

ПРОЦЕСС ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ОСУШИТЕЛЕВОЗДУХА НА ТВЕРДОМ СОРБЕНТЕ

Лисунов А.И.

Научный руководитель Рожков В.Ф.

Тульский государственный университет

В статье представлено описание и принцип применения процесса адсорбции для тепловлажностной обработки воздуха. Приведен анализ двух аппаратов, на которых может осуществляться динамическая осушка воздуха твердыми сорбентами.

В целях совершенствования систем кондиционирования предлагаю использовать твердые сорбенты для тепловлажностной обработки воздуха, т.е. применять процессы адсорбции.

Адсорбция – процесс поглощения газов, паров или жидкостей поверхностью пористых твердых тел (адсорбентов). Процессы адсорбции являются избирательными и обратимыми. Каждый поглотитель обладает способностью поглощать только определенные вещества и не поглощать другие. Поглощенное вещество всегда можно отделить поглотителя путем десорбции.

Динамическая осушка воздуха твердыми сорбентами может осуществляться на аппаратах двух типов [3]:

1. С конвективным тепломассообменом в неподвижном зернистом слое при адиабатической адсорбции и десорбции;
2. С конвективным тепломассообменом в непрерывно вращающемся слое адсорбента при адиабатических условиях.

Работы двух групп ученых, Годеса-Лезина и Пана-Басмаджиана вывели уравнения для скоростей движения волн, согласующиеся с их центрами тяжести. На основе этих скоростей рассчитывают предельные (максимальные) возможности слоя. Однако из-за необходимости отвода тепла, кривые распределения в адиабатической адсорбции имеют более значительную протяженность, чем в адсорбции изотермической. Следовательно, различия в практической и предельной возможности в адиабатической динамике велики, и нет способа рассчитать реальную способность очистки слоя, кроме математического моделирования.

Проведенный анализ соответствовал адиабатической адсорбции водяных паров из воздуха, когда отсутствовали потери

тепла в окружающую среду и теплообмен со стенкой адсорбера. При наличии теплообмена со стенкой адсорбера динамика процесса будет определяться рядом дополнительных факторов, и иметь другой более сложный вид и, соответственно, для ее описания – более сложные уравнения.

Процесс адсорбции сопровождается выделением тепла, поэтому температура слоя и потока на выходе из адсорбера немного увеличивается. Основная десорбция происходит в зоне нагрева секции слоя. Десорбированное вещество выделяется в объемную фазу. Распределение его по слою имеет пиковый характер, площадь которой увеличивается с увеличением количества десорбированного водяного пара.

Важной особенностью процесса является квазистационарный режим перемещения температурной кривой. При десорбции температурная кривая существенно отличается от температурных кривых простого процесса нагрева (без десорбции), когда они имеют тенденцию к неограниченному «размазыванию» по слою.

Причина различий состоит в том, что расход теплоты на десорбцию задерживает перемещение головных участков температурных кривых. В результате температурная кривая сжимается и перемещается по слою почти как «обрывной» фронт. Для снижения расхода теплоты в процессе адсорбции разработаны безнагревные циклические процессы десорбции.

Принципиальная схема осушителя воздуха с непрерывно вращающимся слоем адсорбента представлена на рисунке 1 [1, 2].

В качестве насадки для ротора предлагается применять капиллярно-пористые материалы (асбестовая бумага, технический картон и др.), пропитанные жидкими сорбентами (водными растворами на основе хлористого лития, хлористого кальция), а также зернистые адсорбенты. Широкое внедрение роторных осушителей воздуха тормозится из-за недостаточной изученности процессов тепломассопереноса. Это не позволяет эффективно использовать адсорбционные процессы, рассмотренные выше, для тепловлажностной обработки воздуха.

При исследовании тепломассопереноса в капиллярно-пористых материалах на стадиях сорбции – десорбции водяного пара в качестве основных допущений принимают следующие:

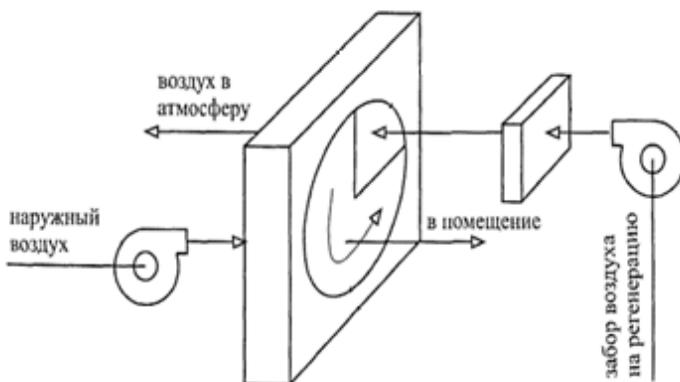


Рис. 1 – Схема сорбционного осушителя воздуха с вращающимся ротором

- воздушный поток представляет идеальную газовую смесь, содержащую один адсорбируемый компонент - водяной пар;
- материал насадки относится к коллоидным капиллярно-пористым телам;
- продольная молекулярная диффузия паров воды в воздухе, а также продольный перенос теплоты за счет теплопроводности незначительны.

На основании многовариантных расчетов установлено, что в регенеративном осушителе в широком диапазоне изменения значений безразмерных режимных параметров при различных граничных условиях формируется режим комбинированной волны.

При этом в каналах гигроскопической насадки образуются две квазистационарные (температурная и влажностная, т.е. концентрационная) волны, совместно перемещающиеся по направлению воздушного потока. Между первой и второй зонами активного теплообмена образуется промежуточная зона (плато), в которые параметры воздуха и насадки находятся в равновесии. Из-за различной скорости движения фронтальной и тыловой зон плато с течением времени расширяется. Данные явления четко реализуются при медленном вращении ротора. В первой зоне происходит вторичная адсорбция водяного пара, из-за чего температура воздуха и насадки повышается от начального значения

до равновесного. Тыловая зона сформирована фронтом полного прогрева насадки.

Отмечается, что фронт вторичной сорбции передвигается с большей скоростью, чем тыловой (приблизительно в 23 раза). Следовательно, между ними образуется промежуточная зона, в которой воздух и насадка находятся в равновесии.

Типовой режим комбинированной волны наблюдается в секторе осушения. В этом случае вторичная десорбция пара происходит в фронтальной зоне, а адсорбция осуществляется во второй (тыловой) зоне, образованной фронтом полного охлаждения насадки. Скорость перемещения второй зоны активного теплообмена в секторе осушения приблизительно в 1,5 раза ниже, чем скорость движения соответствующего фронта в секторе регенерации. Эти данные необходимо учитывать при определении оптимального соотношения времени проведения этапов осушения и регенерации.

Данный анализ позволяет сделать вывод, что практическое применение предложенных уравнений для расчета адсорбции водяных паров из воздушного потока при адиабатических условиях является нерешаемой задачей, что требует других методических подходов. Для разработки непрерывно действующего оборудования для осушения воздуха твердым сорбентом необходимо обеспечить его регенерацию.

Библиографический список

1. Анисимов, СМ. Исследование процессов теплообмена в регенеративных осушителях систем кондиционирования воздуха / СМ. Анисимов, В.Ф. Васильев // *Инженерные системы. АВОК – Северо-Запад*. – 2004. – №1 (13). С. 49 – 53; №2 (14). – С. 21-24.
2. Баркалов, Б.В. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях / Б.В. Баркалов, Е.Е. Карпис. – М.: Стройиздат, 1982. – 312.С.
3. Сотников, А.Г. *Процессы, аппараты и системы кондиционирования воздуха и вентиляции. Теория, техника и проектирование на рубеже столетий* /А.Г. Сотников. – Т.1. – СПб.: «АТ-PUBLICHING», 2005. – 504 с.