

УДК 614.841.1

**РАЗРАБОТКА ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ
ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЕКОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**DEVELOPMENT OF FLAME RETARDANTS
FOR TEXTILE MATERIALS TO DECORATIVE PURPOSES**

С.А. СЫРБУ, А.Х. САЛИХОВА, А.С. ФЕДОРИНОВ
S.A. SYRBU, A.KH. SALIKHOVA, A.S. FEDORINOV

(Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России)
(Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia)
E-mail: nioungkpn@mail.ru

Возгорание текстильных материалов, используемых в оформлении интерьеров современных помещений, становится причиной большого количества пожаров в жилых и общественных зданиях. Вопрос снижения пожарной опасности декоративных текстильных материалов является своевременным и актуальным. Статья посвящена разработке эффективного метода огнезащитной обработки тканей композициями на основе Афламмит SAP с добавлением различных веществ в качестве сшивающих агентов. По результатам исследования показателей пожарной опасности материалов после обработки антипиреном и термогравиметрического анализа выбран оптимальный состав.

The ignition of textile materials used in the interior design of modern premises is the cause of a large number of fires in residential and public buildings. The issue of reducing the fire hazard of decorative textile materials is timely and relevant. This work is dedicated to the development of an efficient method of flame retardant textile treatment compositions on the basis of Aflammit SAP with the addition of various substances as crosslinking agents. According to the results of the study of fire hazard indicators of materials after treatment with flame retardants and thermogravimetric analysis, the optimal composition was chosen.

Ключевые слова: антипиррирующий эффект, термофиксация, ткань, испытание образца ткани, Афламмит, огнезащитный состав.

Keywords: flame retardant effect, thermofixing, fabric, test of a sample of fabric, Aflammit, fireproof structure.

Для декора помещений используются различные текстильные материалы как натуральные, так и синтетические. В последние годы все большую актуальность приобретает проблема придания огнезащитных свойств текстильным материалам различной природы и назначения. Это обусловлено тем, что они являются серьезным источником опасности во время пожаров, легко воспламеняются, способствуют распространению пламени и при горении выделяют большое количество дыма и газов. В настоящей работе для исследования были подготовлены образцы ткани из хлопкового волокна, используемые для пошива штор и декоративной отделки мебели с целью оформления интерьера помещений. Хлопковое волокно является одним из самых распространенных природных волокон и относится к легковоспламеняющимся материалам, поэтому придание ему огнестойкости имеет большое значение [1], [2].

Широкое практическое применение для огнезащитной отделки целлюлозосодержащих тканей нашли антипирены на основе органических азотно-фосфорных соединений. Афламмит SAP-Тетракис(оксиметил)фосфоний хлорид (далее ТФХ) относится к таким соединениям. Но в настоящий момент существует проблема закрепления ТФХ на тканом материале. Рассмотрим подробнее способ нанесения ТФХ на ткань и отрицательные стороны процесса [3].

Существующая технология отделки Афламмит SAP следующая.

1. Ткань проходит через ванну с раствором, и одномерные молекулы малых размеров заполняют все пространство внутри волокон и между ними.

2. Ткань высушивается на сушильно-ширильной машине.

3. Ткань проходит через герметичную емкость, где под воздействием газообразного аммиака Афламмит SAP превращается в трехмерный полимер.

4. Ткань проходит через ванну с окислителем, где нейтрализуются излишки аммиака.

5. Ткань проходит через ряд промывочных ванн, где происходит удаление незафиксированного препарата Афламмит SAP.

6. Ткань подвергается окончательной сушке.

Отрицательные стороны существующей технологии отделки Афламмит SAP.

1. Многостадийность и трудоемкость процесса нанесения и фиксации.

2. Повышенная экологическая и пожаровзрывоопасность (аммиак, его опасное действие при аварии, при производстве, при утилизации).

3. Снижение прочности ткани на разрыв.

Исходя из вышесказанного, поиск антипиррирующих составов, имеющих сшивающие агенты, альтернативные аммиаку, является весьма актуальным. Таким образом, задачами нашего исследования являются:

- поиск и синтез сшивающих агентов для Афламмита SAP;

- разработка методик нанесения на ткань микрогранул диоксида кремния;

- испытание огнезащитных свойств составов;

- испытания обработанных образцов ткани к действию теплового потока.

Для проведения исследования использовали образцы плотной, прочной хлопчатобумажной ткани усиленного сатинового переплетения с поверхностной плотностью 250 г/м². В качестве сшивающего агента, альтернативного аммиаку, был использован 1,4-дибромбутан. Частицы диоксида кремния (коммерческий препарат марки "Ковелос") были добавлены в композицию для усиления термостойкости и теплоотражающих свойств.

В дальнейшем исследовании был предложен способ закрепления антипирена ТФХ на ткани с помощью 9,22 масс. %-ного раствора 1,4-дибромбутана в тетрахлорметане. Антипиррирующий состав на основе водного раствора ТФХ наносился на образцы ткани методом плюсования. Для приготовления раствора брали 600 г ТФХ и 1000 г H₂O. Нанесенные составы подвергали термофиксации при температуре 150°C в течение 15 минут. Далее шпателем на образцы тканей наносили 9,22%-ный раствор 1,4-дибромбутана в тетрахлорметане с добавлением 1 и 3,5 масс. % SiO₂ (кремнезем добавлялся в раствор для улучшения теплоотражающих

свойств исследуемого материала) соответственно и сушили на воздухе. Следует отметить, что привес ткани с нанесенным коммерческим препаратом "Ковелос" составил 10,1 масс.%. Соответственно были приготовлены 3 рабочих состава.

- Состав №1 – 600 г препарата ТФХ, 1000 г H₂O, 9,22 масс.%-ный раствор 1,4-дибромбутана в тетрахлометане.

- Состав №2 – 600 г препарата ТФХ, 1000 г H₂O, 9,22 масс.%-ный раствор 1,4-дибромбутана в тетрахлометане, содержащий 1 масс. % SiO₂ (коммерческого препарата "Ковелос").

- Состав №3 – 600 г препарата ТФХ, 1000 г H₂O, 9,22 масс.%-ный раствор 1,4-дибромбутана в тетрахлометане, содержащий 3,5 масс. % диоксида кремния SiO₂ (коммерческого препарата "Ковелос").

Полученные текстильные материалы испытывали на воспламеняемость согласно методике [4]. Результаты испытаний показали наличие эффекта огнезащиты.

Для определения термостойкости, величины эффективной энергии активации процесса термического разложения можно использовать данные динамической термогравиметрии (ТГ). Кривые термогравиметрического анализа (ТГА) были получены на

дифференциальном сканирующем калориметре Q-500 фирмы INTEC. Измерения проводили в режиме нагревания в диапазоне температур от 0 до 700°C. Обработка кривых проведена методом модуляционных стандартов.

Термогравиметрический анализ проводили при следующих условиях: среда – воздух; скорость нагрева 3°C/мин; масса исследуемого образца 6...9 мг. Для обработки ТГА данных применяли программное обеспечение с использованием элементов статистической обработки данных и расчета характеристик ТГА. По кривым ТГА фиксировали максимально возможные характеристики: потеря массы в % при фиксированных значениях температуры (50, 100, 150...450°C); температуры (°C) потери 5, 10, 20, 50 % массы; коксовый остаток (%) при температуре окончания процесса деструкции; точки максимумов динамической термогравиметрии кривой (T°C, A %/мин); время выхода на максимальную скорость, с; температуры начала разложения (°C).

Данные, полученные в ходе анализа для образцов, обработанных тремя составами, и необработанных образцов приведены в табл. 1, значения характеристик – в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Температура °С	Потеря массы, масса в %			
	база	состав № 1	состав № 2	состав № 3
50	2,12	2,46	3,14	2,06
100	3,66	3,6	4,2	3,21
150	3,88	6,99	7,45	6,24
200	3,92	11,9	12,42	11,47
250	4,38	17,27	17,78	17,4
300	8,91	44,12	42,3	40,61
350	76,64	51,81	50,52	48,94
400	82,76	57,84	55,65	53,8
450	91,17	65,43	61,25	58,91
500	99,47	77,37	68,94	66,06

Т а б л и ц а 2

Параметр	База	Состав № 1	Состав № 2	Состав № 3
Усредненная температура начала термического разложения, °С	309,39	265,83	276,28	292,44
Минимальная энергия активации, кДж/моль	113,2	137,5	132,0	136,4
Температура, при которой наблюдается максимальная скорость деструкции, °С / Время, мин	325,73/ 101,6	288,25/ 89,3	289,62/ 89,6	292,44/ 90,6
Коксовый остаток, %	4,31	2,48	2,59	4,7
Точки максимумов ДТГ кривой (T°C, A %/мин)				
1 стадия	325,73/257,5	155,44/13,2	152,62/13	156,15/13
2 стадия	464,05/34,4	288,25/94,1	289,62/82	292,44/77,3
3 стадия	-	495,83/26,6	490,18/16,4	495,83/15,7

Методом ТГА подтверждена термическая устойчивость предложенных антипиррирующих композиций [1], [3], [5].

Анализ данных табл. 1 показывает, что появление в составе антипиррирующей композиции диоксида кремния приводит к уменьшению потери массы образца при его нагревании до температуры 500°C. Следует отметить также, что увеличение содержания диоксида кремния с 1 до 3,5 масс. % приводит к еще меньшим потерям массы образцов при термическом воздействии. В большей степени указанный эффект проявляется при температурах от 300 до 500°C.

Заслуживает внимания еще один обнаруженный экспериментальный факт. Повышение концентрации микрогранул диоксида кремния в составе огнезащитной композиции приводит к повышению термической стойкости образца. Как следует из данных табл. 2, образцы ткани, обработанные раствором Афламмита, начинают разлагаться при температуре 265,83 °С, образцы ткани, пропитанные раствором Афламмита с закрепленным Ковелосом в количестве 1 масс. %, – при температуре 276,28°C, образцы ткани, пропитанные раствором Афламмита с закрепленным Ковелосом в количестве 3,5 масс. %, – при температуре 292,44°C.

Таким образом, для огнезащиты ткани декоративного назначения из хлопкового волокна можно рекомендовать состав №3, содержащий 3,5 масс. % диоксида кремния в растворе препарата Афламмит SAP.

ВЫВОДЫ

1. По результатам проведенных исследований получены огнезащитные составы для ткани декоративного назначения из хлопкового волокна на основе Афламмит SAP с использованием в качестве сшивающего агента 1,4-дибромбутана и добавок диоксида кремния (коммерческий препарат "Ковелос") для усиления теплоотражающего эффекта и повышения термостойкости.

2. Рецепт состава, обеспечивающего выполнение предъявляемых требований: 600 г препарата Афламмит SAP, 1000 г H₂O, 9,22 масс. %-ный раствор 1,4-дибромбутана

в тетрахлорметане, содержащий 3,5 масс. % диоксида кремния (коммерческий препарат "Ковелос"). Предложенная композиция позволяет предотвращать воспламенение тканого материала и ослаблять плотность теплового потока при прохождении его через материал.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Болодьян Г.И.* Комплексный подход к созданию пожаробезопасных текстильных материалов и изделий: Дис... канд. техн. наук. – М., 2003.
2. *Федосов С.В., Акулова М.В., Кокшаров С.А., Метелева О.В.* Теоретические основы тепломассопереноса в перспективных технологиях производства материалов текстильной и строительной отраслей промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №6. С. 170...175.
3. *Сырбу С.А., Салихова А.Х., Федоринов А.С.* Огнезащита текстильных материалов. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016.
4. ГОСТ Р 50810–95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. – М.: ИПК "Издательство стандартов", 1995.
5. *Сырбу С.А., Салихова А.Х., Федоринов А.С.* Разработка огнезащитных составов на основе Афламмит SAP для текстильных материалов // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb/2014-5/2014-5.html>.) Выпуск № 5 (57) 2014.

REFERENCES

1. Bolodyan G.I. Kompleksnyj podhod k sozdaniyu pozharbezopasnyh tekstilnyh materialov i izdelij: Dis... kand. tehn. nauk. – M., 2003.
2. Fedosov S.V., Akulova M.V., Koksharov S.A., Meteleva O.V. Teoreticheskie osnovy teplomassoperenosa v perspektivnyh tehnologiyah proizvodstva materialov tekstilnoj i stroitelnoj otraslej promyshlennosti // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2015, №6. S. 170...175.
3. Syrbu S.A., Salihova A.H., Fedorinov A.S. Ognезashita tekstilnyh materialov. – Ivanovo: Ivanovskaya pozharno-spasatel'naya akademiya GPS MChS Rossii, 2016.
4. GOST R 50810–95. Pozharnaya bezopasnost tekstilnyh materialov. Tkani dekorativnye. – M.: IPK "Izdatelstvo standartov", 1995.
5. Syrbu S.A., Salihova A.H., Fedorinov A.S. Razrabotka ognезashitnyh sostavov na osnove Aflammit SAP dlya tekstilnyh materialov // Internet-zhurnal "Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti" (<http://ipb.mos.ru/ttb/2014-5/2014-5.html>.) Vypusk № 5 (57) 2014.

Рекомендована кафедрой пожарной безопасности объектов защиты. Поступила 10.12.17.