

Секция 2 ШВЕЙНЫЕ И ОБУВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 687.02:687.17

Исследование пылеемкости спецодежды с защитными свойствами

**Метелева О. В., д.т.н., проф.,
Бондаренко Л. И., к.т.н., доц.**

Ивановский государственный
политехнический университет»,
г. Иваново,
Российская Федерация

Реферат. В статье представлены результаты исследований взаимного влияния водозащитной функции текстильного материала на его загрязнение текстильной пылью при эксплуатации одежды. Исследованы ткани различного волокнистого состава, однородные и смесовые с водозащитными свойствами и без них, предназначенные для изготовления производственной одежды. Также исследования проведены для ниточных соединений текстильного материала «Грета». Загрязнение текстильной пылью проб ткани и швов осуществляли на установке для определения пылеемкости тканей. Установлено, что водоотталкивающая отделка текстильного материала увеличивает его пылеемкость, например, обработка ткани персистолом *E* повысила ее пылеемкость на 65–202 %. Пылеемкость и пылеудержание ткани зависят от ее структурных характеристик, причем пылеемкость в большей степени зависит от волокнистого состава и структурного наполнения ткани, а пылеудержание – от волокнистого состава и структуры рельефа поверхности. Подтверждено увеличение загрязнения текстильного материала текстильной пылью на 26 % и пылеудержания – на 57 % при наличии в структуре загрязнения масел. Доказано, что загрязнение одежды текстильной пылью уменьшается при увеличении площади ниточных соединений, но зависит от конструкции применяемых ниточных швов.

Ключевые слова: загрязнение текстильной пылью, водозащитная способность, пылеемкость ткани, пылеудержание ткани, ниточные швы.

Основной функцией спецодежды является ее защитная способность. В настоящее время ее значимость еще более возросла, о чем свидетельствуют расширение ассортимента

одежды, предназначенной для ношения в неблагоприятных погодных условиях, и материалов для изготовления такой одежды [1, 2].

Придание материалам водозащитных свойств обеспечивают заключительная отделка текстильных материалов или формирование пленочного покрытия с изнаночной стороны материала. Водоотталкивающая отделка текстильных материалов не обеспечивает высокую водонепроницаемость одежде, но позволяет сохранить в большей степени гигиенические показатели, поэтому производственная одежда в основном изготавливается из материалов с водоотталкивающей отделкой. Наличие пленочного покрытия приводит к высоким водозащитным свойствам одежды. Изделия из таких материалов имеют малый вес и незаменимы для изготовления защитных курток и плащей. Одежда в процессе эксплуатации испытывает различные воздействия, в т. ч. различные загрязнения. Насколько серьезно влияние загрязнений пылью на сохранение водозащитной способности текстильного материала и одежды, и насколько значительно влияние наличия водозащитной способности материала и одежды на накопление загрязнений – ответ на эти вопросы являлся задачей настоящего исследования.

Цель исследования

Анализ взаимовлияния наличия водозащитной функции текстильного материала на его пылезагрязняемость и, соответственно, наличия загрязнений пылью – на сохранение водозащитной способности при эксплуатации одежды.

Методы исследования

Для проведения исследования были выбраны ткани различного волокнистого состава, однородные и смесовые с наличием водозащитных свойств и без них, предназначенные для изготовления производственной одежды. Характеристика материалов представлена в таблица 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика исследуемых материалов

№ п/п	Название, артикул, наличие отделки	Волокнистый состав, %	Вид переплетения	Линейная плотность пряжи, текс		Число нитей на 10 см		Поверхностная плотность, г/м ²
				основа	уток	основа	уток	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Саржа арт. 856	VX 100	Саржа 1/3	37	50	372	208	289
2	Саржа арт. 856 с ВО (персистол E)	VX 100	Саржа 1/3	37	50	372	208	315
3	Ткань палаточная арт. 1205	VX 100	Плотняное	29	50	243	197	235

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Ткань палаточная арт. 1205 с ВО (персистол <i>E</i>)	ВХ 100	Плотняное	29	50	243	197	258
5	Ткань курточная арт. 1308	ВХ 100	Мелкоузорч.	35	46	395	178	203
6	Ткань курточная арт. 1308 с ВО (персистол <i>E</i>)	ВХ 100	Мелкоузорч.	35	46	395	178	217
7	Саржа арт. 3224 с ВО	ВХ 100	Саржа 1/3	18,5x2	50,0	232,5	107	280
8	Ткань «Грета» арт. 4С5-КВСН с ВО	ВХ 50 + ВПЭф 50	Саржа 1/3	23,2	20,0	364	184	195
9	Ткань «Ортон» с МВО	ВПА 51+ ВХ 49	Саржа 3/1	-	-	322	168	300
10	Ткань курточная арт. 52204 с пленочным покрытием	НК 100	Плотняное	10,7	9,5	-	-	73
11	Ткань курточная 1 с ВО каландр.	ВПЭф 100	Плотняное	-	-	-	-	182
12	Ткань курточная 2 с ВО каландр.	ВПЭф 100	Плотняное	-	-	-	-	123

Для анализа влияния на способность поглощать пыль заключительная водоотталкивающая отделка хлопчатобумажных текстильных материалов была выполнена гидрофобизирующим составом на основе персистола *E* в условиях лаборатории ООО «Ярцевский хлопчатобумажный комбинат», г. Ярцево Смоленской области (содержание персистола *E* – 100 г/л, рН уксусной ванны – 4–5).

Исследования проведены для ниточных соединений текстильного материала «Грета» в виде стачного и настрочного швов, в качестве наиболее широко используемых при изготовлении производственной одежды, с разной площадью заполнения (с одним и двумя швами на площади пробы). Режимы образования ниточных соединений и параметры швов соответствовали требованиям ГОСТ 29122-91 [3]: частота стежков – 3/10 см, нитки армированные 44лх-1, № иглы – 90, ширина шва стачивания – 10 мм, расстояние строчки настрачивания от строчки стачивания – 5 мм, ширина строчки обметывания – 4 мм.

Загрязнение проб ткани и швов осуществляли на установке для определения пылеемкости [4]: на загрузочную сетку помещали промышленную текстильную пылевую смесь массой 50±0,5 г, пробы располагали горизонтально, время воздействия при одном (ско-

рость потока воздуха 4,3 м/с) и двух (скорость потока воздуха 8,6 м/с) включенных вентиляторах – 60 мин и 90 мин. Загрязнение машинным маслом осуществляли путем протирания лицевой поверхности проб ткани «Грета» ватным тампоном, смоченным в масле и отжатым.

Перед испытанием пробы круглой формы диаметром 130 мм выдерживали при климатических условиях: влажность – 65 ± 5 %, температура – 20 ± 2 °С в течение суток. До загрязнения и после загрязняющего воздействия пробы взвешивали на аналитических весах WA-31 с точностью 10-4 г. В результате определяли относительное увеличение веса загрязненной пылью ткани, характеризуемого показателем пылеемкости (Pe , %).

Запыленные пробы тканей подвергали сухой чистке воздухом с помощью ручного пылесоса в течение 2 мин мощностью 700 Вт с малой щеткой. В результате повторного взвешивания определяли относительное увеличение веса очищенной от загрязнения пылью пробы ткани, характеризуемого показателем пылеудержания (Py , %).

Задачей водоотталкивающей отделки одежды является сообщение ей способности противостоять смачиванию водой, но сохранять пористость, воздухопроницаемость. Обработка текстильных материалов персисолом E приводит к обволакиванию нитей тончайшей водоотталкивающей плёнкой парафина [5], приводит к повышению гладкости волокон и нитей и образованию на них защитного армирующего слоя, увеличивается поверхностная плотность тканей на 7–10 %, воздухопроницаемость при этом снижается на 10–58 %.

Сравнивая загрязнение тканей пылью (Pe) до и после водоотталкивающей отделки (рис. 1) можно отметить, что гидрофобизирующая обработка персисолом E существенно увеличила пылеемкость хлопчатобумажных текстильных материалов разной структуры на 65–202 % в зависимости от линейного наполнения – чем оно меньше, тем выше пылеемкость.

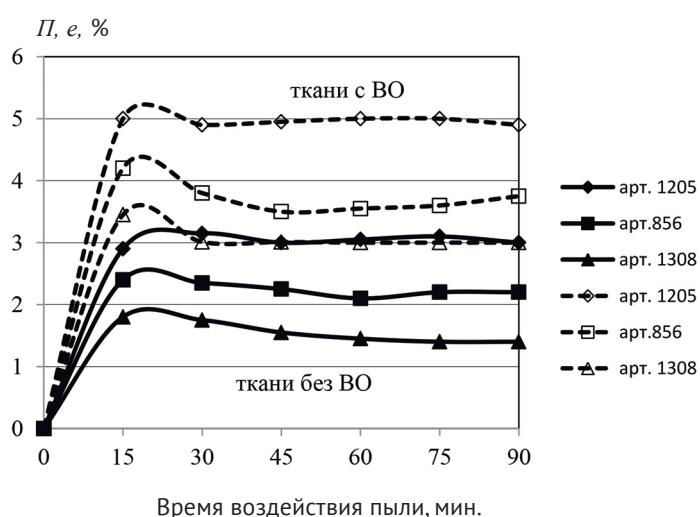


Рисунок 1 – Влияние наличия водоотталкивающей отделки персисолом E на пылеемкость хлопчатобумажных тканей

Поскольку имеющиеся данные на примере сорочечных тканей [6] показывают накопление остаточных загрязнений со временем, в т. ч. с учетом количества циклов «загрязнение – уход за изделием», можно прогнозировать для одежды из тканей с водоотталкивающей отделкой необходимость увеличения количества таких циклов.

Для изучения влияния волокнистого состава на способность тканей загрязняться пылью исследовали материалы

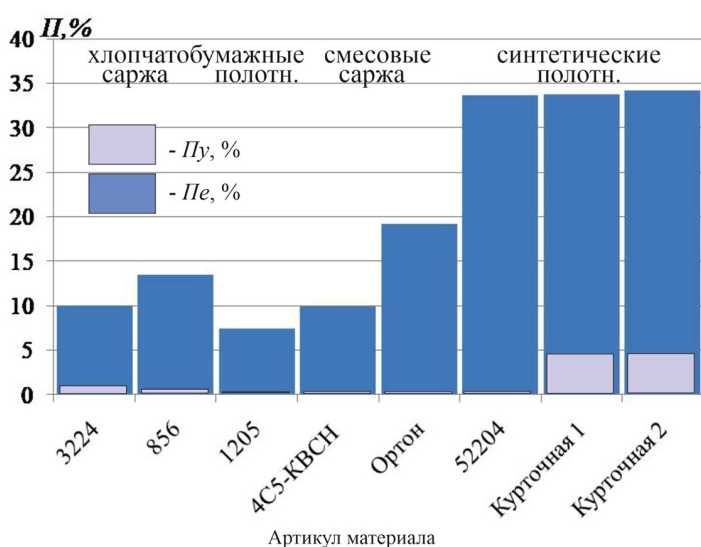


Рисунок 2 – Изменение пылеемкости и пылеудержания тканей с водозащитными свойствами

переплетением арт. 1205. Их пылеемкость почти в 5 раз выше, чем ткани арт. 1205, а пылеудержание – в 36 раз (арт. 1205 – 0,13 %, курточная ткань 1 и курточная ткань 2 соответственно 4,7 % и 4,4 %). При этом синтетическая ткань арт. 52204, имея каландровую обработку изнаночной поверхности, обладает значительно более низким пылеудержанием (0,15 %), что позволяет предполагать, что в комплексе с волокнистым составом на пылеудержание оказывает влияние рельеф поверхности ткани.

Обращает на себя внимание и влияние переплетения и поверхностной плотности на загрязняемость тканей пылью, однако незначительная выборка артикулов тканей с разными техническими характеристиками не позволяет сделать более глубокие и основательные выводы. Кроме того, полученные экспериментальные данные согласуются с проведенными исследованиями других ученых. Так, в работе [7] установлено как на результат удержания пыли текстильным материалом влияет его структура и свойства загрязняющего вещества. У тканей картина загрязнения поверхности следующая: значительная часть пыли оседает на лицевой поверхности. Это характерно для загрязнения материалов различными промышленными загрязнениями.

Отложение на поверхности текстильных материалов жировых и других веществ создает благоприятную среду для задержки и закрепления всех других загрязнений. Здесь важную роль играет электростатическое электричество, которое возникает вследствие различных электрических зарядов на материалах. Причем более сухие материалы электризуются сильнее, чем более влажные [8]. Очевидно, что загрязнение текстильных материалов маслами будет способствовать и большему загрязнению пылью (рис. 3).

Экспериментальные исследования показали, что даже небольшое загрязнение по-

хлопчатобумажные, смесовые и синтетические, подвергнутые водоотталкивающей отделке или пленочному покрытию (рис. 2).

Установлено, что волокнистый состав влияет на способность ткани накапливать на поверхности и удерживать пыль – наиболее загрязняемые при этом синтетические материалы с пленочным покрытием, в то время, как они более плотные по структуре и имеют более гладкий рельеф поверхности, например, по сравнению с хлопчатобумажной тканью с полотняным

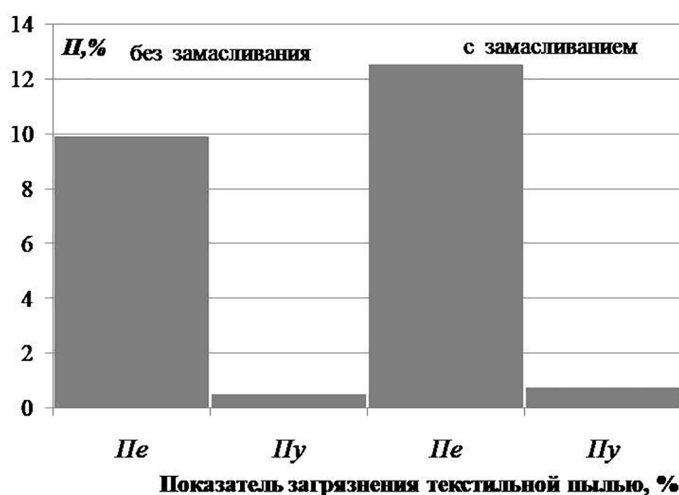


Рисунок 3 – Влияние замасливания ткани «Грета» арт. 4С5-КВСН с ВО на ее пылеёмкость и пылеудержание

процедуры и увеличивать количество циклов ухода. С другой стороны, наличие загрязнения текстильного материала может снижать его водозащитные характеристики [9, 10], которые зависят от вида примененного гидрофобизирующего препарата [5], [11].

В одежде поверхность содержит локальные барьеры в виде горизонтальных и вертикальных швов, количество и расположение которых зависит от модельных особенностей, их наличие повлияет на общее загрязнение изделия. Экспериментальные исследования пылеёмкости и пылеудержания образцов текстильных материалов при разном заполнении швами разных, наиболее часто используемых конструкций позволило установить,

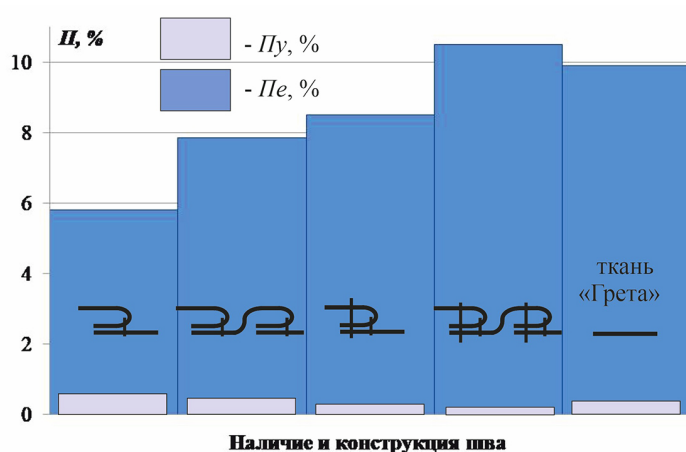


Рисунок 4 – Влияние наличия ниточных соединений на загрязнение текстильного материала

верхности ткани «Грета» арт. 4С5-КВСН с ВО машинным маслом интенсивностью 0,0053 г/см² приводит к увеличению показателей загрязнения пылью: пылеёмкость увеличивается на 26 %, пылеудержание – на 57%. Наличие замасливателей в общей структуре загрязнений текстильных материалов одежды, таким образом, будет приводить к более быстрому загрязнению одежды, а значит, потребуются сокращать длительность цикла эксплуатации, например, производственной, до уходовой

процедуры и увеличивать количество циклов ухода. С другой стороны, наличие загрязнения текстильного материала может снижать его водозащитные характеристики [9, 10], которые зависят от вида примененного гидрофобизирующего препарата [5], [11].

что увеличение заполнения площади текстильного материала ниточными соединениями приводит к увеличению загрязнения (рис. 4). Шов с уплотненной конструкцией – настрочной с открытыми срезами, более пылеемкий, но менее пылеудерживающий по отношению к стачному шву, припуски которого не закреплены строчкой (соотношение пылеёмкости настрочного и стачного шва при одинаковой площади за-

полнения 24 % соответственно 8,5 % и 5,8 %, а соотношение пылеудержания – 0,26 % и 0,63 %). Пылеудержание настрочного шва при увеличении площади ниточных соединений ниже, чем ткани (пылеудержание для ткани «Грета» арт. 4С5-КВСН – 0,47 %, для настрочных швов при относительной площади заполнения 24 % – 0,26 % и соответственно при относительной площади заполнения 48 % – 0,20 %). Наличие швов в одежде приводит к увеличению пылеемкости по отношению к пылеемкости текстильного материала (соответственно, пылеемкость образца при площади заполнения настрочным швом 48 % – 10,5 %, образца без шва – 9,9 %). Стачной шов при этом менее пылеемкий в сравнении с настрочным швом (пылеемкость швов, соответственно, при одинаковой площади: стачного – 5,8 % и 7,85 %, настрочного – 8,5 % и 10,5 %), но стачной шов имеет большую пылеудерживающую способность, а значит более загрязняем (пылеудержание швов соответственно при одинаковой площади: стачного – 0,63 % и 0,57 %, настрочного – 0,26 % и 0,20 %). При этом можно сделать вывод о том, что при увеличении площади одежды, заполненной уплотненными швами, загрязнение ее текстильной пылью будет меньше. Снижение водоупорности в области швов в зависимости от их конструкции может достигать 30–40 % [12, 13].

Выводы

Установлено, что водоотталкивающая отделка текстильного материала увеличивает его пылеемкость, например, обработка ткани персистоном *E* повысила ее пылеемкость на 65–202 %.

Показано, что пылеемкость и пылеудержание тканей зависят от ее структурных характеристик, причем пылеемкость в большей степени зависит от волокнистого состава и структурного наполнения ткани, а пылеудержание – от волокнистого состава и структуры рельефа поверхности.

Подтверждено увеличение загрязнения текстильного материала текстильной пылью на 26 % и пылеудержания – на 57 % при наличии в структуре загрязнения масел.

Доказано, что загрязнение одежды текстильной пылью уменьшается при увеличении площади ниточных соединений, но зависит от конструкции применяемых ниточных швов. Применение более плотного по конструкции настрочного шва в целом будет способствовать меньшей загрязняемости одежды в сравнении с загрязняемостью текстильного материала за счет снижения пылеудержания в области швов.

Список использованных источников

1. Умная одежда : Верхняя одежда для дождливой погоды: современные решения. – URL: <https://maxiscomfort.ru/verhnyaya-odezhda-dlya-dozhdlivoj-pogody-sovremennye-resheniya/> (дата доступа 01.06.2025). – Текст: электронный.
2. Garderobus : Мембранная одежда для спорта и туризма. – URL: <https://garderobus.ru/articles/saturday/membrannaja-odezhda-dlja-sporta-i-turizma/> (дата доступа 01.06.2025). –

Текст: электронный.

3. Средства индивидуальной защиты. Требования к стежкам, строчкам и швам : ГОСТ 29122-91: Межгосударственный стандарт. – Взамен ГОСТ 12.4.116–82 ; введ. РФ 01.01.93. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 23 с.

4. Пат. 12861 РФ. Устройство для определения пылеемкости текстильных материалов / № 99114996; заявл. 12.07.99; опубл. 10.02.00, Бюл. № 4, Дэлгерсүрэн Балдан-Осар, Метелева О. В., Веселов В. В., Немихина М. В., Цапалов Б. М., Носова М. В., Припеченкова Н. С. – 8 с.

5. Кричевский, Г. Е. Химическая технология текстильных материалов: учеб. для вузов. в 3 т. Заключительная отделка текстильных материалов / Г. Е. Кричевский. – М., 2001. – Т.3. – 298 с.

6. Кольцова, В. Г. Разработка методов и оценка изменения свойств сорочечных тканей в результате загрязнений: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : специальность 05.19.01 – «Материаловедение производств текстильной и лёгкой промышленности» / Кольцова Валентина Георгиевна ; рук. Перепелкин Кирилл Евгеньевич. – СПб: СПбГУТД, 2000. – 18 с.

7. Немирова, Л. Ф. Экспериментальное исследование загрязнения текстильных материалов пылью тонкоизмельченных порошкообразных материалов / Л. Ф. Немирова, С. Н. Литунов, С. Ш. Ташпулатов, И. В. Черунова, Ч. Т. Кочкорбаева, Г. И. Махмудова // Известие вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, – № 2 (386). – С. 73–78.

8. Гелион : Прочность одежды и причины загрязнения белья. – URL: <https://helion-ltd.ru/good-clothes/> (дата доступа 01.06.2025). – Текст: электронный.

9. Припеченкова, Н. С. Разработка малооперационной технологии изготовления водозащитной одежды : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : специальность 05.19.04 – «Технология швейных изделий» / Припеченкова Наталья Сергеевна ; рук. Метелева Ольга Викторовна. – Иваново: ИВТИ, 2001. – 220 с.

10. Припеченкова, Н. С. Проектирование тканей для водозащитной одежды / Н. С. Припеченкова, О. В. Метелева, В. В. Веселов // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1999. – №3. – С. 86–91.

11. Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник / под ред. Б. Н. Мельникова. – Иваново: Талка, 2003. – 484 с.

12. Метелева, О. В. Исследование клевого пленочного материала для проклеивания ниточных соединений / О. В. Метелева, Л. И. Бондаренко, Е. В. Зобнина // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2024. – № 6 (414). – С. 146–154.

13. Бондаренко, Л. И. Обеспечение комплекса защитных свойств соединений спец-одежды / Л. И. Бондаренко, О. В. Метелева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2020. - № 1 (385). – С. 184–188.