивидуальной защиты*. Введ. 2012-06-01, 76 с.
2. Шеремет, Е. А., Шеверина, Л. Н., Букштан, В. А. (2019), Особенности оценки качества обуви специальной для защиты от химических воздействий, *Материалы докладов 52-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов*, Витебск, УО «ВГТУ», 2019, Т. 2, С. 252–254.
3. Соболевская, О. М., Шеремет, Е. А., Шеверина, Л. Н. (2021), Новые подходы к оценке качества специальной обуви с верхом из натуральных кож, *Материалы докладов 54-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов*, Витебск, УО «ВГТУ», 2021, Т. 2, С. 180–182.

REFERENCES

1. Technical Regulations of the Customs Union TR TS 019/2011 (2011), *On the safety of personal protective equipment*. Introduction 2012-06-01, 76 p.
2. Sheremet, E. A., Sheverinova, L. N., Bukshtan, V. A. (2019), Features of assessing the quality of special shoes for protection from chemical influences [Osobennosti ocenki kachestva obuvi special'noj dlja zashhity ot himicheskikh vozdeystvij], *Materials of the reports of the 52 International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students*, Vitebsk, UO «VSTU», 2019, Vol. 2, pp. 252–254.
3. Sobolevskaya, O. M., Sheremet, E. A., Sheverinova, L. N. (2021), New approaches to assessing the quality of special shoes with natural leather uppers [Novye podhody k ocenke kachestva special'noj obuvi s verhom iz natural'nyh kozh],

4. ГОСТ EN 13832-1-2020 (2020), Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная для защиты от химических веществ. Часть 1. Методы испытаний. Введ. 2021-11-01, Минск, Госстандарт, 2020, 20 с.
5. ГОСТ EN 13832-2-2020 (2020), Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная для защиты от химических веществ. Часть 2. Требования к обуви, устойчивой к ограниченному контакту с химическими веществами. Введ. 2021-11-01, Минск, Госстандарт, 2020, 24 с.
6. ГОСТ EN 13832-3-2020 (2020), Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная для защиты от химических веществ. Часть 3. Требования к обуви, устойчивой к длительному контакту с химическими веществами. Введ. 2021-12-01, Минск, Госстандарт, 2020, 24 с.
7. ГОСТ EN 16523-1-2020 (2020), Система стандартов безопасности труда. Определение стойкости материалов к проникновению химических веществ. Часть 1. Проникновение потенциально опасных жидких химических веществ при непрерывном контакте. Введ. 2021-12-01, Минск, Госстандарт, 2020, 28 с.
8. Бринк, И. Ю., Каплиева, О. А., Леденева, И. Н. (2008), Метод оценки и исследование теплоизоляционных свойств спецобуви, *Кожевенно-обувная промышленность*, 2008, № 4, С. 40–41.
9. Белицкая, О. А. (2019), Анализ перспективности разработки обуви со специальными защитными свойствами, *Сборник научных трудов «Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления» Международного научно-технического симпозиума, Международного Косыгинского Форума*, Москва, 2019, С. 25–29.
10. Можегов, А. С., Добрикова, М. А. (2018), Анализ соблюдения требований технического регла-
Materials of the reports of the 54 International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students, Vitebsk, UO «VSTU», 2021, Vol. 2, pp. 180–182.
4. GOST EN 13832-1-2020 (2020), *System of labor safety standards. Footwear special for protection against chemicals. Part 1. Test methods*. Introduction 2021-11-01, Minsk, Gosstandart, 2020, 20 p.
5. GOST EN 13832-2-2020 (2020), *System of labor safety standards. Footwear special for protection against chemicals. Part 2: Requirements for footwear resistant to limited contact with chemicals*. Introduction 2021-11-01, Minsk, Gosstandart, 2020, 24 p.
6. GOST EN 13832-3-2020 (2020), *System of labor safety standards. Footwear special for protection against chemicals. Part 3: Requirements for footwear resistant to prolonged contact with chemicals*. Introduction 2021-12-01, Minsk, Gosstandart, 2020, 24 p.
7. GOST EN 16523-1-2020 (2020), *System of labor safety standards. Determination of the resistance of materials to the penetration of chemicals. Part 1: Penetration of potentially hazardous liquid chemicals through continuous contact*. Introduction 2021-12-01, Minsk, Gosstandart, 2020, 28 p.
8. Brink, I. Yu., Kaplieva, O. A., Ledeneva, I. N. (2008), Method of evaluation and study of thermal insulation properties of special footwear [Metod ocenki i issledovanie teploizoljacionnyh svojstv specobuvi], *Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost' – Leather and shoe industry*, 2008, № 4, pp. 40–41.
9. Belitskaya, O. A. (2019), Analysis of the prospects for the development of shoes with special protective properties [Analiz perspektivnosti razrabotki obuvi so special'nymi zashhitnymi svojstvami], *Collection of scientific papers «Modern engineering problems in the production of consumer goods» of the International Scientific*

- мента при изготовлении специальной обуви, *Вестник молодых ученых Санкт-петербургского государственного университета технологии и дизайна*, 2018, № 3, С. 466–473.
11. Махоткина, Л. Ю., Жуковская, Т. В., Галялутдинова, Р. М., Рахимова, Г. И. (2015), Современная специальная нефтезащитная обувь и полимерные материалы, применяемые для ее изготовления, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2015, № 7 (18), С. 173–175.
 12. Фокина, А. А., Соколовский, А. Р., Рыкова, Е. С., Белицкая, О. А. (2020), Оценка показателей качества обуви специального назначения, *Оригинальные исследования*, Москва, 2020, Т. 10, № 9, С. 62–77.
 13. Исамадиева, Г. Е. (2022), Риск-ориентированный подход и обеспечение средствами индивидуальной защиты от вредных химических факторов на предприятиях Казахстана, *Науко-сфера*, 2022, № 8-2, С. 21–30.
 14. Соболевская, О. М., Шеремет, Е. А., Шеверина, Л. Н. (2021), Исследование прочности ниточных соединений кожаной специальной обуви при воздействии химических веществ, *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Молодь – науці і виробництву – 2021: Інноваційні технології легкої промисловості»*, Херсон, 2021, С. 159–160.
 15. ГОСТ 12.4.220-2002 (2002), *Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Метод определения стойкости материалов и швов к действию агрессивных сред*. Введ. 2003-07-01, Москва, Изд-во стандартов, 2002, 20 с.
 16. ГОСТ 12.4.165-2019 (2019), *Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты ног. Обувь специальная с верхом из кожи. Метод определения коэффициента снижения прочности крепления от* *and Technical Symposium, International Kosygin'sky Forum*, Moscow, 2019, pp. 25–29.
 10. Mozhegov, A. S., Dobrikova, M. A. (2018), Analysis of compliance with the requirements of technical regulations in the manufacture of special shoes [Analiz sobljudenija trebovanij tehničkog reglamenta pri izgotovlenii special'noj obuvi], *Vestnik molodyh uchenyh Sankt-peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizajna – Vestnik of Young Scientists of the St. Petersburg State University of Technology and Design*, 2018, № 3, pp. 466–473.
 11. Makhotkina, L. Yu., Zhukovskaya, T. V., Galyalutdinova, R. M., Rakhimova, G. I. (2015), Modern special oil-resistant footwear and polymer materials used for its manufacture [Sovremennaja special'naja neftezashhitnaja obuv' i polimernye materialy, primenjaemye dlja ee izgotovlenija], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologičeskogo universiteta – Vestnik of the Vitebsk State Technological University*, 2015, № 7 (18), pp. 173–175.
 12. Fokina, A. A., Sokolovsky, A. R., Rykova, E. S., Belitskaya, O. A. (2020), Assessment of quality indicators of special purpose shoes [Ocenka pokazatelej kachestva obuvi special'nogo naznachenija], *Original research*, Moscow, 2020, Vol. 10, № 9, pp. 62–77.
 13. Imamadiyeva, G. E. (2022), Risk-oriented approach and provision of means of individual protection against harmful chemical factors in enterprises of Kazakhstan [Risk-orientirovannyj podhod i obespechenie sredstvami individual'noj zashhity ot vrednyh himičeskikh faktorov na predpriyatijah Kazahstana], *Naukosphere Publ.*, 2022, № 8-2, pp. 21–30.
 14. Sobolevskaya, O. M., Sheremet, E. A., Sheverina, L. N. (2021), Investigation of the strength of thread connections of leather special shoes under chemical exposure [Issledovanie prochnosti nitoch-nyh soedinenij kozhanoj special'noj obuvi pri vozdejstvii himičeskikh veshhestv]

- воздействия агрессивных сред. Введ. 2021-05-01, Москва, Стандартинформ, 2019, 12 с.*
17. Ухина, Е. Г., Шеремет, Е. А., Шеверинова, Л. Н. (2011), Исследование влияния агрессивных сред на прочность ниточных швов верха обуви, *Материалы докладов 44 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета, Витебск, УО «ВГТУ», 2011, С. 214–216.*
 18. ГОСТ 12.4.137-2001 (2001), *Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия. Введ. 2005-07-01, Минск, Госстандарт, 2005, 36 с.*
 19. ГОСТ 938.11-69 (1969), *Кожа. Метод испытания на растяжение. Введ. 1970-01-01, Москва, Изд-во стандартов, 1969, 12 с.*
 20. ГОСТ 12.4.102-80 (1980), *Система стандартов безопасности труда. Материалы для верха специальной обуви. Метод определения проницаемости жидкими агрессивными веществами. Введ. 1982-01-01, Москва, Изд-во стандартов, 1980, 8 с.*
 15. *GOST 12.4.220-2002 (2002), System of labor safety standards. Individual protection means. Method for determining the resistance of materials and seams to the action of aggressive media. Introduction 2003-07-01, Moscow, Publishing House of Standards, 2002, 20 p.*
 16. *GOST 12.4.165-2019 (2019), System of labor safety standards. Personal protective equipment for legs. Special shoes with leather uppers. Method for determining the coefficient of reduction in fastening strength from exposure to aggressive media. Introduction 2021-05-01, Moscow, Standartinform, 2019, 12 p.*
 17. Ukhina, E. G., Sheremet, E. A., Sheverinova, L. N. (2011), *Issledovanie vlijaniya agressivnyh sred na prochnost' nitochnyh shvov verha obuvi [Investigation of the influence of aggressive media on the strength of the thread seams of the shoe top], Proceedings of the 44 scientific and technical conference of University teachers and students, Vitebsk, UO «VSTU», 2011, pp. 214–216.*
 18. *GOST 12.4.137-2001 (2001), Special shoes with leather uppers to protect against oil, petroleum products, acids, alkalis, non-toxic and explosive dust. Technical conditions. Introduction 2005-07-01, Minsk, Gosstandart, 2005, 36 p.*
 19. *GOST 938.11-69 (1969), Leather. Tensile test method. Introduction 1970-01-01, Moscow, Publishing House of Standards, 1969, 12 p.*
 20. *GOST 12.4.102-80 (1980), System of labor safety standards. Materials for the top of special shoes. Method for determining the permeability of liquid aggressive substances. Introduction 1982-01-01, Moscow, Publishing House of Standards, 1980, 8 p.*

Статья поступила в редакцию 08. 11. 2022 г.