

with activation energy $103,89 \pm 0,10$ kJ/mol. Described the kinetic equation of TcO_2 reducing by hydrogen at the temperature spacing 700-790 °C.

УДК 697.942.001.2

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА

В.В. Бордунов, С.В. Бордунов, А.С. Ситников*, И.А. Соболев

Институт химии нефти СО РАН (г. Томск),

**Томский государственный педагогический университет*

В работе представлены экспериментальные исследования очистки воздуха волокнистыми материалами, полученными из отходов термопластов на установке безфильтрного формования волокон. Экспериментальные исследования показали, что волокнистый фильтр способен работать в широком диапазоне скоростей фильтрации. Предлагаемые волокнистые материалы по своим физико-химическим характеристикам выгодно отличаются от традиционно применяемых материалов и поэтому могут быть рекомендованы для использования в системах очистки воздуха от широкого круга загрязнителей природного и антропогенного происхождения.

Одной из важных задач в обеспечении радиационной безопасности обслуживающего персонала и окружающей среды предприятий атомной промышленности является очистка воздуха производственных помещений и вентиляционных систем. В настоящее время широкое применение на предприятиях атомной промышленности нашли волокнистые полимерные фильтрующие материалы для очистки воздуха от дисперсных частиц и аэрозолей. Фильтрующие полимерные материалы применяются в системах газоочистки перед выбросом газов в атмосферу и в средствах индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).

Фильтрация – один из наиболее широко применяемых методов очистки загрязненных газовых выбросов при умеренных затратах. Данный метод остается вне конкуренции для обеспечения высокой эффективности улавливания очень мелких дисперсных частиц и аэрозолей, которые могут сорбировать на своей поверхности радионуклиды. Сравнительные данные по газоочистке приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика основного оборудования газоочистки

№ п/п	Вид газоочистного оборудования	Скорость газа в активной зоне, м/с	Эффективность очистки (%)			Гидравлическое сопротивление, КПа
			До 1 мкм	1 ÷ 3 мкм	3 ÷ 10 мкм	
1	Электрофильтр	0,3 ÷ 1,5	75 ÷ 95	90 ÷ 99	98 ÷ 99	0,1 ÷ 0,3
2	Скруббер Вентури	50 ÷ 150	90 ÷ 97	95 ÷ 100	98 ÷ 100	5 ÷ 20
3	Волокнистые фильтры: -низконапорные -высокоскоростные	0,01 ÷ 0,1 1 ÷ 10	92 ÷ 99 50 ÷ 85	96 ÷ 100 85 ÷ 97	100 95 ÷ 100	0,5 ÷ 5,0 1,5 ÷ 8,0
4	Сетчатые пакеты	2,5 ÷ 4,5	20 ÷ 40	70 ÷ 90	90 ÷ 98	0,2 ÷ 1,0

Из приведенных данных видно, что низконапорная фильтрация газовых смесей с помощью волокнистых полимерных материалов является наиболее эффективным способом газоочистки.

При фильтрации загрязненных газов через слой волокнистого материала улавливание дисперсных частиц и аэрозолей происходит вследствие эффекта касания,

инерционного и диффузионного осаждения, которые эффективны до появления на фильтрующей перегородке слоя осадка дисперсных частиц. При появлении на фильтрующей перегородке осадка доминирующим становится ситовой эффект. В этой ситуации определяющими факторами являются размеры дисперсных частиц и размеры пор осадка. По этой причине материалы для волокнистого фильтрующего слоя выбирают таким образом, чтобы они имели минимальную стоимость и допускали использование в интервале от минус 50 до плюс 90 °С.

В настоящее время в качестве фильтров чаще всего применяются полимерные волокнистые материалы, которые по сравнению с другими материалами на растительной основе обладают большей химической стойкостью и применяются в более широком интервале температур и рН среды, а также имеют низкую влагоемкость и высокую устойчивость к бактериальному воздействию.

Таблица 2

Основные свойства волокнистых нетканых материалов

Материал	Влагопоглощение, %	Температура длительной эксплуат., К	Стойкость к кислотам	Стойкость к щелочам
Полипропилен	0,02	346	Отличная	Отличная
Полиэфир	3-5	393		
Полиакрилат	4,5-6	399		
Хлопок	60-125	341	Плохая	Отличная

Полимерные волокна по своей внутренней структуре и физико-химическим свойствам отличаются от натуральных значительной ориентацией макромолекул вдоль оси волокна, гидрофобностью и сравнительно небольшим числом активных центров.

Для тонкой очистки вентиляционных выбросов используются ячеювые фильтры ФяУ. Между его рамками помещается объемный нетканый фильтрующий материал ФВНР и складчатые ячеювые фильтры ЛАИК, которые заполняются фильтрующим волокнистым материалом ФПП. Полимерный волокнистый материал ФВНР представляет собой нетканый материал из полиэтиленовых или полипропиленовых волокон диаметром 25-40 мкм. Фильтрующие материалы типа ФПП (фильтры Петрянова), изготовленные из материала ФПП-15-1,7 из волокон перхлорвинила диаметром от 1,5 до 2,5 мкм по ТУ 16-16-2813-84, используются в фильтрах тонкой очистки и для производства СИЗОД типа "Лепесток".

Производство фильтров и фильтрующих материалов после распада СССР осталось в странах Балтии и на Украине (г. Белгород-Днестровский), что вызвало проблему обеспечения российских предприятий экономически приемлемыми фильтрующими материалами и фильтрами.

Нами предложен способ получения волокнистого материала из исходных и вторичных термопластов. Суть его заключается в образовании пленки расплава термопласта внутри вращающегося реактора и формировании волокон из пленки расплава на кромке этого реактора. От известных способов он отличается тем, что нагревание расплава термопласта до необходимой вязкости обеспечивается пленочным режимом течения, осуществляемым внутри вращающегося реактора с линейной скоростью на кромке свыше 10 м/с, путем нагревания его стенок, а расплавленное волокно на выходе из реактора охлаждается потоком воздуха [1]. Предложенный нами центробежно-аэродинамический способ получения волокна обуславливает расположение слоев волокон параллельно поверхности формообразующей оправки. По глубине образца волокнистого материала также имеются переплетения. Такую структуру

ру по общепринятому мнению следует считать неориентированной [2]. При этом элементарные волокна характеризуются извилистостью и разновеликостью по толщине. В материале имеются поры сложной геометрии, размеры которых определяются множеством технологических, физико-химических и рядом других факторов. Материал отличается высокой механической прочностью за счет взаимодействия между волокнами.

Волокнистые материалы были получены при различной температуре расплава и различной скорости вращения реактора, что определяло различный средний диаметр волокна и другие физико-механические свойства получаемого сорбента.

Образцы волокон из термопластов в основном из полипропилена марок 21030-16 ÷ 21060-16, отходов одноразовых шприцов, а также из полиэтилентерефталата (лавсановых бутылок) были получены на опытной установке с центробежно-аэродинамическим способом получения волокна (рис.1).

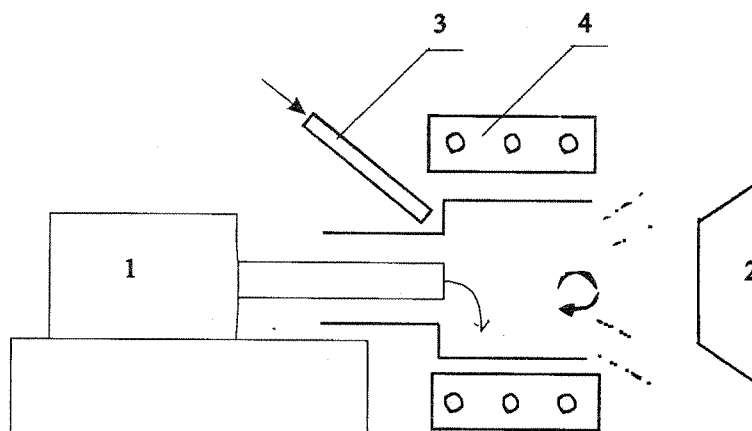


Рис. 1. Схема производства волокнистых сорбентов из термопластов.

1—одношнековый экструдер; 2—волоконприемник; 3—кольцевой воздуховод; 4 — нагреватель вращающейся чаши.

Гранулированные или предварительно измельченные отходы термопластов загружались в экструдер 1, в котором нагревались и расплавлились до температуры 250 - 270 °С и шнеком экструдера подавались во вращающийся реактор, снабженный нагревателями 4 для перегрева расплава до температуры, обеспечивающей необходимую для формирования волокна вязкость расплава полимера.

В процессе получения волокна полимерный материал подвергался частичному окислению кислородом воздуха, что по данным ИК – спектрометрии приводило к появлению в спектре полос поглощения, характерных для карбонильных, карбоксильных и гидроксильных функциональных групп в области 1600 – 1850 см⁻¹.

При достижении вращающимся реактором окружной скорости выше 10 м/с на кромке реактора происходит образование волокон из пленки расплава и последующее их охлаждение потоком воздуха из кольцевого воздуховода 3. Сформированное волокно под действием центробежных сил и воздушного потока осаждалось на волокноприемнике 2.

Экспериментально установлено, что определяющими параметрами процесса получения волокна из отходов полипропилена являются окружная скорость на кромке вращающегося реактора, значение которой должно быть не менее 10 м/с, температура пленки расплава во вращающемся реакторе, значение которой составляет

217-237 °С и массовый расход полимера, обеспечивающий условия пленочного течения расплава во вращающемся реакторе.

Свойства получаемых волокон исследовались оптическим методом с помощью микроскопа типа ОБМ в проходящем свете при увеличении в 320 раз, методами термической дериватографии и ИК – спектрометрии. Кроме того, определялись поглощательные свойства волокон по отношению к углеводородам и эффективность улавливания дисперсных частиц. Данные по насыпной плотности в состоянии поставки и другим характеристикам полипропиленового волокна приведены в табл. 3.

Таблица 3

Плотность и порозность волокон из полипропилена в свободной укладке при 20 °С

Показатели	№ ОБРАЗЦА					
	1	2	3	4	5	6
Плотность материала, кг/м ³	911	903	907	909	904	903
Насыпная плотность в свободной укладке, кг/м ³	109,5	170,5	119,5	128,5	114,5	109,5
Порозность, %	87,95	81,25	87,5	86,8	82,6	86,25
Диаметр волокна, мкм	5-20	50- 400	1-10	1-15	50-300	250-300
Отношение объема пор к объему твердого материала	7,34	4,28	6,6	6,04	5,7	5,25

Для определения эффективности улавливания дисперсных частиц диоксида кремния использовались полимерные волокнистые фильтрационные материалы из полипропилена со средним диаметром волокна 3-5 мкм, толщиной фильтровального слоя 2 мм с плотностью упаковки волокон в слое 250 кг/м³. Определение эффективности работы фильтра осуществлялось весовым методом путём взвешивания фильтра и пробоотборника на аналитических весах. Данная методика наиболее точно позволяет установить эффективность фильтра. Дисперсный состав стеклянных частиц в загрязненном воздухе приведен в табл.4.

Таблица 4

Дисперсный состав частиц диоксида кремния в запыленном газе

Размер частиц фракций, мкм	0,01 –0,1	0,1-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0
Содержание фракции, % мас.	5,0	20,0	32,0	20,0	2,0	7,0	3,0

Таким образом, основная доля приходилась на частицы с размерами от 0,01 до 1,0 мкм, их доля составляла ~ 60 %.

В результате проведенных исследований было установлено, что волокнистый фильтр способен работать в широком диапазоне скоростей. Степень улавливания тонкодисперсных аэрозолей диоксида кремния при линейной скорости 0,01 м/с составила 99,6%. При увеличении скорости фильтрации до 0,06 м/с степень улавливания снизилась до 85%, что иллюстрируется данными, приведенными на рис.2.

Запылённость воздуха в ходе эксперимента колебалась от 3 до 5 г/м³. Гидравлическое сопротивление фильтровальной перегородки при этом изменялась от 5 до 25 мм вод.ст. Фильтры Петрянова (например, ФПП–15–1,7) в принципе не способны работать при повышенных скоростях. Фильтры из стекловолокна, металлокерамические, керамические или зернистые фильтры эффективно работают в диапазоне скоростей от 0,01 до 0,02 м/с.

При повышении запылённости воздуха до 10–15 г/м³, при определённой скорости фильтрации степень улавливания оказалась выше на 2÷3 %, что можно объяс-

нить образованием слоя задержанных частиц на поверхности и в объеме фильтрующего материала и повышением роли ситового эффекта в процессе задержки дисперсных частиц.

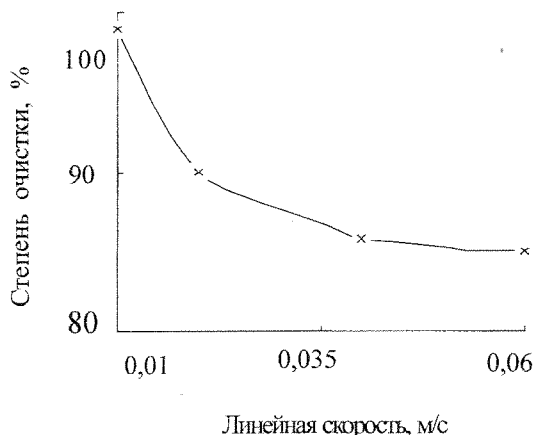


Рис. 2. Влияние линейной скорости газа на эффективность очистки газовых выбросов от диоксида кремния при толщине слоя фильтрующей перегородки 2 мм, диаметре фильтра 50 мм, плотности укладки волокнистого материала в фильтре 250 г/м³

Химическим характеристикам выгодно отличаются от традиционно применяемых и поэтому могут быть рекомендованы для использования в системах субмикронной очистки воздуха от загрязнителей природного и антропогенного происхождения. Высокая стойкость этих волокнистых полимерных материалов ко всем видам ионизирующих излучений показывает прямую целесообразность их использования в атомной промышленности.

Литература

1. Патент РФ №2160332, МКИ 7 D 01. Установка для получения волокнистого материала из утиля и отходов термопластов / В.В. Бордунов, В.С. Дмитриев, Г.Н. Гладышев, И.А. Соболев, Н.С. Индаков. Оpubл. 10.12.2000 в БИ, № 34.
2. Теория формирования химических волокон / Под ред. А.Т.Серкова. – М.: Химия, 1975. 280с.

УДК 661.15:022.402

СИНТЕЗ ГЕКСАФТОРИДА ТЕХНЕЦИЯ

И.И. Жерин, Е.И. Сачкова, Ю.Б. Торгунаков*, В.Ф. Усов, А.Ю. Водянкин

*Томский политехнический университет,
ФГУП "Сибирский химический комбинат"

Описана лабораторная схема синтеза гексафторида технеция из элементарных фтора и технеция. Показано, что при температуре 400 °С при трехкратном избытке фтора в замкнутом объеме в течение трех часов получен гексафторид технеция. Выход продукта составил 66,5 % мас. от теоретического, что связано с образованием побочного продукта пентафторида технеция.

В тепловыделяющих элементах энергетических реакторов с глубоким выгоранием через год после разгрузки реактора содержится достаточно много продуктов