

Современные принципы аппаратурного оформления тепломассообменных процессов

Руководитель программы д.т.н., проф. Коновалов В. И.

Максименкова Т. А., Гурова А. С.

ОСУШИТЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВЛАГИ В ЗАМКНУТЫХ ОБЪЕМАХ

Работа выполнена под руководством к.т.н. доц. Пахомова А. Н.

ТГТУ, Кафедра «Химическая инженерия»

При наличии людей в замкнутых объемах относительно быстро изменяется состав воздуха за счет дыхания и потоотделения, что приводит к появлению недопустимых условий для жизни.

Поэтому для обеспечения этих комфортных условий необходимо использовать различные способы удаления влаги [1].

Различают физико-химические и физические методы осушки воздуха. Физико-химические методы основаны на различных сорбционных, диффузионных и хемосорбционных процессах. Физические – на использовании охлаждения воздуха до температуры, при которой происходит конденсация водяных паров с образованием жидкой фазы или вымораживание с образованием твердой фазы.

Осушка воздуха путем его охлаждения является классическим способом, используемым в установках кондиционирования воздуха [2]. Этот способ состоит в том, что воздух охлаждается до температуры ниже точки росы, что приводит к конденсации содержащейся в воздухе влаги.

Осушка с помощью холодильных машин может производиться независимо от внешних атмосферных условий. Недостатком способа, является высокая стоимость холодильных машин, а также значительное потребление ими электроэнергии и значительные габариты.

Существует целый ряд материалов, способных поглощать влагу из воздуха. Одни из них, имеющие пористое строение, удерживают пары воды или газы за счет сорбции.

Для осушки воздуха в помещениях чаще используется явление адсорбции. Адсорбирующие вещества могут удерживать лишь ограниченное количество водяного пара, однако их можно легко регенерировать путем нагревания.

Осушка в статических условиях достаточно широко распространена в промышленной практике. Для ее осуществления достаточно располагать двойным комплектом адсорбентов и периодически их заменять.

Эффективность работы адсорбента в этом случае определяется в основном равновесной адсорбционной емкостью (изотермой сорбции) и зависит от скорости конвективного движения.

В большинстве случаев предпочтение следует отдавать способу динамической адсорбции.

При работе сорбентов в динамических условиях к расчетной массе сорбента необходимо добавлять массу компрессора, обеспечивающего продувку воздуха через слой, а также массу адсорбера, в котором располагается адсорбент.

По сравнению с холодильными машинами адсорбционная осушка может обеспечивать более полное удаление влаги. Наиболее целесообразно использовать осушку в динамических условиях. Наиболее распространенными адсорбентами являются: силикагель, активная окись алюминия, цеолиты.

Одним из наиболее распространенных в промышленной практике минеральных адсорбентов является силикагель [3], который обладает хорошо развитой пористостью. По внешнему виду силикагель представляет собой твердые зерна: прозрачные или матовые, бесцветные или светло-коричневые.

Силикагель по своей химической природе является гидратированным аморфным кремнеземом ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Недостатком силикагеля является его низкая водостойкость, т.е. способность разрушаться под действием воды.

Другим типом неорганических адсорбентов, широко применяемых в технике для осушки различных сред и для других целей, является активная окись алюминия [3].

Достоинства окиси алюминия (термодинамическая стабильность, относительная легкость получения, а также доступность сырья и др.) обеспечивают возможность широкого применения ее наряду с такими адсорбентами, как силикагели и цеолиты.

Активная окись алюминия устойчива при воздействии воды, т.е. является водостойкой.

Тип промышленных адсорбентов - цеолитов может быть разделен на две категории: природные цеолиты и синтетические цеолиты [3].

Цеолиты отличаются от других адсорбентов главным образом своей способностью избирательно адсорбировать молекулы малых размеров, что дает возможность проводить разделение компонентов по размерам молекул. Кроме того, они имеют сравнительно высокую адсорбционную емкость при низких концентрациях адсорбируемого компонента и отличаются чрезвычайно высоким сродством к ненасыщенным и полярным соединениям.

В таблице 1 приведена зависимость равновесной адсорбционной емкости некоторых адсорбентов от относительной влажности газа (изотермы адсорбции).

Таблица 1

Зависимость равновесной адсорбционной емкости некоторых адсорбентов от относительной влажности газа

Наименование сорбента	Сорбционная емкость, % при относительной влажности				
	20	40	60	80	100
	%	%	%	%	%
Активная окись алюминия	8	14	23	32	40
Мелкопористый силикагель	14	25	35	40	42
Цеолит	22	23	23	23	23
Крупнопористый силикагель	1,5	2,5	5,0	29	80

Из таблицы 1 видно, что полная емкость цеолита реализуется при очень малой относительной влажности. Мелкопористый силикагель и активная окись алюминия – имеют преимущества при средних и высоких относительных влажностях, а крупнопористый силикагель при высокой относительной влажности [4].

В подавляющем большинстве случаев осушку газов производят в динамических условиях. В этих условиях адсорбция примеси из газа происходит при прохождении смеси в промежутках между зёрнами адсорбента, сам газ практически не адсорбируется.

В динамических условиях реализация полной сорбционной емкости составляет не более 80-90% от статической сорбционной емкости. [5].

Использование зернистых сорбентов в статических условиях затруднено кинетическими факторами, т.е. сорбент не реализует свою сорбционную емкость из-за медленного процесса сорбции

В динамических условиях реализация сорбционной емкости мала.

Оба эти фактора приводят к тому, что необходимо разрабатывать способ использования сорбентов в тонкодисперсном состоянии, когда диаметр зерна не будет влиять на кинетику сорбции, что и является задачей дальнейшей работы.

Список литературы

- 1 Воронин, Г.И. Жизнеобеспечение экипажей космических кораблей / Г.И. Воронин. - М.: Машиностроение, 1967. - 211с.
- 2 Рубинэ, М. Кондиционирование воздуха в подземных сооружениях / М. Рубинэ. - М.: Гос. изд-во лит-ры по строит. архитектуре и строит. материалам, 1963. - 215с.
- 3 Коуль, Артур Л. Очистка газа / Артур Л Коуль, Фред С. Ризенфельд. - Недра, 1967. - 394с.
- 4 Кельцев, Н.В. Основы адсорбционной техники / Н.В. Кельцев. - М.: Химия, 1967. - 511с.
- 5 Ахметова, Т.И. Оценка пригодности осушителей, используемых в лабораторной практике / Т.И. Ахметова, Э.И. Галлямова // Заводская лаборатория.- 2005.- Т.71, №10.- С. 19-21.