

МРНТИ 64.01.92

Е.А. Рубаненко¹ – основной автор, ©
Р.О. Жилисбаева², А.Д. Құрманғали³, Л.К. Шильдебаева⁴



^{1,3}Магистрант, ²Д-р техн. наук, профессор,

⁴Канд. техн. наук, ассоц. профессор

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0001-2326-2885> ²<https://orcid.org/0000-0002-5722-4617>

³<https://orcid.org/0009-0003-5309-1225> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-8655-9707>



^{1,2,3}Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

⁴Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан



¹lizarubanenko@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/PVGD3113>

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО

Аннотация. Пожарные выполняют важную задачу по обеспечению безопасности людей и тушению пожаров. Они оперативно реагируют на чрезвычайные ситуации, ликвидируют возгорания, эвакуируют пострадавших и оказывают первую помощь. Поскольку работа пожарных связана с постоянным риском, очень важно, чтобы их одежда имела высокий уровень защиты. В статье рассматриваются вопросы о необходимости применения инновационных огнезащитных текстильных материалов. Рассматриваются основные вредные производственные факторы, воздействующие на пожарных в процессе выполнения работы. Основными поражающими факторами в работе пожарных являются: воздействие открытого пламени и повышенных температур, воздействия потоков воды, токсичные выбросы. Проведен анализ существующих материалов и пакетов, выявлены их недостатки. Исследованы и разработаны многослойные пакеты материалов для боевой одежды пожарных с целью повышения их физико-механических свойств. В ходе исследования были разработаны и испытаны шесть вариантов многослойных пакетов, включающих современные термостойкие материалы. Был отобран образец пакета материалов с оптимальными физико-механическими характеристиками, рекомендуемый для дальнейшего использования в производстве боевой одежды пожарных.

Ключевые слова: боевая одежда пожарных, опасные вредные производственные факторы, пакет материалов, физико-механические свойства, испытания, оборудование, теплопроводность, водоупорность.



Рубаненко, Е.А. Разработка новых пакетов материалов для боевой одежды пожарного [Текст] / Е.А. Рубаненко, Р.О. Жилисбаева, А.Д. Құрманғали, Л.К. Шильдебаева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2025. – №1(87). – С.436-445. <https://doi.org/10.55956/PVGD3113>

Введение. Боевая одежда пожарного (БОП) – специальная одежда, предназначенная для защиты человека от опасных и вредных факторов окружающей среды, возникающих при тушении пожаров. БОП обеспечивает защиту от высокой температуры, тепловых потоков большой интенсивности

и возможных выбросов пламени, изготавливается из термостойких тканей со специальными пропитками или покрытиями [1].

Пожарная служба относится к видам деятельности, которые постоянно сталкиваются с опасностью. Они спасают миллионы жизней в чрезвычайных обстоятельствах, выполняя свой долг перед населением. При этом пожарные часто подвергаются опасным вредным производственным факторам (ОВПФ), такие как:

- физические (высокие и низкие температуры, подвижные механизмы, пониженная освещенность и др.);
- химические (токсичные, раздражающие, канцерогенные и мутагенные вещества);
- психологические (чрезмерные физические и нервно-психические нагрузки) [2].

Основной защитой от ОВПФ является боевая одежда пожарного которая обеспечивает защиту от экстремальной среды. В основе БОП лежит понятие «Пакет теплоизоляционных материалов». Пакетом теплоизоляционных материалов называют совокупность всех материалов соединенных между собой. Согласно [3,4] пакет материалов состоит из: ткани верха, водоупорного слоя, теплоизоляционной подкладки и подкладки.

Из-за высокого уровня травм в виде ожогов пожарного и несоответствия срока эксплуатации существующей специальной одежды необходимы дополнительные исследования в области текстильных материалов, включая разработку новых технологий для создания теплозащитных текстильных материалов.

Спецодежда для пожарных в РК изготавливается из материалов привезенных зарубежными компаниями из синтетических и дорогостоящих материалов. Однако эта одежда не достаточно эффективна по своим эксплуатационным свойствам и разрушается после 6 месяцев использования, что ставит жизни пожарных под угрозу [5].

В настоящее время огнезащитные материалы представлены в широком ассортименте, начиная от температурной устойчивости (термостойкости) и прочности до стоимостных характеристик и экологичности в использовании. В Казахстане рынок огнезащитных материалов представлен зарубежными производителями: «Klopman» (Италия), «Westex», «Fire-Dex» (США), «Carrington» (Великобритания), «IBENA Textilwerke GmbH» (Германия), «Finlayson Forssa» (Финляндия), «TinCate» (Голландия), «Levitex FR» (Китай), ТД «Чайковский текстиль» (Россия), фирма «Родники-Текстиль», компания «Солтек», ИП «Альфаэнерго», компания «Спецзащита», ЗАО «Элиот», ООО «Тосно-Текс», ЗАО «АСО» и другие [5,6].

Условия и методы исследования. Проведено исследование по определению оптимального состава пакетов материалов для боевой одежды пожарных с целью защиты от ОВПФ и повышения физико-механических свойств пакетов материалов для работников пожарной службы. Проведены физико-механические испытания материалов (исследования проводились для каждого слоя костюма, а также для разработанных многослойных пакетов). Разработаны семь вариантов многослойных пакетов БОП.

Пакет материалов первого испытательного образца «Fabric TDZ-240» «PTFE пленка» (арт. Spf70z), Шерсть 0,5 (арт. 77-ИНМ-016), «ARAMID 1313» (арт. 77-НПМ-054), «Flame Retardant» (арт. 10005a-M).

Пакет материалов второго испытательного образца «PTFE moisture barrier» (арт. SL51905249), Арамид нетканый 100% (арт. E007831), «Flame Retardant» (арт. 10005a-M).

Пакет материалов третьего испытательного образца «ARAMID 1414» (арт. 77-БА-032 АП), Шерсть 0,5 (арт. 77-ИНМ-016), «ARAMID 1313» (арт. 77-НПМ-054), «Flame Retardant» (арт. 10005a-M).

Пакет материалов четвертого испытательного образца «Fabric TDZ-240» (арт. 2017CN0220), «PTFE пленка» (арт. Spf70z), Арамид нетканый 100% (арт. E007831), «Flame Retardant» (арт. 10005a-M).

Пакет материалов пятого испытательного образца «ARAMID 1414» (арт. 77-БА-032 АП), Арамид нетканый 100% (арт. E007831), «Flame Retardant» (арт. 10005a-M).

Пакет материалов шестого испытательного образца «PTFE moisture barrier» (арт. SL51905249), Шерсть 0,5 (арт. 77-ИНМ-016), «ARAMID 1313» (арт. E007831), «Flame Retardant» (арт. 10005a-M).

Пакет материалов седьмого испытательного образца «Fabric TDZ-240» (арт. 2017CN0220), «PTFE пленка» (арт. Spf70z), Шерсть 0,5 (арт. 77-ИНМ-016), Арамид нетканый 100% (арт. E007831), «Flame Retardant» (арт. 10005a-M).

Результаты исследований и их обсуждение. Для испытаний были определены основные критерии и факторы влияющие на физико-механические свойства спецодежды пожарных.

Для исследуемых текстильных материалов были проведены испытания по определению фактических значений показателей качества и безопасности.

Перед физико-механическими испытаниями все исследуемые образцы выдерживались согласно ГОСТ при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(65 \pm 2)\%$ не менее 24 часов [7].

Таблица 1

Сравнительный анализ ткани верха для спецодежд пожарных по техническим характеристикам

Название Характеристика		НД на методы Испытаний, нормы по НД	Fabric TDZ-240	PTFE moisture barrier	Aramid 1414
Состав		НД не нормируется	93% мета-арамид, 5% пара-арамид, 2% антистатическая нить	80% мета- арамид, 20% пара-арамид	100% пара- арамид с покрытием полиуретан
Поверхностная плотность г/м ²		ГОСТ 11209- 2014 201-280	240	200	280
Разрывная нагрузка	основа	ГОСТ 11209- 2014 не менее 1000	1700	1350	3392
	уток	ГОСТ 11209- 2014 не менее 800	1300	900	2259
Толщина, мм		НД не нормируется	0,49	0,67	0,46
Воздухо- проницаемость дм ³ /м ²		ГОСТ 11209- 2014 не менее 20	85,6	28	30
Кислородный индекс %		ГОСТ Р 53264- 2019 не менее 28	33	35,5	45,6

Из результатов испытаний таблицы 1 выявлено, что все ткани верха имеют достаточно высокие показатели и соответствуют ГОСТам по всем ключевым показателям. Материалы обладают достаточной прочностью на разрыв, оптимальной поверхностной плотностью и высокой устойчивостью к воздействию огня, что обеспечивает надежную защиту пожарных.

Из таблицы также видно, что «ARAMID 1414» обладает самой высокой разрывной нагрузкой и кислородным индексом, что делает его наиболее прочным и огнестойким. Этот материал рекомендуется как для спецодежды пожарных, так и для деталей повышающих прочность (накладок), требующий максимальной защиты от огня и механических воздействий.

В то же время «PTFE moisture barrier» имеет самую низкую воздухопроницаемость, что усиливает защиту от ветра и влаги.

На рисунке показаны тепло-физические процессы происходящие с поверхностью материалов. «ARAMID 1414» (Рис. 1А) благодаря полиуретановому покрытию нанесенному на лицевую сторону материал имеет водоупорные свойства, позволяющее не намокать последующие слои БОП. Ткань состоит из пара-aramидных волокон, что гарантирует хорошую огнеупорность.

«PTFE moisture barrier» (Рис. 1Б) состоит из трех слоев, верхний из мета-aramидных волокон обеспечивает огнеупорность. Второй слой состоит из пленочного огнеупорного покрытия обладающее хорошими показателями водоупорности. Третий слой трикотаж из пара-aramидных волокон улучшающий показатели огнеупорности.

«Fabric TDZ-240» (Рис. 1В) за счет своего «ripstop» переплетения имеет водоотталкивающие свойства. За счет этого материал обладает воздухопроницаемостью. Благодаря составу волокон материал огнеупорен.

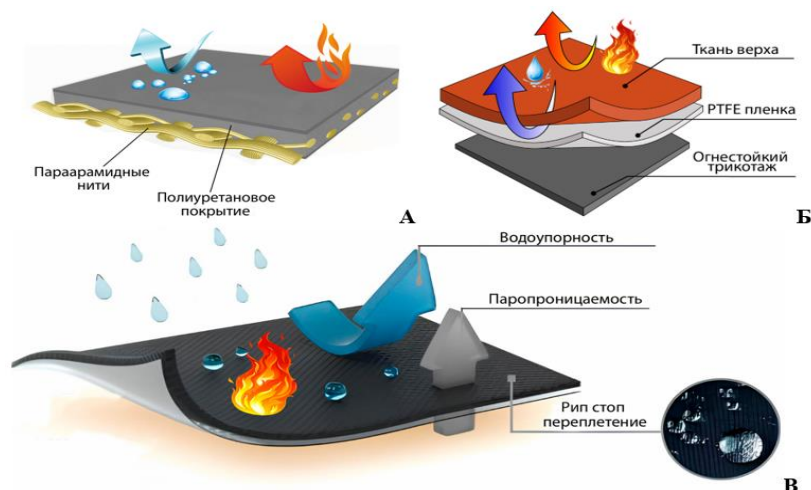


Рис. 1. Строение выбранных материалов
(«ARAMID 1414», «PTFE moisture barrier», «Fabric TDZ-240»)

Материал водоупорного слоя «PTFE Spf70z», представленный в таблице 2, состоит из двух слоев: тонкого пленочного покрытия на основе политетрафторэтилена и нетканого арамидного волокна. Сочетание этих материалов эффективно препятствует проникновению влаги, обеспечивая дополнительную защиту от воздействия воды и агрессивных сред.

Таблица 2

Анализ водостойкого слоя для спецодежды пожарных

№	Название	Состав	Поверхностная плотность г/м ²	Разрывная нагрузка		Толщина, мм	Влагопроницаемость г/ м ² *24ч	Устойчивость гидростатическому давлению, кПа.	Маслоотталкивающие свойства, (класс)
				основа	уток				
1	PTFE пленка Spf70z	93% мета-арамид, 7% Пара-арамид	114,3	250	210	0,5	7830	>50	4

В специальной одежде пожарных, теплоизоляционный слой (нетканый материал) играет важную роль, так как он обеспечивает дополнительную защиту от тепла и огня [8,9]. Из представленных данных таблицы 3 следует, что образцы обладают хорошими физико-механическими характеристиками.

Таблица 3

Сравнительный анализ теплоизоляционного слоя для спецодежды пожарных

№	Название	Состав	Поверхностная плотность г/ м ²	Толщина, мм	Воздухо проницаемость дм ³ /м ²	Кислородный индекс %
1	Шерсть 0,5	овечья шерсть	349	2,4	220	25
2	Арамид 100%	100% арамид	525	3,5	216,6	39
3	ARAMID 1313	100% параарамид	200	1	160	35

Согласно таблице 4 образец «Flame Retardant» по прочности, поверхностной плотности и толщине имеет хорошие показатели для подклада. Материал состоит из вискозы и мета-арамидных волокон. Поэтому данный материал подклада будет рекомендован к использованию при проектировании нового огнезащитного пакета.

Таблица 4

Сравнительный анализ подкладочного материал для спецодежды пожарных по техническим характеристикам

№	Название	Состав	Поверхностная плотность г/м ²	Разрывная нагрузка		Толщина, мм.	Воздухо проницаемость дм ³ /м ²
				основа	уток		
1	Flame Retardant	50% мета-арамид, 50% FR вискоза	150	520	450	0,31	199,8

В таблице 5 представлен Сравнительный анализ разработанных пакетов материалов для спецодежд пожарных.

Таблица 5

Сравнительный анализ разработанных пакетов материалов для спецодежд
пожарных

№	Состав материалов входящих в пакет	Толщина пакета, мм	Поверхностная плотность пакета, г/м ²	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² ·°C)	Температура нагрева, за 240сек при тепловом потоке 5,0 кВт/ м ² (не более 5°C)	Водоупорность, мм.вод.ст.	Образцы пакетов БОП
1	Fabric TDZ-240 PTFE пленка Spf70 Шерсть 0,5 ARAMID 1313 Flame Retardant	4,7	949	0,028	38,5	≥1500	
2	PTFE MOISTURE BARRIER Арамид нетканый 100% Flame Retardant	4,3	875	0,03	50	≥1500	
3	ARAMID 1414 Шерсть 0,5 ARAMID 1313 Flame Retardant	4,2	979	0,025	37,5	1100	
4	Fabric TDZ-240 PTFE пленка Spf70 Арамид нетканый 100% Flame Retardant	4,8	925	0,03	50	≥1500	
5	ARAMID 1414 Арамид нетканый 100% Flame Retardant	4,2	955	0,03	50	1100	
6	PTFE MOISTURE BARRIER Шерсть 0,5 ARAMID 1313 Flame Retardant	4,4	810	0,025	38	≥1500	
7	Fabric TDZ-240 PTFE пленка Spf70 Шерсть 0,5 Арамид нетканый 100% Flame Retardant	6,9	1010	0,021	36,8	≥1500	

На основании проведённых испытаний представленных в таблице 5 установлено, что все образцы разработанных пакетов материалов соответствуют требованиям действующих нормативных документов, в

частности [10]. Разработанные образцы могут использоваться в разработке БОП. Наилучшим образом себя показал образец №7 (Рис. 2А), несмотря на высокие показатели поверхностной плотности (1010 г/м^2), он обладает лучшими показателями теплопроводности ($0,021 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$) обеспечивая лучшую защиту от теплового воздействия, а так же высокие показатели водоупорности ($\geq 1500 \text{ мм}$).

Однако, наряду с ним, предлагается образец №6 (Рис. 2Б), отличающийся пониженной поверхностной плотностью (810 г/м^2), что снижает вес спецодежды и повышает мобильность пожарных, сохраняя при этом высокий уровень защиты. Образец так же показывает низкие показатели коэффициента теплопроводности ($0,025 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$)

Таким образом, предложенные пакеты материалов позволяют применить их при экстремальных условиях эксплуатации в зависимости от потребностей пожарных подразделений.

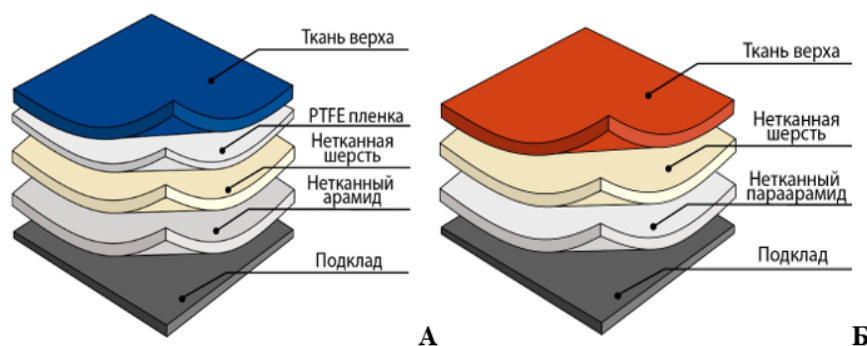


Рис. 2. Строение выбранных пакетов материалов для БОП

Заключение. В ходе исследования были разработаны и испытаны несколько пакетов материалов для специальной одежды пожарных, с целью улучшения термозащитных и эксплуатационных характеристик.

На основе проведенных исследований по полученным результатам были рекомендованы следующие пакеты материалов: Образец №7 («Fabric TDZ-240», «PTFE пленку Spf70», шерсть 0,5 мм, «арамид нетканый 100%» и «Flame Retardant»), образец №6 («PTFE moisture barrier», Шерсть 0,5, «ARAMID 1313», «Flame Retardant»). По физико-механическим свойствам пакеты материалов отличаются низким коэффициентом теплопроводности, низкой температурой нагрева при тепловом потоке $5,0 \text{ кВт/м}^2$, что свидетельствует о высокой термозащитной эффективности. Кроме того, их водоупорность обеспечивает надежную защиту от проникновения влаги, что полностью отвечает стандартным показателям.

В настоящее время изготовлены опытные образцы БОП на ТОО «KAZPROTECT» и направлены на опытную носку в течении 1 года.

Список литературы

1. Таласпаева, А.А. Разработка нетканого материала с огнезащитными свойствами [Текст] / А.А. Таласпаева, Р.О. Жилисбаева, З.Д. Молдагажиева // Сборник материалов Международной заочной-научной конференции: Современные тенденции технических наук, 2015. – №2 (50) – С. 73-75.

2. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Текст]. – Введ. 2017.01.03. – Москв: Стандартинформ, 2016. – 10 с.
3. Кошкарлов, В.С. Влияние стресс-факторов на психику пожарных [Текст] / В.С. Кошкарлов, А.В. Трошунин // Актуальные вопросы современной психологии: материалы. Два комсомольца. – 2013. – №3 (12). – С. 53-55.
4. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. [Текст]. – Введ. 2015.06.04. – М.:Стандартинформ, 2009. – 37 с.
5. Таласпаева, А.А. Исследование прочностных характеристик нетканых образцов [Текст] / А.А. Таласпаева, Р.О. Жилисбаева, З.Д. Молдагажиева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности». – 2017. – №5 (24). – С. 126-128.
6. Рубаненко, Е.А. Актуальность вопроса в проектировании специальной защитной одежды пожарных [Текст] / Е.А. Рубаненко, Р.О. Жилисбаева // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения – 22: академик Каныш Сатпаев – основоположник казахстанской науки». – 2024. – №1 (20). – С. 280-284.
7. ГОСТ 10681-75. Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения. [Текст]. – Введ. 1993.01.01. – Москв: Стандартинформ, 1993. – 29 с.
8. Сорокин, Д.В. Проектирование и исследование свойств теплозащитного композиционного текстильного материала для боевой одежды пожарного. [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.19.2021 / Сорокин Дмитрий Вячеславович. – М., 2021. – 153 с.
9. ГОСТ 15902.3-79. Полотна нетканые. Методы определения прочности. [Текст]. – Введ. 1990.01.04. – Москв: Стандартинформ, 1990. – 7 с.
10. ГОСТ Р 53264-2019. Техника пожарная. Одежда пожарного специальная защитная. Общие технические требования. Методы испытаний. [Текст]. – Введ. 2022.01.01. – Москв: Стандартинформ, 2022. – 43 с.

Материал поступил в редакцию 20.02.25, принят 20.03.25.

Е.А. Рубаненко¹, Р.О. Жилисбаева¹, А.Д. Құрманғали¹, Л.К. Шильдебаета²

¹*Алматы Технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

²*Қорқыт Ата атындағы университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

ӨРТ СӨНДІРУШІНІҢ ЖАУЫНГЕРЛІК КИІМІНЕ АРНАЛҒАН МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЖАҢА ПАКЕТТЕРІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Өрт сөндірушілер адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету және өртті сөндіру бойынша маңызды міндеттерді орындайды. Олар төтенше жағдайларға жедел әрекет етіп, өртті жояды, зардап шеккендерді эвакуациялайды және алғашқы көмек көрсетеді. Өрт сөндірушілердің жұмысы тұрақты тәуекелге байланысты болғандықтан, олардың киімдерінің қорғаныс деңгейі жоғары болуы өте маңызды. Мақалада инновациялық отқа төзімді тоқыма материалдарын қолдану қажеттілігі қарастырылады. Жұмысты орындау барысында өрт сөндірушілерге әсер ететін негізгі зиянды өндірістік факторлар қарастырылады. Өрт сөндірушілердің жұмысындағы негізгі әсер ететін факторлар: ашық жалындар мен жоғары температураның әсері, су ағындарының әсері, улы шығарындылар. Жұмыста қолданыстағы материалдар мен пакеттерге талдау жүргізіліп, олардың кемшіліктері анықталды. Өрт сөндірушілердің физикалық-механикалық қасиеттерін арттыру мақсатында жауынгерлік киімдеріне арналған материалдардың көп қабатты пакеттері зерттелді және әзірленді. Зерттеу

барысында заманауи ыстыққа төзімді материалдарды қамтитын көп қабатты пакеттердің алты нұсқасы әзірленіп, сыналды. Өрт сөндірушілердің жауынгерлік киімдерін өндіруде одан әрі пайдалану үшін ұсынылатын оңтайлы физика-механикалық сипаттамалары бар материалдар пакетінің үлгісі таңдалды.

Тірек сөздер: өрт сөндірушілердің жауынгерлік киімі, қауіпті зиянды өндірістік факторлар, материалдар пакеті, физикалық-механикалық қасиеттері, сынақтар, жабдықтар, жылу өткізгіштік, суға төзімділік.

Y.A. Rubanenko¹, R.O. Zhilisbayeva¹, A.D. Kurmangali¹, L.K. Shildebayeva²

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

²Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF NEW PACKAGES OF MATERIALS FOR FIREFIGHTER COMBAT CLOTHING

Abstract. Firefighters perform an important task to ensure the safety of people and extinguish fires. They promptly respond to emergencies, eliminate fires, evacuate victims and provide first aid. Since the work of firefighters involves constant risk, it is very important that their clothes have a high level of protection. The article discusses the need to use innovative flame-retardant textile materials. The main harmful production factors affecting firefighters in the course of their work are considered. The main damaging factors in the work of firefighters are: exposure to open flames and elevated temperatures, exposure to water flows, toxic emissions. The analysis of existing materials and packages has been carried out, and their shortcomings have been identified. Multilayer packages of materials for firefighters' combat clothing have been researched and developed in order to enhance their physical and mechanical properties. In the course of the study, six variants of multilayer packages were developed and tested, including modern heat-resistant materials. A sample package of materials with optimal physical and mechanical characteristics was selected, recommended for further use in the production of firefighters' combat clothing.

Keywords: firefighters' combat clothing, dangerous harmful production factors, package of materials, physical and mechanical properties, tests, equipment, thermal conductivity, water resistance.

References

1. Talaspayeva A.A., Zhilisbayeva R.O., Moldagazhiyeva Z.D. Razrabotka netkanogo materiala s ognезashchitnymi svoystvami [Development of non-woven material with fire-retardant properties] // Collection of materials of the International correspondence scientific conference: Sovremennyye tendentsii tekhnicheskikh nauk [Modern trends in technical sciences], 2015. – No.2 (50) – P. 73-75. [in Russian].
2. GOST 12.0.003-2015. Sistema standartov po bezopasnosti truda. Opasnyye i vrednyye proizvodstvennyye faktory. Klassifikatsiya. [Occupational safety standards system. Hazardous and harmful production factors. Classification.]. – Introduced. 2017.01.03. – Moscow: Standartinform, 2016. – 10 p. [in Russian].
3. Koshkarov V.S., Troshunin A.V. Vliyaniye stress-faktorov na psikhiku pozharnykh [The influence of stress factors on the psyche of firefighters] // Actual issues of modern psychology: materials. Two Komsomol members. – 2013. – No.3 (12). – P. 53-55. [in Russian].
4. GOST R 53264-2009. Tekhnika pozharnaya. Spetsial'naya zashchitnaya odezhda pozharnogo. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya. Metody ispytaniy. [Fire-fighting equipment. Special protective clothing for firefighters. General technical

- requirements. Test methods.]. – Introduced. 2015.06.04. – Moscow:Standartinform, 2009. – 37 p. [in Russian].
5. Talaspayeva A.A., Zhilisbayeva R.O., Moldagazhiyeva Z.D. Issledovaniye prochnostnykh kharakteristik netkanykh obraztsov [Study of strength characteristics of non-woven samples] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti». – 2017. – No.5 (24). – P. 126-128. [in Russian].
 6. Rubanenko Ye.A., Zhilisbayeva R.O. Aktual'nost' voprosa v proyektirovanii spetsial'noy zashchitnoy odezhdy pozharnykh [Relevance of the issue in the design of special protective clothing for firefighters] Collection of works of the International scientific and practical conference “Auezovskiy chteniya – 22: akademik Kanysh Satpayev – osnovopolozhnik kazakhstanskoy nauki” [“Auezov Readings - 22: Academician Kanysh Satpayev - the founder of Kazakhstani science”]. – 2024. – No. 1 (20). – P. 280-284. [in Russian].
 7. GOST 10681-75. Materialy tekstil'nyye. Klimaticheskiye usloviya dlya konditsionirovaniya i ispytaniya prob i metody ikh opredeleniya. [Textile materials. Climatic conditions for conditioning and testing of samples and methods for their determination.]. – Introduced. 1993.01.01. – Moscow: Standartinform, 1993. – 29 p. [in Russian].
 8. Sorokin, D.V. Proyektirovaniye i issledovaniye svoystv teplozashchitnogo kompozitsionnogo tekstil'nogo materiala dlya boyevoy odezhdy pozharnogo. [Design and study of the properties of heat-protective composite textile material for firefighter's combat clothing.]: diss. ... Cand. Tech. Sciences: 05.19.2021 / Sorokin Dmitriy Vyacheslavovich. – Moscow, 2021. – 153 p. [in Russian].
 9. GOST 15902.3-79. Polotna netkanyye. Metody opredeleniya prochnosti. [Non-woven fabrics. Methods for determining strength.]. – Introduced. 1990.01.04. – Moscow: Standartinform, 1990. – 7 p. [in Russian].
 10. GOST R 53264-2019. Tekhnika pozharnaya. Odezhda pozharnogo spetsial'naya zashchitnaya. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya. Metody ispytaniy. [Fire-fighting equipment. Special firefighter protective clothing. General technical requirements. Test methods.]. – Introduced. 2022.01.01. – Moscow: Standartinform, 2022. – 43 p. [in Russian].