

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ
АСОЦІАЦІЯ УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ
«МОРОЗИВО ТА ЗАМОРОЖЕНІ ПРОДУКТИ»
АСОЦІАЦІЯ ІНЖЕНЕРІВ ПО ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОПАЛЕННЮ ТА
КОНДИЦІОНУВАННЮ «АВОК УКРАЇНИ»
СПІЛКА ХОЛОДИЛЬЩИКІВ УКРАЇНИ

**VIII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ, ПРИСВЯЧЕНА 90-РІЧЧЮ ОДЕСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ ХОЛОДУ**

**СТАЛИЙ РОЗВИТОК І ШТУЧНИЙ ХОЛОД
УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ И ИСКУССТВЕННЫЙ ХОЛОД
SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ARTIFICIAL COLD**

Выводы

Разработанная программа является инструментом, который позволяет определить эксергетический КПД современных абсорбционных термотрансформаторов.

Литература

1. Калнинь И.М. Энергоэффективность и экологическая безопасность холодильных систем // Холодильная техника. 2008. № 3. С.12-14.
2. Рукавишников А.М., Литовченко М.В. Энергетическая эффективность сегодня-экономический выигрыш завтра// Холодильная техника. 2012. № 5. С.9-14.
3. Малинина О.С. Методология оценки эффективности абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин// Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. С.-Пб.: ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий», 2011. – 16 с.
4. Архаров А.М. Почему эксергетический вариант термодинамического анализа нерационален для исследования основных низкотемпературных систем// Холодильная техника. 2011. №10. С.8-13
5. Бродянский В.М., Фратшер В, Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. М.: Энергоиздат. 1988. 286с.
6. Демидова Л. А., Пылькин А. Н. Программирование в среде VBA. Учебное издание – М.: «Горячая линия – Телеком», 2004. – 176 с.

УДК 621.5: 004.942

«ОБЛАЧНЫЙ» СЕРВИС ДЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН И ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

¹Волощук В. А., канд. техн. наук, доцент,

²Очков В. Ф., докт. техн. наук, профессор, ²Очков А. В., инженер

¹Национальный университет водного хозяйства и природопользования,
г. Ровно, Украина,

²Национальный исследовательский университет МЭИ, г. Москва, Россия

Аннотация

Рассмотрены примеры использования нового метода информационных технологий – технологии «облачных» вычислений для теплофизического моделирования свойств рабочих тел, холодильных машин и тепловых насосов

Ключевые слова: «облачный» сервис, теплофизическое моделирование, хладагенты, холодильные машины и тепловые насосы

Annotation

The examples of the use of new method of information technologies are considered are technologies of «cloudy» calculations for the thermophysical design of properties of working bodies, refrigeration machines and heat-pumps

Keywords: «cloud» service, thermophysical simulation, refrigerants, refrigerators and heat pumps

Холодильные и теплонасосные установки имеют огромное значение и применение в разных сферах жизнедеятельности человека. Для исследования, оптимизации, усовершенствования и дальнейшего развития таких установок часто необходимо применять теплофизическое моделирование с использованием компьютерной техники и информационных техно-

логий, в сфері яких також інтенсивно ведуться роботи по розробці і застосуванню нових методів і засобів.

Для теплофізического моделювання холодильних і теплонасосних установок потрібно знання властивостей робочих речовин (хладагентів). Якщо такі розрахунки проводяться "вручну", то можна користуватися таблицями або графіками теплофізических властивостей конкретних робочих речовин на лінії насичення або в однофазній області. Якщо ж вони здійснюються на комп'ютері, то необхідні спеціальні програмні функції, що повертають значення властивостей робочих речовин в залежності від вихідних параметрів. Одна з потужніших програм такого роду – це програма REFPROP (www.nist.gov/srd/nist23.htm) Національного інституту стандартів і технологій США (НИСТ – www.nist.gov), поставляється на дисках.

Однак, технологія встановлення програм на комп'ютері з диска має один суттєвий недолік, що заключається в наступному [1].

Програми для комп'ютерів, зокрема, програми для розрахунків теплофізических властивостей індивідуальних речовин і їх сумішей неперервно доповнюються і вдосконалюються. Це в першу чергу пов'язано і з тим, що з'являються нові формулювання (набори формул з їх описанням), що визначають порядок розрахунків конкретних властивостей конкретних речовин. Крім того, в існуючих програмах виправляються помилки і неточності, розширюється область їх застосування, покращуються їх характеристики (швидкість виконання, обсяг зайнятої пам'яті комп'ютера і др.). Такі програми також неперервно переделюються в зв'язі з тим, що змінюється апаратна і програмна частина комп'ютерів, використовуються, наприклад, нові операційні системи. Користувачі програм часто не поспівають за цими змінами і працюють з застарілими версіями. Але це ще не найбільша біда, що настає тоді, коли користувач змінює комп'ютер і/або операційну систему на нову, що часто призводить до того, що старі програми перестають встановлюватися і запускатися на нових або оновлених комп'ютерах. Ще одне незручність, пов'язане з технологією завантаження, – це накопичення на комп'ютері користувача непотрібних програм і утиліт, в яких користувач починає гратися.

В зв'язі з цим, а також з урахуванням того факта, що в наше час майже всі комп'ютери, на яких ведуться теплофізическе моделювання енергоустановок, мають постійний швидкий доступ в Інтернет, авторами даної статті пропонується нова технологія «хмарних» розрахунків для теплофізического моделювання властивостей робочих тіл і роботи холодильних машин або теплових насосів, що дозволяє проводити розрахунки в інтерактивному режимі або шляхом завантаження, а також використовувати посилання на відповідний Інтернет-ресурс.

На рис. 1 і 2, для прикладу, показані такі Інтернет-ресурси для визначення теплофізических властивостей хладагента R407c.

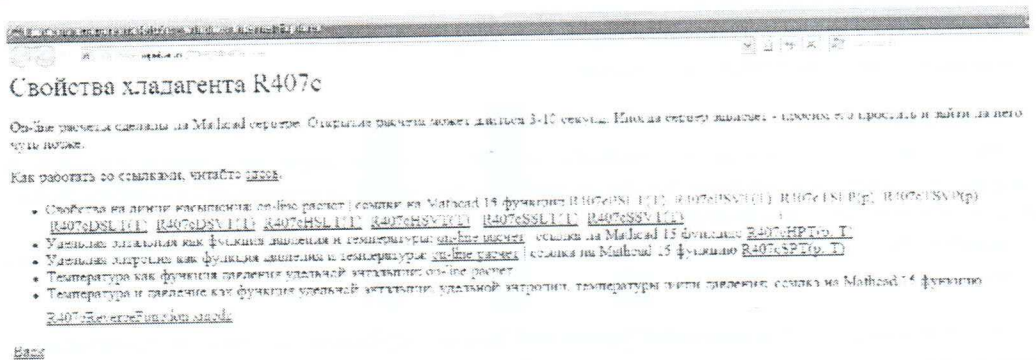


Рис. 1. Інтернет-ресурс для розрахунку теплофізических властивостей хладагента R407c на лінії насичення і в однофазній області

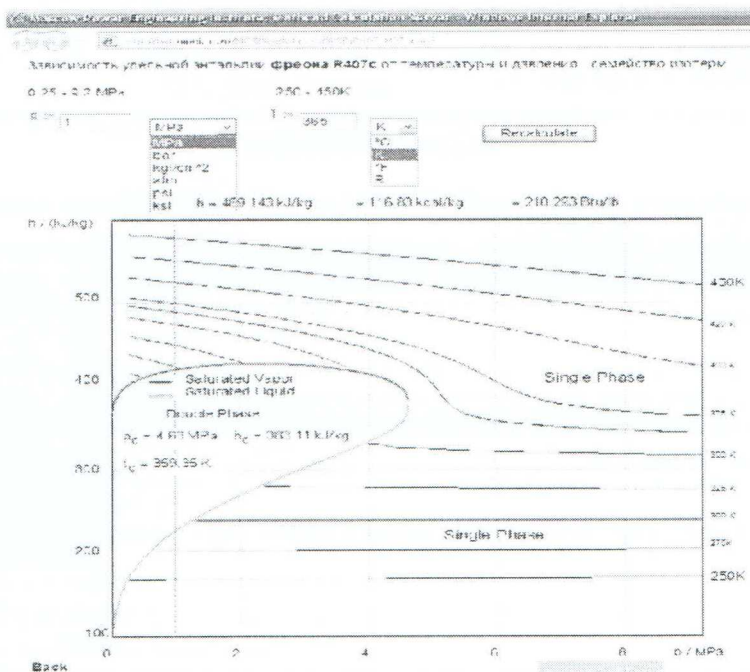


Рис. 2. Интерактивный расчет удельной энтальпии хладагента R407c

Для проведения интерактивного расчета удельной энтальпии хладагента в однофазной области (рис. 2) необходимо ввести в «живые» ячейки исходные данные (давление p и температуру T), единицы измерения которых можно также выбирать, и нажать «живую» клавишу Recalculate. В результате получим численное значение удельной энтальпии хладагента в разных единицах измерения и графическое изображение искомой точки.

Необходимо отметить, что данные ресурсы созданы при помощи программного пакета Mathcad, в который встроена технология Mathcad Calculation Server – технология, позволяющая публиковать Mathcad-документы в сети Интернет.

Инженерный калькулятор Mathcad – очень удобное средство для решения различных инженерных задач. В среде Mathcad запись формул ведется в естественной нотации, что выгодно отличает его от традиционных языков программирования и электронных таблиц. В нем есть возможность использовать единицы измерения для контроля правильности вычислений и для более удобного отображения результатов. Результаты расчетов в среде Mathcad иллюстрируются графиками, диаграммами и анимациями. Эти и другие полезные качества пакета Mathcad сделали его одним из самых популярных средств решения инженерно-технических задач на компьютере.

Чтобы использовать технологию ссылок необходимо проделать следующие операции.

Если к ссылке R407cHPT(p,T) – функция для определения удельной энтальпии (обозначение h) фреона (обозначение R407c) в однофазной области от давления (обозначение p) и температуры (обозначение T), показанной на рис. 3, подвести курсор мыши и нажать ее правую кнопку, то появится диалоговое окно, где можно найти, позицию «Свойства». Если щелкнуть по этой позиции, то откроется еще одно диалоговое окно (см. рис. 3), где можно видеть и скопировать в буфер обмена соответствующий адрес, по которому в Интернете хранится нужная для расчета функция. Чтобы эта функция стала видимой в расчете, необходимо в рабочем Mathcad-документе сделать соответствующую ссылку на нее. Эта операция показана на рис. 4: в среде Mathcad из меню Вставка отдается команда Ссылка и в текстовую область появившегося диалогового окна вставляется адрес, скопированный из сайта, показанного на рис. 4.

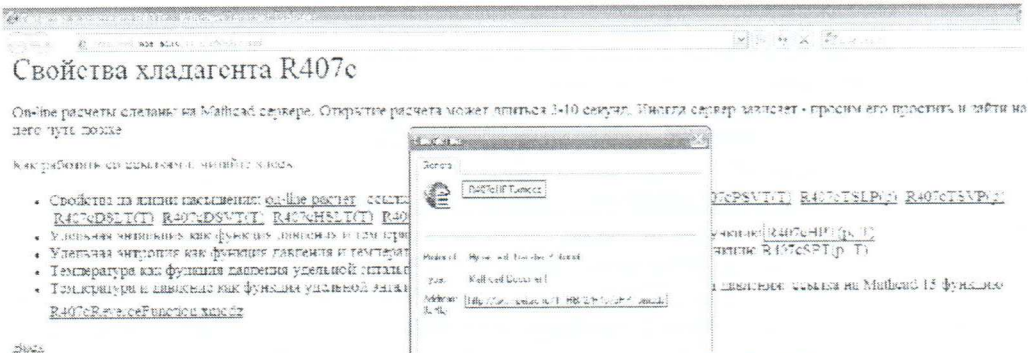


Рис. 3. Свойство ссылки на Интернет-функцию R407cHPT (p, T)

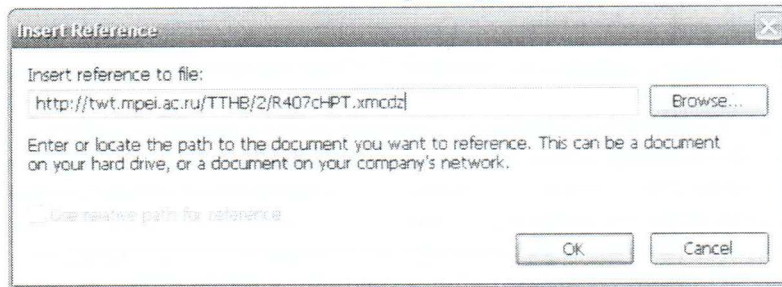


Рис. 4. Вставка ссылки на Интернет-функцию R407cHPT (p, T) в расчет

Созданные при помощи предлагаемой технологии как прямые так и обратные «облачные» функции для расчета теплофизических свойств рабочих тел позволяют производить с ними в пакете Mathcad математические операции интегрирования и дифференцирования.

Энтальпия рабочего тела на входе в компрессор $h_1 = R407cHSVT(t_1) = 406 \text{ kJ/kg}$
 Энтальпия рабочего тела на выходе из компрессора $h_2 = h_1 + l_k = 463 \text{ kJ/kg}$
 Энтальпия рабочего тела на выходе из конденсатора $h_3 = R407cHSLT(t_3) = 282 \text{ kJ/kg}$
 Энтальпия рабочего тела на входе в испаритель $h_4 = h_3 = 282 \text{ kJ/kg}$

Удельное количество теплоты, отдаваемое потребителю теплоты (формула 1)
 $q_{\text{потр}_1} = h_2 - h_3 = 181 \text{ kJ/kg}$

Удельное количество теплоты, забираемое от источника (формула 2)
 $q_{\text{ист}_2} = \int_{s_3}^{s_2} R407cTPS(p_2, s) ds = 181 \text{ kJ/kg}$

Удельное количество теплоты, забираемое от источника (формула 2)
 $q_{\text{ист}_1} = h_1 - h_4 = 123 \text{ kJ/kg}$

Удельное количество теплоты, забираемое от источника (формула 2)
 $q_{\text{ист}_2} = \int_{s_4}^{s_1} R407cTPS(p_1, s) ds = 121 \text{ kJ/kg}$

Коэффициент преобразования теплового насоса $COP = \frac{q_{\text{потр}_1}}{l_k} = 3.1$

Рис. 5. Использование прямых и обратных «облачных» функций для определения удельного количества подведенной/отведенной теплоты

Для примера, на рис. 5. показано использование прямых функций (R407cHSVT и R407cHSLT) для определения удельной энтальпии (H) сухого пара (SV) хладагента R407c и жидкого хладагента R407c на линии насыщения (SL) в зависимости от температуры (T). Полученные значения энтальпий можно использовать для определения удельного количества подведенной/отведенной теплоты. Эти же значения теплоты можно получить и с использованием другой формулы $\int_{s_1}^{s_2} T ds$, где T - обратная функция (R407cTPS) для опреде-

ления температуры (T) хладагента R407c в зависимости от давления (P) и удельной энтропии (S).

На рис. 6. показан фрагмент страницы Интернет-ресурса (адрес http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/index.html), где размещены открытые интерактивные алгоритмы для теплофизического моделирования холодильных машин и тепловых насосов.

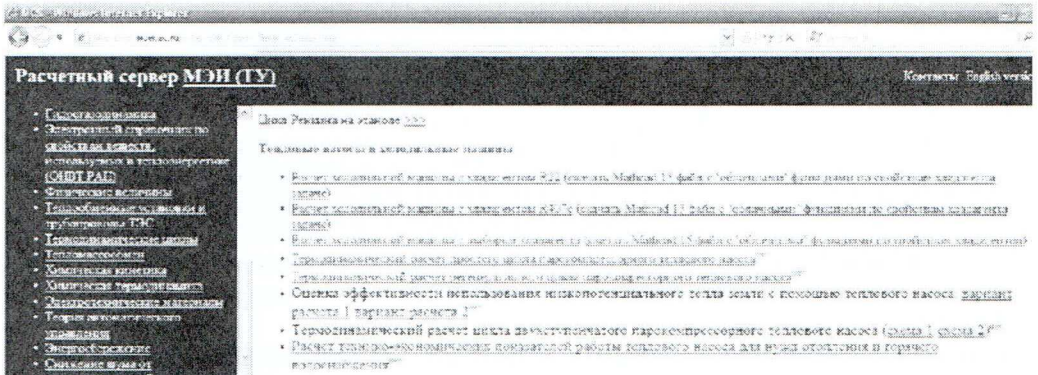


Рис. 6. Фрагмент страницы Интернет-ресурса, где размещены разработанные открытые интерактивные алгоритмы для теплофизического моделирования холодильных машин и тепловых насосов

Также, для примера, на рис. 7 и 8 приведен блок исходных данных, а также фрагмент результатов интерактивного теплофизического моделирования двухступенчатого теплового насоса (адрес <http://twf.mpei.ac.ru/MCS/Worksheets/PTU/Vv-29.xmcd>).

Находясь на соответствующей странице Интернета, изменяя в интерактивном режиме исходные данные, которые находятся в специальных ячейках (технология Mathcad Calculation Server), и нажимая «живую клавишу» Recalculate, можно рассчитать как промежуточные так и конечные характеристики установки. Сделав подобным образом серию расчетов, получим массивы зависимостей параметров работы установки от введенных исходных данных. Такие зависимости можно привести, например, в виде графиков или таблиц.

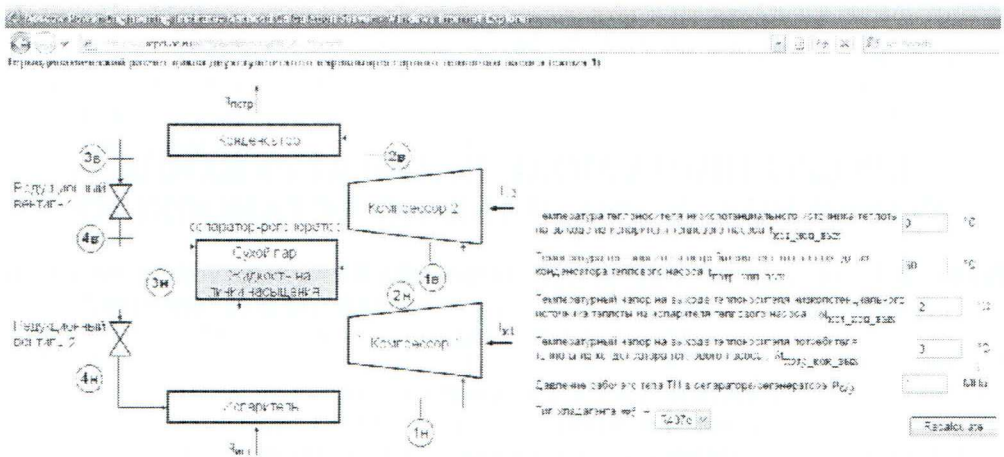


Рис. 7. Блок исходных данных для интерактивного теплофизического моделирования двухступенчатого теплового насоса

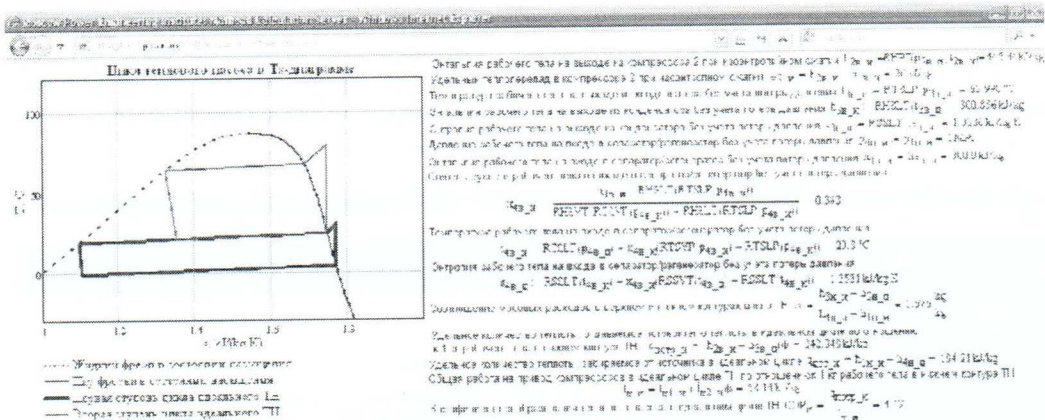


Рис. 8. Фрагмент результатів інтерактивного теплофізичного моделювання двухступенчатого теплового насоса

Выводы

Показано использование «облачных» технологий для выполнения теплофизического моделирования свойств рабочих тел, холодильных машин и тепловых насосов.

Такая технология является средством существенной экономии ресурсов пользователя.

Интернет-ресурсы таких технологий общедоступны, постепенно расширяются, корректируются и создаются новые, что также является существенным преимуществом по сравнению с другими средствами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №12-08-90900-моб_снг_ст).

Литература

1. Очков В. Ф. «Облачный» сервис по свойствам рабочих веществ для теплотехнических расчетов / В. Ф. Очков, К. А. Орлов, Л. М. Френкель, А. В. Очков, В. Е. Знаменский // Теплоэнергетика. – 2012. - №7. – С. 79-86.
2. Очков В. Ф. Современные информационные технологии для теплоэнергетики: облачные функции по свойствам рабочих тел, расчеты циклов паротурбинных, газотурбинных, парогазовых установок и тепловых насосов / В. Ф. Очков, В. А. Волощук // Современные проблемы холодильной техники и технологии: междунар. науч.-техн. конф, 14 – 16 сентября 2011 г.: тезисы докл. – Одесса, 2011. - С. 27-29.

УДК 621.527:621.576

ПРОДУКЦІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПОТУЖНОЮ ХОЛОДИЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ

¹Живиця В. І., док. техн. наук, професор, ¹Очеретяний Ю. А., канд. техн. наук, доцент, ²Онищенко О. А., док. техн. наук, доцент, ²Вайнфельд Е. Й., асистент, ³Живиця Ю. В., канд. техн. наук

¹Одеська національна морська академія, м. Одеса
²Одеська державна академія холоду, м. Одеса
³Іноземне підприємство «ЛОГІКА», м. Одеса

Анотація

Обґрунтовано і запропоновано продукційну модель процесу охолодження великих сховищ рідкого аміаку потужною компресійною холодильною установкою, яка