

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

УДК 502.3:001.895

Л.А. Ашихина, И.М. Тихойкина, Д.В. Тихойкин

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ И ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА

В статье рассмотрены инновационные технологии очистки и обеззараживания воздуха посредством новых химических сорбентов на основе алюмосиликатов. Предлагается использование динамических сорбентов для расширения концентрационных пределов поглощения токсичных веществ.

Ключевые слова: очистка воздуха, коллоидные структуры, алюмосиликаты, динамический сорбент

UDC 502.3:001.895

L.A. Ashikhina, I.M. Tikhoykina, D.V. Tikhoykin

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AIR DISINFECTION AND CLEARING

In the article innovative technologies of clearing and disinfecting of air by means of new chemical sorbents on the basis of aluminum silicate are considered. The use of dynamic sorbents for expansion of concentration limits of absorption of toxic substances is suggested.

Keywords: air clearing, colloid structures, aluminum silicate, dynamic sorbent

Механические способы очистки воздуха рабочей зоны в условиях повышенной пылевой нагрузки посредством стандартных аспирационных установок и циклонов малоэффективны по отношению к мелкодисперсной пыли и пылевым коллоидным структурам. В настоящее время осуществляются попытки дополнить механические способы очистки более тонкими, например, посредством использования сорбирующих материалов. При этом часто используются обыкновенные тканематериалы, реже – более эффективные сорбенты, такие как активированные угли, силикагели, оксид алюминия, графитированная сажа и структуры молекулярных сит, которые изготавливаются из натрийалюмосиликатов, кальцийалюмосиликатов и др., относятся к классу цеолитов, общая формула которых имеет вид $M_{2/m}OAl_2O_3nSiO_2xH_2O$, где М – катион щелочных или щелочноземельных металлов [3].

Структурными блоками алюмосиликатных матриц являются анионы $[SiO_4]^{4-}$ и $[AlO_4]^{4-}$, связанные молекулами кислорода. Диаметр пор в молекулярных ситах определяется размерами атома катиона. Достаточно широко используются и угольные молекулярные сита (карбосив), которые получают пиролизом поливинилхлорида. Из других минеральных адсорбентов иногда применяют бентониты (глины); оксиды хрома, железа; сульфат бария и др. Все перечисленные полимерные адсорбенты отличаются крайне малым радиусом пор (в пределах от 5 до 300 нм).

Поскольку применение молекулярных сит для очистки воздуха от пыли ограничено размерами пор (пылевые частицы, даже коллоидные во много раз больше пор молекулярных сит), а грубопористые сорбенты достаточно быстро заполняются пылью и теряют свои сорбционные свойства, целесообразным является применение жидких поглотителей на основе алюмосиликатов. В отличие от твёрдых сорбентов, жидкие поглотители удерживают полидисперсную пыль, кроме того, в жидкости скорость протекания реакций выше, чем в твёрдом теле, поэтому можно создать поглотитель, свойства, поглощения которого изменяются по отношению к различным веществам. При этом изменение поглотительных свойств протекает в самом процессе поглощения, когда поглощаемое вещество, например ионы тяжёлых металлов, химически взаимодействует с молекулами поглотителя. Продуктами взаимодействия являются молекулы, которые формируют центры селективной сорбции по отношению к сорбату. Таким образом, водные композиции алюмосиликатов не только не перенасыщаются сорбатами, но в процессе работы увеличивают свою сорбционную ёмкость за счёт указанных выше процессов. Сорбционная ёмкость жидких алюмосиликатных поглотителей может варьироваться в зависимости от класса сорбируемых веществ. Следует отметить, что чистая вода не может соответствовать требованиям очистки воздуха от пыли, загрязнённой вредными и опасными веществами, которые обладают малой растворимостью, и, следовательно, существует вероятность их повторного попадания в воздух.

В качестве поглотителя пыли предлагается использовать водные композиции сорбента на основе алюмосиликатов в высокодисперсном состоянии, вплоть до коллоидных систем. Коллоидные формы кремнезёма и гели кремниевой кислоты образуются при взаимодействии с водой. Основной характеристикой систем кремнезём – вода является тенденция SiO_2 образовывать коллоидные растворы или гидратированные массы. Строение коллоидной частицы на основе метакремниевой кислоты может быть представлено следующей схемой (рис.1):

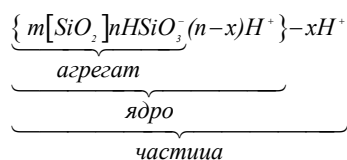


Рисунок 1 – Схема строения коллоидной частицы

Совершенно очевидно, что осаждение силикатов многих металлов, особенно соединений алюминия с кремнезёмом, происходит вследствие того, что, например, Al_3^+ замещает Si_3^+ в алюмосиликатной структуре. Следовательно, появляется некомпенсированный отрицательный заряд, который обычно уравнивается небольшими катионами. Это и позволяет получать силикаты, которые широко распространены в природе и имеют применение в различных областях [1, 2, 3]. Жидкости в большей степени употребляются в качестве растворителей и экстрагентов. Они служат в качестве элемента, исполняющего роль своеобразного сорбента в технике жидкостной хроматографии, являясь неподвижной фазой целостного сорбента, включающего в себя помимо жидкости твёрдофазные части. Само по себе растворение является по сути дела сорбцией, поскольку, согласно [4], сорбция есть «поглощение газов, паров или растворённых веществ твёрдыми или жидкими поглотителями», то есть растворителями. Исходя из выше сказанного, в словосочетание «жидкий сорбент» вкладывается это расширенное понятие. Во время взаимодействия коллоидных частиц, диспергированных в воде метакремниевой кислотой с солями алюминия и другими солями, в частности солями железа, кобальта, образуется так называемый «динамический» сорбент (ДС). Название отображает процесс образования силикатов, в котором формируются различные структуры, выступающие в качестве акцепторов не только пылевых частиц, но и взвешенных жидких растворов солей тяжёлых металлов, естественно, находящихся в ионной форме.

Предлагается использовать ДС для расширения концентрационных пределов поглощения токсичных веществ, в том числе в сторону сверхмалых концентраций. Именно сверхмалые концентрации веществ могут в принципе не задерживаться сорбентом, если сорбат увлекается потоком воздуха через защитный сорбционный слой на пути этого потока. Это происходит потому, что время взаимодействия молекул сорбируемого вещества с молекулами поглотителя недостаточно в силу малой вероятности встречи молекул сорбата и сорбента. Поэтому даже те вещества, которые имеют высокое произведение растворимости в воде, как, например, соли тяжёлых d – f элементов, в том числе радиоактивных, могут проскочить через водный слой, если в нём не окажется молекул, обладающих высокой константой взаимодействия с молекулами сорбата. Динамический сорбент как раз и содержит указанные молекулы, о чём свидетельствует высокая эффективность взаимодействия с такими веществами, как соли кобальта, неорганические соединения ионов уранила, тория, свинца и др., хорошо растворимыми в воде.

ДС эффективен и по отношению к соединениям, которые в воде практически не растворяются, следовательно, не могут ей удерживаться. Например, соли тяжелых элементов, находящиеся в соединении с органическими лигандами, растворимость которых в воде не высока. Кроме того, жидкий ДС способен удерживать и пестициды, многие из которых гидрофобны.

Использование динамических сорбентов является весьма перспективным направлением в области очистки воздуха от полидисперсной пыли.

Список литературы:

1. Аналитическая хроматография [Текст] / К.И. Сакодынский, В.В. Бражников, Волков С.А. и др. – М.: Химия, 1993. – 464 с.
2. Аппен, А.А. Химия стекла [Текст] / А.А. Аппен. - Л.: Химия, 1974. – 351с.
3. Бабушкин, В.Н. Термодинамика силикатов [Текст] / В.Н. Бабушкин, Г.М. Матвеев, О.П. Мчедлов – Петросян. – Л.: Стройиздат, 1972. - 351 с.
4. Тимофеев, Д.П. Кинетика адсорбции [Текст] / Д.П. Тимофеев. - М.: Изд-во АН ССР, 1962. – 252 с.

Ашихина Людмила Анатольевна
к.т.н., ст. преп. кафедры технологии, организации и гигиены питания
Орловского государственного института экономики и торговли
e-mail: ala-orel@yandex.ru

Тихойкина Ирина Михайловна
к.с.-х.н., доцент кафедры товароведения, экспертизы товаров и туризма
Орловского государственного института экономики и торговли
e-mail: tihojkina@ya.ru

Тихойкин Дмитрий Владимирович
студент факультета среднего профессионального образования
Орловского государственного института экономики и торговли
e-mail: tihojkina@ya.ru