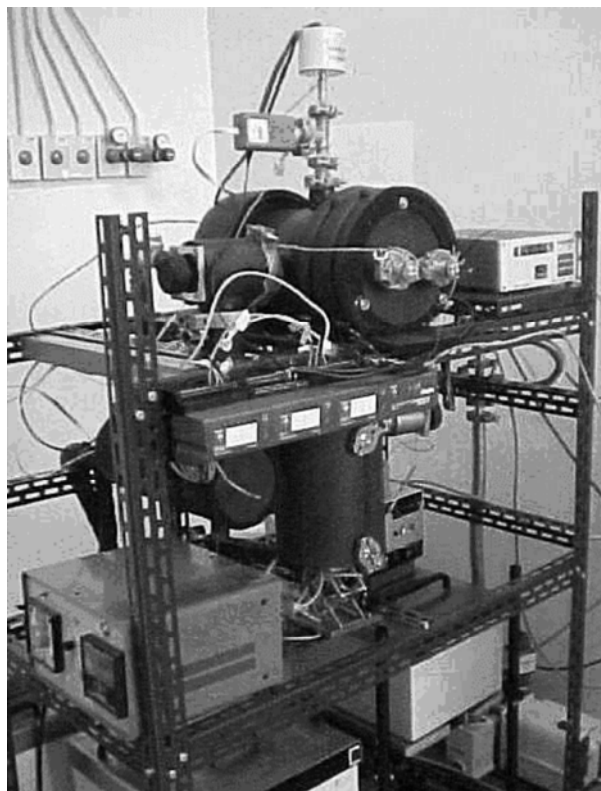


**РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ:
ФИЗИКА, ЭКОНОМИКА И ЭКОЛОГИЯ.
ПРОЕКТ № 133**

Координатор: акад. Накоряков В. Е.
Исполнители: ИТ, ИК, ИЭОПП СО РАН

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования сорбционных процессов связаны с современной тенденцией создания и развития сорбционных тепловых насосов (ТН), являющихся альтернативой аналогичным компрессионным устройствам. Исследования были направлены на поиск новых способов интенсификации тепломассопереноса в абсорбционных ТН и синтез новых оптимальных адсорбентов для адсорбционных ТН.



Лабораторный прототип адсорбционного холодильника.

The laboratory prototype a refrigerator.

При исследовании тепломассопереноса при абсорбции первоначально неподвижным слоем раствора с малыми добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ) на термограммах перемещающейся межфазной поверхности обнаружены характерные для конвективных ячеек температурные неоднородности. Возникновение конвекции в приповерхностном слое, приводящее к интенсификации абсорбции, зафиксировано также прямыми локальными измерениями профилей температуры и концентрации раствора и с помощью кино съемки.

Для математического моделирования процессов переноса и исследования устойчивости межфазной поверхности в процессе абсорбции пара растворами с ПАВ предложен метод расчета чисел Марангони, учитывающий особенности условий работы абсорбера ТН.

Проведен анализ влияния свойств адсорбента воды на параметры адсорбционного ТН, а также сформулированы требования к оптимальному адсорбенту воды для различных приложений (глубокое замораживание, получение льда и кондиционирование воздуха) в различных климатических зонах. Показано, что для обеспечения высокой эффективности ТН адсорбент должен характеризоваться ступенчатой изотермой сорбции VI типа, т. е. обменивать большое количество воды при фиксированном значении относительного давления паров, которое определяется условиями конкретного цикла. Проведен анализ сорбционных свойств ряда промышленных адсорбентов и композитных сорбентов «соль в пористой матрице». Показано, что композитные сорбенты наиболее перспективны благодаря моновариантному равновесию с парами воды и широким возможностям варьирования их

свойств с целью удовлетворения требованиям конкретного цикла ТН. Проведено исследование влияния химической природы соли, матрицы, ее пористой структуры на фазовый состав и сорбционные свойства композитов. На основе полученных данных разработаны рекомендации по целенаправленному синтезу композитных адсорбентов для ТН. Сконструирован и испытан лабораторный прототип адсорбционного холодильника (см. рисунок) для кондиционирования воздуха в умеренно жарком климате на основе синтезированного композитного сорбента ССВ-1К (мезопористый силикагель КСК, модифицированный хлоридом кальция). Показано, что использование этого композита позволяет достичь высокой эффективности устройства при низкой температуре десорбции, что связано с хорошими адсорбционными свойствами нового материала.

Выполненный сравнительный термодинамический анализ рабочих циклов парокомпрессионных ТН с озонобезопасными хладагентами и диоксидом углерода показал, что энергетическая эффективность ТН на фреонах выше, чем на диоксиде углерода. Кроме этого, требования экологической безопасности приводят к увеличению металлоемкости и, соответственно, стоимости оборудования, использующего диоксид углерода в качестве рабочего вещества.

Результатом исследовательских работ по совершенствованию теплонасосной техники явилась реализация концепции создания термодельных (совмещение котельной и теплового насоса) с одновременным использованием традиционных видов топлива и возобновляемых сбросных источников тепла.

Основные публикации

1. *Накоряков В. Е., Буфетов Н. С., Дехтярь Р. А.* Экспериментальное исследование влияния малых добавок ПАВ на неизотермическую абсорбцию// ПМТФ. 2004. Т. 45, № 2. С. 156—161.
2. *Григорьева Н. И.* О методах определения чисел Марангони при исследовании процесса абсорбции в условиях работы теплового насоса// Теоретические основы химической технологии. 2005. Т. 39, № 6. С. 595—600.
3. *Рестучча Д., Френи А., Васта С., Токарев М. М., Аристов Ю. И.* Экологически чистый адсорбционный холодильник на основе композита «CaCl₂ в силикагеле»: лабораторный прототип// Химия в интересах устойчивого развития. 2004. Т. 12. С. 211—216.
4. *Аристов Ю. И.* Некоторые экологические и экономические аспекты использования сорбционных тепловых устройств в России// Там же. С. 517—522.
5. *Симонова И. А., Аристов Ю. И.* Сорбционные свойства нитрата кальция, диспергированного в силикагеле: влияние размера пор// ЖФХ. 2005. Т. 79, № 8. С. 1477—1481.
6. *Рестучча Д., Френи А., Васта С., Токарев М. М., Аристов Ю. И.* Адсорбционная холодильная машина на основе рабочей пары «хлорид кальция в силикагеле—вода»// Холодильная техника. 2005. № 1. С. 2—6.
7. *Гордеева Л. Г., Губарь А. В., Плясова Л. М., Малахов В. В., Аристов Ю. И.* Композитные сорбенты воды «соль в порах силикагеля»: влияние взаимодействия соли с поверхностью на химический, фазовый состав и сорбционные свойства// Кинетика и катализ. 2005. Т. 46, № 5. С. 780—786.
8. *Чалаев Д. М., Аристов Ю. И.* Оценка работы низкотемпературного адсорбционного холодильника: влияние свойств адсорбента воды// Теплоэнергетика. 2006. № 3. С. 73—77.
9. *Plyaskina N. I.* An estimate of the efficiency of using heat pumps on the basis of the potential of the geothermal waters in the Novosibirsk region// Thermal Engineering. 2004. V. 51, N 4. P. 316—321.
10. *Журавель Н. М., Клем-Мусатова И. К., Чурашев В. Н.* Экологическая политика в угледобывающих регионах Сибири и Дальнего Востока: требования к разработке// Регион: Экономика и социология. 2004. № 3. С. 86—104.
11. *Суслов Н.* Энергоемкость производства и эффективность энергосбережения: Россия и Сибирь на фоне стран и регионов мира// ЭКО. 2005. Т. 11.