

Исследование составов пакетов для моделей спецодежды сварщиков и металлургов

Е.П. Лаврентьева^{1а}, Е.В. Сильченко^{2б}

¹ОАО «Инновационный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности», Российская Федерация

²Группа компаний «Чайковский текстиль», Российская Федерация

E-mail: ^аe/lavrentyeva@inpctlp.ru, ^бsilchenko@textile.ru

Аннотация. Проведены исследования новых текстильных огнезащитных материалов и разработаны составы пакетов для моделей спецодежды сварщиков и металлургов:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 510 кВт/м² включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 1000 °С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

Ключевые слова: огнезащитные ткани, спецодежда, утеплители, пакеты материалов для спецодежды.

Examination of Suites Composition For Welders and Metallurgists Working Clothes

E. Lavrentyeva^{1а}, E. Silchenko^{2б}

¹Open Joint-Stock Company «Innovative Research and Production Center for Textile and Light Industry», Russian Federation

²Group of Companies «Tchaikovsky Textile», Russian Federation

E-mail: ^аe/lavrentyeva@inpctlp.ru, ^бsilchenko@textile.ru

Annotation. There have been carried out research studies of new textile fireproof materials and developed suites compositions for welders and metallurgists working clothes:

- working clothes used for protection against high temperature of radiant up to 510 kW/m²;
- working clothes used for protection against convective heat through contact with surfaces heated up to 1000 °C;
- working clothes used for protection against sparks and splashes of melted metal and scale.

Key words: fireproof materials, working clothes, insulants, suites of materials for working clothes.

Разнообразие климатических условий на территории РФ обуславливает необходимость создания спецодежды с различными теплофизическими параметрами. Конструкция одежды должна обеспечивать комфортные условия труда в течение всего рабочего времени. В основе специальной одежды лежит понятие «Пакета теплозащитных материалов».

Пакетом теплозащитных материалов называется совокупность нескольких слоёв материала в многослойной одежде. Она, как правило, состоит из: ткани верха, ткани ветрозащитной, одного или нескольких слоёв утеплителя и материала подкладки.

Специальная одежда бывает: однослойной, т. е. изготавливается из одного слоя материалов, многослойной, в которой между внешней и внутренней поверхностями располагается несколько слоёв материалов: в летней одежде – ткань верха,

подкладка, а в зимней одежде – и утепляющая подкладка.

Количество и состав слоёв рассчитываются для конкретных климатических условий и определяется категорией выполняемой работы. В зимней спецодежде, как правило, бывает три слоя: материал верха, утеплитель, подкладка или четыре слоя: материал верха, ветрозащитная ткань, утеплитель, подкладка.

Вторым слоем спецодежды в зимней спецодежде должна быть лёгкая, мягкая, дешёвая ветрозащитная прокладка, обладающая малой (практически нулевой) воздухопроницаемостью и необходимой прочностью. Необходимость в ветрозащитной прокладке отпадает, если в качестве основной ткани используется плотная ткань, имеющая достаточно малую воздухопроницаемость – от 7 до 10 дм³/м²·с.

Теплоизоляционный слой, состоящий из утепляющей прокладки, должен обладать достаточной толщиной, малой объёмной массой, высокой стабильностью толщины, быть лёгким, пористым и гигроскопичным. Толщина теплоизоляционной прокладки (или количество слоёв её) должна устанавливаться в зависимости от климатических условий, времени года (осень-зима), условий труда, конструкции одежды. При выборе утеплителя учитываются параметры воздухопроницаемости и суммарного теплового сопротивления. Они выбираются в зависимости от конкретного климатического пояса и категории работ. Следующий слой одежды – подкладка – должен иметь гладкую поверхность с малым коэффициентом трения, чтобы одежду можно было легко одевать и снимать, повышенную устойчивость к сухому и мокрому трению, соответствовать по цвету покровной ткани.

Защитные свойства пакета материалов для спецодежды оцениваются по критерию суммарного теплового сопротивления. Суммарное тепловое сопротивление – это способность комплекта одежды (бельё, тёплая одежда, зимняя специальная одежда) препятствовать охлаждению организма под воздействием ветра и холодного атмосферного воздуха в условиях работы. Верх костюма может эксплуатироваться в комплекте с пристёгивающейся утепляющей подкладкой или с утеплённым бельём, или с тем и с другим. Для каждого климатического пояса этот показатель различен, т. к. в каждом климатическом поясе наблюдается свой температурный режим, различная влажность воздуха, скорость ветра.

В рамках данной работы представлен выбор составов пакетов для зимних моделей спецодежды сварщиков и металлургов на основе разработанных специалистами ОАО «ИНПЦ ТЛП» огнезащитных тканей:

– обр.044 – 40 % Нитокс®, 40 % Русар®, 20 % Кермель (Обр.044/1 – усиленный атлас, обр.044/2 – двухслойная ткань);

– обр.043 – 75 % хлопок, 25 % Русар®;

– обр. 042 – 65 % Русар®, 35 % Кермель.

Выбор и комплектация составов пакетов проводилась совместно со специалистами ООО «Чайковский Партнёр».

Тестирование пакетов проводилось по номенклатуре специальных показателей в соответствии с требованиями, указанными в нормативно-технической документации (ГОСТы – 12.4.105-81; 11209-2014; 12.4.250-2013; 12.4.2976-2013; ТРТС 019/2011 и др.) [1, 2, 3, 4, 5].

Испытания пакетов проводились в условиях испытательного центра ООО «НИИОТ в г. Иваново».

Кроме того, были проведены производственные испытания пакетов на устойчивость их к брызгам и потокам расплавленного металла на металлургическом заводе.

Для комплектации пакетов для зимней спецодежды использовался материал верха, состоящий в основном

из вышеперечисленных тканей, утеплителей разного ассортимента, представляющих собой нетканый материал, подкладки – ткань из 100 % хлопка, и при необходимости накладки – из разработанных тканей. Для всех пакетов для имитации белья использовалось также огне-, термозащитное полотно, разработанное специалистами ОАО «ИНПЦ ТЛП» и ЗАО «КРАСНАЯ ЗАРЯ», в качестве нижнего слоя для зимней спецодежды использовалось футерованное полотно с поверхностной плотностью 260 г/м². Всего было составлено 27 пакетов для зимней спецодежды.

Пакеты по составу можно условно разделить на серии.

I серия – пакеты без накладок, в качестве материала верха использовались разработанные ткани 044/1, 042 и 043. Ткани образцов 044/1 и 042 имели маслостойкую отделку – МВО, ткань обр. 044/2 – мягкую отделку МО, а ткани образца 043 – огнезащитную отделку – ТО «ФОГ».

Для каждого из указанных образцов тканей использовались три вида утеплителей – нетканого материала из разного вида сырья и разной поверхностной плотности: Русар – 200 г/м², шерстон – 230 г/м² и холлофайбер ТЭК – 150 г/м².

Состав волокон в утеплителях: Русар – 100 % параарамидное волокно; шерстон – 65 % шерсти, 35 % хлопка; холлофайбер ТЭК – 100 % полиэфирного огнестойкого волокна. Эта инновационная российская разработка на уровне мировых лидеров утеплителей обеспечивает высокий теплоизоляционный эффект. Результаты испытаний пакетов, состоящих из указанных тканей и утеплителей, приведены в таблице 1.

Пакеты без накладок: номера пакетов с использованием обр. 044/1 – 1, 1а, 1б, обр. 042 – 4, 4а, 4б, обр. 043 – 7а, 7б.

II серия – пакеты с накладками – кроме материала верха в состав пакетов входила накладка. В качестве накладки использовалась та же ткань, что и для материала верха, т. е. ткань каждого образца дублировалась. При этом в состав пакетов также входили три вида утеплителей, указанные выше.

В данном случае номера пакетов, указанные в таблице 1, следующие: с использованием тканей обр. 044/1 – 3, 3а, 3б, обр. 042 – 6, 6а, 6б и обр. 043 – 9, 9а и 9б.

Кроме того, для пакетов, в состав которых входили накладки в качестве материала верха, использовалась ткань из 100 % хлопка с огнезащитной отделкой, а в качестве накладок использовались ткани образцов 044/1, 042 и 043, согласно таблице 1, номера пакетов – 2, 2а, 2б (в качестве накладки ткань обр. 044/1), 5, 5а и 5б (накладка – ткань обр. 042) и 8, 8а и 8б (накладка – ткань 043).

Для этих пакетов также использовались 3 вида утеплителей.

Анализ полученных результатов позволил установить следующее.

Таблица 1 – Результаты испытаний утепленных пакетов

№ пакета	№ образца ткани, вид отделки, сырьевой состав утеплителя	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл (суммарное тепловое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$)	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Стойкость к прожиганию, с	Водоупорность, мм вод. ст.
1	044/1, МВО, Русар	3 (0,414)	42,0	2	198,2	120
1а	044/1, МВО, шерстон	3 (0,425)	47,5	2	142,1	110
1б	044/1, МВО, холлофайбер ТЭК	4 (0,482)	51,0	2	112,7	110
2	100 % хлопок, ТО + накладка 044/1, МВО	3 (0,418)	17,8	2	280,1	190
2а	100 % хлопок, ТО + накладка 044/1, МВО, шерстон	3 (0,442)	18,4	2	241,0	190
2б	100 % хлопок, ТО + накладка 044/1, МВО, холлофайбер ТЭК	4 (0,540)	17,8	2	230,1	180
3	044/1, МВО + накладка 044/1, МВО, Русар	4 (0,473)	28,6	2	368,8	140
3а	044/1, МВО + накладка 044/1, МВО, шерстон	4 (0,516)	27,8	2	358,3	140
3б	044/1, МВО + накладка 044/1, МВО, холлофайбер ТЭК	4 (0,505)	30,6	2	282,9	140
4	042, МВО, Русар	4 (0,476)	64,0	2	164,2	100
4а	042, МВО, шерстон	3 (0,442)	61,5	2	138,3	100
4б	042, МВО, холлофайбер ТЭК	4 (0,491)	71,5	2	88,6	100
5	100 % хлопок, ТО + накладка 042, МВО, Русар	4 (0,457)	20,4	2	273,6	190
5а	100 % хлопок, ТО + накладка 042, МВО, шерстон	3 (0,445)	21,0	2	191,0	190
5б	100 % хлопок, ТО + накладка 042, МВО, холлофайбер ТЭК	4 (0,523)	19,4	2	159,8	180
6	042, МВО + накладка 042, МВО	4 (0,467)	40,5	2	242,0	130
6а	042, МВО + накладка 042, МВО, шерстон	4 (0,493)	42,0	2	248,9	120
6б	042, МВО + накладка 042, МВО, холлофайбер ТЭК	3 (0,444)	43,5	2	168,7	120
7	043, ТО «ФОГ», Русар	3 (0,372)	27,0	2	121,0	-
7б	043, ТО «ФОГ», холлофайбер ТЭК	4 (0,478)	29,0	2	73,3	-
8	100 % хлопок, ТО + накладка 043, ТО «ФОГ», Русар	3 (0,424)	14,4	2	262,3	-
8а	100 % хлопок, ТО + накладка 043, ТО «ФОГ», шерстон	3 (0,379)	15,6	2	158,7	-
8б	100 % хлопок, ТО + накладка 043, ТО «ФОГ», холлофайбер ТЭК	4 (0,463)	15,6	2	137,0	-
9	043, ТО «ФОГ» + накладка 043, ТО «ФОГ», Русар	4 (0,457)	16,2	2	218,4	-
9а	043 ТО «ФОГ» + накладка 043 ТО «ФОГ», шерстон	4 (0,479)	17,8	2	137,8	-
9б	043 ТО «ФОГ» + 043 ТО «ФОГ», холлофайбер ТЭК	3 (0,443)	17,4	2	129,4	-

Ткани образцов 044/1 и 042 имеют суммарное тепловое сопротивление на уровне 0,259–0,236, которое практически не меняется после стирок и химчисток. Суммарное тепловое сопротивление ткани образца 043 – 0,278, но после химчисток – 0,210.

Сравнивая суммарное тепловое сопротивление пакетов всех вариантов, видно, что по сравнению с тканями оно повышается почти в два раза и составляет от 0,372 (с образцом ткани 043) до 0,516 (с образцом ткани 044/1).

Самое высокое суммарное сопротивление имеют пакеты с использованием ткани образца 044/1 в качестве материала верха и накладки. При использовании в качестве накладок на огнезащитную ткань из 100 % хлопка разработанных тканей также получены высокие значения суммарного теплового сопротивления пакетов.

Уровень защиты от конвективной теплоты пакетов высокий и составляет 3–4 балла вместо 1–2 баллов у тканей. Оценка вида использованных утеплителей показала, что лучшие результаты по защите от конвективной теплоты по убывающей обеспечивают холлофайбер ТЭК, затем шерстон и только потом нетканый материал из волокна Русар®.

Устойчивость к тепловому излучению у всех пакетов одинаковая, уровень защиты составляет 2 балла, что является удовлетворительным показателем.

Испытания по определению уровня защиты от теплового излучения проводились при тепловом излучении 5,0 кВт/м² в течение 780 секунд.

Все пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию самая высокая при использовании накладок из тех же тканей, что и ткань верха, и составляет: с использованием ткани обр. 044/1 – до 368,8 с, до 248,9 с – у ткани обр. 042 и до 218,4 с у ткани обр. 043.

Стойкость к прожиганию пакетов, состоящих из материала верха и утеплителя, составляет: до 198,2 с использованием ткани обр. 044/1, до 164,2 с – с использованием обр. ткани 042 и до 121 с – с использованием ткани обр. 043.

Стойкость к прожиганию пакетов, в состав которых входит ткань из 100 хлопка, а накладки из разработанных тканей, составляет – 280,1 с (накладки из ткани обр. 044/1), 273,6 с (накладка из ткани обр. 042) и 262,3 с (накладка из обр. 043).

Стойкость к прожиганию во всех случаях получена самой высокой при использовании в качестве утеплителя – нетканого материала из волокна Русар®.

Анализ результатов испытаний пакетов по показателям воздухопроницаемость и водоупорность (при наличии маслостойкой водоотталкивающей отделки) с огнезащитными тканями разных образцов по данным лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» показал следующее:

С тканью обр. 044/1

Воздухопроницаемость пакетов № 2, 2а, 2б, 3, 3а, 3б в норме и составляет от 17,8 до 30,6 дм³/м² с (норматив согласно ГОСТ Р 12.4.236-2007 – не более 40 дм³/м² с). В целом норматив

воздухопроницаемости определяется климатическим поясом. Воздухопроницаемость пакетов № 1, 1а, 1б составляет 42,0–51,0 дм³/м² с, что не соответствует норме. В этих пакетах необходимо применение ветрозащитной прокладки.

Все пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалась 100 % смачиваемость поверхности наружного слоя пакетов, фильтрация пакетов. Показатели водоупорности пакетов № 1, 1а, 1б (110–120 мм вод. столба), пакетов № 2, 2а, 2б (180–190 мм вод. столба), пакетов № 3. 3а, 3б (140 мм вод. столба) достигнуты за счёт плотности ткани верха, второго слоя ткани и теплозащитного слоя.

Нормативов показателя водоупорности пакетов не существует. Водоупорность пакетов определяется, как правило, водоупорностью ткани верха, которая должна иметь водоупорность не менее 180–200 мм. вод. ст. (200 – для одежды, эксплуатируемой на открытом воздухе).

С тканью обр. 042

Воздухопроницаемость пакетов № 5, 5а, 5б в норме и составляет от 19,4 до 21 дм³/м² с (норматив согласно ГОСТ Р 12.4.236-2007 – не более 40 дм³/м² с). Воздухопроницаемость пакетов № 4, 4а, 4б, 6, 6а, 6б составляет 40,5–71,5 дм³/м² с, что не соответствует норме. В этих пакетах необходимо применение ветрозащитной прокладки.

Все пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалась 100 % смачиваемость поверхности наружного слоя пакетов, фильтрация пакетов. Показатели водоупорности пакетов № 4, 4а, 4б (100 мм вод. столба), пакетов № 5, 5а, 5б (180–190 мм вод. столба) достигнуты за счёт плотности ткани верха, второго слоя ткани и теплозащитного слоя.

С тканью обр. 043

Воздухопроницаемость пакетов № 7, 7а, 7б, 8а, 8б в норме и составляет от 14,4 до 31 дм³/м² с (норматив согласно ГОСТ Р 12.4.236-2007 – не более 40 дм³/м² с). Воздухопроницаемость пакетов № 9, 9а, 9б составляет 40,5–43,5 дм³/м² с, что не соответствует норме. В этих пакетах необходимо применение ветрозащитной прокладки.

Кроме лабораторных испытаний были проведены производственные испытания пакетов на металлургическом заводе ОАО «Ижсталь».

Температура жидкого металла 1500–1600 °С. На образцы тканей выплескивался жидкий металл и фиксировалось поведение тканей.

Положительный эффект на ткани верха и пакетах оказали следующие результаты:

- обр.044/1 МО – залипание металла незначительное, в эпицентре залипания металла незначительный прожиг;
- обр. 043 ТО «ФОГ» – металл не прилипает, ткань не горит;

- обр. 044/2 МО – металл частично прилипает, ткань не горит;
- обр. 042 МВО – металл не прилипает, ткань не горит, но быстро обугливается.

Таким образом, на основании проведенных испытаний пакетов зимних для спецодежды по всем специальным показателям были выданы нижеследующие рекомендации.

Пакеты зимние с огнезащитными тканями обр. 044/1, 042 и 043 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 5,0 кВт/м² включительно;

- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;

- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.4.105–81. Система стандартов безопасности труда. Ткани и материалы для спецодежды сварщиков. Общие технические условия. – Введ. 1982-07-01. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 7 с.
2. ГОСТ 11209–2014. Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний. – Введ. 2016-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 13 с.
3. О безопасности средств индивидуальной защиты : ТР ТС 019/2011 : утвержден Решением комиссии Таможенного союза от 09.12.11 № 878 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sudact.ru/law/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n_1/tr-ts-0192011/. – Дата доступа: 01.02.2019.
4. ГОСТ 12.4.250–2013 ССТБ. Одежда специальная для защиты от искр и брызг расплавленного металла. Технические требования. – Введ. 2014-03-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 13 с.
5. ГОСТ Р 12.4.297–2013 ССБТ. Одежда специальная для защиты от повышенных температур, теплового излучения, конвективной теплоты, выплесков расплавленного металла, контакта с нагретыми поверхностями, кратковременного воздействия пламени. Технические требования и методы испытаний. – Введ. 2014-12-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 11 с.

REFERENCES

1. GOST 12.4.105–81. Occupational safety standards system. Fabrics and materials for workwear welders. General technical conditions. – Enter 1982-07-01. – Moscow : IPK Publishing house of standards, 2003. – 7 p.
2. GOST 11209–2014. Fabrics for special clothes. General technical requirements. Test methods. – Enter 2016-01-01. – Moscow : Standardinform, 2015. – 13 p.
3. On safety of personal protective equipment : TR CU 019/2011 : approved by the Decision of the Commission of the Customs Union of 09.12.11 №878 [Electronic resource]. – Access mode: http://sudact.ru/law/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n_1/tr-ts-0192011/. – Access date: 02/01/2019.
4. GOST 12.4.250–2013 CCTS. Special clothing for protection against sparks and splashes of molten metal. Technical requirements. – Enter 2014-03-01. – Moscow : Standardinform, 2014. – 13 p.
5. GOST R 12.4.297–2013 SSBT. Special clothing for protection from elevated temperatures, thermal radiation, convective heat, splashes of molten metal, contact with heated surfaces, short-term exposure to flame. Technical requirements and test methods. – Enter 2014-12-01. – Moscow : Standardinform, 2014. – 11 p.

SPISOK LITERATURY

1. 1. GOST 12.4.105–81. Sistema standartov bezopasnosti truda. Tkani i materialy dlja specodezhdy svarshhikov. Obshhie tehicheskie uslovija. – Vved. 1982-07-01. – Moskva : IPK Izdatel'stvo standartov, 2003. – 7 s.
2. GOST 11209–2014. Tkani dlja special'noj odezhdy. Obshhie tehicheskie trebovanija. Metody ispytanij. – Vved. 2016-01-01. – Moskva : Standartinform, 2015. – 13 s.
3. O bezopasnosti sredstv individual'noj zashhity : TR TS 019/2011 : utverzhen Resheniem komissii Tamozhennogo sojuza ot 09.12.11 № 878 [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://sudact.ru/law/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n_1/tr-ts-0192011/. – Data dostupa: 01.02.2019.
4. GOST 12.4.250–2013 SSTB. Odezhda special'naja dlja zashhity ot iskr i bryzg rasplavlennogo metalla. Tehnicheskie trebovanija. – Vved. 2014-03-01. – Moskva : Standartinform, 2014. – 13 s.
5. GOST R 12.4.297–2013 SSBT. Odezhda special'naja dlja zashhity ot povyshennyh temperatur, teplovogo izluchenija, konvektivnoj teploty, vypleskov rasplavlennogo metalla, kontakta s nagretyimi poverhnostjami, kratkovremennogo vozdejstviya plameni. Tehnicheskie trebovanija i metody ispytanij. – Vved. 2014-12-01. – Moskva : Standartinform, 2014. – 11 s.

Статья поступила в редакцию 3.07.2018