

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Учреждения образования
«Витебский государственный
технологический университет»,
доктор технических наук, профессор
Кузнецов А. А.
« 02 » 05 2024 г.



ОТЗЫВ

оппонирующей организации

на диссертационную работу Шумая Сергея Михайловича
«Специальная защитная обувь спасателя-пожарного
с улучшенными эксплуатационными характеристиками»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.26.01 – охрана труда
(топливная и химическая промышленность)

Соответствие диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертация соответствует технической отрасли науки, поскольку ее результаты направлены на решение прикладной инженерной задачи: создания элемента специализированной экипировки – специальной защитной обуви, обеспечивающей защиту ног работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям от воздействия опасных факторов, возникающих при ликвидации чрезвычайных ситуаций различного характера. Функциональность защитной экипировки связана с необходимостью обеспечения безопасности при работе, ее комфортности в носке и эргономичности, а также с необходимостью избегать недопустимого теплового напряжения во время выполнения работы, проявления активности при нахождении в агрессивной среде (при экстремальных температурах и различной влажности). Проведенные исследования зависимости тепловлагопереноса в системе «стопа – обувь – окружающая среда» от геометрической формы модели защитной обуви, режима работы спасателя-пожарного, теплофизических свойств материалов деталей верха и низа обуви и опасных факторов окружающей среды позволили определить защитные и эргономические свойства обуви, осуществить корректировку конструктивных особенностей обуви, а также разработать модель специальной защитной обуви спасателя-пожарного облегченной конструкции, у которой защитные характеристики превосходят показатели серийно выпускаемых аналогов (компания «DOLENC JANEZ s.p.», Словения; ООО «Спецобувь», Беларусь).

Согласно паспорту специальности 05.26.01 «Охрана труда (топливная и химическая промышленность)» (приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 27 июня 2023 г. № 160) диссертационная работа соответствует разделу I. Отрасль науки. Технические науки и разделу III. Области

исследований, пункту 5: научное обоснование, конструирование, математическое и компьютерное моделирование, установление области рационального применения и оптимизация параметров способов, систем и средств коллективной и индивидуальной защиты работников от воздействия вредных и опасных производственных факторов.

Методы достижения цели диссертационного исследования (математическое и компьютерное моделирование, инженерные разработки, численные и натурные эксперименты) соответствуют технической отрасли науки.

Новизна

Соискателем установлены зависимости тепловлагоденоса в системе «стопа – обувь – окружающая среда» от геометрической формы модели защитной обуви, режима работы спасателя-пожарного, теплофизических свойств материалов деталей верха и низа обуви и опасных факторов окружающей среды впервые учитывающие условия повышенной температуры. Разработана и обоснована математическая модель тепловлагоденоса, учитывающая терморегуляционные процессы в стопе и определен коэффициент теплопроводности для пакетов материалов для изготовления верха и низа обуви. Разработана модель определения темпа деструкции от ожога на любой глубине кожного покрова, что является критерием температурной комфортности стопы при эксплуатации обуви в условиях повышенной температуры.

Научная значимость результатов диссертационной работы состоит в том, что разработана модель тепловлагоденоса в специальной защитной обуви спасателя-пожарного, включающая биотепловое уравнение для стопы и уравнение теплопроводности, деноса влаги и водяного пара в материалах обуви, которая позволила получить зависимости тепловлагоденоса в системе «стопа – обувь – окружающая среда» от геометрической формы модели защитной обуви, режима работы спасателя-пожарного, теплофизических свойств материалов деталей верха и низа обуви при её эксплуатации в условиях повышенной температуры и опасных факторов окружающей среды. Разработана программа численного моделирования, которая позволила получить значения темпа деструкции кожного покрова стопы при интенсивных тепловых воздействиях на специальную защитную обувь для оценки возможности получения ожога стопы. Определен и экспериментально подтвержден диапазон значений эффективного коэффициента теплопроводности пакета материалов для изготовления специальной защитной обуви при применении, которого, с учетом внутренней терморегуляции в стопе и тяжести выполняемой работы, обеспечивается время безопасной работы спасателя-пожарного, характеризующееся не достижением во внутриобувном пространстве критической температуры $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, в 2 раза превышающее нормативное значение ($t_{кр} = 10\text{ мин}$, $t_{кр, норм} = 5\text{ мин}$ соответственно).

Практическая значимость полученных результатов заключается в определении защитных и эргономических свойств обуви (защита от механических воздействий, теплового потока, агрессивных сред и воды, а также от неблагоприятных климатических воздействий) и корректировки

конструктивных особенностей обуви. Это позволило разработать модель специальной защитной обуви спасателя-пожарного облегченной конструкции, у которой защитные характеристики превосходят показатели серийно выпускаемых аналогов.

Практическая значимость работы подтверждается:

техническим описанием на ботинки кожаные специальные пожарных модель 490011 (ТО ВУ 29119354.064-2020);

технологией изготовления ботинок специальных защитных пожарных, примененной на действующих производственных линиях УП «Вердимар», и освоением их серийного производства (сертификат соответствия № ЕАЭС ВУ 112 02.1.0.0042);

разработанной обувью (8330 пар), использующейся в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь в качестве основного средства защиты ног от опасных факторов чрезвычайных ситуаций (Акт о практическом использовании результатов исследований, утвержденный заместителем министра по чрезвычайным ситуациям от 13.01.2023 г.);

патентом на промышленный образец «Специальная защитная обувь пожарного» (патент ВУ 4092, опубликован 28.02.2019).

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Научная квалификация соискателя соответствует учёной степени кандидата технических наук. Использование апробированных методик и современных инструментальных методов при проведении экспериментов позволило автору получить достоверные результаты и сделать аргументированные выводы. Диссертационная работа представляет собой законченную научную работу, имеющую важное практическое значение. Научные и практические результаты, полученные соискателем, были представлены в виде докладов на различных научных форумах.

Основные результаты диссертации представлены в 16 работах, из которых: 4 статьи – входящих в перечень научных изданий Республики Беларусь и Российской Федерации для опубликования результатов диссертационных исследований (по указанной специальности); 4 статьи в рецензируемых научных журналах и сборниках Республики Беларусь, Российской Федерации и Украины; 7 статей в сборниках научных трудов, материалах научных конференций; 1 патент на промышленный образец.

Результаты диссертационной работы использованы при разработке технического описания на ботинки кожаные специальные пожарных модель 490011 (ТО ВУ 29119354.064-2020) облегченной конструкции, разработки и апробации на действующих производственных линиях УП «Вердимар» технологии изготовления ботинок специальных защитных пожарных и освоено их серийное производство (сертификат соответствия № ЕАЭС ВУ 112 02.1.0.0042).

Диссертационная работа Шумая С.М. и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ВАК Республики Беларусь. Автореферат и публикации в полном объеме отражают содержание диссертации.

Замечания

По содержанию автореферата и диссертации имеются следующие замечания:

в диссертационной работе безразмерный показатель Ω определен как «темп деструкции кожного покрова стопы» (перечень условных обозначений), а в тексте автореферата и диссертационной работы встречается обозначение Ω как «степень деструкции кожи» (автореферат – стр.9,10, рис.3; диссертация – рис. 2.8);

из текста автореферата и диссертации не ясно регламентируется ли каким-нибудь НПА, ТНПА показатели качества для специальной защитной обуви пожарного;

графики, представленные в тексте автореферата желательно увеличить для большей информативности;

чем ещё, кроме расчёта в программе, подтверждается градация эффекта термического воздействия на стопу в представленном диапазоне значений темпа деструкции кожного покрова стопы Ω ;

автор защищает зависимости тепловлагоденоса в системе «стопа – обувь – окружающая среда», однако в работе при моделировании не рассматривается случай высокого уровня активности (тяжелая работа);

автор защищает обоснование темпа деструкции кожного покрова стопы Ω , однако в тексте диссертации при расчете безразмерного показателя Ω не представлено каким образом получены значения энергии активации на коже стопы для полученных значений Ω ;

в тексте автореферата и диссертации в общей характеристики работы недостаточно конкретно сформулирован личный вклад соискателя;

в тексте автореферата и диссертации в рекомендациях по практическому использованию результатов нет упоминания о патенте на промышленную модель «Специальная защитная обувь пожарного»;

в тексте автореферата и диссертации в рекомендациях по практическому использованию результатов нет упоминания о разработанной программе «Термокомфорт: расчёт», которая позволяет рассчитать степень деструкции кожи при интенсивных тепловых воздействиях на обувь.

Заключение

Указанные выше замечания не снижают общей значимости результатов, полученных в диссертационной работе. Диссертационная работа Шумая Сергея Михайловича на тему «Специальная защитная обувь спасателя-пожарного с улучшенными эксплуатационными характеристиками» является завершённой научно-квалифицированной работой, соответствует требованиям Положе-

ния о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь (раздел I. Отрасль науки. Технические науки и разделу III. Области исследований, пункт 5: научное обоснование, конструирование, математическое и компьютерное моделирование, установление области рационального применения и оптимизация параметров способов, систем и средств коллективной и индивидуальной защиты работников от воздействия вредных и опасных производственных факторов), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 – охрана труда (топливная и химическая промышленность).

Ученая степень кандидата технических наук соискателю может быть присуждена за следующие научно-обоснованные теоретические, экспериментальные и практические результаты, включающие:

1. Модель тепловлагоденоса в специальной защитной обуви спасателя-пожарного, включающая биотепловое уравнение для стопы и уравнение теплопроводности, переноса влаги и водяного пара в материалах обуви, которая позволила установить зависимости изменения температуры в стопе и материалах низа и верха обуви при различной температуре окружающей среды (для различного уровня активности спасателя-пожарного);

2. Установлены значения темпа деструкции кожного покрова стопы Ω при интенсивных тепловых воздействиях на специальную защитную обувь, позволившие оценить возможность получения ожога (при $\Omega < 0,5$ деструкция кожи не наступает, при $0,5 \leq \Omega \leq 1$ наступают болевые ощущения, связанные с ожогом первой степени, при $\Omega > 1$ наступает ожог второй степени) и проводить оптимизацию конструкции обуви путем выбора различных пакетов материалов.

3. Разработанную совместно с Институтом тепло- и массообмена программу «Термокомфорт: расчет» для пакета материалов (верх обуви: гидрофобная натуральная кожа и текстильный материал с мембраной, низ обуви: полиуретановая подошва, металлическая антипрокольная стелька с войлочной накладкой) при котором будет выполняться условие комфортности обуви.

4. Установлении диапазона значений эффективного коэффициента теплопроводности пакета материалов для изготовления специальной защитной обуви ($\lambda = 0,03-0,06$ Вт/(м К)) при применении которого во внутриобувном пространстве не достигается критическая температура 50°C в нормативном времени безопасной работы ($t_{\text{кр}} = 5$ мин); использования материалов со значениями $\lambda = 0,035$ Вт/(м К) для пакета материалов верха обуви и $\lambda = 0,057$ Вт/(м К) для пакета материалов низа обуви позволило экспериментально установить время безопасной работы в 2 раза превышающее нормативное ($t_{\text{кр}} = 10$ мин).

5. Модель специальной защитной обуви спасателя-пожарного облегченной конструкции (ботинки кожаные специальные пожарных модель 490011 (ТО ВУ 29119354.064-2020), у которой защитные характеристики превосходят показатели серийно выпускаемых аналогов (показатель по сопротивлению прокола подошвы 1800 Н, у аналогов не более 1440 Н;

показатель глубины рифа подошвы и глубины рифа каблука в 4 раза лучше нормативного значения, и составляет 5,7 мм и 6,2 мм соответственно).

Доклад Шумая Сергея Михайловича заслушан на заседании научного собрания УО «Витебский государственный технологический университет» (г. Витебск) 29 апреля 2024 г.

В работе научного собрания университета приняли участие: 15 человек, в том числе 2 доктора наук, 13 кандидатов наук. Из них по профилю указанной специальности – 3 человека:

к.т.н., доцент Гречаников А.В. – 25.00.36 – геоэкология (технические науки);

к.т.н., доцент Савенок В.Е. – 25.00.36 – геоэкология (технические науки);

к.т.н., доцент Аушев И.Ю. – 05.26.03 пожарная и промышленная безопасность (технические науки).

Отзыв учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» о диссертации Шумая Сергея Михайловича «Специальная защитная обувь спасателя-пожарного с улучшенными эксплуатационными характеристиками» был заслушан и обсужден, по результатам экспертизы и обсуждения доклада принят на заседании научного собрания университета (протокол № от «1» 29 апреля 2024 г.).

Выражаем согласие на размещение отзыва оппонирующей организации о диссертации Шумая Сергея Михайловича в глобальной компьютерной сети Интернет на официальном сайте учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Ефросинии Полоцкой», при котором создан совет по защите диссертаций К 02.19.01.

Результаты голосования

«за» – 15 (лица, имеющие степени доктора и кандидата наук)

«против» – нет

«воздержались» – нет

Председатель научного собрания,
заведующий кафедрой
«Экология и химические технологии»,
доктор технических наук, доцент

Ясинская Н. Н.

Эксперт,
кандидат технических наук, доцент
(специальность 25.00.36 – геоэкология
(технические науки))

Гречаников А. В.

Секретарь научного собрания,
кандидат технических наук, доцент

Скобова Н. В.