

Адсорбционные трансформаторы на базе композитных солевых сорбентов

ЧАЛАЕВ Д. М.

Институт технической
теплофизики Национальной
Академии Наук Украины

В последние годы, в связи с повышенными экологическими требованиями к рабочим веществам тепловых насосов и холодильных машин, возрос интерес к исследованиям по совершенствованию твердотельных сорбционных термотрансформаторов и поиску новых рабочих тел для них.

Применение адсорбционных термотрансформаторов перспективно в установках малой производительности, предназначенных для эксплуатации в бытовых и полевых условиях. Эти агрегаты не имеют движущихся частей, просты в эксплуатации и надежны в работе.

Адсорбционные термотрансформаторы могут быть использованы для преобразования теплоты с низкого температурного уровня на более высокий и наоборот. В зависимости от потребности, с помощью адсорбционных машин можно вырабатывать холод, осуществлять теплоснабжение, а также комбинированную выработку холода и теплоты.

Одним из основных недостатков существующих адсорбционных термотрансформаторов является значительный вес адсорбционного оборудования, что обусловлено малой сорбционной емкостью большинства традиционных адсорбентов (цеолитов, силикагелей, активированных углей).

Более высокая влагоемкость достигается при применении в качестве адсорбентов солей щелочных и щелочноземельных металлов, которые образуют с парами хладагента твердые химические соединения типа кристаллогидратов. Однако, практическое применение этих рабочих веществ

имеет технические трудности, связанные с проблемой сохранения стабильности гранулированной структуры адсорбента, т.к. при многократных циклах сорбции - десорбции возможно частичное растворение соли и разрушение гранул.

В ИТТФ НАН Украины разработаны высокоэффективные композитные сорбенты, имеющие низкую температуру регенерации и значительно большую влагоемкость по сравнению с известными аналогами. Сорбент включает одно или несколько активных поглощающих веществ и инертный носитель, который создает жесткий пористый каркас, и, не препятствуя процессу сорбции, удерживает жидкий солевой раствор в грануле, сохраняя структуру гранулированного слоя при перенасыщении. Наряду с повышением эксплуатационной надежности, это позволяет значительно расширить область рабочих концентраций солевых сорбентов за счет обеспечения их работоспособности не только в зоне твердого, но и жидкого солевого раствора. Таким образом, сорбент данного типа охватывает рабочий диапазон концентраций как твердо-, так и жидкотельных сорбционных термотрансформаторов.

С применением указанного сорбента нами разработаны и испытаны в натуральных условиях несколько модификаций гелиoadсорбционных холодильников, а также переносной холодильник-ларь и холодильник-сумка объемом 35 и 10л. Применение нового композитного сорбента позволило в 3 раза снизить материалоемкость адсорбера по сравнению с известными аналогами и значительно повысить удельную тепло- и холодопроизводительность. Натурные испытания экспериментальных образцов гелиoadсорбционных холодильников проводились в Крыму на полигоне «Гелиотерм». Испытания показали стабильную работу холодильника даже в частично пасмурные дни и подтвердили эффективность сорбента.

Большая сорбционная (энергоаккумулирующая) способность композитных солевых сорбентов и невысокая температура регенерации делают их перспективными для термохимического аккумулирования и прямого использования солнечной и низкотемпературной геотермальной энергии. На основе адсорбционных агрегатов может быть создано теплонасосное оборудование для автономного теплохладоснабжения жилых и коммунальных объектов, обеспечивающее использование солнечной энергии и теплоты окружающей среды в качестве низкотемпературного источника энергии с коэффициентом преобразования порядка 2 - 2.2 и позволяющее, за счет аккумулирования термохимического потенциала сорбента, разнести во времени процессы производства теплоты (холода) и потребления энергии.

При применении высокотемпературной регенерации (с использованием электроэнергии) сорбенты этого типа могут обеспечить большую температурную депрессию, что позволит создать весьма компактные теплохлагоаккумулирующие установки с малыми теплообменными поверхностями аппаратов. Повышенная сорбционная емкость предлагаемых сорбентов, а также способность адсорбционных холодильников вырабатывать холод без одновременного потребления энергии позволяет создать компактные автономные холодильные агрегаты периодического действия для торгового и медицинского оборудования. Периодический характер работы позволяет осуществлять зарядку агрегата, после чего он, при необходимости, может длительное время храниться в состоянии готовности к выработке холода и при включении на охлаждение работает без потребления энергии. Указанные достоинства, а также простота в изготовлении и эксплуатации делают их вполне конкурентоспособными с компрессионными холодильными агрегатами, несмотря на

то, что холодильный коэффициент адсорбционного цикла ниже. Такие агрегаты могут применяться для выездной торговли, хранения медицинских препаратов в полевых условиях, в автомобильных холодильниках.

Изменяя концентрацию соли и соотношение компонентов в композитном сорбенте, можно в широких пределах варьировать его свойства и создавать поглотители, оптимальные для различных практических приложений. Эти сорбенты могут быть эффективны в аппаратах осушения воздуха (для систем солнечного кондиционирования, низкотемпературной сушки растительной продукции), а также в установках получения воды из атмосферного воздуха, принцип работы которых основан на поглощении сорбентом водяных паров из атмосферного воздуха и выделении их (с последующей конденсацией) при нагреве насыщенного сорбента низкопотенциальным теплом.

Исследование и разработка трансформаторов сорбционного типа

ДОЛИНСКИЙ А. А.

СНЕЖКИН Ю. Ф.

ЧАЛАЕВ Д. М.

ШАВРИН В. С.

Институт технической теплофизики
Национальной Академии Наук
Украины

В Институте технической теплофизики НАН Украины, начиная с 1970-х годов, накоплен большой опыт по разработке и исследованию холодильных и теплонасосных установок сорбционного типа, работающих с использованием возобновляемых источников энергии, в том числе солнечной.

Выполнен значительный объем экспериментальных исследований по поиску новых рабочих тел для этих систем. Основной целью работ являлось создание сорбционных пар, имеющих невысокую температуру регенерации (достижимую в плоских солнечных приемниках), интенсификация процессов тепломассопереноса в аппаратах и совершенствование схемных и конструкторских решений с целью уменьшения удельного электропотребления абсорбционных установок.

По результатам исследований термодинамических свойств ряда одно- и многокомпонентных водных и спиртовых систем определены перспективные сорбционные пары для различных приложений. Выполнено детальное исследование этих веществ, включающее построение термодинамических диаграмм и определение их эксплуатационных характеристик на опытных образцах термотрансформаторов.

Разработано несколько модификаций гелиоабсорбционных термотрансформаторов производительностью от 30 до 350 кВт, предназначенных для эксплуатации в разных климатических зонах. Установки испытаны в климатических условиях Украины, России, Туркменистана, Узбекистана, Кубы, Индии.

Для условий с сухим жарким климатом, характерным для Средней Азии, создана и испытана ге-

лиоабсорбционная хлористолитиевая холодильная установка с открытой регенерацией раствора холодопроизводительностью 350 кВт, предназначенная для кондиционирования воздуха в многоэтажных жилых домах одного из микрорайонов города Ашхабада. Данная установка отличается простотой конструкции солнечного регенератора, основным элементом которого является орошаемая раствором плоская кровля здания.

Натурные испытания других модификаций солнечных абсорбционных термотрансформаторов с воздушной десорбцией были проведены в Крыму и республике Куба. Установка САТ-100 на экспериментальной базе «Гелиотерм» в Крыму летом осуществляла кондиционирования воздуха в помещениях, а зимой – воздушное и панельное отопление. Целью натуральных исследований являлось изучение возможностей систем круглогодичного солнечного теплохладоснабжения и разработка рекомендации по их проектированию.

Для климатических условий средней полосы Украины и России создан гелиоабсорбционный термотрансформатор закрытого типа, предназначенный для круглогодичного производства тепла и холода. Опытно-промышленная эксплуатация термотрансформатора мощностью 50 кВт для теплохладоснабжения свинарника-маточника в городе Зернограде Ростовской области продемонстрировала перспективность данного типа оборудования.

В настоящее время Институтом, совместно с «Донецктеплокоммунэнерго», разрабатывается региональная программа реконструкции коммунальной теплоэнергетики Донецкой области, которая предусматривает использование термотрансформаторов в системах автономного теплохладоснабжения коммунальных объектов с вовлечением в энергетический оборот вторичных и возобновляемых источников энергии.