

## ИОНИТЫ НА БАЗЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИАМИДНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ СОЛЕЙ

*Н.В. МЕНЗЕЛИНЦЕВА, В.Ф. ЖЕЛТОБРЮХОВ, И.А. НОВАКОВ, Е.В. ЖЕЛТОБРЮХОВ*

(Волгоградская государственная архитектурно-строительная академия,  
Волгоградский государственный технический университет)

В силу того, что ионообменные способы очистки промышленных и вентиляционных выбросов получили достаточно широкое распространение, большой практический интерес представляют волокнистые иониты, которые, обладая рядом специфических свойств, позволяют достигать высокой эффективности улавливания загрязняющего вещества при высокой скорости процесса [1].

Среди выпускаемых промышленностью ионообменных волокон наиболее перспективными являются волокна типа КМ, полученные химической модификацией поликапроамида. Имеется положительный опыт использования анионообменных волокон КМ-А1, КМ-А2 и катионообменного волокна КМ-К1 при улавливании кислых (HCl, HF, SO<sub>2</sub>) и основных (NH<sub>3</sub>) газов [2,3].

В том случае, когда необходимо проводить одновременно поглощение двух или нескольких газов различной природы, а также при очистке вентиляционных выбросов от смесей газов одной природы, но с различными химическими свойствами, поглощение которых идет по различным механизмам, целесообразно использовать смешанные иониты.

Разработан волокнистый смешанный

ионит – нетканый иглопробивной материал, состоящий из смеси волокон КМ-А1 и КМ-К2 при содержании последнего в смеси от 40 до 60%. Катионит КМ-К2 получен путем привитой сополимеризации поликапроамида с полиглицидилметакрилатом и последующим фосфорилированием (количество фосфора на волокне 3%). Статическая обменная емкость по NaOH составляет 4 мг-экв/г сух. волокна [4].

Одним из возможных направлений применения разработанного материала является улавливание аэрозолей солей с жидкой дисперсной фазой. Предварительные экспериментальные исследования показали достаточно высокую эффективность ионита. Так, при исходной концентрации нитрата марганца 0,24 мг/м<sup>3</sup> концентрация в очищенной газовоздушной смеси (ГВС) составляла 0,001 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>с.с.</sub> = 0,01 мг/м<sup>3</sup>). При улавливании фтористого натрия концентрация снижалась с 0,03 до 0,005 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>н.р.</sub> = 0,01 мг/м<sup>3</sup>), а концентрация хлористого кальция изменялась с 0,3 до 0,0015 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>с.с.</sub> = 0,002 мг/м<sup>3</sup>). Самая высокая эффективность улавливания наблюдалась по аэрозолям солей железа, меди, цинка (табл. 1, где представлены показатели свойств смешанного ионита).

№ п/п	Показатель	Материал при содержании катионита, %		
		40	50	60
1	Время, ч			
	до проскока $\text{Cu Cl}_2$	13,07	14,11	14,6
	до насыщения $\text{Cu Cl}_2$	13,54	14,35	14,89
	до проскока $\text{CuSO}_4$	10,24	11,18	11,31
	до насыщения $\text{CuSO}_4$	10,52	11,27	11,48
	до проскока $\text{FeCl}_3$	11,30	11,63	11,94
	до насыщения $\text{Fe Cl}_3$	11,54	11,82	12,01
	до проскока $\text{Fe SO}_4$	8,95	9,01	9,26
	до насыщения $\text{Fe SO}_4$	9,11	9,19	9,38
2	до проскока $\text{Zn(NO}_3)_2$	12,48	12,86	13,11
	до насыщения $\text{Zn(NO}_3)_2$	12,57	13,01	13,45
2	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	246	248	250
3	Разрывная нагрузка, Н	215	220	223
4	Удлинение при разрыве, %	68	70	69

Примечание. Концентрация  $\text{CuCl}_2$  – 50 мг/м<sup>3</sup>;  $\text{CuSO}_4$  – 50 мг/м<sup>3</sup>;  $\text{FeCl}_3$  – 50 мг/м<sup>3</sup>;  $\text{FeSO}_4$  – 50 мг/м<sup>3</sup>;  $\text{Zn(NO}_3)_2$  – 50 мг/м<sup>3</sup>; влажность ГВС – 85%.

Для разработанного смешанного ионита, вероятно, характерен ступенчатый механизм сорбции исследуемой группы загрязнителей. При контакте ионообменных волокон с капельками воды аэрозоля происходит диффузия молекул воды в полимерную фазу и прежде всего между элементами надмолекулярной структуры, то есть межпачечное набухание. Возможно также проникновение молекул воды внутрь структурных образований – внутрипачечное набухание. Результаты оптического и электронографического исследований показывают, что диаметр волокон типа КМ в процессе поглощения увеличивается в 1,4...1,5 раза. Набухание волокон типа КМ составляет 20...24% (масс).

В воде набухания ионита происходит растворение солей, сопровождающееся их диссоциацией. Далее идет обмен положительно заряженных ионов металлов на фосфоновые группы катионита КМ-К2 и отрицательно заряженных ионов кислотных остатков на ОН-группы гидратированного третичного атома азота волокна КМ-А1.

Известно [1], что ионообменные волокна, обладающие основными свойствами, способны к комплексообразованию по отношению к ряду металлов, например, меди, кадмию, кобальту, железу, цинку. Поэтому возможно образование сложных комплексных соединений типа катионит – металл – анионит, а также анионит – металл. Последнее обстоятельство объясняет значительное повышение защитных свойств по аэрозолям солей перечисленных выше металлов.

Для оптимизации структуры материала и технологических параметров получения смешанного катионита проведен эксперимент по плану второго порядка  $B_3$ . В качестве параметров оптимизации принимали время  $Y_1$  защитного действия по хлориду меди и воздухопроницаемость  $Y_2$ . Варьируемыми факторами являлись плотность  $X_1$ ; глубина прокалывания  $X_2$  и поверхностная плотность материала  $X_3$ . Реализация эксперимента и анализ его результатов позволили получить адекватные уравнения регрессии ( доверительная вероятность 0,95 ), которые с учетом только значимых коэффициентов имеют вид:

$$Y_1 = 16,6200 + 6,4350 X_3 - 2,604 X_3^2.$$

$$Y_2 = 379,6051 + 3,4184 X_1 - 152,7348 X_3 - 28,7426 X_1 X_2 - 28,0976 X_2 X_3 + 49,4026 X_2^2.$$

Анализ полученных математических зависимостей показал, что наибольшее влияние на исследуемые параметры оказывает поверхностная плотность материала: при увеличении последней от 300 до 400 г/м<sup>2</sup> время защитного действия также увеличивается с 7,5 до 17 ч. Дальнейшее повышение фактора  $X_1$  приводит к возрастанию времени защитного действия на 3...3,5 ч; при этом наблюдается резкое уменьшение воздухопроницаемости, а следовательно, рост аэродинамического сопротивления.

Определены оптимальные характеристики структуры материала и технологические параметры его производства: поверхностная плотность 400 г/м<sup>2</sup>; плотность прокалывания 120 см<sup>2</sup>; глубина прокалывания 5 мм. Свойства материала, выработанного с учетом оптимальных значений параметров, показаны в табл. 1.

С целью повышения защитных свойств разработан двухслойный иглопробивной материал, первый слой которого сформирован из анионо- и катионообменных модифицированных полиамидных волокон КМ-А1 и КМ-К2 соответственно при указанном выше содержании последнего в смеси, а второй – из гидрофильного модифицированного полиамидного волокна мегалон. Соотношение слоев по массе 1: 0,3. Свойства материала приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Показатель	Материал при содержании катионита, % масс.		
		40	50	60
1	Время, ч			
	до проскока $\text{Cu Cl}_2$	18,22	18,35	18,74
	до насыщения $\text{Cu Cl}_2$	19,13	19,46	19,57
	до проскока $\text{CuSO}_4$	20,26	21,18	21,54
	до насыщения $\text{CuSO}_4$	20,88	21,34	21,78
	до проскока $\text{Fe Cl}_3$	15,32	15,64	15,97
	до насыщения $\text{Fe Cl}_3$	15,54	15,87	16,11
	до проскока $\text{Fe SO}_4$	12,22	12,79	13,01
	до насыщения $\text{Fe SO}_4$	12,58	12,93	13,47
	до проскока $\text{Zn(NO}_3)_2$	15,91	16,23	16,57
до насыщения $\text{Zn(NO}_3)_2$	16,18	16,48	16,95	
2	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	240	252	258
3	Разрывная нагрузка, Н	226	230	232
4	Удлинение при разрыве, %	63	65	67

Анализ результатов табл. 2 показывает, что такой материал обладает более высокой сорбционной способностью. Это объясняется, по-видимому, тем, что введение в состав материала гидрофильного волокна с высокой нормальной влажностью (до 6 %) повышает общую влажность материала, вызывающую дополнительное набухание ионообменных волокон. Возрастает общая поверхность контакта ионитов с сорбатом, увеличивается доступность ионогенных центров, а следовательно, время защитного действия и эффектив-

ность поглощения.

Анализ микропоровой структуры позволил определить величину удельной поверхности ионитов (95...100 м<sup>2</sup>/г), а основной объем порового пространства образуют микропоры радиусом (4...20) 10<sup>10</sup> м. Исследования макропоровой структуры сорбентов показали, что дублирование слоев волокна мегалон приводит к снижению размеров радиусов макропор, но увеличивает их диапазон. Общий объем макропор увеличивается до 10%, что подтверждает сделанные выше предположения.

Физико-механические свойства ионитов (табл.1 и 2) позволяют сделать вывод о высокой устойчивости последних при длительной эксплуатации, в частности, при многократных регенерациях.

## ВЫВОДЫ

1. Разработаны новые хемосорбенты группы КМ, содержащие оптимальное количество привитого полимера, обеспечивающее высокие сорбционные свойства и значительную механическую прочность.

2. Получены полиномиальные уравнения, характеризующие зависимость сорбционных свойств нетканого полотна из волокна группы КМ от параметров его структуры, позволяющие оптимизировать как структуру материала, так и технологический процесс его выработки с целью получения сорбентов с требуемым комплексом свойств.

3. Предложен механизм сорбции аэрозолей солей с жидкой дисперсной средой разработанными сорбентами.

4. Разработанные волокнистые иониты, обладающие высокими защитными свойствами по аэрозолям солей металлов, можно использовать в качестве фильтрующих элементов газоочистных установок, а также средств индивидуальной защиты органов дыхания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зверев М.С. Хемосорбционные волокна. – М.:Химия,1981.
2. Желтобрюхов В.Ф., Мензелинцева Н.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №3. С. 63...65.
3. Желтобрюхов В.Ф., Мензелинцева Н.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №4. С. 63...65.
4. Лавникова И.В. и др. Получение нового хемосорбционного волокна // Тез. докл. Всероссийск. науч. техн. конф.: Современные технологии текстильной промышленности. Текстиль-96.: – М., 1996. С. 178...179.

Рекомендована кафедрой отопления, вентиляции и охраны воздушной среды ВолгГАСА. Поступила 17.01.01.