

Охрана окружающей среды

УДК 614.894.29:621.791

Импregnированные волокнистые хемосорбенты

Эннан А.А., Байденко В.И., Захаренко Ю.С.

*Физико-химический институт защиты окружающей среды
и человека МОН и НАН Украины, Одесса*

Описана технология получения и приведены результаты исследования сорбционно-активных импregnированных волокнистых материалов — хемосорбентов токсичных газов. Они предназначены для изготовления противогазовых фильтров облегченных газопылезащитных респираторов и установок санитарной очистки воздуха.

Ключевые слова: вязкозные и синтетические волокна, импregnированные волокнистые материалы, сорбционная активность, оптимизация составов реагентов.

Описано технологію отримання та наведено результати дослідження сорбційно-активних імпрегнованих волокнистих матеріалів — хемосорбентів токсичних газів. Вони призначені для виготовлення протигазових фільтрів полегшених газопилозахисних респіраторів та установок санітарного очищення повітря.

Ключові слова: віскозні та синтетичні волокна, імпрегновані волокнисті матеріали, сорбційна активність, оптимізація складу реагентів.

В начале 1980-х гг., когда было освоено серийное производство легких средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) — газопылезащитных респираторов «Снежок» ГП [1], растущая потребность в ионообменных волокнистых материалах (ИВМ) для изготовления противогазовых элементов (ПГЭ) этих респираторов начала опережать возможности производителей ИВМ. Между тем, в силу ряда причин, в том числе экологического характера, производительность опытно-промышленной установки по производству ионообменных волокон ЦМ-А2 на Рязанском заводе химических волокон была ограничена 10 т/год [2]. В этой связи возникла необходимость в разработке новых доступных и дешевых волокнистых хемосорбентов.

Опыт эксплуатации респираторов «Снежок» ГП-В, снаряженных ПГЭ из иглопробивных дублированных материалов ЦМ-А2НД [3], показал, что регенерация таких ПГЭ экономически нецелесообразна, поэтому заманчивой

представлялась реализация на современном уровне идеи времен первой мировой войны: использовать в качестве противогазов для защиты органов дыхания от воздействия хлора марлевые повязки, пропитанные водным раствором гипосульфита натрия [4].

В настоящей статье представлены результаты многоплановых исследований, в процессе которых были разработаны рецептура пропитывающих волокнистые носители растворов, технологии изготовления иглопробивных волокнистых материалов из волокон природного и синтетического происхождения (далее — носители), а также импregnированных волокнистых хемосорбентов (ИВХС) на их основе [5–9].

Изначально научно-исследовательская работа планировалась так, чтобы выполнялись обязательные санитарно-гигиенические требования, отвечающие условиям безопасности при изготовлении и эксплуатации ПГЭ в составе респираторов и установок санитарной очистки

воздуха. Для исследования хемосорбционной активности ИВХС использовали наиболее распространенные газообразные соединения, загрязняющие атмосферный и воздух промышленных и сельскохозяйственных предприятий (NO_2 , SO_2 , NH_3), предельно допустимая концентрация которых в воздухе рабочих зон ($\text{ПДК}_{\text{р.з}}$) составляет 2, 10 и 15 $\text{мг}/\text{м}^3$ соответственно, а их хемосорбция основана на окислительно-восстановительных и кислотно-основных реакциях, комплексообразовании.

Выбор необходимых для изготовления ИВХС реагентов и материалов осуществлялся с учетом санитарно-гигиенических, технологических и экономических требований: отсутствие неприятного запаха, связанного с выделением токсичных соединений в условиях переработки волокон, производства и эксплуатации ПГЭ; растворимость в воде и водно-спиртовых растворителях; гидролитическая и термическая устойчивость реагентов; доступность, приемлемая стоимость материалов и реагентов, используемых при производстве ИВХС.

Первоначально в качестве импрегнирующих были выбраны водные растворы соединений — перспективные хемосорбенты поллютантов кислотной и основной природы (карбонат натрия, гексаметилентетрамин, иодистый калий, лимонная и винная кислоты, хлориды меди и никеля). В дальнейшем, когда возникла необходимость существенно увеличить время защитного действия (τ) ИВХС либо респираторов, состав хемосорбентов усложнялся.

При разработке технологии производства носителей хемосорбентов с необходимыми физико-механическими характеристиками был использован опыт эксплуатации ПГЭ из иглопробивных дублированных ИВМ в составе респираторов «Снежок» ГП-В: иглопробивные волокнистые материалы — устойчивые к механическим воздействиям пространственные структуры, межволоконные связи и деформационные свойства единичных волокон которых позволяют создавать конструкции ПГЭ с достаточной воздухопроницаемостью и заданной геометрической формы, сохраняющейся в течение длительного времени, в том числе в период эксплуатации [10].

Из известных способов нанесения реагентов на носители первым был опробован способ, используемый при получении объемных клееных материалов [11], отличающийся тем, что вместо водной дисперсии ПВА были применены водные растворы реагентов, а процесс опрыскивания начинался после наматывания на барабан нескольких слоев прочеса и заканчивался таким образом, чтобы последние 2–3 слоя оставались не-

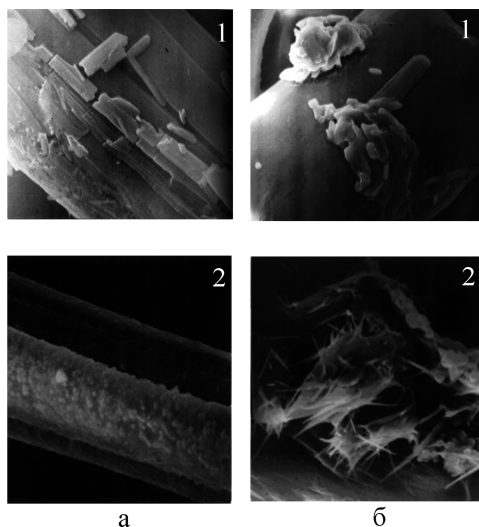
смоченными. Полученные таким образом влажные и, для сравнения, высушенные холсты дублировали с обеих сторон слоем нейтральных волокон для предотвращения контакта реагентов с кожным покровом лица, возможного проникания реагентов и продуктов их реакции с газообразными токсикантами в органы дыхания. Критерием равномерности нанесения хемосорбентов служили значения τ высушенных образцов. Несмотря на обнадеживающие результаты от опробованной технологии пришлось отказаться ввиду быстрого износа игл и сильного «пыления» — выброса в воздух мелкодисперсных частиц при иглопробивании высушенных образцов.

Более технологичным оказался способ пропитки носителя окунанием в растворы реагентов и последующего отжатия их излишков, подсушивания и дублирования полотна, как описано выше, а затем высушивания его до постоянной массы. Однако и в этом случае при использовании иглопробивной технологии формирования трехслойных композитных ИВХС «пыление», сопровождающееся потерей части реагентов, загрязнением оборудования и воздуха рабочих мест, начиналось уже при вибрации питающего стола, подающего холст к иглопробивной головке агрегата АИН-1800.

Указанные негативные явления были исключены, когда в состав пропитывающих растворов вводился один из многоатомных спиртов (глицерин, эритрит или маннит) [5]. В процессе такой своеобразной модификации носителя произошла гидрофилизация его поверхности, что положительным образом сказалось на адгезии и распределении реагентов на поверхности волокон.

На этапе выбора волокон особый интерес представляют результаты исследования взаимосвязи природы волокон и распределения выкристаллизовавшихся на них реагентов, а также хемосорбционной активности ИВХС. Для исследования были выбраны вязкозные (В) и полипропиленовые (ПП) волокна, а также изготовленные из них нетканые иглопробивные материалы с нанесенным карбонатом натрия.

Выбор объектов исследования обусловлен тем, что по происхождению, физико-химическим свойствам и микрофизической структуре они являются антиподами. В волокна, получаемые из природного сырья — целлюлозы (Ц), — гидрофильны, поскольку в составе элементарных звеньев их макромолекул содержатся полярные гидроксильные группы, образующие с диполями молекул воды водородные связи; синтетические карбоцепные ПП волокна гидрофобны и отличаются, по данным рентгенографических исследований, кристалличностью и



Распределение кристаллов ($\times 3000$) карбоната натрия на поверхности В волокон (а) и ПП волокон (б): 1 — исходное волокно; 2 — волокно с модифицированной глицерином поверхностью.

плотной упаковкой молекул. Судя по приведенным на рисунке данным, полученным с помощью электронного микроскопа JSM-2 (Япония), волокна также отличаются рельефом и величиной поверхности: округлая форма и относительно гладкая поверхность в случае ПП волокон; продольные и извилистые полосы, шероховатость поверхности у В волокон, структура которых, как и исходного сырья Ц, испещрена трещинами и каналами. В этой связи можно было ожидать не только на порядок большую набухаемость В волокон [10], но и неадекватную кристаллизацию — распределение реагента на поверхности воздушно-сухих единичных волокон у образцов ИВХС. Судя по рисунку, а1, при высушивании набухшего в 20 % растворе карбоната натрия В волокна на его поверхности образуются дискретные скопления кристаллов

разных размеров, так что значительная часть поверхности волокна остается свободной. Картина резко изменяется при введении в пропитывающий раствор глицерина, о чем свидетельствует равномерное распределение кристаллов карбоната натрия по всей поверхности волокна (рисунок, а2).

При высушивании ПП волокон с нанесенным на его поверхность 20 %-м раствором карбоната натрия происходит, как и следовало ожидать, точечная кристаллизация реагента (рисунок, б1), а в случае, когда в пропитывающий раствор добавлен глицерин, разупорядоченные структуры с иной модификацией кристаллов равномерно покрывают поверхность волокон (рисунок, б2).

В табл.1 представлены результаты серии опытов, выполненных с целью выявления взаимосвязи концентрации реагента в пропитывающем растворе и выбора ИВХС с достаточным временем защитного действия от SO_2 , NO_2 и NH_3 , а также не худшими, чем у ИВМ ЦМ-А2НД, физико-механическими характеристиками. Для исследований использовались образцы ИВХС с поверхностной плотностью 500 ± 50 г/м² и толщиной $6 \pm 0,5$ мм (при оптимальной толщине хемосорбирующего слоя около 3 мм). Условия определения τ были следующими: концентрация в газовой смеси (ГВС) SO_2 — 150, NO_2 — 65, NH_3 — 300 мг/м³; скорость потока ГВС — 2,2 см/с; относительная влажность ГВС — 90–95 %. Большие толщина сорбционно-фильтрующего слоя и скорость ГВС в образце № 6 были выбраны для сравнения его τ и прототипа — образца № 10 [5].

Предварительными опытами на примере образцов №№ 1–4, 9 (носители, импрегнированные растворами карбоната натрия, уротропина и хлорида никеля) установлено, что равновесие в системе Т–Ж достигается в течение 1–3 мин;

Таблица 1. Условия получения и характеристики образцов ИВХС на основе вискозного волокна

| Номер образца | Состав пропитывающего раствора, % (мас.) | | | Удельное содержание реагента, мг/г | Толщина слоя, мм* | Сопrotивление воздушному потоку, Па | Сорбтив | Время защитного действия ИВХС, мин | | |
|---------------|---|----------|----------|------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------|------------------------------------|---------------|-----|
| | реагент | глицерин | вода | | | | | | | |
| 1 | Na_2CO_3 | — | 20 | 5 | 75,0 | 234 | 3/6 | 7,0 | SO_2 | 200 |
| 2 | Na_2CO_3 | — | 10 | 5 | 85,0 | 129 | 3/5 | 6,0 | SO_2 | 90 |
| 3 | $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ | — | 5 | 0,5 | 94,5 | 161 | 3/7 | 7,0 | SO_2 | 105 |
| 4 | $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ | — | 20 | 2,5 | 77,5 | 503 | 3/6 | 10,0 | SO_2 | 450 |
| 5 | KI | — | 10 | 0,5 | 89,5 | 193 | 3/5 | 7,0 | NO_2 | 70 |
| 6 | KI | — | 30 | 1,0 | 69,0 | 292 | 8/10 | 38,0 | NO_2 | 85 |
| 7 | Na_2SO_3 | — | 25 | 2,0 | 73,0 | 235 | 3/6 | 7,0 | NO_2 | 1 |
| 8 | Na_2SO_3 + гидрохинон | — | 25 + 0,5 | 2,0 | 72,5 | 237 | 3/6 | 7,0 | NO_2 | 150 |
| 9 | $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | — | 25 | 0,5 | 74,5 | 243 | 4/7 | 12,0 | NH_3 | 195 |
| 10 | NaOH | — | 30 | — | 70,0 | — | 8/8 | 42,0 | NO_2 | 30 |

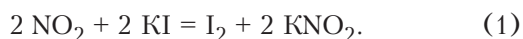
* В числителе — сорбирующего, в знаменателе — дублированного слоя.

во всех случаях наблюдается пропорциональная зависимость содержания реагента в составе ИВХС от его концентрации в растворе и степени отжима носителя (отношение массы раствора в носителе к массе носителя, %).

При исследовании хемосорбции SO_2 ИВХС на основе В и ПП волокон, импрегнированных 10 %-м водным раствором карбоната натрия, содержащим разное количество глицерина, были получены неожиданные результаты: независимо от природы волокон, из которых были изготовлены носители, τ ИВХС оказалось практически одинаковым. Исходя из общетеоретических представлений и с учетом равных условий получения хемосорбентов, этот факт, по нашему мнению, является следствием не только практически одинакового содержания реагента в составе ИВХС, но в еще большей мере нивелирования разницы в величине работающей поверхности единичных волокон в результате участия в процессе хемосорбции в случае ИВХС с носителем из ПП волокон большего числа слоев материала, то есть в обоих случаях в процессе хемосорбции SO_2 участвовали равновеликие поверхности фазового контакта. Иными словами, при хемосорбции газов ИВХС с большой степенью кристаллизации поверхности волокон (например, В волокон) происходит послойное его срабатывание, при уменьшении степени кристаллизации поверхности волокон в процессе хемосорбции одновременно участвует тем большее количество слоев, чем меньше степень кристаллизации реагента на поверхности волокон. При этом независимо от природы волокна, из которого изготавливаются носители, процесс хемосорбции происходит на равновеликих поверхностях фазового контакта. Очевидно, это правило справедливо лишь при условии, когда скорость хемосорбции лимитируется кинетикой процесса.

При выборе волокнистых хемосорбентов следует иметь в виду, что эффективность их обуславливается и другими, не менее важными, технологическими приемами, в частности, обеспечением адгезии реагентов к поверхности носителя. С учетом последнего более надежными являются ИВХС на основе В волокон.

В табл.1 образцы № 5, 6 — пример применения активного реагента (KI) — восстановителя NO_2 :



Продукт реакции (1) — элементарный иод, как показано ниже, преобразуется в иодид-ион при взаимодействии со щелочными реагентами-восстановителями, что обеспечивает эффективное использование ИВХС без образования токсичных соединений.

Одновременно по совокупности показателей в качестве наиболее простых и доступных реагентов, отвечающих требованиям к материалам респираторного назначения, были выбраны сульфиты щелочных и щелочноземельных металлов, а также аммония [12], восстанавливающие в конечном итоге NO_2 до N_2 [13].

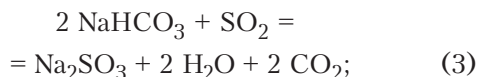
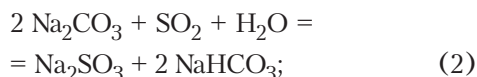
Для исследований были использованы образцы носителей, пропитанные 5–25 %-ми растворами сульфита натрия, содержащие варьируемое количество глицерина. Как и следовало ожидать (образец № 7), независимо от содержания реагента τ воздушно-сухих ИВХС не превышает 1 мин, то есть реагент практически не взаимодействует с NO_2 вследствие отсутствия «свободной» воды и образования экранирующего слоя Na_2SO_4 — продукта окисления Na_2SO_3 кислородом воздуха.

Обеспечить эффективное срабатывание сульфитсодержащих ИВХС удалось усложнением состава пропитывающих растворов за счет введения более сильных, по сравнению с сульфитом, восстановителей: мочевины, тио- и диоксида тиомочевины либо гидрохинона (п-диоксибензола). В соответствии с существующими представлениями о механизме реакций, в водных растворах с участием более одного восстановителя во взаимодействие вступает в первую очередь наиболее сильный из них. Судя по приведенным в табл.1 (образец № 8) и патенте [6] данным, по сумме показателей более эффективным является пропитывающий раствор, содержащий 17–27 % (мас.) сульфита натрия и 0,4–0,6 % (мас.) гидрохинона: τ полученных образцов ИВХС при скорости ГВС 10 см/с (остальные условия эксперимента приведены ранее) составляет около 150 мин [6], что в 1,8 раза больше, чем у прототипа (образец № 6) [5], потому, по нашему мнению, что вступающий во взаимодействие с кислородом воздуха гидрохинон предотвращает дезактивацию сульфита натрия.

Еще больший практический интерес, очевидно, представляют полученные нами данные [7], поскольку τ образцов ИВХС, пропитанных растворами, содержащими более одного из известных восстановителей (например, иодид и сульфит щелочного металла), превышает сумму значений τ ИВХС, пропитанных названными реагентами в отдельности, достигая 275 мин против 150 мин у прототипа [6] и 85 мин у аналога [5], то есть в этом случае имеет место синергический эффект. При этом иод является участником редокс-процесса — окислителем сульфита, восстанавливаемым до иодида, который затем выступает в качестве восстановителя и т.д.

При исследовании сорбции NO_2 и SO_2 с использованием ИВХС, импрегнированных водным раствором Na_2SO_3 с добавкой гидрохинона [6] и $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ (слой высотой 3 мм и объемной плотностью $0,1 \text{ г/см}^3$ при скорости ГВС 2 см/с , концентрации газов $30\text{--}90$ и $200\text{--}1600 \text{ мг/м}^3$ соответственно, относительной влажности ГВС $35\text{--}90 \%$), наряду с характерными для взаимодействия большинства сорбентов с газообразными веществами закономерностями (например, уменьшение τ с увеличением концентрации газа и возрастание τ с увеличением влажности ГВС) обнаружена пропорциональная зависимость динамической активности (ДА) от количества нанесенных Na_2SO_3 и $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ (в интервалах $50\text{--}280$ и $60\text{--}300 \text{ мг/г}$ соответственно). Очевидно, на основании полученных данных возможно планирование экономного использования расходных материалов за счет организации производства ИВХС, соответствующих условиям эксплуатации СИЗОД и установок санитарной газоочистки; с теоретической точки зрения этот факт, с одной стороны, свидетельствует о незначительной пассивации хемосорбента продуктами реакции (явление, характерное для массивных или цементированных хемосорбентов [14]), с другой стороны, служит дополнительным основанием для выводов о роли микрофизической структуры хемосорбента в составе ИВХС.

Иная картина наблюдалась, когда в качестве хемосорбента SO_2 применялся ИВХС, импрегнированный водным раствором Na_2CO_3 . При содержании Na_2CO_3 250 мг/г кривая ДА = $f(\text{C}_{\text{SO}_2})$ выходит на плато, что находит объяснение, если руководствоваться данными о механизме протекания этого процесса [15]:



Как следует из уравнений (2)–(4), продуктами взаимодействия SO_2 с карбонатом и бикарбонатом натрия является сульфит натрия, а в условиях избытка SO_2 — пиросульфит натрия. По данным [15], небольшое количество сульфита натрия переходит в пиросульфит уже в начальный момент времени. К моменту максимального накопления сульфита натрия (около 75% (мас.)) накапливается $12\text{--}18 \%$ (мас.) пиросульфита натрия, а количество непрореагировавшей соды составляет примерно $5\text{--}10 \%$ (мас.). При увеличении содержания пиросуль-

фита натрия до 40% (мас.) количество непрореагировавшей соды уменьшается до $0,5\text{--}1,0 \%$. При этом скорость реакции постепенно, но во все большей мере уменьшается, поскольку возрастает роль диффузионных процессов вследствие перекристаллизации Na_2CO_3 в NaHCO_3 и экранирования реагентов $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$.

Нечто аналогичное происходит при улавливании аммиака, основанном на его способности к комплексообразованию с кристаллогидратами переходных металлов, например, Ni^{2+} (образец № 9). В [16] показано, что нуклеофильное замещение анионов хлора и молекул воды молекулами аммиака в $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ происходит по диссоциативному механизму и сопровождается образованием комплексов смешанной координации типа $[\text{Me}(\text{H}_2\text{O})_x \cdot (\text{NH}_3)_y]^{2+} \cdot 2\text{Cl}^-$ с искаженной по сравнению с исходным реагентом кристаллической решеткой; как и в случае хемосорбции SO_2 нанесенным на носитель Na_2CO_3 , реакция из кинетической области непосредственного взаимодействия аммиака с оводненными кристаллогидратами переходит в диффузионную область, так что ее скорость лимитируют, во-первых, процессы перекристаллизации кристаллогидрата хлорида никеля, во-вторых, процесс диффузии аммиака через искаженную и продолжающуюся искажаться в результате замещения анионов хлора и молекул воды молекулами аммиака кристаллическую решетку реагента.

Как следует из уравнений (1)–(4), вода при хемосорбции кислых и основных газов либо участвует в реакции, либо является продуктом реакции. Ранее нами на примере хемосорбции газообразного тетрафторида кремния (SiF_4) волокнистым среднеосновным анионитом ЦМ-А2 была выявлена взаимосвязь эффективности сорбции газа и природы связи воды с ионитом [17]. В [18] показано, что эффективное поглощение газа возможно только, когда в процессе предсорбции водяного пара завершено формирование монослоя и последующих упорядоченных полислоев из молекул воды, энергия связи которых с ионитом составляет $4,8\text{--}3,0 \text{ ккал/моль}$, и произошло оводнение анионита «свободной» — обычной водой, энергия связи которой с анионитом соизмерима с энергией конденсации и стремится к нулю.

Можно полагать, что оводнение кристаллов в случае ИВХС также является обязательной стадией. Причем в образующейся на поверхности пленке одновременно происходят процессы растворения улавливаемого газа и кристаллов реагента, сопровождающиеся взаимодействием продуктов гидролиза SO_2 и диффундирующих в раствор молекул реагентов. Как следует из табл.2, с увеличением влагосодержания ГВС

Таблица 2. Изменение τ ИВХС (мин) в зависимости от влажности ГВС

| Влажность ГВС, % (отн.) | Сорбтив | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | NO ₂ | SO ₂ | NH ₃ * |
| 50 | 30 | 50 | 240 |
| 90 | 150 | 165 | 350 |

* Образцы ИВХС толщиной 5 мм получены импрегнированием вискозного носителя водным раствором NiCl₂·6H₂O (1 моль/л) [16].

(ИВХС) улучшается основной показатель качества ИВХС — время его защитного действия.

Далее представлены результаты оптимизации составов пропитывающих волокнистые носители растворов, приготавливаемых на основе доступных и относительно дешевых Na₂CO₃ и C₆H₁₂N₄.

В соответствии с патентом [8], носитель из В волокон ($\delta = 5$ мм) пропитывали водным раствором, содержащим 10 % (мас.) Na₂CO₃, 5 % (мас.) глицерина и 5 % (мас.) этанола. Показано, что в присутствии водно-органического растворителя на носителе формируются микрокристаллы Na₂CO₃, и τ полученного ИВХС составляет 135 мин против 90 мин у прототипа (образец № 2). Лучших показателей удалось добиться, когда для изготовления ИВХС использовались гидрофобные синтетические ПП и полиакрилонитрильные волокна. Это в значительной мере следствие того, что в результате гидрофилизации поверхности волокон увеличивается содержание импрегнирующего раствора в носителе, так что за счет этого можно в конечном итоге уменьшить его концентрацию, не уменьшая содержание реагента в составе ИВХС. Последнее доказано экспериментально: при содержании в растворе 12 % (мас.) Na₂CO₃, 3 % (мас.) глицерина и 5 % (мас.) этанола τ ИВХС на основе волокон гидрофобного ПП составило 360 мин [8] против 200 мин у прототипа (образец № 1) [5].

Судя по приведенным в табл.1 данным, одним из эффективных хемосорбентов SO₂ является ИВХС с нанесенным C₆H₁₂N₄, разлагающимся, однако, при длительном хранении и источающим неприятный запах, источником которого скорее всего является смесь формальдегида и аммиака, используемых для синтеза C₆H₁₂N₄ [19]. Этот процесс интенсифицируется при образовании продукта взаимодействия уротропина и диоксида серы C₆H₁₂N₄·H₂SO₃ [20]. С учетом последнего, оригинальным представлялось решение, направленное на подавление кислотного гидролиза C₆H₁₂N₄. Показано, что ожидаемый эффект может быть достигнут при введении в пропитывающий раствор C₆H₁₂N₄ щелочного реагента, в простейшем случае

Na₂CO₃. Более того, τ ИВХС, для изготовления которого в соответствии с приведенной в патенте [9] рецептурой использован пропитывающий раствор, содержащий 20 % (мас.) C₆H₁₂N₄, 2,5 % (мас.) глицерина и 2 % (мас.) Na₂CO₃, составляет 695 мин при степени использования хемосорбента 85,3 % (у прототипа (образец № 4) — 450 мин), а степень использования хемосорбента не превышает 55,2 %.

Выводы

На основании полученных результатов разработан временный технологический регламент, и совместно с Киевским комбинатом «Стройиндустрия» изготовлена опытная партия — 350 м² ИВХС «Целлофит С-ВВ» (В волокно с нанесенным карбонатом натрия [18]), технологичность переработки которого в ПГЭ прошла успешную апробацию на Кимрской фабрике им.Горького (Тверская обл., РФ). Разработаны Технические условия на «Полотно нетканое импрегнированное» (ТУ У 33.1-01530125.019: 2007), получено санитарно-эпидемиологическое заключение Минздрава Украины о безопасности применения ПГЭ, изготовленных из названного полотна, в составе СИЗОД.

Соответствующая техническому заданию эффективность применения респираторов «Снежок» ПП-В, снабженных противогазовыми элементами из разработанных авторами ИВХС, в условиях большой загазованности воздуха (до 15 ПДК) подтверждена результатами их испытаний на Мончегорском комбинате «Североникель» (РФ), ОАО «Запорожсталь» и ОАО «Запорожский производственный алюминиевый комбинат».

Список литературы

1. А.с. 786088 СССР, МКИ А 62 В 7/10. Респиратор / А.А.Эннан, В.И.Байденко, О.А.Ковалев и др. — Оpubл. 07.12.80, Бюл. № 45.
2. Эннан А.А., Байденко В.И. О перспективах применения ионообменных волокнистых материалов в технике газоочистки // Хим. пром-сть. — 1982. — № 1. — С. 22–25.
3. А. с. 897259 СССР, МКИ³ В 01 D 39/16. Фильтрующий нетканый материал / З.А.Роговин, А.А.Эннан, В.С.Кошечев и др. — Оpubл. 15.01.82, Бюл. № 2.
4. Фигуровский Н.А. Очерк возникновения и развития угольного противогаза Н.Д.Зелинского. — М.: Изд-во АН СССР, 1952. — 203 с.
5. А.с. 1051760 СССР, МКИ³ В 01 J 20/32. Способ получения фильтрующего материала для респираторов / А.А.Эннан, З.А.Роговин, М.О.Лишевская и др. — Оpubл. 30.10.83, Бюл. № 40.

6. А.с. 1135485 СССР, МКИ³ В 01 I 20/22, В 01 D 53/02. Фильтрующий материал для очистки газов / А.А.Эннан, Ю.С.Захаренко, М.О.Лишевская и др. — Оpubл. 23.01.85, Бюл. № 3.
7. Пат. 1825459 СССР, МКИ⁵ В 01 J 10/00; В 01 D 53/02. Состав для пропитки фильтрующего материала / А.А.Эннан, Ю.С.Захаренко, М.О.Лишевская и др. — Оpubл. 30.06.93, Бюл. № 24.
8. Пат. на корис. модель 43409-А Укр., МПК⁸ В 01 D 39/00. Склад для просочування фільтруючого матеріалу / А.А.Еннан, Ю.С.Захаренко, Н.Н.Абрамова. — Оpubл. 10.08.09, Бюл. № 15.
9. Пат. на корис. модель 43412-А Укр., МПК⁸ В 01 D 39/00. Склад для просочування фільтруючого матеріалу / А.А.Еннан, Ю.С.Захаренко, Н.Н.Абрамова. — Оpubл. 10.08.09, Бюл. № 15.
10. Папков С.П. Полимерные волокнистые материалы. — М. : Химия, 1986. — 220 с.
11. Тихомиров В.Б. Нетканые клееные материалы. — М. : Легк. индустрия, 1966. — 350 с.
12. Кузнецов И.Е., Троицкая Т.М. Защита воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами. — М. : Химия, 1979. — 375 с.
13. Стрижевский И.И., Андреева Н.В., Эльтанов А.И. Очистка сбросных газов от окислов азота // Экспресс-информ. Охрана окружающей среды и очистка промышленных выбросов в химической промышленности. — М. : НИИТЭХИМ, 1979. — № 6. — С. 15–18.
14. Алексеевский Е.В. Общий курс химии защиты. — Л. : Химтехиздат, 1935. — Ч. 1. — 353 с.
15. Черный И.С., Дьячко А.Г., Вайсбейн М.М. и др. К вопросу об исследовании взаимодействия соды с сернистым ангидридом в кипящем слое // Исследования в области неорганической технологии (соли, окислы, кислоты). — Л. : Наука, 1972. — С. 309–316.
16. Байденко В.И., Андрианов Ю.И., Малиновский Е.К., Соенко В.В. Сорбция аммиака реагентами, нанесенными на нетканый материал // Журн. прикл. химии. — 1994. — Т. 67, № 10. — С. 1629–1632.
17. Эннан А.А., Байденко В.И. К механизму сорбции тетрафторида кремния анионитами. Сообщение 1. Роль воды // Вопросы химии и химтехнологии. — 2005. — № 6. — С. 64–68.
18. Байденко В.И., Эннан А.А., Захаренко Ю.С. Разработка и применение волокнистых хемосорбентов в практике индивидуальной противогазовой защиты // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Хімія. — 2003. — Т. 8, № 7–8. — С. 24–38.
19. Степаненко Б.Н. Курс органической химии. — М. : Медгиз, 1961. — 590 с.
20. Эннан А.А., Бразовская О.М., Лапшин В.А. и др. Продукты взаимодействия гексаметилентетрамина с сернистой кислотой // Журн. общ. химии. — 1976. — № 3. — С. 716–721.

Поступила в редакцию 01.10.09

Impregnated Fibrous Chemisorbents

Ennan A.A., Baidenko V.I., Zacharenko J.S.

*Physicochemical Institute of Environment and Humans Protection
of the Ministry of Education and Science of Ukraine and NASU, Odessa*

The manufacturing technology and investigation results of some sorption-active impregnated fibrous materials such as toxic gases chemisorbents are displayed. The chemisorbents are intended for gas-mask filters for manufacture of light-weight dust-and-gas-protective respirators and sanitary air purification devices.

Key words: viscose and synthetic fibres, impregnated fibrous materials, sorption activity, reactants compositions optimization.

Received October 1, 2009