

УДК 677.027

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕТРОЭТОКСИСИЛАНА И ТИОМОЧЕВИНЫ
ДЛЯ ПРИДАНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ
ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ**

**APPLICATION TETROETOKSISILAN AND THIOUREA
FOR FLAME-RETARDANT PROPERTIES
OF CELLULOS TEXTILE MATERIALS**

E. TAKEY, B.P. TAUSAROVA
YE. TAKEY, B.R. TAUSSAROVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: ergengul@listl.ru

В статье изложены исследования по применению тетроэтоксисилана и тиомочевины для придания огнезащитных свойств целлюлозным текстильным материалам. Исследовано влияние концентрации исходных компонентов, температуры и времени термообработки на огнезащитные свойства.

In the article expounded research on application of tetraethoxysilane and thiourea for flame-retardant properties cellulose textile materials. Influence of concentrations of initial components is investigational, temperature and time of heat treatment on flame-retardant properties.

Ключевые слова: целлюлозные текстильные материалы, тетраэтоксисилан, золь-гель, огнестойкость.

Keywords: cellulose textile materials, tetraethoxysilane, sol-gel, flame-retardant.

В настоящее время в области текстильных материалов с огнезащитными свойствами достигнуты определенные успехи [1...5]. Такие материалы используются в качестве штор, драпировок, занавесей, при изготовлении мягкой мебели, спальных принадлежностей, специальной защитной одежды и изделий, декоративной отделки различных по функциональному назначению помещений.

Золь-гель технология является одним из наиболее перспективных методов получения материалов. Этот метод не требует больших затрат и позволяет получать продукты особой чистоты, к тому же, по сравнению с другими методами, его коммерческое применение представляется наиболее эффективным. Золь-гель технология позволяет гибко регулировать условия проведения процесса, а значит и размеры получаемых частиц. Преимуществами золь-гель технологии, как и многих других методов химической модификации или "мягкой химии", являются низкие температуры процессов и гомогенность на молекулярном уровне, поэтому использование этой технологии особенно эффективно для получения текстильных материалов с заданными свойствами. Золь-гель технология бурно развивается и внедряется в производство получения огнестойких покрытий, волокон и других неорганических материалов [6...10].

Целью настоящего исследования является получение целлюлозных материалов с огнезащитными свойствами с применением золь-гель технологии. В качестве основного компонента для приготовления золя используют тетраэтоксисилан, растворителя – воду и этиловый спирт, катализатора гидролиза – уксусную кислоту, в качестве материала – хлопчатобумажную ткань артикула 1030.

Обработку хлопчатобумажной ткани золь-гель композицией осуществляли двухстадийно: сначала образцы ткани пропитывали в ванне с тетраэтоксисиланом (в концентрации 1:1:8) в течение 1 мин, отжим составил 90%, далее – сушка при 75...85°C в течение 8...10 мин, затем обработанная ткань подвергалась термообработке при 110, 130 и 150°C в течение 2 мин с последующей промывкой дистиллированной водой, в большом количестве, затем – сушка [9]. На второй стадии после обработки тетраэтоксисиланом образцы пропитывали в растворе, способном снизить горючесть текстиля (антиперен), в течение 1 мин. После 90%-ного отжима, высушивания при 75°C в течение 3 мин в термошкафу и последующей промывкой в дистиллированной воде образец высушивался при комнатной температуре.

Испытания огнезащитной эффективности разработанных составов проводили в соответствии с ГОСТом Р 50810–95, который устанавливает метод определения способности текстильных материалов (тканей, нетканых полотен) сопротивляться воспламенению, устойчивому горению, а также оценка их огнезащитности. Стандарт применяется для всех горючих декоративных текстильных материалов, поставляемых потребителю. Также образцы подвергались испытанию на разрывную нагрузку, на стойкость к истиранию (табл.1), проверялся их элементный состав и изучалась микроструктура поверхности образцов (рис. 4).

Результаты исследований огнезащитной отделки с применением предлагаемых композиций показали, что с повышением концентрации составов длина обугленного участка уменьшается. При повышении температуры термообработки до 150°C степень закрепления композиции с волокном увеличивается.

№ образцов	Концентрация веществ, г/л			Длина обугленного участка, мм			Разрывная нагрузка, Н			Длина обугленного участка (после пяти стирок), мм		
	$(C_2H_5O)_4Si$	CS $(NH_2)_2$	антипирен	Температура термообработки, °С								
				110	130	150	110	130	150	110	130	150
1	Исходный образец			220	220	220	202	202	202	220	220	220
2	100	60	200	110	123	124	203	199	198	135	182	166
3	100	60	300	102	109	113	201	202	199	121	139	165
4	100	60	400	95	105	112	205	200	196	112	139	124

Необработанная хлопчатобумажная ткань при испытании на воспламеняемость при времени зажигания 15 с полностью сгорала за 60 секунд. У образцов, обработанных огнезащитным составом, при вре-

мени зажигания 15 с время тления практически сводилось к нулю. С повышением концентрации антипирена в составе длина обугленного участка уменьшалась от 220 до 95 мм (рис. 1).

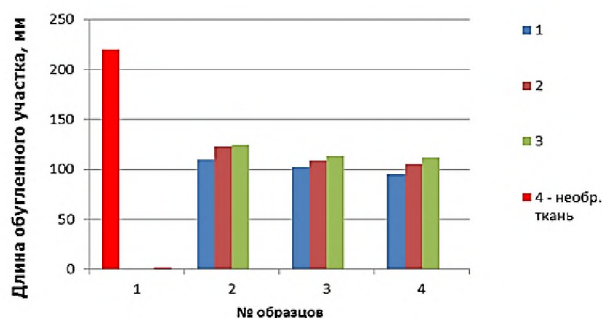


Рис. 1

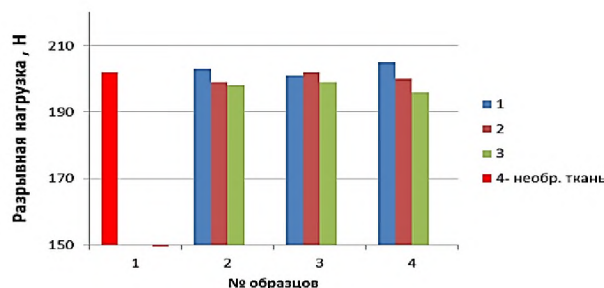


Рис. 2

При растяжении материала до разрыва определяли характеристики прочности и деформации материала. Установлено, что предлагаемый огнезащитный состав

незначительно влияет на показатели прочности обработанных этим составом текстильных материалов (рис. 2). Внешний вид ткани практически не изменяется.

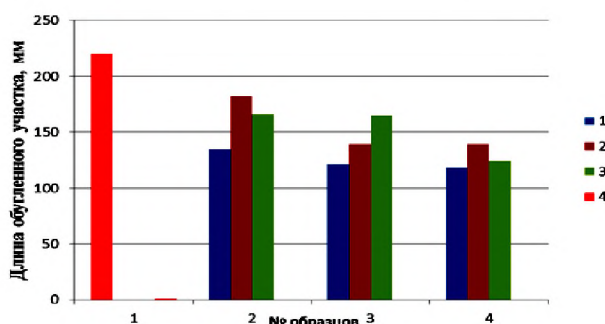


Рис. 3

Кроме этого исследовали огнезащитный эффект обработанных целлюлозных текстильных материалов на устойчивость к стиркам (рис. 3). Длина обугленного участка у необработанного

образца составляла 220 мм, у обработанного образца после одной стирки 95 мм, а после пяти стирок 118 мм. Это говорит о высокой степени фиксации фосфорсодержащих соединений.

Электронно-микроскопические снимки подтверждают образование тонкой полимерной пленки на поверхности волокна. Результаты электронно-сканирующей микроскопии показывают (рис. 4) изменение морфологической поверхности обработанных образцов по сравнению с необработанными образцами.

Согласно электронно-сканирующей микроскопии и проведенному энергодисперсионному микроанализу (табл. 2) чистая хлопковая ткань содержит С – 69,95%, О – 30,05%. После модификации на поверхности обработанной ткани образуются частицы: Si – 6,82%, Р – 2,18%, S – 2,03%, которые распределены достаточно неравномерно.

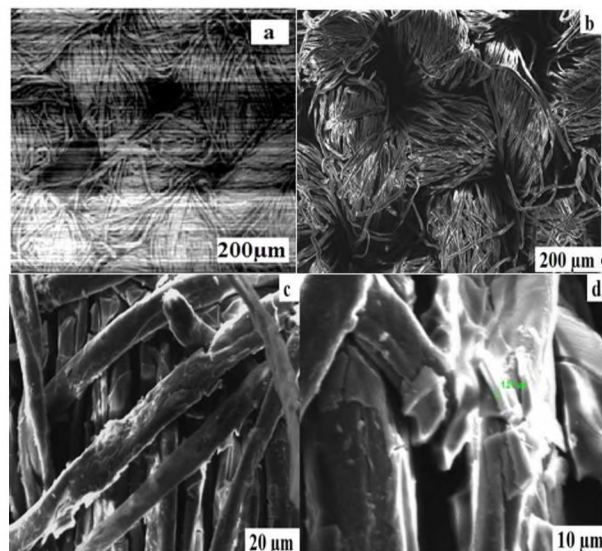


Рис. 4

Таблица 2

№	Антипирен	Массовая доля, %				
		С	О	Si	P	S
Контроль		69,95	30,05	-	-	-
1	20	48,15	40,83	6,82	2,18	2,03
2	30	45,75	40,20	8,92	2,1	3,04
3	40	42,52	41,37	6,92	6,88	2,31

Показано, что с повышением концентрации антипирена в модифицирующем составе в обработанных образцах содержание фосфора и серы возрастает до 6,88% и 3,04% соответственно. Результаты энергодисперсионного микроанализа (табл. 2) дают количественное представление о содержании элементов в обработанных и необработанных образцах.

ВЫВОДЫ

1. Разработан состав на основе тетроксисилана и антипирена для придания целлюлозным материалам огнезащитных свойств. Определены оптимальные условия обработки тканей, исследовано влияние концентрации рабочего раствора, температуры пропитки и термофиксации на огнезащитные свойства ткани. Показано, что у целлюлозных материалов, модифицированных полимерными композициями, улучшаются огнезащитные свойства.

2. Методом электронно-сканирующей микроскопии установлено, что обработка тканей с разработанными композициями

приводит к изменению морфологии поверхности волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Абдрахманова Г.С. Снижение горючести текстильных материалов: достижения и перспективы // Химический журнал Казахстана. – 2015, №1 (49). С. 287...303.
2. Visakh, P.M. Arao Yoshihiko. Flame Retardants // Polymer Blends, Composites and Nanocomposites. – 2015. P.247.
3. Khalifah A. Salmeia, Gaan S., Malucelli G. Recent Advances for Flame Retardancy of Textiles Based on Phosphorus // Polymers. – V. 8, 2016. P.319.
4. Malucelli G., Carosio F., Alongi J., Fina A., Frache A., Camino G. Materials engineering for surface-confined flame retardancy // Materials Science and Engineering R. – 84, 2014. P.1...20.
5. Alongi J., Ciobanu M., Malucelli G. Novel flame retardant finishing systems for cotton fabrics based on phosphorus-containing compounds and silica derived from sol-gel processes // Carbohydrate Polymers. – 85, 2011. P. 599...608.
6. Lucie Costes, Fouad Laoutid, Sylvain Brohez, Philippe Dubois. Bio-based flame retardants: When nature meets fire protection // Materials Science and Engineering R. – V.117, 2017. P. 1...25.
7. Ziyi Liu, Miaojun Xu. Цу Ванг, Bin Li. A novel durable flame retardant cotton fabric produced by surface chemical grafting of phosphorus- and nitro-

gen-containing compounds // Cellulose. – V. 24, 2017. P. 4069...4081.

8. Ralf S. Kappes, Tobias Urbainczyk, Ulrike Artz, Torsten Textor, Jochen S. Gutmann. Flame retardants based on amino silanes and phenylphosphonic acid // Polymer Degradation and Stability. – V. 129, 2016. P.168...179.

9. Yuanlin Ren, Yue Zhang, Jieyun Zhao, Xiuli Wang, Qian Zeng, Yetong Gu . Phosphorus-doped organic–inorganic hybrid silicon coating for improving fire retardancy of polyacrylonitrile fabric // J Sol-Gel Sci. Technol. – V. 82, 2017. P. 280...288.

10. Qiang-hua Zhang, Guo-qiang Chen, Tie-ling Xing. Silk flame retardant finish by ternary silica sol containing boron and nitrogen // Applied Surface Science. – V. 421, 2017. P. 52...60.

REFERENCES

1. Tausarova B.R., Kutzhanova A.Zh., Abdrahmanova G.S. Snizhenie gorjuchesti tekstil'nyh materialov: dostizhenija i perspektivy // Himicheskij zhurnal Kazahstana. – 2015, №1 (49). S. 287...303.

2. Visakh, P.M. Arao Yoshihiko. Flame Retardants // Polymer Blends, Composites and Nanocomposites. – 2015. P.247.

3. Khalifah A. Salmeia, Gaan S., Malucelli G . Recent Advances for Flame Retardancy of Textiles Based on Phosphorus // Polymers. –V. 8, 2016. P.319.

4. Malucelli G., Carosio F., Alongi J., Fina A., Frache A., Camino G. Materials engineering for surface-confined flame retardancy // Materials Science and Engineering R. – 84, 2014. P.1...20.

5. Alongi J., Ciobanu M., Malucelli G. Novel flame retardant finishing systems for cotton fabrics based on phosphorus-containing compounds and silica derived from sol-gel processes // Carbohydrate Polymers. – 85, 2011. P. 599...608.

6. Lucie Costes, Fouad Laoutid, Sylvain Brohez, Philippe Dubois. Biobased flame retardants: When nature meets fire protection // Materials Science and Engineering R. – V.117, 2017. P. 1...25.

7. Ziyi Liu, Miaojun Xu, Ci Vang, Bin Li. A novel durable flame retardant cotton fabric produced by surface chemical grafting of phosphorus- and nitrogencontaining compounds // Cellulose. – V. 24, 2017. P. 4069...4081.

8. Ralf S. Kappes, Tobias Urbainczyk, Ulrike Artz, Torsten Textor, Jochen S. Gutmann. Flame retardants based on amino silanes and phenylphosphonic acid // Polymer Degradation and Stability. – V. 129, 2016. P.168...179.

9. Yuanlin Ren, Yue Zhang, Jieyun Zhao, Xiuli Wang, Qian Zeng, Yetong Gu . Phosphorus-doped organic–inorganic hybrid silicon coating for improving fire retardancy of polyacrylonitrile fabric // J Sol-Gel Sci. Technol. – V. 82, 2017. P. 280...288.

10. Qiang-hua Zhang, Guo-qiang Chen, Tieling Xing. Silk flame retardant finish by ternary silica sol containing boron and nitrogen // Applied Surface Science. – V. 421, 2017. P. 52...60.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 21.09.17.