

М.Т. Мынбаев<sup>1</sup>, Г.Т. Мерзадинова<sup>2</sup>,  
Ж.Б. Байжанова<sup>2</sup>, Б.Т. Нурмухамбетова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казахский университет технологии и бизнеса, Нур-Султан, Казахстан

<sup>2</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан  
(E-mail: [ruhaniat@mail.ru](mailto:ruhaniat@mail.ru), [gera.62@mail.ru](mailto:gera.62@mail.ru), [zhazira79@list.ru](mailto:zhazira79@list.ru), [botahan\\_nur@mail.ru](mailto:botahan_nur@mail.ru))

## Проектирование устройства для оценки термостойкости текстильных материалов с использованием принципов дизайн-мышления

**Аннотация.** Безопасные условия труда рабочих металлургической промышленности во многом определяются обеспеченностью их спецодеждой и индивидуальными предохранительными приспособлениями, обладающими необходимыми защитными свойствами от вредного воздействия агрессивных факторов производственной среды и неблагоприятных климатических условий. Разработаны требования к критериям оценки термо-огнезащитных свойств материалов. Выявлено, что в перечень показателей, необходимых для оценки и нормирования термо-огнезащитных свойств текстильных и кожевенных материалов входят: группы горючести, воспламеняемость, устойчивость к воздействию теплового потока, теплозащитная эффективность при воздействии открытого пламени, индекс распространения пламени. Критерии комплексной оценки термо-огнезащитных свойств материалов одежды, применяемые в лабораторных методах испытаний крайне необходимы при сравнительной оценке огне- и теплозащитных свойств. Кроме того, результаты испытаний дают первичную информацию о реакции материала на воздействие поражающих факторов. Поэтому задача проектирования спецодежды для работников металлургической промышленности с использованием основных принципов дизайн-мышления является актуальной.

**Ключевые слова:** дизайн, устройства, прибор, текстильный материал, спецодежда.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2020-133-4-36-44>

Дизайн является одной из форм творческой, художественно-технической деятельности по созданию элементов предметной среды (ЭПС). Но под дизайном следует понимать не только внешний вид продукта, но и то, как этот продукт работает, как предоставляется услуга, каково взаимодействие клиентов с ними. В этом как раз и поможет дизайн-мышление - методика создания инновационных решений. Его можно применять при решении любых возникших проблем: от создания новых продуктов и услуг до планирования своего отпуска или воспитания детей. Дизайн-мышление - это способ решения задач, ориентированных в первую очередь на интересы пользователя.

Вся концепция дизайн-мышления основана на шести взаимосвязанных этапах:

1. «Понимание» («Эмпатия») – понимание текущих сложностей и их контекста;
2. «Фокус» – фокусировка на конкретной проблеме;
3. Генерации «Идей» - разработка идей;
4. Выбор «Идей» - из множества идей выбрать несколько идей;
5. «Прототип» – создание опытного образца;
5. «Тест» – тестирование полученного решения [1].

На этапе Эмпатии нами были проведены исследования по сбору информации, анализу и классификации существующих и возможных методов оценки термостойкости текстильных материалов. Ключевой элемент Эмпатии – это наблюдение и глубокое понимание проблемы.

Понимание – это этап сбора первичной информации, которую после этого еще необходимо правильно обработать, классифицировать и использовать для понимания фокуса проблем. В Казахстане, СНГ и за рубежом действующих методов по оценке устойчивости текстильных материалов к высокотемпературным воздействиям мало. Наибольшее распространение получили методы оценки огнестойкости и прогреваемости материалов. Исследования проводятся на приборах, различных по конструктивному исполнению, форме и расположению прожигающего устройства, характеру пропитания испытываемого образца. Существующие приборы по способу осуществления прогорания образца могут быть разделены на приборы и методы для определения прогреваемости, огнестойкости и устойчивости к высокотемпературному воздействию. Приборы 1 группы более совершенны в конструктивном отношении и в большей степени моделируют практические условия эксплуатации материалов. Приборы 2 группы являются менее совершенными, но, как правило, более простыми и распространенными. При испытаниях материалов на этих приборах разрушение образца происходит вследствие воздействия открытого пламени с постоянной температурой в течение определенного времени. Приборы 3 группы, несмотря на большую сложность в конструктивном отношении, максимально приближают условия испытания образца к характеру воздействия интенсивного тепла в условиях реального производства [2-3].

Следующим этапом после детального изучения сути вопроса и сбора первичной информации является этап фокусировки - это этап понимания фокуса проблем, необходимость четкого видения трудностей. Смысл фокусировки - сформулировать вопрос для решения.

В данном случае необходимо сосредоточить усилия или сфокусировать усилия на решении проблемы разработки прибора с повышенной точностью определения устойчивости материалов к воздействию расплавленного металла. В результате повышения точности определения устойчивости материалов, идущих на изготовление спецодежды для рабочих горячих цехов, возрастет надежность индивидуальной защиты, снизится процент травматизма, повысится безопасность труда, т.е. будет достигнут значительный социально-экономический эффект.

Следующим этапом дизайн-мышления является этап генерации идей в виде мозгового штурма с выдвижением всех мыслимых и немыслимых решений выбранной проблемы. Задача третьего этапа – сгенерировать как можно большее количество разнообразных идей для решения сфокусированной проблемы из предыдущего шага. Использование метода мозгового штурма позволило собрать большое количество разнообразных идей для решения сфокусированной проблемы из предыдущего шага и выбрать из этого многообразия идей наиболее рациональное и инновационное решение. В частности, разработано устройство с максимально приближенными условиями испытаний образцов тканей к реальным условиям эксплуатации спецодежды. Устройство состоит из следующих основных узлов:

1. Узел плавления металла (дуговое устройство);
2. Узел подачи питания в зону дуги;
3. Узел держателя образца;
4. Узел регистрации скорости прогрева образца.

На рис.1 приведена кинематическая схема прибора. Прибор содержит корпус 1, на котором закреплено дуговое устройство 2, представляющее собой два ходовых микровинта 3 для регулировки механизма углодержателя 4 с направляющими 5, два угольных стержня 6 и тугоплавкого держателя 7 с образцом металла 8, снабженным ходовым винтом 9 для введения его в пламя дуги. Дуговое устройство снабжено окном 10 со светозащитными стеклами для наблюдения за плавлением металла. Под дуговым устройством расположен зажим 11 для испытываемого образца материала, который с помощью оси в направляющих 12 закреплен на ходовом винте 13, штатива 14 для регулировки относительного пространственного расположения

образца материала и области плавления металла. Дуговое устройство подключено к источнику тока. Одним из основных элементов в приборе является механизм контроля процесса взаимодействия материала с каплей расплавленного металла. Происходящие при этом нестационарные тепловые процессы обуславливают прогревание материала, что ведет к изменению во времени температуры изнаночной стороны материала. Основной функцией механизма контроля является фиксация изменения температуры в течение времени воздействия расплавленного металла. Для измерения температуры изнаночной стороны материала в приборе применена термопара, спай хромель-капель с большой чувствительностью. Спай термопары, без защитного чехла, расположен в узле держателя образца материала таким образом, что расплавленный металл попадает на исследуемый образец материала, как раз в это место. Таким образом, расплавленный металл попадает на лицевую сторону материала, а термопара находится с изнаночной его стороны под этим местом. Термоэлектрический потенциал от термопары снимает электронный потенциал с записывающим устройством. Учитывая различные условия, при которых происходит воздействие искр и брызг расплавленных металлов на материал был сконструирован узел держателя образца. Он имеет зажим, фиксируемый на платформе с помощью винтов. Зажим представляет собой воронку, нижний внутренний диаметр которой составляет 8 мм. Это обосновывается тем, что в результате практических наблюдений было установлено, что капля расплавленного металла, ударяясь об одежду, разбивается на мелкие частицы и практически не разрушает ткань, причем этот эффект усиливается с увеличением скорости капли. В то же время, если капля попала в зажим, в складке происходит разрушение материала вследствие локального воздействия всей капли. Поэтому воронка выполняет функции удержания металла в одном месте, исключает возможность её скатывания. Описание условия воздействия металла на образец характеризует 1 режим испытаний. Прибор применяется также и к проведению испытаний в менее жестких условиях (II режим). Капля металла не фиксируется, образец ткани устанавливается под различными углами, а процесс воздействия наблюдается исполнителем и характер разрушения определяется визуально.

Исходя из конструкции разработанного устройства, методика оценки термостойкости текстильных материалов заключается в следующем:

1. Подготовить образец ткани к испытанию:

а) образец ткани отбирают по ГОСТ 3810-2012, образцы искусственных кож по ГОСТ 17316-2011;

б) вырезают образец прямоугольной формы со сторонами равными 200x100мм;

в) выдерживают образцы в климатической камере в соответствии с ГОСТ 10681-2005 (для ткани) и ГОСТ 17316-2011 для искусственных кож;

2. Подготовить прибор к действию:

а) заготовить образцы металла (медь, свинец, олово и т.п.);

б) взвесить образцы металла на лабораторных весах;

в) отобрать образцы весом  $400 \pm 200$  м<sup>2</sup>), установить навеску металла на тугоплавкий держатель;

д) установить образец материала на платформу и закрепить зажимы;

е) панелью винта установить расстояние между зоной плавления и материалом;

ж) соединить разъем с сетью питания 220 в.;

з) проверить работу термопары и потенциометра;

3. Регулируя с помощью ходового винта положение угольных электродов, свести их до получения электрической дуги:

а) ввести в зону дуги навеску металла.

4. Включить электронный потенциометр и наблюдать за его работой и состоянием испытываемого образца;

5. При достижении максимальной температуры выключить электронный потенциометр КСП-4, вытащить испытуемый образец и подготовить прибор к следующему испытанию.

Оценка устойчивости текстильных материалов к воздействию брызг расплавленных металлов проводится по времени, через которое изнаночной стороной ткани достигается температура 60°C. Для отработки методики количественной оценки устойчивости материалов к действию искр и брызг расплавленных металлов необходимо определить оптимальные режимы проведения испытаний в зависимости от волокнистого состава тканей и теплофизических свойств воздействующего металла. Были проведены испытания при воздействии 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7 г металла. Использование навесок 0.2 г. не вызывает существенного влияния на изменение температуры изнаночной стороны материала. Из анализа условия труда рабочих металлургического производства выявлено, что количество металла 0,6 г. и 0,7 г. и более не является характерными: чаще всего встречаются случаи воздействия металлов в количестве 0.3 - 0.5 г. Расстояние между источником воздействия и образцом выбрано как наиболее эффективное из реальных условий: 150 - 210 мм и обусловлено топографией износа спецодежды. Детали костюма, расположенные на этом расстоянии, разрушаются за меньший период времени и подвержены большему износу.

После выбора идеи необходимо эту идею воплотить в прототипы. На этапе прототипирования разрабатывается опытный образец устройства для оценки термостойкости текстильных материалов. На фото представлен опытный образец разработанного устройства. Финалом метода дизайн-мышления считается тестирование избранных идей. На данном этапе разработанный опытный образец устройства прошел тестирование на Джекказганском медеплавильном заводе. В процессе тестирования важно было получить обратную связь и внести соответствующие корректировки в конструкцию и технологию изготовления прибора, что и было сделано. На этапе тестирования разработанное устройство получило положительную оценку и было выяснено, что поставленная задача была сформулирована и решена правильно. На разработанное устройство получен Патент РК № 4615 от 20.01.2020 г. на Полезную модель «Устройство для испытания образцов материалов на устойчивость к воздействию расплавленного металла», а на метод получено Авторское свидетельство на изобретение № 1509740.

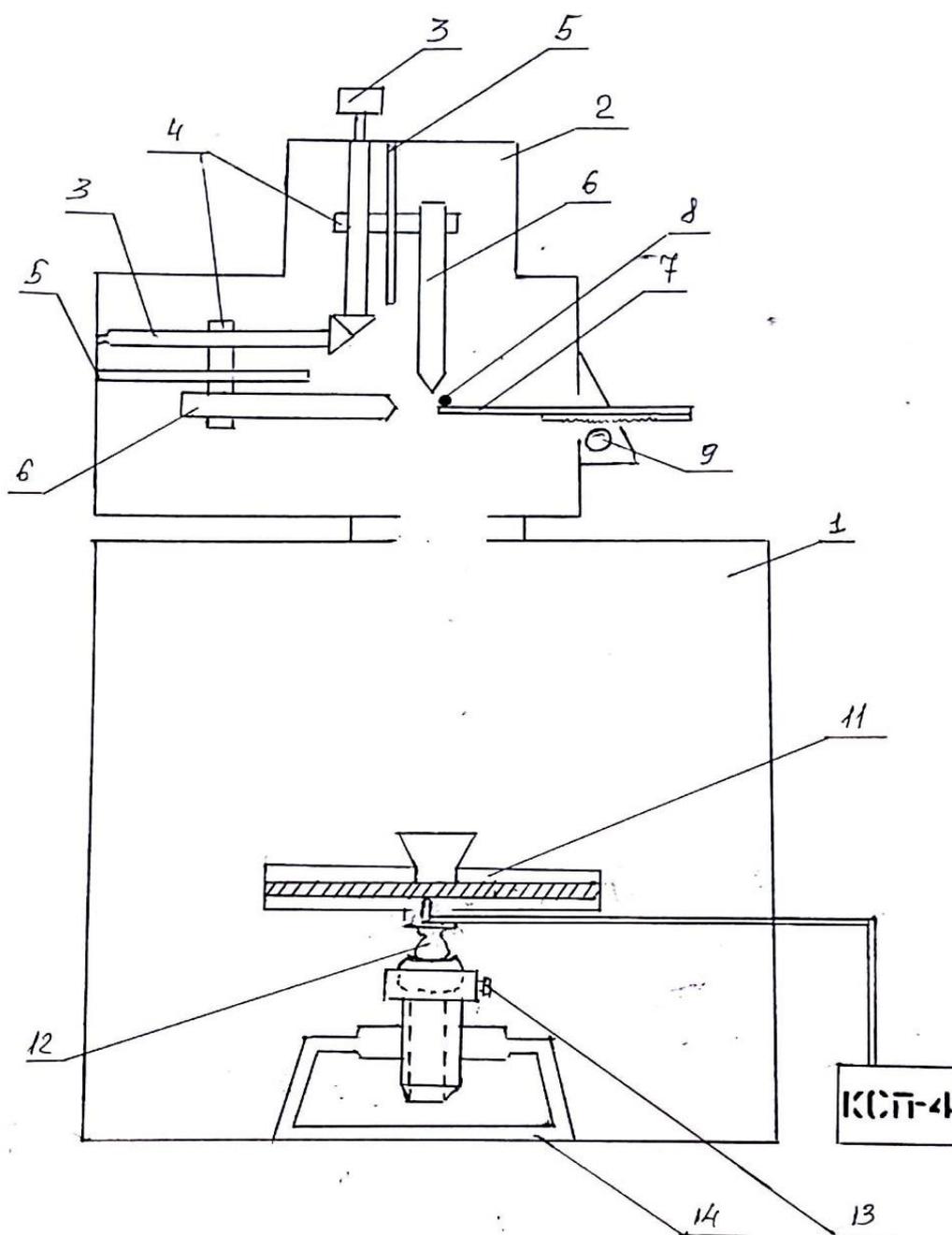


Рисунок 1. Конструкция устройства для оценки термостойкости текстильных материалов

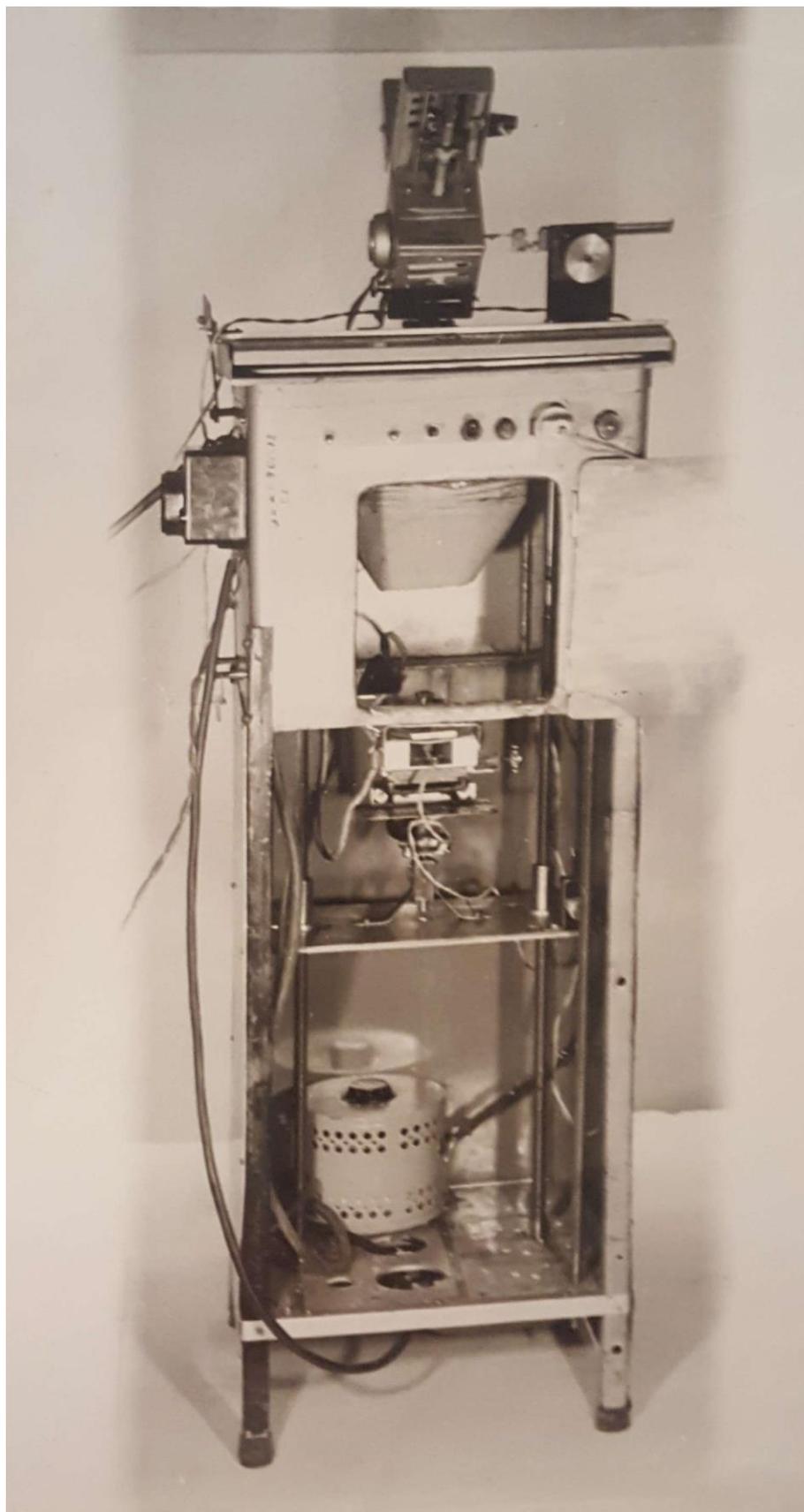


Рисунок 2. Устройство для оценки термостойкости текстильных материалов

### Список литературы

1. Мынбаев М.Т., Умралиева Б.И., Юлдашева Н.А., Абдраманова Ж.М., Бутабекова А.С., Нурмаханова Р.Т. Проектирование спецодежды с учетом принципов дизайн-концепции // Сборник научных трудов международной научно- практической конференции «Членство в ВТО: перспективы научных исследований и международного рынка технологий». –Сингапур: 2017.-С. 127-133.
2. Мынбаев М.Т., Умралиева Б.И., Юлдашева Н.А., Абдраманова Ж.М., Бутабекова А.С., Нурмаханова Р.Т. Разработка автоматизированного испытательного комплекса (АИК) для оценки и прогнозирования термозащитных свойств и его внедрение при производстве материалов спецодежды // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Членство в ВТО: перспективы научных исследований и международного рынка технологий». – Сингапур: 2017.-С. 134-137.
3. Мынбаев М.Т., Умралиева Б.И., Тусупбекова Ш.М., Рахимжанова Г.Б., Ералы Э.А. Исследование влияния различных факторов на продолжительность релаксации материалов при воздействии открытого пламени // Сборник научных трудов международной научно- практической конференции «Членство в ВТО: перспективы научных исследований и международного рынка технологий». –Сингапур: 2017.-С. 138-142.
4. Мынбаев М.Т. Полезная модель «Устройство для испытания образцов материалов на устойчивость к воздействию расплавленного металла» //Патент РК. – 2020. -№ 4615.
5. Мынбаев М.Т. Метод для определения защитной способности текстильных материалов //Патент. – 2018. -№ 1509740

М.Т. Мынбаев<sup>1</sup>, Г.Т. Мерзадинова<sup>2</sup>, Ж.Б. Байжанова<sup>2</sup>, Б.Т. Нурмухамбетова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Қазақ технология және бизнес университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>2</sup> Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

### Дизайн ойлау принциптерін қолдана отырып, тоқыма материалдарының ыстыққа төзімділігін бағалауға арналған құрылғыны жобалау

**Аңдатпа.** Металлургия өнеркәсібі жұмысшыларының қауіпсіз еңбек жағдайлары көбінесе олардың арнайы киімдерімен және жеке қауіпсіздік құралдарымен қамтамасыз етілуімен анықталады, олар өндірістік ортаның агрессивті факторларының және қолайсыз климаттық жағдайлардың зиянды әсерінен қажетті қорғаныс қасиеттеріне ие. Материалдардың термо-оттан қорғау қасиеттерін бағалау критерийлеріне қойылатын талаптар әзірленді. Жану топтары, жанғыштық, жылу ағынының әсеріне төзімділік, ашық жалынның әсерінен жылу қорғау тиімділігі, жалынның таралу индексі атты көрсеткіштер тізімімен тоқыма және былғары материалдарының термо-оттан қорғау қасиеттерін нормалау және бағалау жүрді. Зертханалық сынақ әдістерінде қолданылатын материалдарының термо-оттан қорғау қасиеттерін кешенді бағалау критерийлері от пен жылудан қорғау қасиеттерін салыстырмалы бағалау өте маңызды. Сонымен қатар, сынақ нәтижелері бойынша материалды зақымдайтын факторлардың әсеріне алғашқы ақпарат алуға болады. Сондықтан дизайн ойлаудың негізгі принциптерін қолдана отырып, металлургия саласының қызметкерлері үшін арнайы киімдерін жобалау өзекті болып табылады.

**Түйін сөздер:** дизайн, құрылғылар, құрылғы, тоқыма материалы, арнайы киім.

**M. T. Mynbayev<sup>1</sup>, G. T. Merzadinova<sup>2</sup>, Zh. B. Baizhanova<sup>2</sup>,  
B. T. Nurmukhambetova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan*

<sup>2</sup> *L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

### **Designing a device for evaluating the heat resistance of textile materials using the principles of design thinking**

**Abstract.** Safe working conditions for workers in the metallurgical industry are largely determined by the provision of their work clothes and individual safety devices that have necessary protective properties against the harmful effects of aggressive factors of the production environment and adverse climatic conditions. The authors have developed requirements for criteria for evaluating the thermal and fire-resistant properties of materials. It is revealed that the list of indicators necessary for evaluating and normalizing the thermo-fire-resistant properties of textile and leather materials includes: groups of Flammability, Flammability, resistance to heat flow, heat protection efficiency when exposed to an open flame, and the flame propagation index. The criteria for a comprehensive assessment of the thermal and fire-resistant properties of clothing materials used in laboratory testing methods are not interchangeable for a comparative assessment of fire and heat protection properties. In addition, the test results provide primary information about the reaction of the material to the impact of damaging factors. Therefore, the task of designing workwear for employees of the metallurgical industry using the basic principles of design thinking is relevant.

**Key words:** design, devices, device, textile material, workwear

### **References**

1. Mynbaev M.T., Omiraliyeva B.I., N. A. Iyldasheva, Abdramanova J. M., Bytabekova A. S., Nurmahanova R. T.. *Dizayn tujyrymdamasynyn prinsipterin eskere otyryp, arнай kiimdi jobalay*[Design of workwear taking into account the principles of the design concept], «DSU musheligi: gylymı zertteyler men halyqaralyq tehnologialar narygynyn bolashagy» Halyqaralyq gylymı - praktikalıyq konferensiasynyn gylymı enbekter jnagy [Proceedings of the international scientific and practical conference «WTO Membership: prospects for scientific research and the international technology market»], Singapur: [Singapore:], 2017. P.127-133.
2. Mynbaev M.T., Omiraliyeva B.I., Iyldasheva N. A, Abdramanova J. M., Bytabekova A. S., Nurmahanova R. T. *Termoqorgay qasietterin bagalay jane boljay ushin avtomattandyrylgan synaq keshenin (AIK) azirley jane ony arнай kiim materialdaryn Ondiry kezinde engizy* [Development of an automated testing complex (AIC) for evaluating and predicting thermal protection properties and its implementation in the production of workwear materials], «DSU - ga mushelik: gylymı zertteyler men halyqaralyq tehnologialar narygynyn bolashagy» Halyqaralyq gylymı-praktikalıyq konferensiasynyn gylymı enbekter jnagy [Proceedings of the international scientific and practical conference «WTO Membership: prospects for scientific research and the international technology market»], Singapur: [Singapore:], 2017. P.134-137.
3. Mynbaev M.T., Omiraliyeva B. I., Tusipbekova Sh. M., Rahymjanova G. B., Eraly E. A. *Ashyq jalynnyn aserinen materialdardyn relaksasiya uzaqtygyna arturli faktorlardyn aserin zerttey* [Investigation of the influence of various factors on the duration of relaxation of materials under the

influence of an open flame], «DSU musheligi: gylymı zertteyler men halyqaralyq tehnologialar narygynyn bolashagy» Halyqaralyq gylymı - praktikalyq konferensiasynyn gylymı enbektter jınagy [Proceedings of the international scientific and practical conference «WTO Membership: prospects for scientific research and the international technology market»], Singapur: [Singapore:], 2017. P.138-142.

4. Мынбаев М.Т. Paidaly model «Balqytylgan metaldyn aserine tozimdilikke materialdardyn ulgilerin synayga arналған qurylgy» [Utility model «Device for testing samples of materials for resistance to molten metal»], Patent: [Patent:], 2020. № 4615.

5. Мынбаев М.Т. Paidaly model «Тоқыма materialdarynyn qorganys qabiletin anyqtay adisi» [Utility model «Step for determining the stock of textile materials»], Patent: [Patent:], 2018. № 1509740

### Сведения об авторах:

*Мынбаев М. Т.* – автор для корреспонденции, генеральный директор Института дизайна и технологии «Сән Әлемі», кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Технология легкой промышленности и дизайна» Казахского университета технологии и бизнеса, Нур-Султан, Казахстан.

*Мерзединова Г. Т.* - доктор технических наук, профессор, проректор по науке и инновациям Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

*Байжанова Ж. Б.* - кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры «Дизайн и инженерная графика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

*Нурмухамбетова Б. Т.* - кандидат технических наук, ассоциированный профессор, заведующий кафедрой «Технология легкой промышленности и дизайна» Казахского университета технологии и бизнеса, Нур-Султан, Казахстан.

*Мынбаев М. Т.* – corresponding author, General Director of the Institute of design and technology «San Alemi», Candidate of Technical Sciences, Professor of Technology of Light Industry and Design Department of the Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Merzadinova G. T.* - Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-rector for Science and Innovation of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Baizhanova Zh. B.* - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Design and Engineering Graphics Department of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Nurmukhambetova B. T.* - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Technology of Light Industry and Design Department of Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan.