

УДК 677.026.4

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОЛОКОН,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СРЕД**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THERMAL PROPERTIES OF THE FIBERS
USED IN FILTRATION MATERIALS
FOR HIGH-TEMPERATURE ENVIRONMENTS**

*О.О. ЕРОФЕЕВ, Ю.К. НАГАНОВСКИЙ, Т.Е. ВОЛОШЧИК, З.Ю. КОЗИНДА
O.O. YEROFEEV, JU.K. NAGANOVSKY, T.E. VOLOSHCHIK, Z.JU. KOZINDA*

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина,
ФГУ "ВНИИПО" МЧС РФ, ООО ПФ "Кадотекс-2000")

(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin",
FSI "VNIPO" Russian Emergency Situation Ministry, PF "Kadoteks-2000" Inc.)

E-mail: office@msta.ac.ru

Проведено комплексное исследование термических свойств фильтровальных нетканых материалов на тканом каркасе, изготовленных из волокон зарубежного и отечественного производства: номекс, кермель, р84, арлана.

Complex research of thermal properties of filter nonwoven on a tissue skeleton made of fibers of foreign and domestic production has been carried out: nomex, kermel, P84, Arlan.

Ключевые слова: термостойкие волокна, термический анализ, нетканые материалы, фильтрующие материалы.

Keywords: heat-resistant fibers, a thermal analysis, nonwoven, filter materials.

На промышленных предприятиях температура эксплуатации рукавных фильтров составляет 200...280°C, поэтому необходим анализ не только фильтрующих, но и термических характеристик материалов, из которых изготавливаются эти фильтры.

Ведущие мировые компании по производству термостойких фильтровальных нетканых материалов используют в качестве сырья следующие волокна: метаара-

мидные (номекс), полиамидоимидные (кермель) и полиимидные (р84). Перечисленные волокна имеют высокие показатели термоогнестойкости, а также отличаются высокой стойкостью к агрессивным средам [1].

На промышленных предприятиях РФ целесообразно применять термостойкие фильтры из отечественного сырья, например, разработанное в нашей стране и вы-

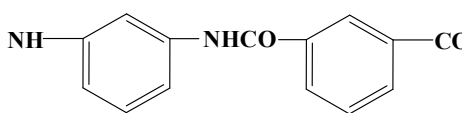
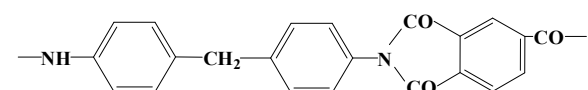
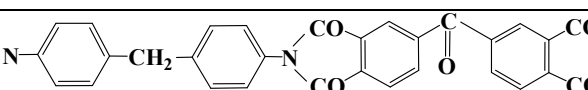
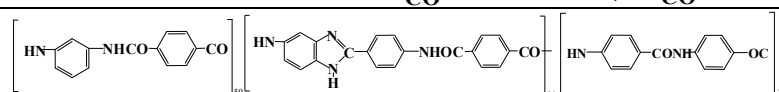
пускаемое в опытных условиях термоогнестойкое параарамидное волокно арлана [2].

Для разработки фильтровальных нетканых материалов необходимо прогнозирование и научно обоснованная оценка их эксплуатационных свойств. Представление о тепловых эффектах в процессе термической и термоокислительной деструкции материала и изменении его массы при нагревании можно получить с помощью

термогравиметрического анализа. Исследование кинетики физико-химических процессов, протекающих при превращении исходного вещества в продукты распада, необходимо для полной оценки термостойкости материалов [3].

В табл. 1 [2], [4], [5] представлены характеристики термоогнестойких волокон, рекомендуемых для производства нетканых материалов.

Т а б л и ц а 1

Состав	Общая формула полимера	Название волокон	Страна
Метаарамидные		номекс	США
		тейджин конекс	Нидерланды
		ню Стар	Китай
		фенилон	СССР
Полиамидоимидные		кermель	Франция
Полиимидные		p84	Австрия
Параарамидные		арлана	Россия

Было проведено комплексное исследование термических свойств фильтровальных нетканых материалов на тканом каркасе, изготовленных из следующих волокон зарубежного и отечественного производства: номекс, кермель, p84, арлана.

Для получения кинетических параметров термической деструкции фильтровальных материалов в атмосфере воздуха использовалась термоаналитическая система Du Pont-9900, на которой были проведены серии термогравиметрических экспериментов с различными скоростями нагревания (5, 10 и 20°C/мин) в температурном интервале их термической деструкции.

Изменение массы образцов фиксировалось в зависимости от температуры на каждой стадии деструкции. Полученные данные об изменении массы образца обрабатывались с использованием программы

Universal Analysis 2000 V 4.0C. Проводился анализ результатов, полученных при нагревании исследуемых образцов со скоростью 10°C/мин. На рис. 1 и 2 показаны термогравиметрическая (ТГ) и дифференциальная термогравиметрическая (ДТГ) кривые (соответственно) термического разложения в атмосфере воздуха фильтровальных материалов из различных видов сырья.

На ДТГ кривой, характеризующей скорость разложения материала из волокна номекс, присутствуют два максимума: при температуре 440°C – максимальная скорость разложения составила 4,0%/мин, при 531°C – 16,8%/мин. Сходная картина наблюдается при разложении материала из волокна кермель, но кривая имеет один максимум: при температуре 543°C максимальная скорость разложения составила 19,0%/мин. Начало интенсивного разложе-

ния материалов из волокон арлана и р84 протекает в один этап, как и у волокна кермель, с максимальными скоростями разложения 15,0%/мин и 25,7%/мин при

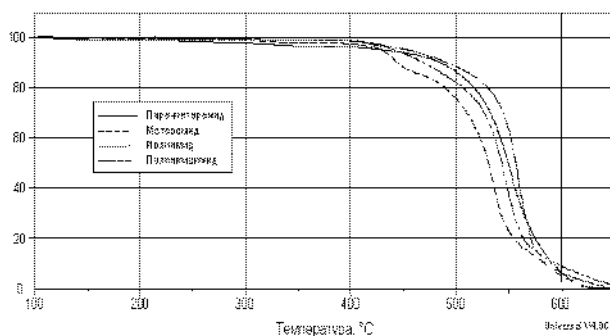


Рис. 1

В табл. 2 представлены результаты термического анализа образцов фильтро-

температуре 549 и 557°C соответственно. Для всех материалов характерен небольшой пик после 600°C.

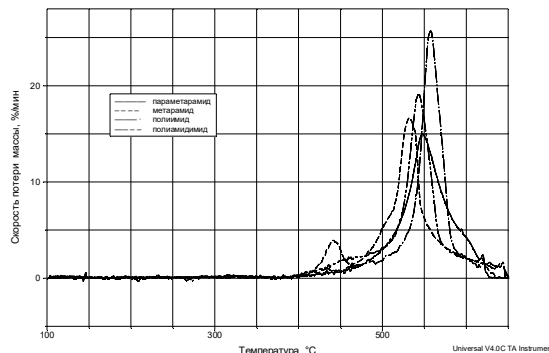


Рис. 2

вальных нетканых материалов при скорости нагрева 10°C/мин.

Таблица 2

Наименование материала	Потеря массы при фиксированных значениях температуры (°C), %					Температура при фиксированных значениях потери массы (%), °C				
	100	200	300	400	500	10	20	30	40	50
Номекс	0	0,56	1,39	2,64	24,4	444	489	510	523	531
Кермель	0	0,26	0,71	1,11	17,8	467	506	527	537	543
р84	1,48	1,94	2,02	3,4	12,8	482	527	544	552	557
Арлана	0	1,5	2,7	4,5	14,7	481	515	532	542	549

Как видно из табл. 2, потеря массы более 5% для всех видов материалов происходит после температурной отметки в 400°C.

С помощью программы Specialty Library V2.1 проводился расчет кинетических параметров термодеструкции материала, который позволил определить зависимость эффективных значений энергии активации и предэкспоненциального множи-

теля от степени превращения в уравнении Аррениуса. При различных уровнях конверсии (2,5; 5; 10; 20; 30; 40%) были получены значения температуры полураспада материала за 1 час.

В табл. 3 представлены значения энергии активации и температуры полураспада термостойких фильтровальных нетканых материалов за 1 час при уровне конверсии 5; 10; 20%.

Таблица 3

Наименование волокна	Энергия активации, кДж/моль			Температура полураспада за 1 час, °C		
	уровень конверсии, %					
	5,0	10,0	20,0	5,0	10,0	20,0
Номекс	257,6	252,3	189,8	417,9	428,1	449,8
Кермель	244,3	221,6	185,5	430,1	438,8	454,7
р84	184,7	181,3	173,8	447,3	462,7	475,7
Арлана	222,7	199,9	184,9	451,4	462,4	466,6

Как видно из табл. 3, показатели температуры полураспада материалов за 1 час

при различных уровнях конверсии (5; 10; 20%) характеризуют общий вид ТГ кривых

(рис.1), где материалы из волокон p84 и арлана имеют самую высокую термическую устойчивость. Высокие показатели энергии активации у волокон номекс и кермель подтверждают общий вид ТГ и ДТГ кривых (рис. 1 и рис.2), согласно которым у этих волокон начальный процесс термического разложения обусловлен энергетическим скачком.

Для точки уровня конверсии 10%, подставляя полученные эффективные значения, определяли зависимость наступления

предельного состояния от температуры и времени, а также рассчитывали "время жизни" материала, то есть время, в течение которого при фиксированной температуре фильтровальный материал потеряет 50% от первоначальной массы на данной стадии разложения.

В табл. 4 представлены значения "времени жизни" фильтровальных материалов при полураспаде с различной фиксированной температурой при уровне конверсии 10%.

Т а б л и ц а 4

Состав фильтровального материала	"Время жизни" материала при фиксированной температуре до полураспада, сутки, °С					
	240	280	300	320	360	400
Номекс	200625	6175	874	149	5,8	0,32
Кермель	82917	1938	361	75	4,4	0,36
p84	16076	744	188	52	5,1	0,66
Арлана	59097	1997	438	106	8,2	0,86

Анализ результатов, представленных в табл. 4, показал, что все виды материалов выдерживают фиксированные значения температуры до 300°C. Наименьшие термостойкие показатели имеет материал из волокна p84, который потерял при температуре 300°C 50% от первоначальной массы за 188 суток эксплуатации, что не соответствует требованиям, предъявляемым на промышленных производствах, согласно которым максимальная потеря массы фильтровального материала должна составлять не более 20%.

Наибольшее "время жизни" имеют материалы из метаарамидного (номекс) и параметаарамидного (арлана) волокна, причем при температуре 240...280°C "время жизни" материала из метаарамидного волокна значительно превосходит данный показатель для материалов из других исследуемых волокон.

Интересны данные о термической устойчивости материалов при температуре свыше 320°C. Материалы из отечественного сырья арлана имеют самый высокий показатель "времени жизни", который может быть необходим при эксплуатации в наиболее экстремальных условиях, например, при аварийном повышении температуры. Это подтверждает то, что необходимо применять материалы из отечественно-

го термостойкого волокна в сферах, требующих особого внимания к безопасности людей и техники.

При эксплуатации на промышленных производствах обеспечение безопасности обуславливает необходимость использования фильтров с запасом термических характеристик. Прогнозирование и проверка термических характеристик возможны с помощью методов термического анализа, позволяющих создавать и контролировать фильтровальные материалы, которые могут использоваться при критических повышениях температуры свыше 300°C.

В Ы В О Д Ы

1. Проведен термический анализ образцов фильтровальных нетканых материалов различного волокнистого состава при скорости нагревания 10°C/мин с использованием автоматизированной модульной термоаналитической системы Du Pont-9900.

2. При различных уровнях конверсии получены значения температуры полураспада нетканых фильтровальных материалов из различных волокон за 1 час.

3. Проведенные исследования показали высокую эффективность эксплуатации нетканых фильтровальных материалов, со-

державших метаарамидные волокна, в условиях высоких температур.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Перепёлкин К.Е.* Химические волокна: развитие производства, методы получения, свойства, перспективы. – РИО СПГУТД, 2008.

2. *Волохина А.В.* Модифицированные химические волокна // Химические волокна. – 2003, №4. С.11.

3. *Козинда З.Ю., Горбачёва И.Н., Суворова Е.Г., Сухова Л.М.* Методы получения текстильных материалов со специальными свойствами. – 1988.

4. *Стрекалова Ю.В.* Закономерности процессов термолитза волокнистых полимерных материалов различного состава в присутствии фосфорсодержащих огнезамедлительных систем. Дис...канд. техн. наук. – М., 2003.

5. *Френкель Г.Г., Волохина А.В., Жевлаков А.Ф и др.* Термостойкие огнезащищенные волокна и изделия из них // ОИ. – НИИТЭХИМ, 1983.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 03.06.11.