

Пороволокниты — хемосорбенты респираторного назначения из отходов ионообменных волокнистых материалов

Эннан А.А., Асаулова Т.А., Байденко В.И.

Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека Минобразования и науки Украины и НАН Украины, Одесса

Описана технологическая схема получения опытных образцов сорбционно-фильтрующих материалов — пороволокнитов — из отходов ионообменных волокнистых материалов. Представлены результаты исследования их структурных характеристик и сорбционной активности по фтороводороду, на основании которых они рекомендованы к опытно-промышленному производству с целью использования для изготовления противогазовых элементов легких газопылезащитных респираторов.

Ключевые слова: пороволокниты, отходы ионообменных волокнистых материалов, сорбционная активность, фтороводород, легкие респираторы.

Описано технологічну схему отримання дослідних зразків сорбційно-фільтруючих матеріалів — пороволокнитів — з відходів іонообмінних волокнистих матеріалів. Представлено результати дослідження їх структурних характеристик та сорбційної активності за фтороводнем, на підставі яких їх рекомендовано до дослідно-промислового виробництва з метою використання для виготовлення протигазових елементів легких газопилозахисних респираторів.

Ключові слова: відходи іонообмінних волокнистих матеріалів, пороволокниты, сорбційна активність, фтороводень, легкі респиратори.

В Физико-химическом институте защиты окружающей среды и человека впервые осуществлена текстильная переработка отходов ионообменных волокон природного и синтетического происхождения, а также ионообменных волокнистых материалов (ИВМ) на их основе с целью производства сорбционно-фильтрующих иглопробивных материалов (СФИМ-О) респираторного назначения, применяемых для изготовления противогазовых элементов (ПГЭ), и на конкретных примерах продемонстрирована возможность увеличения коэффициента использования первичных ионообменных волокон от 50 до 70–75 % (мас.). Последнее позволило частично восполнить дефицит дорогостоящего импортируемого сырья [1].

Настоящая работа направлена на вовлечение в хозяйственный оборот некондиционных коротких ионообменных волокон (< 10 мм), которые образуются в количестве до 20 % (мас.) от первоначального количества используемого сырья) при выполнении операций разволокнения отходов, прочесывания волокон и иглопробивания сформированного холста в процессе изготовления СФИМ-О.

Теоретической основой предпринятой разработки послужила идея использования ионообменных волокон в качестве наполнителя сорб-

ционно-фильтрующего материала — пороволокнита (СФМ)-(ПВ) [2]. В соответствии с [2], в гомогенную суспензию ионообменных волокон в воде последовательно вводят связующее волокна соединение и компоненты порообразователя. Полученную смесь подогревают до определенной температуры при перемешивании и выливают в форму, где происходит созревание и высушивание образца до постоянной массы.

Для изготовления СФМ-ПВ-ЦМ-А1 использовалось ионообменное волокно ЦМ-А1, являющееся эффективным хемосорбентом фтороводорода [3].

Подготовка сырья осуществлялась посредством резки и разволокнения отходов материала ЦМ-А1Н с использованием рубочной машины АС-39 и агрегата Ч-22-Ш, а затем измельчения волокон ЦМ-А1 при помощи мельницы типа «Циклон».

Исходя из общетеоретических представлений, а также с учетом доступности и стоимости реагентов в качестве связующего была выбрана карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ).

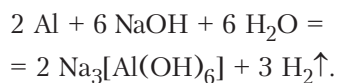
Экспериментально нами установлено, что процесс набухания волокон в воде завершается примерно через 30 мин; гомогенная устойчивая суспензия получается при использовании волокон длиной 0,5–1,5 мм и модуле (массовом со-

Таблица 1. Операции при изготовлении опытных образцов

№№ п/п	Наименование операции и технологический режим	Значение
1	Подготовка сырья (рубка, разволокнение отходов ИВМ и измельчение ионообменного волокна)	
	Длина волокна, мм	0,5–1,5
2	Приготовление гомогенной суспензии волокон в воде	
	Модуль «волокно : вода»	1 : (15–35)
	Продолжительность набухания волокна, мин	~ 30
	Скорость перемешивания, об./мин	130–150
3	Нагревание суспензии по п.2	
	Температура, °С	40–50
	Скорость перемешивания, об./мин	130–150
	Добавление к суспензии КМЦ	
	Масса, г	0,35–1,5
4	Добавление к суспензии по п. 3 порообразователя	
	Масса Al, г	0,01–0,09
	Масса NaOH, г	0,03–0,33
5	Гомогенизация смеси	
	Скорость перемешивания, об./мин	130–150
	Продолжительность, мин	3
6	Формование, созревание и сушка образца	
	Температура, °С	50–105
	Продолжительность, ч	~ 5

отношении) волокно : вода = 1 : (15–35) (волокна длиной более 2 мм скручиваются и происходит их агломерация, при большем количестве воды суспензия неустойчива); СФМ-ПВ-ЦМ-А1 с необходимыми технологическими характеристиками (статической сорбционной емкостью (ССЕ), механической прочностью, объемной и поверхностной плотностью, толщиной и воздухопроницаемостью) получают при массовом соотношении волокно : вода : КМЦ = 1 : (15–35) : (0,35–1,50) (при меньшем количестве КМЦ образуются агломераты волокон, образцы после высушивания получают рыхлыми, структурно неоднородными, а при большем количестве КМЦ образуется вязкая, плохо разрыхляющаяся смесь, высушенные образцы имеют недостаточную воздухопроницаемость).

Для получения образцов с заданной воздухопроницаемостью (пористостью) в предварительно нагретую до 40–50 °С смесь, содержащую волокна ЦМ-А1, воду и КМЦ, добавляли при перемешивании порошок алюминия и NaOH. При этом эффект порообразования достигался в результате выделения водорода по реакции:



Равномерное распределение пор в объеме обеспечивалось за счет гомогенизации смеси, то есть равномерного распределения в смеси алюминия и NaOH при ее интенсивном перемешивании.

Образцы необходимой пористости получались в результате регулирования скорости реакции окисления алюминия при соотношении Al : NaOH = (0,01–0,09) : (0,03–0,33) (при меньшем соотношении Al и NaOH воздухопроницаемость СФМ-ПВ-ЦМ-А1 недостаточна, при большем получают рыхлые, структурно неоднородные образцы вследствие бурного протекания реакции).

После тщательного перемешивания смесь выливали в форму, где происходило созревание, а затем высушивание образца при температуре 50–105 °С до постоянной массы.

Для определения статической обменной емкости (СОЕ) анионообменных волокон ЦМ-А1 и анионообменных нетканых материалов ЦМ-А1Н, ССЕ пороволокнитов СФМ-ПВ-ЦМ-А1 использовали общепринятую методику [4].

Последовательность и технологические режимы операций, компонентный состав сырья при получении опытных образцов СФМ-ПВ-ЦМ-А1 и технические характеристики приведены в табл.1, 2.

Исследование структурных характеристик опытных образцов СФМ-ПВ-ЦМ-А1

К числу важнейших свойств СФМ респираторного назначения относятся, в первую очередь, структурно-сорбционные характеристики. С названными первыми в этой связке структурными характеристиками (удельная поверхность, объем пор) связана сорбционная емкость пористых сорбентов (например, активированных углей или углеродных волокон), механизм взаимодействия которых с газо(паро)образными соединениями основан на физической адсорбции. В нашем случае эффективное взаимодействие анионообменного волокна с кислотными газами возможно, как показано в [3], лишь в присутствии воды, поскольку она является не только реакционной средой, где осуществляются массообменные процессы, но и активным, участвующим в реакциях и образующимся при взаимодействии кислотных газов с анионитами в ОН-форме реагентом; от влагосодержания зависит степень реализации ССЕ целлюлозанионита.

Нами на примере сорбции SiF₄ целлюлозанионитом ЦМ-А2 впервые выявлена взаимосвязь эффективности сорбции газа и природы связи воды с ионитом. Установлено, что хемосорбция газообразных токсичных соединений, способных к гидролизу, происходит только в условиях, когда в процессе предсорбции завершено формирование упорядоченных слоев из молекул воды и имеется достаточное количество свободной (обычной) воды; связанная вода в

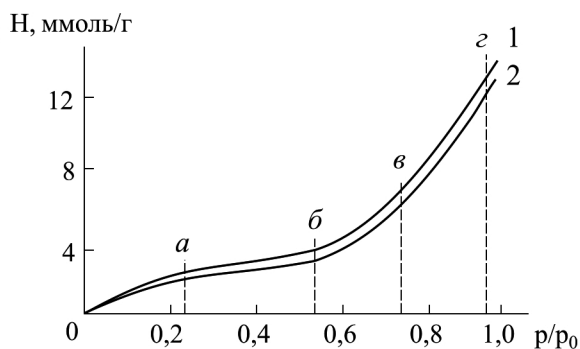


Рис.1. Изотермы сорбции паров воды образцами СФМ-ПВ-ЦМ-А1 и ИВМ ЦМ-А1: 1 – № 6; 2 – ЦМ-А1Н.

отличие от обычной характеризуется незначительной, вплоть до исчезновения, растворяющей способностью, о чем можно судить и по характеру изменений дифференциальной энтропии как показателя количества наиболее прочно связанных с ионитом молекул воды [5].

В этой связи нами вполне обоснованно для определения удельной поверхности волокнистых ИВМ использовались данные равновесной сорбции паров воды, которые определяли с помощью вакуумно-сорбционной установки, снабженной весами Мак-Бена-Бакра, в диапазоне относительных давлений $p/p_0 = 0,01-0,88$ с погрешностью $\pm 5\%$ (отн.) при $20\text{ }^\circ\text{C}$.

Выбранные для испытаний образцы СФМ-ПВ-ЦМ-А1 (табл.2, №№ 4, 6, 8) и для сравнения ЦМ-А1 высушивали при $105\text{ }^\circ\text{C}$ до постоянной массы. По данным [6], ионообменные волокна, высушенные при $120\text{ }^\circ\text{C}$ в вакууме (остаточное давление $0,1\text{ Па}$), содержат до 3% воды, а их обезвоживание при более высокой температуре приводит к деструкции волокон.

Таблица 2. Характеристики опытных образцов

Номер образца	Компонентный состав сырья, г				Технические характеристики			
	H ₂ O	КМЦ	Al	NaOH	толщина, мм	объемная плотность, г/см ³	воздухопроницаемость, дм ³ /(м ² .с)	ССЕ, ммоль/г
1	80	2,5	0,05	0,2	2,5	0,026	261,5	1,64
2	100	3,0	0,08	0,3	3	0,030	258,7	1,63
3	100	5,0	0,1	0,5	4	0,039	244,1	1,62
4	150	3,5	0,1	0,3	4	0,044	240,3	1,62
5	150	5,0	0,2	0,7	4,5	0,053	231,1	1,61
6	200	7,0	0,2	0,9	5	0,066	206,4	1,60
7	250	10,0	0,4	0,4	6	0,069	203,7	1,58
8	250	10,0	0,2	0,6	7	0,072	201,9	1,57
9	250	10,0	0,5	2,1	8	0,074	199,2	1,56
10	350	15,0	0,9	3,3	9	0,089	178,6	1,54
11	400	15,0	0,7	2,5	9	0,091	174,7	1,51
12	400	20,0	1,2	3,5	10	0,103	167,4	1,49
13	450	20,0	1,5	4,5	10,5	0,111	164,9	1,46

Примечание. Количество волокна ЦМ-А1 в сырье – 10 г.

Судя по рис.1, изотермы сорбции водяного пара одного из образцов СФМ-ПВ-ЦМ-А1, представленных в табл.2, и материала ЦМ-А1Н имеют S-образную, характерную для полимолекулярной адсорбции форму, относящуюся, согласно классификации Брунауэра, Эммета и Теллера (БЭТ) [7], ко второму типу. Этот характерный для целлюлозы и ее производных признак свидетельствует о наличии в волокнах каналов и трещин различной протяженности, а интенсивное поглощение водяного пара в начальной и завершающей стадиях процесса – об изменении механизма сорбции с увеличением относительного давления водяного пара [8].

В соответствии с общетеоретическими представлениями о процессе сорбции водяного пара капиллярно-пористыми коллоидными веществами, каковыми являются целлюлоза и ее производные, вначале при сорбции паров воды с участием активных центров сорбента формируется монослой адсорбированных молекул воды по типу специфической поверхностной адсорбции Ленгмюра (участки 0–a кривых). В целлюлозанионите ЦМ-А1 такими активными центрами являются третичные атомы азота и пиридиновые кольца с их двойными связями, то есть практически все составляющие привитого ПМВП, а также ОН-группы матрицы анионита – вискозных волокон, образующие с дипольными молекулами воды водородные связи. В случае СФМ-ПВ-ЦМ-А1 к ним относятся и карбоксильные группы КМЦ – целлюлозогликолевой кислоты (Целл-ОСН₂СООН) [8] и, возможно, гидроксигруппы гидролизованных продуктов реакции других реагентов (Al и NaOH), в частности, Al(OH)₃.

Таблица 3. Структурно-сорбционные характеристики образцов

Образец	V, ммоль/г	V _{max} , ммоль/г	S _{уд} , м ² /г	CSE, ммоль/г
ЦМ-А1Н	1,89	10,50	120,8	1,87
№ 4	1,92	10,80	122,7	1,62
№ 6	2,34	12,38	147,7	1,60
№ 8	2,26	10,67	144,5	1,57

Примечание. Количество волокна ЦМ-А1 в сырье – 10 г.

Очередная стадия процесса гидратации материалов, представленная на рис.1 отрезками *a-b* и *b-b'* кривых $V = \varphi(p/p_0)$ с меньшим градиентом возрастания влагосодержания образцов, соответствует формированию последующих упорядоченных слоев молекул воды, энергия связи которых вместе с таковой мономолекулярного слоя с молекулами воды составляет 4,8–3,0 ккал/моль H₂O. Вода мономолекулярного слоя с ближайшими к нему слоями молекул воды (отрезки *0-a-b'*) является связанной. При этом безусловными участниками процесса формирования полислоев молекул воды, кроме уже упоминавшихся, являются новые активные центры, обнажающиеся в результате набухания хемосорбента.

Межмолекулярное взаимодействие поляризованных молекул в слоях воды также осуществляется за счет водородных связей, так что энергия связи между активными центрами материалов и молекулами воды монослоя, между молекулами воды монослоя и последующего упорядоченного слоя, между молекулами воды последующих упорядоченных слоев воды уменьшается по мере удаления от поверхности материала.

В условиях дальнейшего повышения влагосодержания воздуха (участки *b-z*) происходит капиллярная конденсация водяного пара и интенсифицируется набухание СФМ-ПВ-ЦМ-А1.

Представленные в табл.3 структурно-сорбционные характеристики исследованных образцов являются количественной интерпретацией изотерм сорбции (см. рис.1) с помощью известного уравнения БЭТ [7].

Как и следовало ожидать, CSE образцов СФМ-ПВ-ЦМ-А1 меньше, чем СОЕ у ЦМ-А1Н (см. табл.2, 3) потому, в первую очередь, что масса волокон ЦМ-А1 в составе СФМ-ПВ-ЦМ-А1 (в частности, в образце № 8) составляет лишь 50 %. Величина CSE не пропорциональна массе волокна ЦМ-А1, что обусловлено вкладом других компонентов композиционного материала (именно поэтому величина CSE образца СФМ-ПВ-ЦМ-А1 не только по смыслу, но и по содержанию включает в себя СОЕ

анионита). Дифференциация вкладов компонентов в величину CSE образца СФМ-ПВ-ЦМ-А1 возможна на основании результатов специального исследования. В данном случае уместно говорить лишь о том, что плавное уменьшение CSE для образцов СФМ-ПВ-ЦМ-А1 – следствие компенсирующего вклада увеличивающегося количества компонентов сырья.

В то же время удельные в условиях опытов емкость монослоя (V) и влагосодержание (V_{max}) у образцов СФМ-ПВ-ЦМ-А1 заметно больше, чем у материала ЦМ-А1Н. Это свидетельствует об участии в процессе гидратации материала СФМ-ПВ-ЦМ-А1 не только волокон ЦМ-А1, но и других упомянутых выше и используемых при его синтезе компонентов. В частности, в этом контексте особую роль играют –COOH и –COONa группы КМЦ [9, 10].

Многократное превышение удельной поверхности (S_{уд}) исследованных образцов в сравнении с хлопковой целлюлозой (20–30 м²/г [11]), очевидно, является результатом модификации целлюлозных волокон, сопровождающейся разрывом связей между цепями макромолекул, а большее значение S_{уд} у катионзамещенных форм КМЦ (160–200 м²/г [12]) объясняется, с учетом данных [8], полным разрушением и аморфизацией структуры целлюлозных волокон в процессе их О-алкилирования при синтезе КМЦ. Наконец, большее, чем у материала ЦМ-А1Н, значение S_{уд} у части образцов СФМ-ПВ-ЦМ-А1, скорее всего, является следствием вклада пор, образующихся при созревании пороволокнита.

Исследование хемосорбции фтороводорода СФМ-ПВ-ЦМ-А1

Свойства фтороводорода и механизм его сорбции ионитами достаточно хорошо изучены [13–17]. Не вызывают сомнений данные о составе образующихся при этом соединений [18–20]. В частности, в [20] показано, что при взаимодействии HF с ЦМ-А1Н образуются соединения состава $RH-HF_2(HF)_K(H_2O)_j$, где $K \leq 4$, R приведен на рис.2.

Очевидно, максимальное число молекул HF, присоединяющихся к ионогенному центру

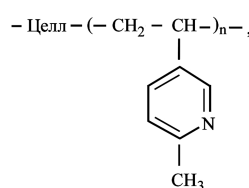


Рис.2.

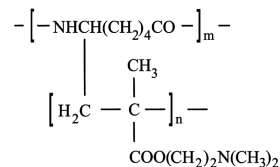


Рис.3.

Таблица 4. Сорбционная активность образцов по фтороводороду

Образец	Толщина слоя, мм	Масса, г	t, мин	УДА		
				мг/г	ммоль/г	ммоль/ед. ССЕ
ЦМ-А1Н	5	0,31	1200	14,52	0,76	0,41
№ 6	5	0,27	7650	106,30	5,59	3,49
№ 8	7	0,41	4980	45,54	2,40	1,53

(третичному атому азота), равно 6 (в пересчете на фтор-ион) при условии отсутствия в составе полимерной матрицы анионита активных центров, как, например, у анионита КМ-А1 — сополимера волокон поликапроамида и полидиметиламиноэтилметакрилата (рис.3), третичные атомы азота в составе матрицы которого взаимодействуют с HF. Здесь поглотительная емкость ионитов зависит от влагосодержания газовой смеси (ГВС) и превышает значение К за счет растворения HF во влаге набухания анионита [21].

Для исследования сорбционной активности опытных образцов СФМ-ПВ-ЦМ-А1 и для сравнения ЦМ-А1Н в динамических условиях использовали установку, позволяющую моделировать условия функционирования названных сорбентов в составе легких противогазовых и газопылезащитных респираторов (концентрация HF — 2,5 мг/м³; скорость потока ГВС — 3 см/с; объемная скорость ГВС — 1,5 л/мин; t = 25 °С; относительная влажность ГВС — 82 %).

В качестве показателя сорбционной активности исследуемых образцов выбрано время защитного действия (τ). Этот показатель имеет преимущественно практическое значение. С теоретической точки зрения более показательны и интересны данные об удельной динамической активности (УДА), которая, хотя и не обладает свойством удельной величины [22], позволяет условно сравнивать результаты, полученные в идентичных условиях, и тем самым судить о мере реализации СОЕ и ССЕ.

Концентрацию фтороводорода в ГВС измеряли и его проскок фиксировали спектрофотометрическим методом (в виде торий-арсенатового комплекса) [23]. Полученные результаты представлены в табл.4.

Из нее видно, что образцы СФМ-ПВ-ЦМ-А1 превосходят материал ЦМ-А1Н по величине УДА по HF, располагаясь по этим показателям в следующем ряду:

$$\text{№ 6} > \text{№ 8} > \text{ЦМ-А1Н.} \quad (1)$$

Как и следовало ожидать, приведенные данные (ряд 1) коррелируются с показателями $S_{уд}$ (ряд 2) и V_{max} (ряд 3):

$$\text{№ 6} > \text{№ 8} > \text{ЦМ-А1Н;} \quad (2)$$

$$\text{№ 6} > \text{№ 8} > \text{ЦМ-А1Н.} \quad (3)$$

При улавливании HF немалую роль, по нашему мнению, играет и КМЦ: целлюлозогликолевая кислота еще на стадии смешения с порообразователем может образовывать слабодиссоциирующую соль (Целл-CH₂COONa); продуктом взаимодействия подобных соединений с HF являются NaF и NaHF₂ [9, 14]. Не исключено, что в процессе сорбции HF участвуют алюминат натрия и продукт его гидролиза — гидроксид алюминия.

На основании полученных результатов исследований физико-механических и физико-химических свойств СФМ-ПВ-ЦМ-А1 разработан технологический регламент для его опытно-промышленного производства и рекомендации по проведению производственных испытаний газопылезащитных респираторов «Снежок ГП-В» [24], снаряженных ПГЭ, изготовленными из СФМ-ПВ-ЦМ-А1.

Список литературы

1. Эннан А.А., Асаулова Т.А., Байденко В.И. О производстве нетканых иглопробивных сорбционно-фильтрующих материалов респираторного назначения из ионообменных волокнистых отходов // Энерготехнологии и ресурсосбережение. — 2010. — № 2. — С. 42–46.
2. Пат. 2058812 РФ, МКИ⁶ В 01 j 20/00, В 01 D 53/02. Способ получения фильтрующего материала / А.А.Эннан, Т.А.Асаулова, Г.Н.Шихалева. — Оpubл. 27.04.96, Бюл. № 12.
3. Эннан А.А. Физико-химические основы улавливания, нейтрализации и утилизации сварочных аэрозолей // Тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве», Одесса, 11–13 сент. 2002 г. — Одесса : Астропринт, 2002. — С. 10–37.
4. Салдадзе К.М., Пашков А.Б., Титов В.С. Ионообменные высокомолекулярные соединения. — М. : Госхимиздат, 1960. — 356 с.
5. Эннан А.А., Байденко В.И. К механизму сорбции тетрафторида кремния анионитами. Сообщение 1. Роль воды // Вопр. химии и хим. технологии. — 2005. — № 6. — С. 64–68.
6. Вода в полимерах / Под ред. С.Роуланда. — М. : Мир, 1984. — 555 с.
7. Брунауэр С.Н. Адсорбция газов и паров. — М. : Изд-во иностр. лит., 1948. — Т. 1. — 781 с.
8. Роговин З.А. Химия целлюлозы. — М. : Химия, 1972. — 519 с.
9. Вулих А.В., Загорская М.К., Никандров Г.А., Варламова Л.А. Сорбция кислых газов солевыми формами карбоксильных катионитов // Ионный обмен и хроматография : Докл. и кратк. сообщ. респ. межвуз. науч. конф. по теории сорбц. про-

- цессов и применения ионообмен. материалов. — Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1971. — Ч. 2. — С. 209.
10. Зверев М.П. Хемосорбционные волокна. — М. : Химия, 1981. — 191 с.
 11. Никитин Н.И. Химия древесины и целлюлозы. — М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1962. — 711 с.
 12. Лещенко А.В., Куриленко О.Д., Войцеховский Р.В. Структурно-сорбционные свойства катионзамещенных форм карбоксиметилцеллюлозы // Физ.-хим. механика и лиофильность дисперс. систем. — 1971. — № 3. — С. 38–43.
 13. Фтор и его соединения / Под ред. Д. Саймонса. — М. : Химия, 1953. — Т. 1. — 510 с.
 14. Рысс И.Г. Химия фтора и его неорганических соединений. — М. : Госхимиздат, 1956. — 718 с.
 15. Бородин П.М., Свентицкий Е.Н. О молекулярных взаимодействиях в растворах HF и DF по данным ЯМР // Докл АН СССР. — 1967. — Т. 175, № 1. — С. 101–104.
 16. Вулих А.И., Загорская М.К., Ксензенко В.И. Поглощение анионитами фтористого водорода из газовой фазы // Там же. — Т. 175, № 5. — С. 1059–1061.
 17. Шрамбан Б.И. Исследование процесса поглощения фтористых соединений из газовой фазы анионитом АВ-17 : Автореф. дис. ... канд. хим. наук. — М., 1972. — 18 с.
 18. Асаулова Т.А., Байденко В.И., Эннан А.А. Сорбция фтористого водорода волокнистым анионитом на основе целлюлозы в статических условиях // Изв. вузов. Химия и хим. технология. — 1988. — Т. 31, № 12. — С. 72–74.
 19. Асаулова Т.А. Разработка хемосорбционных материалов на основе целлюлозы и полиакриламида для улавливания фтористого водорода : Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Одесса, 1988. — 22 с.
 20. Жбанков Р.Г., Алимов И.Ф., Асаулова Т.А. и др. ЯМР ¹³C высокого разрешения и ИК спектроскопия МНПВО продуктов взаимодействия HF и целлюлозанионита // Журн. прикл. спектроскопии. — 1989. — Т. 51, № 4. — С. 634–639.
 21. Асаулова Т.А., Луцык Р.В., Морин Б.П., Эннан А.А. Влияние влагосодержания и удельной поверхности на обменную емкость целлюлозанионита // Журн. прикл. химии. — 1985. — Т. 58, № 7. — С. 1552–1555.
 22. Дубинин М., Чмутов К. Физико-химические основы противогазового дела. — М. : Изд-во воен. акад. хим. защиты, 1939. — 294 с.
 23. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. — М. : Химия, 1976. — 376 с.
 24. А.с. 786088 СССР, МКИ⁴ А 62 В 7/10. Респиратор / А.А.Эннан, В.И.Байденко, О.А.Ковалев и др. — Опубл. 07.12.80, Бюл. № 45.

Поступила в редакцию 16.06.09

Porous Fiber Plastics as Chemisorbents from Ion-Exchange Fibrous Materials Wastes for Respiratory Purpose

Ennan A.A., Asaulova T.A., Baidenko V.I.

*Physicochemical Institute of Environment
and Human's Protection of Ministry of Education and Science and NASU, Odessa*

The technological chart of sorption and filtering materials (porous fiber plastics) pre-production models obtaining from ion-exchange fibrous materials wastes is described. The results of the materials structural descriptions and sorption activity on hydrogen fluoride investigation are displayed. The materials on the investigation results basis are recommended for experimental-industrial production of gas-mask elements for light dust- and gas-protective respirators.

Key words: chemisorbents, porous fiber plastics, ion-exchange fibrous materials, sorption activity.

Received June 16, 2009