

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
АКАДЕМІЯ НАУК СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

V Міжнародна науково-технічна конференція

8–10 жовтня 2014 р.

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова,
просп. Героїв Сталінграда, 9*

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Миколаїв
НУК, 2014

довище знижується в усьому діапазоні режимних параметрів. Так, значення коефіцієнтів масообміну знижуються в 1,75...1,78, а коефіцієнтів теплообміну - в 2,71...2,88 разів.

3. При зниженні тиску в системі спостерігається і зниження питомих енерговитрат в генераторі ВАХА. Так, при зниженні тиску від 20 бар до 12 бар питомі витрати тепла на випаровування 1 кг аміаку знижуються на 7,8%.

УДК 536.24.01

ПЕРСПЕКТИВЫ НОВЫХ РАБОЧИХ ТЕЛ НА ОСНОВЕ НАНОФЛОИДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Авторы: Железный В.П., Хлиева О.Я.,

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Повышение эколого-энергетической эффективности холодильного оборудования является одной из наиболее актуальных задач при его проектировании. Одним из направлений развития холодильной техники, реализация которого способствует экономии энергетических ресурсов, является внедрение нанотехнологий при создании новых альтернативных рабочих тел и теплоносителей на базе уже применяемых в холодильной технике веществ. Реализация этого направления позволит уменьшить материалоемкость и стоимость компрессоров и теплообменных аппаратов, повысит конкурентоспособность на рынке производимого холодильного оборудования.

Как известно, основу нанофлюидов составляют базовая жидкость и наночастицы размером менее 100нм из какого-либо высокотеплопроводного материала (металлы, окислы металлов, углерод в виде нанотрубок или фуллеренов). Основной технологический принцип получения новых нановеществ для холодильной техники состоит в ультразвуковом диспергировании растворов состоящих из базовых веществ (хладагентов, теплоносителей, компрессорных масел) и наночастиц с добавлением поверхностно-активных веществ (ПАВ). Очевидно, что при введении наночастиц и ПАВ изменяются теплофизические свойства наножидкостей по сравнению с базовыми, что и определяет новые перспективы их применения в холодильном оборудовании.

Присутствие примесей наночастиц в растворах хладагент/масло приводит к повышению давления насыщенных паров растворов хладагентов в наномаслах [1], этот эффект способствует увеличению плотности паров хладагента в картере компрессора, что, при неизменном объемном расходе компрессора, позволит увеличить удельную холодопроизводительность и холодильный коэффициент оборудования. Однако при этом увеличится и работа сжатия в компрессоре.

Как показано в ряде работ, например [2], примеси наночастиц (определенного химического состава) в компрессорном масле способствуют существенному уменьшению трения и износа сопрягаемых деталей компрессора, что должно привести к уменьшению затрат электроэнергии потребляемой холодильным оборудованием.

Проведенные исследования, например [3], показывают, что наличие наночастиц в различных базовых жидкостях приводит к увеличению их теплопроводности. Причем на теплопроводность влияют не только концентрация и тип наночастиц, но и их размер. Увеличение теплопроводности масел и растворов хладагент/масло будет способствовать уменьшению термического сопротивления пограничного слоя кипящего рабочего тела в испарителе и интенсификации теплообмена.

В работе сотрудников лаборатории ТиПЭ ОНАПТ показано, что присутствие наночастиц в чистых веществах, компрессорных маслах и РХМ [1, 4] приводит к уменьшению поверхностного натяжения, что будет способствовать интенсификации теплообмена при кипении, увеличению давления насыщенных паров растворов хладагент/масло.

Выполненные для различных объектов исследования [5] указывают, что примеси наночастиц способствуют увеличению вязкости масел и теплоносителей. Показано, что наномасла и нанотеплоносители являются ньютоновскими жидкостями в диапазоне параметров работы холодильного оборудования. Реологические свойства наномасел начинают проявляться только при высоких концентрациях наночастиц, а также для наноплюидов, в состав которых входят углеродные нанотрубки.

Как показывают проведенные в лаборатории ТиПЭ исследования, еще одним позитивным эффектом присутствия наночастиц в базовых жидкостях является их влияние на параметры кривых расслоения РХМ. Этот эффект может способствовать улучшению растворимости хладагентов в компрессорных маслах в испарителе холодильной машины.

Выполненные в последние годы испытания холодильного оборудования указывают на позитивные результаты использования нанохладагентов в холодильном оборудовании, например [3, 6, 7]. Так в статье [7] отмечается снижение расхода электроэнергии бытовыми холодильниками на 5,9 % и 9,6% при использовании масла с концентрацией наночастиц TiO_2 0,1 и 0,5 г/л соответственно. Для проведения дальнейших исследований в данной области в лаборатории кафедры ТиПЭ была создана компрессорная система. При проведении исследований использовались фирменные компоненты РХМ (хладагент R600a, компрессорное масло фирмы Агринол, наночастицы TiO_2 (CAS number 13463-67-7). Средний размер наночастиц TiO_2 составил 21 нм, их концентрация в масле – 0,06% масс. Наномасло готовилось в рамках двухшаговой технологии с применением ультразвукового диспергирования. Масса заправки в систему составляла 134 г.

Показано, что при всех режимах работы компрессорной системы присутствие в масле наночастиц приводило к увеличению потребляемой компрессором энергии примерно на 2%. Этот результат противоречит резуль-

татам исследования приведенным в работе [7]. На полученный результат оказывают влияние следующие факторы: увеличение работы сжатия в компрессоре, величина перегрева рабочего тела в испарителе и его массовый расход. В настоящее время завершаются исследования влияния наночастиц на массовую холодопроизводительность компрессорной системы.

С учетом полученных результатов, можно сформулировать общий вывод о перспективности внедрения нанотехнологий в холодильном оборудовании и необходимости дальнейшей научных исследований в данном направлении. В большинстве публикаций отмечается позитивное влияние наночастиц на теплофизические свойства теплоносителей, рабочих тел и интенсивность теплообмена в аппаратах холодильного оборудования. Однако опубликованные исследования носят до сих пор фрагментальный характер. В настоящее время в литературе до сих пор отсутствует информация о комплексных исследованиях теплофизических свойств нанохладагентов, испытаниях новых нанохладагентов в холодильном оборудовании. По мнению авторов, эти обстоятельства сдерживают технологический прогресс в холодильном машиностроении.

Литература

1. Nikitin D., Zhelezny V., Geller V., Prihodchenko N., Ivchenko D. 2011, Surface tension, viscosity, and thermal conductivity of nanolubricants, Int Congress Refrigeration, Prague.
2. Lee C. G., Cho S. W., Hwang Y., Lee J. K., Lee B. C., Park J. S., Jung J. S. 2007, Effects of nano-lubricants on the friction and wear characteristics at thrust slide-bearing of scroll compressors, International Congress of Refrigeration, Beijing.
3. Геллер В.З., Шимчук Н.А., Плехотнюк М.Н. О влиянии различных факторов на теплопроводность нанофлюидов // Холодильная техника и технология, №3 (149), 2014. -- С. 4-9.
4. Nikitin D., Zhelezny V., Grusko V., Ivchenko D. 2012, Surface Tension, Viscosity and Thermal Conductivity of Nanolubricants and Vapor Pressure of Refrigerant/nanolubricant Mixtures, Eastern-European Journal Of Enterprise Technogies. 5/5 (59): 12-17.
5. Геллер В.З., Грушко В.О., Шимчук Н.А. Исследование вязкости смесей изопропилового спирта с наночастицами окиси алюминия // Материалы конференции VI Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2013.- С. 253 – 256.
6. Bi SS, Shi L, Zhang L.L. 2008, Application of nanoparticles in domestic refrigerators, Appl. Therm. Eng. 28: 1834–1843.
7. Bi S., Guo K., Liu Z., Wu J. 2011, Performance of a domestic refrigerator using TiO₂-R600a nanorefrigerant as working fluid. Energy Conversion and Management, 52: 733–737.