

Л.Ю. Иванова, В.Е. Шредер, А.А. Ермаков

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕОЛИТОВ ДЛЯ ОСУШКИ СИСТЕМ МАЛЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН*

Современная технология производства и ремонта малых холодильных машин в целом направлена на уменьшение содержания воды в их технологической системе, однако до настоящего времени значительное число отказов малых холодильных машин прямо или косвенно связано с наличием в них воды. Это свидетельствует о необходимости решения проблемы осушки систем малых холодильных машин и совершенствования процессов осушки при их изготовлении, ремонте и эксплуатации.

В настоящее время промышленность выпускает широкий ассортимент углеродных и минеральных адсорбентов, позволяющих осуществлять разнообразные процессы адсорбционной очистки и разделения. Для холодильной техники наибольший интерес представляют минеральные адсорбенты – силикагели, алюмогели, активные окиси алюминия, синтетические и природные цеолиты, позволяющие извлекать из компонентов рабочей среды воду, органические и неорганические кислоты [1]. Одними из наиболее широко используемых адсорбентов, применяемых в холодильной промышленности, являются синтетические цеолиты.

В России на сегодняшний день для холодильной техники созданы специальные гранулированные цеолиты (NaA-2M, NaA-2MШ, NaA-2КТ), при разработке которых учитывались особые требования к адсорбентам для очистки и осушки рабочей среды малых холодильных машин.

Одним из таких требований является обеспечение высокой механической прочности, даже в ущерб адсорбционной емкости. Так, цеолит NaA-2MШ для бытовых холодильников при температуре точки росы $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ обладает динамической активностью по парам воды 9,2 % против 12 % для цеолита NaA общего назначения со

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. С.И. Дворецкого.

связующим и 17 % для NaA без связующего. Приведенные выше показатели являются только относительными характеристиками адсорбентов. При адсорбции воды из хладонов, холодильных масел и их смесей динамическая активность цеолитов, как правило, несколько меньше, чем указано выше. Это обусловлено как меньшей скоростью диффузии воды в растворах органических веществ по сравнению с диффузией в воздухе, так и сорбцией растворителя во вторичной пористой структуре гранул цеолита.

По прочности на раздавливание и истирание цеолит, NaA-2МШ превосходит цеолит NaA общего назначения. Кроме статической механической прочности для цеолитов, используемых в качестве осушителей в малых холодильных машинах, регламентируется также и виброизнос (табл. 1). Высокие механические характеристики этих осушителей связаны в первую очередь со значительным содержанием связующего (от 20 до 40 % масс, а иногда и более) в грануляте, а также с формой и размером гранул. Характерные для жидкофазных процессов малые скорости массообмена, а также стремление к уменьшению габаритов адсорбционных фильтров герметичных холодильных машин приводят к целесообразности использования цеолитов шарообразной формы с размером гранул 1,5...3 мм.

В табл. 1 приведены некоторые наиболее важные эксплуатационные показатели синтетических цеолитов, применяемых в России для осушки и очистки рабочей среды холодильных машин.

1 Характеристики синтетических цеолитов для осушки и очистки хладонов [2]

Показатель	NaA-2МШ (ГОСТ 5.1290-72)	NaA-2КТ (ТУ 38-101468-78)
Насыпная плотность, г/см ³ , не менее	0,77	0,75
Форма гранул	Сферическая или овальная	
Размер гранул, мм	1,5...3	1,5...3
Виброизнос (прочность на истирание), %, не более	0,15	0,09
Влагоемкость в статических условиях при φ < 1 %, не менее	13,5	12,0
Емкость в статических условиях по олеиновой кислоте (кислотоемкость), %, не менее	–	1,3
Щелочность водной вытяжки, рН	8,5...10,5	8,5...10,5
Потери при прокаливании, %, не более	5	10

Другим важнейшим требованием, предъявляемым к синтетическим цеолитам для очистки и осушки герметичных холодильных машин, является их химическая стабильность в системе масло-хладон. Из литературы известно [2], что цеолит NaA в процессе эксплуатации холодильных установок разлагает хладон-22 с образованием таких соединений, как соляная и фтористо-водородная кислоты и неконденсируемые газы. По данным Ленинградского специализированного комбината холодильного оборудования и фирмы «Toshiba» (Япония), синтетические цеолиты NaA фирмы «Liyde» и NaA-2МШ разлагают хладон-22 и могут быть рекомендованы только для фильтров-осушителей в системах, работающих на хладоне-12. При этом цеолит NaA-2МШ может разлагать хладон-22 с выделением до 13,8 % CO₂, в то время как при использовании цеолита NaA фирмы «Liyde» на установках с хладон-22 выделяет не более 2% мас. CO₂. Синтетический цеолит NaA фирмы «Wolfen-Zeisorb» (ФРГ) также неустойчив в среде хладона-22.

В настоящий момент в ряде стран разработаны цеолитовые осушители стабильные в среде масло – хладон-12 или хладон-22. Это цеолиты NaAXH, NaAXH-2, NaAXH-24 фирмы «Union carbide» (США), AR (ФРГ), NaA-2КТ (Россия).

Как уже отмечалось выше, при осушке хладагентов, в холодильной технике, цеолиты используются преимущественно в виде гранулята, с размером гранул от 1 до 3 мм. Использование таких гранулятов сопряжено со сложными технологическими операциями заполнения фильтров-осушителей в условиях, предусматривающих применение герметичных установок, предотвращающих предсорбцию паров воды.

Другими немаловажными фактами, определяющими проблему использования цеолитовых осушителей, являются необходимость обеспечения высокой механической прочности гранул (26 кг/см²) и снижение гидравлического сопротивления фильтра-осушителя (перепад давления не более 0,7 атм.)

Одним из перспективных способов достижения этих показателей является получение цеолитовых сорбентов в виде блоков. Блочный цеолитовый сорбент представляет собой монолитный вторичный гранулят, сформированный из первичного мелкозернистого (мелкосферического) гранулированного цеолита. В блочном сорбенте можно выделить три уровня организации пористой структуры. Первичная пористая структура представляет собой цеолитовую (внутрикристаллическую) пористую систему и характеризуется адсорбционно-ситовыми свойствами, определяющими адсорбционные свойства блока. Вторичная структура формируется вторичной (нецеолитовой) пористостью первичного гранулята и выполняет роль транспортной системы, уменьшающей суммарное диффузионное сопротивление. Третичная структура сформирована макро- и супермакропорами,

образующимися между частицами первичного гранулята в ходе получения блока. Роль данной системы пор сводится к уменьшению диффузионного и гидравлического сопротивления фильтра-осушителя.

Использование цеолитов в системах осушки малых холодильных машин в виде блоков позволяет, с одной стороны, исключить сложные технологические операции, связанные с заполнением и расснаряжением фильтров-осушителей, так как в этом случае имеется возможность поставки уже готового фильтра-осушителя. С другой стороны, эти блоки будут характеризоваться заведомо более высокими прочностными свойствами и меньшим гидравлическим сопротивлением.

Технологии получения таких блочных цеолитовых сорбентов имеются за рубежом и широко используются [3, 4]. В России блочные цеолитовые сорбенты пока не производятся.

Для разработки и реализации отечественной технологии получения блочных цеолитовых сорбентов необходимо решить следующие задачи, связанные с совершенствованием технологии получения неорганических сорбентов: осуществить подбор связующего для получения блочных осушителей для систем малых холодильных машин; разработать технологическую схему получения блочных фильтров-осушителей; исследовать физико-химические, структурные и адсорбционные свойства блочных фильтров-осушителей.

Работа выполнена в рамках ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002 – 2006 гг., шифр РИ-16.0/008/223.

Список литературы

- 1 Малкин, Л.Ш. Осушка и очистка малых холодильных машин / Л.Ш. Малкин, В.Л. Колин. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. 180 с.
- 2 Кельцев, Н.В. Основы адсорбционной техники / Н.В. Кельцев. М. : Химия, 1984. 592 с.
3. Пат. 4,818,508 США, С 01 В 033/28. Process for preparing molecular sieve bodies / H.F. William, P.F. Walter, J. Marte. 1989.
- 4 Пат. 3,445,184 США, С 01 b 33/38. Process for producing shades mordenite bodies / O.J. Whittemore, Jr. 1969.