

Читать  
онлайн  
Read  
online

Харитонов В.И.

## Эффективность индивидуальных средств защиты из металлизированных материалов при воздействии экстремальных уровней инфракрасного излучения

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, 390026, Рязань, Россия

**Введение.** Характер формирования теплового состояния работающих при воздействии экстремальных уровней нагревающего микроклимата при многофакторном воздействии на фоне тяжёлого физического труда обуславливает необходимость разработки и экспериментальной оценки мер профилактики для предупреждения хронического перегрева и обязательность применения работающими современных эффективных средств индивидуальной защиты от инфракрасного излучения.

**Цель исследования** – оценка эффективности индивидуальных средств защиты из металлизированных материалов для профилактики хронического перегрева от экстремальных уровней инфракрасного излучения при многофакторном воздействии на фоне тяжёлого физического труда.

**Материалы и методы.** Для оценки возможности использования в условиях современного кузнечно-прессового производства средств индивидуальной защиты исследованы комплекты защитной одежды, изготовленные из материала ОКСА-440 (хлопково-асбестовая подкладка и металлизированный слой с алюминиевой поверхностью). При изготовлении опытных образцов спецодежды учитывали топографию и предполагаемую площадь облучаемого участка поверхности тела, а также влаго- и воздухопроницаемость металлизированных материалов. Оценка эффективности средств индивидуальной защиты выполнена с учётом показателей теплового состояния рабочих основных профессий, использовавших попеременно два комплекта защитной одежды. Исследования выполняли в холодный и тёплый периоды года. Тепловое состояние организма изучено в соответствии с методическими указаниями МУК 4.3.1895–04 и положениями стандарта ГОСТ Р ИСО 9886–2008. Проведён анкетный опрос кузнецов и штамповщиков для субъективной оценки удобства использования, конструкции и защитных свойств спецодежды из металлизированного материала.

**Результаты.** Основные источники теплового излучения в изученном производстве – раскалённые до температуры более 1200 °С металлическиековки различной длины и разнообразной конфигурации профиля, что в значительной степени определяет степень интенсивности излучения потока лучистой энергии на рабочих местах кузнецов и нагревательщиков. Сформированное тепловое состояние лиц этих профессиональных групп во время выполнения основных рабочих операций в течение первой половины смены при использовании стандартной хлопчатобумажной спецодежды в холодный и тёплый периоды года оценено как предельно допустимое, требующее ограничения времени работы – не более одного часа за смену. Использование спецодежды из металлизированных материалов в холодный период года способствовало незначительному улучшению теплового состояния и позволило увеличить время пребывания на рабочем месте до двух часов. При использовании в тёплый период года аналогичного защитного костюма, характеризующегося влаго- и воздухопроницаемыми свойствами и закрывающего большую площадь поверхности тела, улучшения теплового состояния рабочих не наблюдалось. По данным анкетного опроса выявлены хорошие отражающие и механозащитные свойства испытанного материала. Пожелания и предложения рабочих по направлению совершенствования конструкции спецодежды дают основание для разработки новых образцов специальной защитной одежды из данного металлизированного материала.

**Ограничения исследования.** Выбранный метод исследования определяет ограничение его использования применительно к конкретному производству, характеризующемуся многофакторностью производственной среды вследствие специфики технологических процессов, экстремальными уровнями инфракрасного излучения и тяжёлым физическим трудом работающих.

**Заключение.** Исследования подтвердили хорошие отражающие и механозащитные свойства новых металлизированных материалов. Анкетирование позволило обобщить высказанные рабочими пожелания и предложения по совершенствованию конструкции комплектов спецодежды, которые необходимо учесть при создании новых конструктивных образцов специальной защитной одежды для использования в условиях воздействия экстремальных уровней производственного инфракрасного излучения. Полученные результаты объективизируют предмет дальнейшего исследования – разработку и оценку эффективности новых конструктивных образцов специальной защитной одежды из металлизированных материалов.

**Ключевые слова:** нагревающий микроклимат; экстремальные уровни инфракрасного излучения; тепловое состояние организма; защитный костюм из металлизированного материала; анкетный опрос

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование проведено в соответствии с этическими и правовыми стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki), получено добровольное информированное согласие всех обследуемых.

**Согласие пациентов.** Каждый участник исследования (или его законный представитель) дал информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании и публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме в журнале «Гигиена и санитария».

**Для цитирования:** Харитонов В.И. Эффективность индивидуальных средств защиты из металлизированных материалов при воздействии экстремальных уровней инфракрасного излучения. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(4): 333–338. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-4-333-338> <https://elibrary.ru/xpmtuo>

**Для корреспонденции:** Харитонов Валерий Иосифович, доктор мед. наук, профессор кафедры профильных гигиенических дисциплин с курсом гигиены, эпидемиологии и организации госсанэпидслужбы ФДПО, ФГБОУ ВО РязГМУ, 390026, Рязань. E-mail: v.i.haritonov@bk.ru

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 09.12.2022 / Принята к печати: 24.03.2023 / Опубликовано: 29.05.2023

Valery I. Kharitonov

# The effectiveness of personal protective equipment made of metallized materials when exposed to extreme levels of infrared radiation

Ryazan State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, Ryazan, 390026, Russian Federation

**Introduction.** The results of the study of the nature of the formation of the thermal state in workers under the influence of extreme levels of the heating microclimate with multifactorial exposure against the background of heavy physical labour, justify the need to develop and experimentally evaluate a set of preventive measures. Such measures need to prevent chronic overheating, with the mandatory use by workers of modern effective personal protective equipment from infrared radiation.

**The purpose of the study** – the study of the effectiveness of personal protective equipment made of metallized materials in real production conditions, for the prevention of chronic overheating from exposure to extreme levels of infrared radiation with multifactorial exposure against the background of heavy physical labour.

**Materials and methods.** To assess the possibility of using personal protective equipment in the conditions of modern forging and pressing production, there were taken protective clothing sets made of the material OXA-440, consisting of a cotton-asbestos lining and a metallized material with an aluminum surface. In the manufacture of prototypes of workwear, the topography and the estimated area of the irradiated area of the body surface, and the moisture and air tightness of metallized materials, were taken into account. The effectiveness of personal protective equipment was evaluated with taking into account the indicators of the thermal state of the workers of the main occupations who used two sets of the specified protective clothing alternately. The thermal state of the body was studied in accordance with the guidelines of the MUK 4.3.1895-04 and the provisions of the standard GOST R ISO 9886-2008. Studies on the hygienic assessment of workwear were carried out in the cold and warm periods of the year. A questionnaire survey was conducted to subjectively assess the usability, design and protective properties of workwear made of metallized material.

**Results.** The main sources of thermal radiation in the studied production are incandescent to a temperature of over 1200°C with metal forgings of various lengths and various profile configurations, which largely determine the variability in the degree of radiation intensity of the radiant energy flow at the workplaces of blacksmiths and heaters. The formed thermal state of the workers of the specified occupational groups, dressed in standard cotton workwear, during the performance of the main work operations during the first half of the working shift in the cold and warm periods of the year, is estimated as the maximum permissible, requiring a limit of working time – no more than one hour per working shift. The use of workwear made of metallized materials in the cold period of the year led to a slight improvement in the thermal condition, which allowed to prolong the time spent at the workplace to 2 hours. When using the original design of a protective suit made of a metallized material characterized by moisture – and air-tight properties and covering a large area of the body surface during the warm period of the year, no improvement in the thermal condition of the workers was observed. According to the questionnaire survey, good reflective and mechanical properties of the test material were revealed. The expressed wishes and suggestions of the workers in the areas of improving the design of workwear suggest the development of new design samples of special protective clothing made of this metallized material, taking into account these comments.

**Limitations.** The chosen research method determines the limitation on the possibility of its use in relation to a specific production, characterized by the multifactorial nature of the production environment against the background of heavy physical labour and extreme levels of infrared radiation determined by the specifics of the technological process.

The obtained research results objectify the subject of further research – the development and evaluation of the effectiveness of new design samples of special protective clothing made of metallized materials.

**Conclusion.** The results of the conducted studies have shown good reflective and mechanical properties of the new metallized materials. During the questionnaire survey, the workers expressed their wishes and suggestions for improving the design of workwear sets, which must be taken into account when creating new design samples of special protective clothing, for their subsequent use as the main means of protection when working under conditions of exposure to extreme levels of industrial infrared radiation.

**Keywords:** heating microclimate; extreme levels of infrared radiation; thermal state of the body; protective suit made of metallized material; questionnaire survey

**Compliance with ethical standards.** The study was conducted in accordance with ethical and legal standards set out in the Helsinki Declaration of the World Medical Association (World Medical Association Declaration of Helsinki), voluntary informed consent of all subjects was obtained.

**Patient consent.** Each participant of the study (or his legal representative) gave informed voluntary written consent to participate in the study and publish personal medical information in an impersonal form in the journal "Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)".

**For citation:** Kharitonov V.I. The effectiveness of personal protective equipment made of metallized materials when exposed to extreme levels of infrared radiation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(4): 333-338. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-4-333-338> <https://elibrary.ru/xptmuo> (In Russ.)

**For correspondence:** Valery I. Kharitonov, MD, PhD, DSci., Professor of the Department of Specialized Hygienic Disciplines with the course of Hygiene, Epidemiology and organization of the State Sanitary and Epidemiological Service of the Federal Medical Service, Ryazan State Medical University, Ryazan, 390026, Russian Federation. E-mail: v.i.kharitonov@bk.ru

**Information about the author:** Kharitonov V.I., <https://orcid.org/0000-0002-7098-6130>

**Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: December 9, 2022 / Accepted: March 24, 2023 / Published: May 29, 2023

## Введение

В производственных условиях одним из основных источников интенсивного инфракрасного излучения, вызывающего перегрев организма, являются раскалённые металлургические поковки. Формирование теплового состояния работающих в условиях нагревающей среды зависит от параметров инфракрасного излучения, площади облучаемой поверхности организма, длительности воздействия и угла падения лучей и, как правило, происходит на фоне действия разнообразных вредных и опасных факторов производственной среды [1]. Это затрудняет оценку физиологических изменений, происходящих в организме при сочетанном воздействии факторов среды, и гигиеническую оценку условий труда. Факторное воздействие при ведущей роли экстремальных уровней инфракрасного излучения обуславливает соответствующую интегральную нагрузку на организм и необходимость эффективной защиты работающих [2]. Для снижения воздействия в соответствии с действующими нормативно-техническими документами предлагается использовать различные организационные, технологические и технические способы, позволяющие снизить интенсивность излучения, экранировать источник или рабочие места, организовать воздушное душирование. Профилактика перегрева организма работающих в условиях воздействия нагревающего микроклимата при невозможности достижения допустимых значений интенсивности теплового облучения техническими способами и средствами предусматривает наряду с другими мероприятиями поиск современных эффективных защитных материалов с последующей разработкой и внедрением индивидуальных защитных комплектов одежды из них. При этом обязательным является учёт организационно-технологических особенностей производства. В условиях производства наиболее реально с точки зрения эффективности применение средств индивидуальной защиты из новых современных материалов, к которым предъявляются дополнительные требования, в том числе наличие высоких отражающих свойств и должного термического сопротивления. Этим требованиям в большей степени отвечают металлизированные материалы.

*Цель исследования* — изучение в условиях реального производства эффективности индивидуальных средств защиты из металлизированных материалов для профилактики хронического перегрева от воздействия экстремальных уровней инфракрасного излучения на фоне тяжёлого физического труда.

## Материалы и методы

Для оценки возможности использования в условиях современного кузнечно-прессового производства при выработанном термическом воздействии на человека средств индивидуальной защиты из современных материалов, обладающих высокими отражающим свойством в отношении действующего инфракрасного излучения, были взяты комплекты защитной одежды, предоставленные фирмой «Сейфматик» (Финляндия). Данные образцы спецодежды изготовлены из материала ОКСА-440, состоящего из хлопково-асбестовой подкладки и металлизированного слоя с алюминиевой поверхностью. Предполагалось, что разработанные для обеспечения максимальной безопасности средства индивидуальной защиты при их использовании в экстремальных условиях труда будут способны выдерживать действие высокой температуры в соответствии с требованиями правил техники безопасности и положениями международных стандартов, предотвращать перегревание организма работающих и формирование хронического перегрева. Исследования по гигиенической оценке новых видов спецодежды выполнены в холодный и тёплый периоды года. При изготовлении спецодежды учитывались топография и предполагаемая площадь облучаемого участка поверхности тела, а также такие характеристики металлизированных ма-

териалов, как влаго- и воздухопроницаемость. Оценка эффективности новых средств индивидуальной защиты (СИЗ) организма от теплового облучения проводили с учётом полученных в производственном эксперименте показателей теплового состояния рабочих основных профессий — кузнецов-штамповщиков и нагревальщиков, использовавших попеременно комплекты указанной защитной одежды. Исследование возможности применения в условиях кузнечно-прессового производства средств индивидуальной защиты из новых материалов с отражающими свойствами в отношении инфракрасного излучения проводили в холодный и тёплый периоды года. Были изучены два комплекта защитной одежды, изготовленные из металлизированного материала с алюминиевой поверхностью. Оценка выполняли с учётом данных о тепловом состоянии рабочих основных профессий кузнечно-прессового производства, использовавших комплекты указанной защитной одежды. Тепловое состояние организма изучено в соответствии с методическими указаниями МУК 4.3.1895–04 и положениями стандарта ГОСТ Р ИСО 9886–2008. В процессе исследования изменяли конструкцию элементов защитного комплекта, что приводило к некоторому улучшению теплового состояния работающих и допускало увеличение времени пребывания на рабочем месте при выполнении технологических операций с учётом сформировавшегося термического напряжения организма. Для получения субъективной оценки конструкции костюмов и защитных свойств нового материала, из которого они изготовлены, проведён анкетный опрос работающих.

*Соблюдение этических стандартов.* Исследование проведено в соответствии с этическими и правовыми стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki), получено добровольное информированное согласие всех обследуемых.

## Результаты

Наличие на рабочих местах ИК-облучения высокой интенсивности, достигавшей  $1470 \text{ Вт/м}^2$  (при нормативном значении  $140 \text{ Вт/м}^2$ ), вызывало значительное ухудшение теплового состояния кузнецов-штамповщиков и нагревальщиков в первый час рабочей смены и могло быть улучшено за счёт уменьшения внешних теплоступлений. Одним из способов улучшения теплового состояния работающих в таких условиях является снижение действующей интенсивности ИК-облучения за счёт применения комплекта защитной одежды из современных материалов с высокими отражающими свойствами.

В табл. 1 показано, что у нагревальщиков, работавших в металлизированном фартуке и бахилах, наблюдалась несколько более низкая температура кожи в области груди (в среднем на  $1,0^\circ\text{C}$ ), но в целом тепловое состояние организма не улучшалось, а в области голени даже наблюдалось увеличение температуры кожи на  $0,42^\circ\text{C}$ . Некоторое ухудшение теплового состояния можно объяснить уменьшением теплопотерь вследствие нарушения теплообмена организма с окружающей средой за счёт конвекции и испарения пота в результате использования влаго- и воздухопроницаемого материала.

У кузнецов, работавших в металлизированной куртке (табл. 2), тепловое состояние организма несколько улучшилось, о чём говорит снижение показателей средневзвешенной температуры кожи (СВТК) на  $0,45^\circ\text{C}$ , температуры кожи груди на  $0,65^\circ\text{C}$  и частоты сердечных сокращений (ЧСС) на 15 ударов в минуту (рис. 1).

Даже при некотором улучшении теплового состояния кузнецов, одетых в металлизированную куртку, оно являлось предельно допустимым, требующим регламентации по продолжительности термического воздействия. В целом время пребывания в данном состоянии термического напряжения может быть несколько увеличено — до двух часов в течение рабочей смены.

Таблица 1 / Table 1

Тепловое состояние нагревальщиков, одетых в металлизированные фартук и бахилы, во время выполнения рабочих операций в холодный период года ( $x \pm S_n \pm S_n / \sqrt{n}$ )

Thermal condition of heaters wearing metallized aprons and shoe covers during the performance of work operations in the cold season ( $x \pm S_n \pm S_n / \sqrt{n}$ )

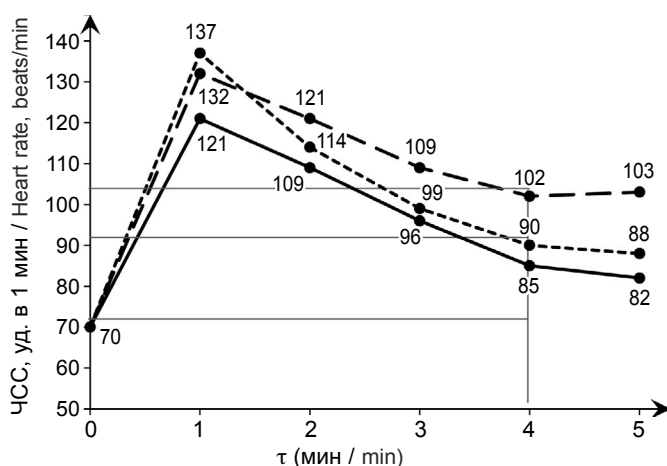
Показатель Index	Температура тела подмышечная (Тм), °C Body temperature axillary (Tm), °C	Температура кожи, °C / Skin temperature, °C						СВТК (Тск), °C Skin Temperature weighted average (STWA), Tsk °C	ЧСС, уд. в 1 мин Heart rate, beats/min
		лоб forehead	грудь breast	спина back	кисть hand	голень shin	стопа foot		
Mean (x) среднее арифметическое выборки	36.50	28.87	32.25	31.27	31.01	30.30	29.40	30.89	113.4
$S_n$ (x) величина среднеквадратического отклонения Standard deviation	0.35	2.76	1.82	1.28	2.28	1.85	3.19	1.53	25.84
$S_n / \sqrt{n}$ стандартная ошибка среднего Mean error	0.14	0.98	0.64	0.52	0.81	0.66	1.20	0.54	11.56

Таблица 2 / Table 2

Тепловое состояние кузнецов, одетых в металлизированную куртку, во время выполнения рабочих операций в холодный период года ( $x \pm S_n \pm S_n / \sqrt{n}$ )

Thermal condition of blacksmiths dressed in metallized jacket, during work operations in the cold season ( $x \pm S_n \pm S_n / \sqrt{n}$ )

Показатель Index	Температура тела подмышечная (Тм), °C Body temperature axillary (Tm), °C	Температура кожи, °C / Skin temperature, °C						СВТК (Тск), °C STWA, Tsk °C	ЧСС, уд. в 1 мин Heart rate, beats/min
		лоб forehead	грудь breast	спина back	кисть hand	голень shin	стопа foot		
Mean (x) среднее арифметическое выборки	36.97	28.81	32.03	30.70	30.67	31.10	30.66	30.96	107.7
$S_n$ (x) величина среднеквадратического отклонения Standard deviation	0.21	2.77	1.04	1.67	1.75	1.72	3.23	1.33	15.70
$S_n / \sqrt{n}$ стандартная ошибка среднего Mean error	0.12	1.04	0.39	0.63	0.66	0.65	1.22	0.50	9.60



- Кузнец, одетый в металлизированную куртку  
A blacksmith wearing a metallic jacket
- - - ● - - - Кузнец, одетый в хлопчатобумажную спецодежду  
A blacksmith dressed in cotton overalls
- ● - - Нагревальщик, одетый в хлопчатобумажную спецодежду  
A heater dressed in cotton overalls

Сравнительная динамика восстановления частоты сердечных сокращений (ЧСС) у кузнеца, одетого в металлизированную куртку, и кузнеца и нагревальщика, одетых в хлопчатобумажную спецодежду.

Comparative dynamics of recovery of heart rate (HR) in a blacksmith dressed in a metallized jacket, a blacksmith and a heater dressed in cotton overalls.

В табл. 3 приведены показатели теплового состояния нагревальщиков, работающих в спецодежде с различной комбинацией основных её элементов. При этом с учётом результатов исследований в холодный период года и предложений от самих работающих была изменена конструкция фартука – убраны рукава и воротник. Представленные в табл. 3 данные показывают, что использование рабочими полного комплекта защитной одежды первоначальной конструкции приводило к увеличению напряжения реакции терморегуляции и ухудшению функционального состояния организма нагревальщиков, чего не наблюдалось при использовании стандартной хлопчатобумажной одежды. Влаго- и воздухопроницаемый материал препятствовал испарению пота с поверхности тела, что приводило к увеличению значений кожно-температурной топографии, возрастанию влагопотерь на всей поверхности тела. Отмечалось профузное потоотделение и сохранялся высокий уровень частоты сердечных сокращений. При изменении конструкции защитного фартука отмечено некоторое улучшение теплового состояния организма нагревальщиков за счёт увеличения теплоотдачи конвекцией и испарением, понижение температуры кожи и температуры тела. О снижении тепловой нагрузки на сердечно-сосудистую систему свидетельствовало уменьшение влагопотерь и снижение частоты сердечных сокращений.

Тепловое состояние кузнецов при работе в металлизированной куртке (табл. 4) ухудшалось по сравнению с тепловым состоянием при работе в стандартной хлопчатобумажной спецодежде: увеличивались значения практически всех показателей температурного режима организма, что свидетельствует о более выраженном напряжении реакций термо-

Таблица 3 / Table 3

**Показатели теплового состояния нагревательщиков при выполнении основных рабочих операций в различных вариантах спецодежды ( $x \pm S_n \pm S_n / \sqrt{n}$ )**Indicators of the thermal condition in heaters when performing basic work operations in various versions of workwear ( $x \pm S_n \pm S_n / \sqrt{n}$ )

Комбинация спецодежды Combination of workwear	Показатель Index	Показатели теплового состояния / Indicators of thermal states										
		температура кожи, °C / Skin temperature, °C							СВТК (Тск), °C STWA, Tsk °C	температура тела, °C body temperature, °C	ЧСС, уд. в 1 мин Heart rate, beats/min	Влагопотери, ΔP г/ч Moisture losses, ΔP g/h
		лоб forehead	грудь breast	спина back	живот abdomen	кисть hand	голень shin	стопа foot				
Фартук исходной конструкции и бахилы Apron of the original design and shoe covers	Mean (x)	33.20	34.50	32.50	33.50	33.50	33.50	33.60	33.39	37.20	120	490
	$S_n (x)$	0.35	0.42	0.22	0.34	0.51	0.33	0.24	0.44	0.12	5.0	62.0
Фартук без рукавов и воротника Apron without sleeves and collar	Mean (x)	31.65	34.15	31.05	32.00	33.40	33.40	32.50	32.90	36.90	109	350
	$S_n (x)$	0.28	0.34	0.32	0.41	0.62	0.27	0.19	0.29	0.10	4.2	74.0
Хлопчатобумажная спецодежда Cotton workwear	Mean (x)	30.52	33.40	32.22	31.80	32.48	33.52	33.36	32.90	36.80	119	573
	$S_n (x)$	0.47	0.47	0.27	0.86	0.59	0.38	0.30	0.16	0.09	10.4	87.0

Таблица 4 / Table 4

**Тепловое состояние кузнецов, одетых в металлизированную куртку, во время выполнения основных рабочих операций в тёплый период года ( $x \pm S_n \pm S_n / \sqrt{n}$ )**Thermal condition of blacksmiths wearing a metallized jacket during the performance of basic work operations in the warm season ( $x \pm S_n \pm S_n / \sqrt{n}$ )

Показатель Index	Показатели теплового состояния / Indicators of thermal states										
	температура кожи, °C / Skin temperature, °C							СВТК (Тск), °C STWA, Tsk °C	температура тела, °C body temperature, °C	ЧСС, уд. в 1 мин Heart rate, beats/min	Влагопотери, ΔP г/ч Moisture losses, ΔP g/h
	лоб forehead	грудь breast	спина back	живот abdomen	кисть hand	голень shin	стопа foot				
Mean (x) среднее арифметическое выборки	31.50	34.00	33.25	34.00	32.75	34.10	34.75	33.69	106.0	825.0	37.0
$S_n (x)$ величина среднеквадратического отклонения Standard deviation	0.70	0.61	1.77	0.00	1.06	0.14	0.35	0.81	2.83	247.0	0.41
$S_n / \sqrt{n}$ стандартная ошибка среднего Mean error	0.50	0.27	1.25	0.00	0.53	0.10	0.25	0.58	2.00	175.0	0.24

регуляции. По нашему мнению, это связано с затруднением теплоотдачи конвенцией и испарения с поверхности тела, так как куртка изготовлена из влаго- и воздухонепроницаемого материала.

Результаты анкетного опроса показали, что рабочие положительно оценивают защитные свойства материала ОКСА, из которого изготовлены опытные образцы защитных костюмов. В частности, респонденты отмечали, что одежда хорошо защищает от разлетающихся с большой скоростью кусков окалины при ударе молота. Замечания в анкете касались в основном конструкции костюмов. Так, рабочие отмечали, что одежда стесняет движения, ограничивает их в плечевом поясе, и это связано с недостаточной шириной проймы у куртки и фартука. Также, по мнению респондентов, конструкция одежды из-за большой площади закрытых поверхностей препятствует испарению пота с поверхности тела. По этой же причине рабочие отказывались от использования полукombineзонов и предпочитали работать в своих хлопчатобумажных брюках.

Вопросы анкеты, направленные на изучение характеристик рукавиц с металлизированным покрытием, показали высокую оценку защитных свойств материала, данную респондентами. Однако отмечен дискомфорт, возникающий из-за быстрого намокания от пота хлопчатобумажной прокладки рукавиц.

**Обсуждение**

Исследования показали, что при выполнении рабочих операций в куртке из металлизированного материала тепловое состояние нагревательщиков в целом не улучшилось, а у кузнецов отмечено незначительное улучшение теплового состояния, оставшееся в пределах допустимых значений, что требовало регламентации термического воздействия. Важно, что тепловое состояние кузнецов, работавших в металлизированной куртке, ухудшилось по сравнению с тепловым состоянием во время работы в стандартной хлопчатобумажной спецодежде. Это в значительной степени объясняется влаго- и воздухонепроницаемыми свойствами нового материала и конструктивными особенностями новых защитных костюмов. При использовании различных комбинаций составляющих элементов спецодежды установлено, что работа в полном комплекте первоначальной конструкции усиливает термическое напряжение функционального состояния нагревательщиков. При изменении конструкции защитного фартука отмечено некоторое улучшение теплового состояния за счёт увеличения теплоотдачи, что позволяет увеличить производительное время пребывания на рабочем месте. Результаты анкетного опроса подтвердили хорошие защитные свойства опытных образцов костюмов и выявили замечания и предложения касательно изменения их конструкции.

Выбранный метод исследования определяет ограничение по возможности его использования применительно к конкретному производству, характеризующемуся многофакторностью производственной среды на фоне тяжёлого физического труда и экстремальных уровней инфракрасного излучения, определяемых спецификой технологического процесса. Полученные результаты исследования объективизируют предмет дальнейшего исследования – оценку эффективности новых конструктивных образцов специальной защитной одежды из металлизированных материалов.

Автором не обнаружено в открытом доступе публикаций по данному направлению экспериментальных исследований, что объективизирует теоретико-практическую значимость изучения термического воздействия на человека инфракрасного излучения при выполнении тяжёлого физического труда на фоне интенсивного многофакторного воздействия и определяет необходимость профилактических мероприятий.

## Заключение

Результаты проведённых исследований по оценке комплектов новой спецодежды для защиты организма от интенсивного теплового облучения показали, что при использовании рабочими спецодежды из металлизированных материалов в холодный период года происходило некоторое

улучшение теплового состояния. Несмотря на то что показатели оставались на предельно допустимом уровне, время пребывания на рабочем месте при выполнении производственных технологических операций могло быть увеличено до двух часов при соблюдении соответствующих требований по нормализации теплового состояния. Установлено, что при использовании в тёплый период года защитного костюма, изготовленного из влаго- и воздухопроницаемого металлизированного материала и в первоначальной конструкции закрывающего большую площадь поверхности тела, улучшения теплового состояния рабочих не наблюдалось вследствие нарушения теплообмена, последующего напряжения механизмов терморегуляции и перегревания организма. По данным проведённого анкетного опроса выявлены хорошие отражающие и механозащитные свойства испытуемого материала.

Результаты исследований, подтвердившие хорошие защитные свойства материала ОКСА-440, полученные при анкетировании пожелания и предложения рабочих по усовершенствованию конструкции комплектов спецодежды показывают целесообразность разработки новых конструктивных образцов специальной защитной одежды из металлизированного материала для последующего использования в качестве основных средств защиты при работе в условиях воздействия производственного инфракрасного излучения экстремальных уровней.

## Литература

1. Харитонов В.И. Оценка профессионального риска здоровью при многофакторном интенсивном воздействии. *Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова*. 2017; 25(4): 575–85. <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ20174575-585> <https://www.elibrary.ru/xhbtbz>
2. Афанасьева Р.Ф., Суворов В.Г. Интегральная оценка комплекса факторов, обуславливающих термическую нагрузку на работающих. *Медицина труда и промышленная экология*. 2002; (8): 9–15. <https://www.elibrary.ru/mpmexn>

## References

1. Kharitonov V.I. Occupational health risk assessment under multi-factor intensive exposure. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik im. akad. I.P. Pavlova*. 2017; 25(4): 575–85. <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ20174575-585> EDN: <https://www.elibrary.ru/xhbtbz> (in Russian)
2. Afanas'eva R.F., Suvorov V.G. Integral evaluation concerning complex of factors that cause thermal load on workers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2002; (8): 9–15. <https://www.elibrary.ru/mpmexn> (in Russian)