

ОГНЕЗАЩИТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКОН

**Гулина К. С., асп., Осипова М. Л., асп., Барыкин Д. И., асп.,
Воронжева П. А., маг., Бесшапошникова В. И., д.т.н., проф.**

*Российский государственный университет
имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
г. Москва, Российская Федерация*

Реферат. В статье представлены эффективные параметры огнезащитной модификации тканей из полиэфирных волокон фосфорсодержащими замедлителями горения *Florimp K Werde* и антипиреном T-2 (Нофлан). Огнезащищенные портьерные ткани характеризуются высокой огнестойкостью, кислородный индекс 27–29,0 % об, остаточного тления / горения нет.

Ключевые слова: качество, свойства, огнезащита, портьерные ткани.

Анализ ассортимента портьерных тканей подтвердил, что рынок текстиля предлагает огромный выбор декоративных тканей из синтетического шелка, хлопка, льна и смесовых волокон, разнообразной разряженной и плотной светонепроницаемой структуры (blackout) [1]. Разные типы шелковых тканей прекрасно сочетаются между собой и привносят в интерьер изысканность. Поэтому для исследования качества декоративных портьерных тканей были выбраны разные полотна, характеристики структуры которых, представлены в таблице 1.

Исследование физико-механических свойств показало, что ткани характеризуются высокой прочностью, разрывная нагрузка 69,6-85,3 кгс, что значительно превышает нормативные требования ГОСТ 23432-89, не менее 14,9 кгс (таблица 1).

Таблица 1 – Структурные характеристики и свойства тканей

Характеристики	Ткани			
	Образец № 1 Бархат MoonStar-310	Образец № 2 Blackout Elltextile-280	Образец № 3 Blackout Glossy-240	Образец № 4 Портьерный шелк, арт. 777626
Состав тканей, %, Линейная плотность нитей, текс	100 – ПЭ, грунт и ворс – 7,1 текс x 2, высота ворса 2 мм	100 – ПЭ, 25 текс x 2 / 18 текс x 2	100 – ПЭ, 16,6 текс x 2 / 13,3 текс x 2	100 – ПЭ, 11 текс x 2 / 16,6 текс
Поверхностная плотность, г/м ²	310	280	240	185
Плотность нитей в ткани, шт/10см, основа/уток	380 / 440	682 / 420	719 / 643	334 / 465
Кислородный индекс, %	20,5	22,0	22,0	20,0
Разрывная нагрузка, кгс, осн./уток	70,3 / 72,4	82,2 / 69,6	85,3 / 77,5	72,7 / 80,3
Раздвигаемость нитей в ткани, Н, основа / уток	36 / 43	49 / 42	47 / 41	19,5 / 26
Жесткость при изгибе, мкН·см ² , основа/уток	6711 / 7245	5824 / 4112	5968 / 5321	3451 / 3748
Относительная пылепроницаемость / пылеёмкость, %	0,5 / 26,9	1,6 / 19,4	1,7 / 19	3,2 / 9,4
Драпируемость, %	66	76	74	89

Примечания: ПЭ – полиэфирное волокно; коэффициент вариации по показателям менее 4,3 %.

Портьерная ткань бархат MoonStar-310 уточно-ворсового переплетения обладает большей устойчивостью к раздвигаемости нитей по утку (36/43 Н). Ткани Blackout характеризуются большей устойчивостью к раздвигаемости по основе (47/41 Н). Портьерная ткань арт. 77626 атласного переплетения менее устойчива к раздвигаемости нитей в структуре ткани (19,5/26 Н), как за счет переплетения, так и меньшей плотности и большей подвижной нитей в ткани.

Ткани ворсовые и Blackout характеризуются большей жесткостью, чем шелковая ткань арт. 777626, однако все ткани обладают хорошей драпируемостью и образуют мягкие устойчивые драпировки, что придаст изящество интерьеру. Все образцы тканей характеризуются высокой несминаемостью (80–89 %), за счет высокой упругости полиэфирных волокон. Наибольшая пылепроницаемость (3,2 %) у шелковой ткани арт. 777626. Наименьшая пылепроницаемость (0,5 %) и наибольшая пылеемкость (26,9 %) у ткани бархат, за счет ворсовой поверхности, которая удерживает пыль в структуре ворса. Ткани Blackout по этому показателю занимают промежуточное положение. Плотное полуторослойное переплетение плохо пропускает не только свет, но и пыль, а гладкая поверхность волокон способствует легкому удалению пыли с поверхности тканей Blackout.

Таким образом, установлено высокое качество портьерных тканей по физико-механическим свойствам, однако, ткани не отвечают требованиям пожарной безопасности, кислородный индекс 20–22 %, что относит эти ткани к легковоспламеняемым, и ограничивает их применение в оформлении интерьера общественных помещений. Поэтому дальнейшие исследования направлены на повышения огнестойкости портьерных тканей.

Огнезащитную модификацию портьерных тканей из 100 % полиэфирного волокна осуществляли методом плюсования водным раствором фосфорсодержащими замедлителями горения (ЗГ) Florimp K Werde (Florimp) фосфоразотсодержащий замедлитель горения, безгалогенный, pH = 6, хорошо растворяется в воде (Германия), а также антипиреном Т-2 (аммонийная соль метилфосфоновой кислоты), торговое название «Нофлан» ООО «ВНПК» (Россия), которые рекомендуются для огнезащиты синтетических термопластичных волокон [2, 3]. Оптимизацию параметров процесса модификации тканей раствором ЗГ проводили полным трехфакторным экспериментом. Выбраны наиболее значимые независимые друг от друга факторы и наложены ограничения области варьирования [4]. В результате получена математическая модель зависимости кислородного индекса y , от параметров обработки: x_1 – концентрация ЗГ в растворе, мг/л; x_2 – температура модифицирующего раствора, °С; x_3 – время обработки, сек. Полученная математическая модель, уравнение регрессии, имеет вид:

$$y = 28 + 2,3x_1 + 1,7x_2 + 0,9x_3 + 0,5x_1x_2 - 0,3x_2x_3 + 0,2x_1x_2x_3$$

и позволяет управлять процессом модификации и получать ткани с разной степенью огнезащиты в зависимости от их назначения. Оптимизация симплексным методом позволила определить оптимальные параметры процесса огнезащиты тканей: концентрация ЗГ в растворе 20 %, температура 100–110 °С, время обработки 340–360 сек.

С целью подтверждения достоверности оптимальных параметров огнезащитной обработки концентрации ЗГ изменяли от 10 до 30 %. В качестве катализатора взаимодействия вводили 1 % фосфорной кислоты 70–75 % концентрации. В состав модифицирующего раствора также вводили сшивающий агент Rucon FAS и смягчитель – октамон. Модификации подвергали две ткани: образец №3 Blackout Glossy-240 и образец №4 портьерный шелк арт. 777626.

Результаты исследований показали, что структура тканей влияет на сорбционную способность и свойства модифицированных тканей. Ткань Blackout, при одинаковой концентрации ЗГ в растворе, на 1,5–2,5 % больше сорбирует ЗГ Florimp, чем ткань арт. 777626, вероятно, за счет диффузии ЗГ в объем ткани и удерживания за счет физических сил взаимодействия в течение первых стирок. Однако после пятикратной стирки ЗГ не вступивший в химическое взаимодействие с полимером волокна вымывается и кислородный индекс образцов 2–4 и 6–8 имеет одинаковые значения, при одной и той же концентрации ЗГ в модифицирующем растворе (таблица 2).

Отмечено, что ЗГ Florimp является эффективным для огнезащиты полиэфирных волокон даже при 10 % концентрации в растворе. После пятикратной стирки кислородный индекс составляет 27 % об, что позволяет отнести образцы 2 и 6 к трудно воспламеняемым материалам. При увеличении концентрации Florimp до 20 % кислородный индекс возрастает до 28,5 % об. При этом каплепадение расплава термопластичного полимера не наблюдается.

Таблица 2 – Показатели горючести тканей из полиэфирных волокон

№ образца	Концентрация ЗГ в растворе, %	Состав образца, привес ЗГ, % масс	КИ, %об		Время остаточного тления / горения, с
			До стирки	После стирки	
<i>Модификация тканей раствором Florimp</i>					
1	0	Ткань Blackout исходная, ПЭ-100	20	20	0/23, КП
2	10	Ткань Blackout, 7,9 Florimp	28,5	27,0	0/0, КП
3	20	Ткань Blackout, 12,4 Florimp	30,0	28,5	0/0
4	30	Ткань Blackout, 13,8 Florimp	31,8	29,0	0/0
5	0	Ткань арт. 777626 исходная, ПЭ-100	20	20	0/19, КП
6	10	Ткань арт. 777626, 6,2 Florimp	27,5	27,0	0/0, КП
7	20	Ткань арт. 777626, 10,7 Florimp	29,5	28,5	0/0
8	30	Ткань арт. 777626, 11,2 Florimp	30,3	29,0	0/0
<i>Модификация тканей раствором антипирена Т-2</i>					
9	10	Ткань Blackout, 11,1 Т-2	26,5	25,0	0/0, КП
10	20	Ткань Blackout, 19,5 Т-2	29,5	28,5	0/0
11	30	Ткань Blackout, 20,5 Т-2	30,0	28,7	0/0
12	10	Ткань арт. 777626, 10,3 Т-2	26,3	25,0	0/0, КП
13	20	Ткань арт. 777626, 17,5 Т-2	28,5	28,0	0/0
14	30	Ткань арт. 777626, 19,8 Т-2	29,0	28,5	0/0

Примечание: КИ – кислородный индекс; КП – каплепадение; ЗГ – замедлитель горения.

Дальнейшее повышение концентрации ЗГ Florimp в модифицирующем растворе является экономически нецелесообразным, так как возрастание показателей огнестойкости незначительное, образцы 3 и 4, а также 7 и 8 (таблица 2).

Антипирен Т-2 эффективен при 20 % концентрации в растворе. В этом случае кислородный индекс возрастает до 28 % об и время остаточного тления и горения отсутствует (табл. 2), а ткань считается трудновоспламеняемой.

Огнезащитная модификация 10 % раствором ЗГ приводит к потере прочности на 4,5–7 %. Повышение концентрации растворов увеличивает потери прочности до 17–19 %. Разрывное удлинение возрастает на 7–24 %. При этом жесткость при изгибе тканей возрастает на 5–15 %, несминаемость – на 3–4 %, а коэффициент драпируемости уменьшается на 2–3 %.

Таким образом, определены эффективные параметры огнезащитной модификации портьерных тканей из полиэфирных волокон фосфорсодержащими замедлителями горения Florimp K Werde и антипиреном Т-2 «Ноплан». Огнезащищенные ткани характеризуются высокой огнестойкостью, кислородный индекс 27–29,0 % об, остаточное тление и горение, а также каплепадение расплава полимера не наблюдается, и могут быть рекомендованы для формирования предметно-пространственной среды интерьера как бытовых, так и общественных помещений.

Список использованных источников

1. Графова, Е. С. Декоративный текстиль в общественном интерьере как средство повышения выразительности // Культурные ценности и традиции современного общества: сб. тр. / Гжельский гос. ун-т. – Новосибирск, 2018. – С. 12–17.
2. Бешапошникова, В. И. Научные основы и инновационные технологии огнезащиты текстильных материалов. – Москва, 2018. – 188 с.
3. Зубкова, Н. С., Константинова, Н. И. Огнезащита текстильных материалов. – М. : Ин-т информац. технологий, 2008. – 228 с.
4. Бешапошникова, В. И. Планирование и организация эксперимента в легкой промышленности : учеб. Пособие / В. И. Бешапошникова. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 224 с.