

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ДИСПЕРСИЙ ДЛЯ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЖАРНЫХ НАПОРНЫХ РУКАВОВ

POSSIBILITIES OF POLYMER DISPERSIONS USING FOR REPAIR AND RESTORATION OF FIRE PRESSURE HOSES

С.Н. УЛЬЕВА¹, И.А. ЛЕГКОВА¹, А.Л. НИКИФОРОВ¹, И.Ю. ШАРАБАНОВА¹, В.Е. РУМЯНЦЕВА^{1,2}

S.N. ULYEVA¹, I.A. LEGKOVA¹, A.L. NIKIFOROV¹, I. YU. SHARABANOVA¹, V.E. RUMYANTSEVA^{1,2}

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
²Ивановский государственный политехнический университет)

¹Ivanovo Fire and Rescue Academy of the SFC of EMERCOM of Russia,
²Ivanovo State Polytechnic University)

E-mail: jivotjagina@mail.ru, legkovai@mail.ru, anikiforoff@list.ru,
sharabanova@bk.ru, varrym@gmail.com

В статье рассмотрена возможность использования полимерных композиций для ремонта и восстановления пожарных напорных рукавов. В рамках проводимой работы рассматривались полимерные составы, которые способны полимеризоваться на воздухе без внешних воздействий, таких как УФ-излучение, ИК-излучение, контактный и конвективный нагрев, и отверждаться при воздействии высоких температур, для чего могут быть использованы волновые методы нагрева – УФ, ИК, УЗ, ВЧ, СВЧ. Для поиска составов были выделены основные характеристики, по которым оценивались материалы: термо- и морозостойкость, невосприимчивость к воздействию влаги, механическая прочность, стойкость к воздействию ультрафиолета, эластичность. В результате проведенного поиска выявлен ряд полимерных композиций, которые, на наш взгляд, могут быть использованы для ремонта: ПВХ-пластизоли, водные полиуретановые дисперсии, силиконовые герметики.

The article discusses the possibility of using polymer compositions for the repair and restoration of fire pressure hoses. As part of the work being carried out, polymer compositions were considered that are capable of polymerizing in air both without external influences, such as UV radiation, IR radiation, contact and convective heating, and capable of curing when exposed to high temperatures, for which wave heating methods can be used – UV, IR, US, HF, UHF. To search for compositions, the main characteristics were identified by which the materials were evaluated: heat and frost resistance, immunity to moisture, mechanical strength, resistance to ultraviolet radiation, elasticity. As a result of the search, a number of polymer compositions were identified that, in our opinion, can be used for repairs, such as PVC plastisols, aqueous polyurethane dispersions, silicone sealants.

Ключевые слова: ремонт рукавов, полимерные материалы, дисперсии, пластизоли, герметики, адгезивы.

Keywords: hose repair, polymer materials, dispersions, plastisols, sealants, adhesives.

Пожарные рукава являются одним из наиболее часто используемых видов пожарного оборудования. Интенсивность и «жесткие» условия эксплуатации предсказуемо дают довольно высокий процент отказов, на долю пожарных рукавов приходится 85% отказов пожарной техники. При этом большую часть повреждений рукавов дают «свищи» (60%) и разрывы защитного слоя (30%) [1, 2]. В связи с этим разработка новых способов и устройств для проведения ремонта вышедшего из строя рукава позволит продлить срок службы оборудования, что подчеркивает актуальность и практическую значимость данного исследования.

На сегодняшний день для ремонта рукавов используется метод вулканизации, который не всегда может быть реализован на практике, так как современные пожарные рукава являются сложными с точки зрения конструктивного исполнения и могут включать в себя несколько слоев полимерных материалов, имеющих различный состав и структуру. Как правило, имеется текстильная основа, которая может сочетаться с термопластичным полимерным материалом, что делает невозможным использование метода вулканизации.

Цель данной работы заключается в анализе рынка полимерных композиций, пригодных для осуществления таких видов ремонта. В рамках проводимой работы рассматривались полимерные составы, которые способны полимеризоваться на воздухе без внешних воздействий, таких как УФ-излучение, ИК-излучение, контактный и конвективный нагрев, и отверждаться при воздействии высоких температур, для чего могут быть использованы волновые методы нагрева – УФ, ИК, УЗ, ВЧ, СВЧ.

Нами выделены основные характеристики, по которым оценивались рассматриваемые материалы: термо- и морозостойкость, невосприимчивость к воздействию влаги, механическая прочность, стойкость к воздействию ультрафиолета, эластичность. Кроме того, подбираемая композиция должна обладать высоким сродством к материалу ремонтируемого изделия. В результате проведенного поиска выявлен ряд полимерных

композиций, которые, на наш взгляд, могут быть использованы для ремонта: ПВХ-пластизоли, водные полиуретановые дисперсии, силиконовые герметики.

Поливинилхлорид (ПВХ) – синтетический термопластичный полярный полимер. Пластизоли – это дисперсии частиц некоторых видов полимеров в жидком пластификаторе, за счет которого полимер приобретает гибкость и эластичность. В обычном состоянии пластизоли представляют собой коллоидные растворы полимеров, обладающие текучестью в широком диапазоне скоростей сдвига при комнатной температуре, что позволяет использовать их в процессах литья и нанесения на различные поверхности методами окунания, распыления и печати. Для пластизолов характерна очень высокая вязкость или даже полная нетекучесть при низких напряжениях сдвига, благодаря чему изготовленные изделия не теряют формы до отверждения пластизоля. При нагревании растворимость ПВХ в пластификаторе резко возрастает, и при 140-180°C происходит процесс желатинизации. В результате образуется резиноподобный пластикат с хорошими физико-механическими свойствами, высоким электрическим сопротивлением и химической стойкостью [3].

Адгезионная способность ПВХ-пластизолов в основном определяется используемым в их составе промотором адгезии, то есть добавкой, придающей адгезию. В качестве промоторов адгезии ПВХ-пластизолов широко используются полиамины и полиаминоамиды [4]. Так, авторами предложено в качестве промоторов адгезии ПВХ-пластизолов использовать полиэтиленполиамин, который является продуктом взаимодействия аминов и карбоновых кислот.

Пластикат – это мягкий ПВХ, который обладает хорошими диэлектрическими характеристиками ($\epsilon \approx 6-8$, $\text{tg}\delta \approx 10^{-2}$) [5...7], водо-, бензо- и маслостойкостью, а также высокой эластичностью в диапазоне температур от -60 до +100°C, что определяется содержанием пластификатора (табл.1) [8].

Наименование	Показатель
Плотность	1,18-1,30 г/см ³
Прочность при растяжении	10-25 МПа
Прочность при сжатии	6-10 МПа
Прочность при статическом изгибе	4-20 МПа
Относительное удлинение	20-44 %
Модуль упругости при растяжении	7-8 МПа
Теплопроводность	0,12 Вт/(м·К)
Удельная теплоемкость	1,47 кДж/(кг·К)
Температурный коэффициент линейного расширения	(100-250)10 ⁻⁶ °С ⁻¹
Удельное объемное электрическое сопротивление при 20°С	10 ⁹ -10 ¹⁴ Ом·см
Тангенс угла диэлектрических потерь при 50 Гц	0,1
Диэлектрическая проницаемость при 50 Гц	4,2-4,5
Электрическая прочность при 20°С	25-40 МВ/м
Водопоглощение за 24 часа при 20°С для материала, полученного: - суспензионной или блочной полимеризацией - эмульсионной полимеризацией	не более 1,5 % не более 5 %

Композиция пластика включает полимер, пластификаторы, стабилизаторы, смазки, красители (пигменты), наполнители и некоторые другие добавки. Обязательным является использование пластификаторов, к которым относятся эфиры фталевой, фосфорной, себаценовой или адипиновой кислот, хлорированные парафины, что позволяет существенно снизить температуру стеклования поливинилхлорида. Наличие пластификаторов облегчает переработку ПВХ-композиции, снижает хрупкость готового материала и повышает его относительное удлинение, однако при этом одновременно снижаются прочностные и диэлектрические показатели, химическая стойкость. Недостатком пластификаторов является склонность пластификаторов к миграции и выпотеванию, а также возможность их экстрагирования жидкими средами, что ведет со временем к потере эластичности и ухудшению морозостойкости. Процесс желирования пластизолов сводится к нагреву нанесенного слоя до 200°С в течение 2 минут при конвективном нагреве или 8-12 секунд в ВЧ/СВЧ полях [9].

Использование ПВХ-пластизолов для ремонта пожарных всасывающих рукавов имеет неплохие перспективы, что обусловлено доступностью материала и хорошей проработанностью вопросов, связанных с процессами их отверждения в ВЧ/СВЧ-полях. Использование волновых методов отверждения пластизолов позволяет полу-

чать прочные эластичные покрытия, отличающиеся высокими показателями прочности к текстильным материалам, что обеспечивает высокое качество ремонтных работ [10].

Единственным недостатком использования таких материалов является использование легковоспламеняющихся жидкостей (например, диметилкетона) для регулирования вязкости композиции, что налагает ограничения на использование всего спектра возможных источников нагрева ремонтируемого изделия при отверждении нанесенного ремонтного покрытия. В связи с этим был проведен поиск пожаробезопасных полимерных композиций на водной основе, а также составов, способных полимеризоваться на воздухе без использования нагрева.

В результате проведенного поиска выделены водные полиуретановые дисперсии Лапрол, Аквапол и Ларус.

Лапрол – это российский бренд простых полиэфиров, представляющих собой однокомпонентные полиуретановые связующие, отверждающиеся под воздействием атмосферной влаги. Лапрол (марки ПП-3083, ПП-3086) образует высокопрочные упругоэластичные водопроницаемые покрытия на основе резиновой крошки. Эти полимерные композиции не содержат растворителей, наполнителей и пластификаторов, не требуют смешения со вторым компонентом и имеют оптимальную вязкость. Данные продукты обладают отлич-

ной совместимостью и адгезией к изделиям на резиновой основе. Формирование полиуретанов происходит в результате реакции между водой и присадками, содержащими изоцианатные группы. Инициатором сшивки являются молекулы воды. Полиуретаны обладают прочностью, эластичностью, хорошей заполняемостью зазоров и пустот, химической стойкостью. Чтобы получить высокие показатели адгезии, рекомендуется вводить в состав композиций спраймеры – химические соединения, улучшающие сцепление между различными материалами.

Использование Лапролов позволяет получать упругие, эластичные, износостойкие, водонепроницаемые покрытия, отличающиеся высокими показателями механической прочности, водостойкостью и

устойчивостью к действию широкого спектра органических и неорганических химических соединений.

Полиуретановые эластомеры Лапрол, Аквапол характеризуются высокими значениями прочности и сопротивления раздиру, износостойкостью, устойчивостью к набуханию в маслах и растворителях. Благодаря сочетанию эластичности и твердости изделия на их основе обладают отличными эксплуатационными свойствами [11].

Основные характеристики Лапролов приведены в табл. 2. На наш взгляд, эти препараты могут быть рекомендованы для текущего ремонта напорных льняных пожарных рукавов, в том числе и имеющих дополнительные наружные полимерные покрытия.

Таблица 2

Наименование показателя	Лапрол ПШ-3083 ТУ 2224-064-10488057-2011	Лапрол ПШ-3083S ТУ 2224-072-10488057-2013	Лапрол ПШ-3086* ТУ 2224-081-10488057-2015
Внешний вид	Однородная прозрачная вязкая жидкость от светло-желтого до желтого цвета		Однородная прозрачная или молочно-белая вязкая жидкость
Массовая доля нелетучих веществ, % масс	100		
Вязкость динамическая при 25°C, мПа·с, в пределах	3500-4500		
Массовая доля NCO-групп, %, в пределах	9,0-10,5		8,5-9,5
Жизнеспособность при 25°C и 70% влажности, ч	2	3	1,5
Время отверждения при 25°C и 70% влажности, ч	24 часа – пешеходные нагрузки; 3-5 суток – полные эксплуатационные нагрузки		

*Маловспенивающийся клей, эффективен при использовании во влажную погоду.

Похожий по своим свойствам на Лапрол композит выпускает НПП «Макромер» [12]. Препарат имеет название Аквапол, его основу составляют водные полиуретановые дисперсии различной вязкости, которая зависит от содержания основного вещества, размера частиц, природы компонентов. Эти дисперсии отличаются высокой стабильностью при длительном хранении (не менее 6 месяцев). Размер частиц может регулироваться в зависимости от конкретной области применения и составляет, как правило, не более 300 нм. Возможно получение дисперсий с размером частиц 20-50 нм, что обеспечивает хо-

рошие пленкообразующие свойства. В настоящее время специалистами НПП «Макромер» разработаны специальные марки дисперсий, стабильные к циклам замораживание-оттаивание, устойчивые к действию электролитов и кислот. Ассортимент выпускаемых водных анионных ПУ дисперсий представлен в табл. 3, 4.

Свойства продуктов на основе дисперсий НПП «Макромер» могут изменяться в широких пределах в зависимости от используемого полиола, изоцианата, наличия функциональных добавок и т. д. Наиболее выраженными прочностными характеристиками обладает композиция Аквапол 21

(табл. 4). Выпускаемые продукты являются дисперсиями термопластичных полиуретанов, поэтому в ряде случаев для модификации их свойств могут быть использованы дополнительные сшивающие агенты (эпоксидные соединения, меламиноформальдегидные смолы, специальные марки

полиизоцианатов и т. д.). Для удешевления рецептур и модификации их свойств дисперсии Аквапол могут использоваться в смесях с другими водными эмульсиями и дисперсиями, например, ПВА, стирол-акриловыми соединениями и т. д. [12].

Т а б л и ц а 3

Марка дисперсии	Полимер	Тип изоцианата	Содержание сухого вещества, %	Вязкость при 25°С, мПа·с
Аквапол 10	Полиуретан	Ароматический	28...32	Не более 100
Аквапол 11	Полиуретан		38...42	Не более 1000
Аквапол 30	Полиуретан - акрил		38...42	Не более 500
Аквапол 21	Полиуретан	Алифатический	28...32	Не более 100
Аквапол 22			28...32	Не более 100
Аквапол 23			28...32	Не более 100

Т а б л и ц а 4

Марка дисперсии	Разрывная прочность, МПа	Напряжение при удлинении 100%, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Твердость по Кенигу, усл. ед.
Аквапол 10	5...8	1...4	350...700	0,10
Аквапол 11	10...20	1,5...5	350...500	0,13
Аквапол 30	10...22	3...6	250...350	0,13
Аквапол 21	25...45	10...16	200...350	0,4
Аквапол 22	25...45	10...16	2...10	0,6
Аквапол 23	1...5	0,5...1,0	800...1500	0,1

Благодаря высокой прочности и сопротивлению раздиру, износостойкости, устойчивости к набуханию в различных маслах и растворителях пленочных покрытий, формируемых из Аквапола 21, можно рекомендовать использование данного препарата для осуществления капитального ремонта пожарных рукавов [10, 11].

Среди водных дисперсий полимеров также следует выделить акриловые дисперсии группы компаний «СВАН», выпускаемые под названиями Ларус и Рузин.

Ларус-35 представляет собой водную сополимерную непластифицированную эмульсию на основе стирола и эфиров акриловой кислоты. Использование данного препарата позволяет получать мягкие резиноподобные пленки без остаточной липкости. Препарат хорошо совмещается с наполнителями и пигментами (мел, каолин, тальк). Производитель рекомендует применять Ларус-35 в производстве «резиновых» красок, обладающих особой пластичностью, гибкостью, свойством обратимой деформации, производстве строи-

тельных клеев, в том числе для напольных покрытий, производстве герметиков и для финишной обработки кож. Получаемые пленочные покрытия обладают высокими прочностными характеристиками. Основными недостатками дисперсии являются ее неустойчивость при отрицательных температурах и потеря свойств после размораживания.

Еще одним препаратом, пригодным для использования при ремонте пожарных рукавов, является Рузин-33 – водная сополимерная дисперсия на основе акриловой и метакриловой кислот, модифицированная акрилонитрилом. Дисперсия обладает уникальными физико-механическими свойствами свободных пленок. Специально разработанная химическая формула сополимера позволяет получать высокоэластичную пленку с высокими прочностными показателями. Рекомендуемые области применения: производство герметиков, мастик, адгезивов, «резиновых» красок, обладающих особой пластичностью, гибкостью, свойством обратимой деформа-

ции, а также в кожевенной и обувной промышленности в качестве грунта при отделке кож для придания мягкости и эластичности. Однако так же, как и Ларус,

данный препарат не обладает морозостойкостью. В табл. 5 приведены основные физико-химические характеристики дисперсий Ларус-35 и Рузин-33.

Т а б л и ц а 5

Наименование показателя	Значения для дисперсии Ларус-35	Значения для дисперсии Рузин-33
Внешний вид	Жидкость молочно-белого цвета без видимого расслоения	Жидкость от молочно-белого до кремового цвета
Массовая доля нелетучих веществ, %	58-60	48-50
Минимальная температура пленкообразования, °С	+2	+2
Размер частиц, мкм	0,15	0,1
Тип дисперсии	анионная	анионная
Разбавляемость водой	хорошая	хорошая
Морозоустойчивость	неморозоустойчивая	неморозоустойчивая
Механическая прочность: - прочность при разрыве, МПа - растяжение при разрыве, %	0,5-1,0 >2000	4-6 800-1000

Эти дисперсии могут быть использованы для ремонта льняных пожарных рукавов при соблюдении условия, что ремонтные работы будут производиться в отапливаемых помещениях в силу отсутствия у дисперсий свойств морозостойкости. Отверждение покрытий может осуществляться при использовании конвективных и радиационных методов нагрева, а также в полях токов ВЧ/СВЧ.

При выборе препаратов, способных образовывать на поверхности ремонтируемого изделия прочные полимерные пленки, особое внимание следует обратить на силиконовые герметики, которые представляют собой вязкотекучие составы на основе низкомолекулярных силиконовых каучуков. Следует отметить, что введение в состав данных композиций инициаторов полимеризации позволяет осуществлять их отверждение при комнатной температуре, в противном случае инициирование процессов полимеризации возможно при использовании высокотемпературного нагрева. Получаемые покрытия химически инертны и обладают высокими показателями механической прочности и эластичности. Адгезионная способность силиконовых герметиков к текстильным материалам высокая, однако при осуществлении ремонтных работ следует рекомендовать использование специальных составов, повышающих сцепление полимера с материалом ремонтируемого изделия. В нас-

тоящее время отечественной промышленностью выпускаются специальные адгезивные составы, которые широко применяются в строительной индустрии и могут быть эффективно использованы и в нашем случае.

Компонентный состав силиконовых герметиков достаточно сложный. При изготовлении данных продуктов в качестве основы используют силиконовый каучук, в который добавляют пластификаторы, вулканизатор, праймер адгезии и прочие наполнители для придания готовому препарату необходимых физико-химических свойств.

Вулканизация силиконов происходит под влиянием атмосферной влажности при комнатной температуре. Молекулы воды в силиконах используются для создания межмолекулярных связей. На скорость полимеризации существенное влияние оказывает относительная влажность, при этом полимеризационная глубина ограничивается 10-15 мм. Силиконовые эластомеры обладают превосходной термостойкостью (более 230°С) и упругоэластичными свойствами. Силиконовые герметики являются морозостойкими, выдерживают снижение температуры до -110°С. Температурный диапазон применения силикона составляет от -110°С до +300°С. Есть также специализированные термостойкие составы, которые при нагревании до +300°С сохраняют свои рабочие характеристики. Суще-

ственным недостатком большинства герметиков является то, что их нельзя наносить на влажные поверхности, в этом случае не удастся получить прочного сцепления полимера с материалом ремонтируемой поверхности.

Силиконовые герметики могут быть использованы исключительно для осуществления текущего ремонта пожарных рукавов.

Таким образом, на основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- для ремонта напорных пожарных рукавов можно рекомендовать использование полимерных дисперсий;

- для текущего ремонта целесообразно использовать ПВХ-пластизоли; для отверждения данных составов следует использовать конвективный или волновые (ВЧ/СВЧ) методы нагрева;

- полиуретановые эластомеры Лапрол и Аквапол могут быть рекомендованы для текущего ремонта напорных льяных пожарных рукавов, в том числе и имеющих дополнительные наружные полимерные покрытия;

- использование препарата Аквапол 21 в сочетании с ВЧ/СВЧ нагревом обеспечивает получение высокопрочных пленочных покрытий как на внутренней, так и на внешней стороне рукавного изделия при одновременном снижении затрат материальных средств и времени при осуществлении капитального ремонта пожарных рукавов;

- в качестве перспективных препаратов для ремонта пожарных напорных рукавов можно рекомендовать использование самоотверждающихся силиконовых герметиков и препаратов Рузин-33 и Ларус-35 фирмы «СВАН».

ЛИТЕРАТУРА

1. Сараев И.В., Бубнов А.Г., Курочкин В.Ю. и др. Относительная общая польза – дополнительный комплексный критерий выбора пожарных рукавов // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24, № 4. С. 66...71.

2. Сараев И.В., Мурза И.М. Устройства для проведения оперативного ремонта напорных пожарных рукавов на пожаре // Надежность и долго-

вечность машин и механизмов. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2020. С. 97...100.

3. Dortel K., Szcuczyk P. Studies of the influence of morphology of suspension PVC on the processing behaviour its compositions //Prague Meet. Macromol. 31st. Microsymp. Polyvinyl chloride). Prague. 1988. P. 5.

4. Пат. RU 2 187 516 C2. Промотор адгезии для пластизолой на основе поливинилхлорида или сополимера винилхлорида с винилацетатом и пластизол на основе поливинилхлорида или сополимера винилхлорида с винилацетатом.

5. Дрогун А.Е., Циркина О.Г., Никифоров А.Л. Особенности процесса желирования ПВХ-пластизолей в поле токов высокой частоты при формировании полимерных покрытий на текстильных материалах // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2010. №4 (325). С. 67...70.

6. Быков Е.В., Дёмко А.И., Крючков А.А. и др. Использование линейных моделей для описания перехода стеклования и диэлектрических свойств в ПВХ пластикатах // Вестник кибернетики. 2018. № 2. С. 43...52.

7. Шаравара А.М., Христофорова И.А. ПВХ-композиции и их применение // Международный научно-исследовательский журнал. 2009. №2(80). С. 84...86.

8. Пахомов С.И., Трифонова И.П., Бурмистров В.А. Поливинилхлоридные композиции: учеб. пособие. Иваново: ИГХТУ, 2010. 104 с.

9. Циркина О.Г., Дрогун А.Е., Никифоров А.Л. Исследование возможности применения диэлектрического нагрева для совершенствования технологических процессов получения ПВХ-покрытий // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2011. Т. 11, № 1. С. 33...35.

10. Никифоров А.Л., Ульяева С.Н., Легкова И.А. Новые подходы к выполнению капитального ремонта пожарных рукавов // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (47). С. 99...106.

11. Николаенко Г.Р., Кулевицов Г.Н., Степин С.Н. Применение полиуретановых дисперсий в отделочных процессах кожевенной промышленности // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т.15, №22. С. 89...94.

12. Потапочкина И.И., Короткова Н.П., Логинова С.Е., Лебедев В.С. Эпоксидные и полиуретановые клеящие материалы марок ЭЛАД, АКВА-ПОЛ, АКРОЛАТ и компоненты для них // Клеи. Герметики. Технологии. 2010. № 8. С. 8...12.

REFERENCES

1. Saraev I.V., Bubnov A.G., Kurochkin V.YU. etc. Relative overall benefit – an additional comprehensive criterion for the selection of fire hoses // Fire and explosion safety. 2015. Т. 24, №4. P. 66...71.

2. Saraev I.V., Murza I.M. Devices for prompt repair of pressure fire hoses on fire // Reliability and durability of machines and mechanisms, Ivanovo: IPSA

State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2020. P. 97...100.

3. *Dortel K., Szcuczyk P.* Studies of the influence of morphology of suspension PVC on the processing behaviour its compositions // Prague Meet. Macromol. 31st. Microsymp. Polyvinyl chloride. Prague. 1988. P. 5.

4. Patent № RU 2 187 516 C2. Promotor adgezii dlya plastizolej na osnove polivinilhlorida ili sopolimera vinilhlorida s vinilacetatom i plastizol' na osnove polivinilhlorida ili sopolimera vinilhlorida s vinilacetatom.

5. *Drogun A.E., Tsirkina O.G., Nikiforov A.L.* Features of the gelation process of PVC plastisols in the field of high-frequency currents during the formation of polymer coatings on textile materials // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2010. №4 (325). P. 67...70.

6. *Bykov E. V., Demko A.I., Kryuchkov A.A. etc.* Using linear models to describe the glass transition and dielectric properties in PVC plastics // Bulletin of Cybernetics. 2018. No. 2. P. 43...52.

7. *Sharavara A.M., Hristoforova I.A.* PVH-kompozicii i ih primenenie // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2009. №2(80). P. 84...86.

8. *Pakhomov S.I., Trifonova I.P., Burmistrov V.A.* Polyvinyl chloride compositions: study guide. Ivanovo: ISUTU, 2010. 104 p.

9. *Tsirkina O.G., Drogun A.E., Nikiforov A.L.* Study of the possibility of using dielectric heating to improve technological processes for producing PVC coatings // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Legkoy Promyshlennosti. 2011. T. 11, № 1. P. 33...35.

10. *Nikiforov A.L., Uleva S.N., Legkova I.A.* New approaches to performing major repairs of fire hoses // Modern problems of civil protection. 2023. № 2 (47). P. 99...106.

11. *Nikolaenko G.R., Kulevtsov G.N., Stepin S.N.* Application of polyurethane dispersions in finishing processes of the leather industry // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2012. T.15, № 22. P. 89...94.

12. *Potapochkina I.I., Korotkova N.P., Loginova S.E., Lebedev V.S.* Epoxy and polyurethane adhesive materials of the brands ELAD, AKVAPOL, AKROLAT and components for them // Klei. germetiki. Tekhnologii. 2010. № 8. P. 8...12.

Рекомендована кафедрой пожарной безопасности объектов защиты ИПСА ГПС МЧС России. Поступила 15.05.24.