

4. Лефер А. Процессы в камерах сгорания ГТД: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 566 с.
5. Benjamin M.A., Jensen R.J., Arienti M., Review of Atomization: Current Knowledge and Future Requirements for Propulsion Combustors // Atomization and Sprays. – 2010. – Vol. 20(6). – P. 485–512.
6. Reitz Rolf D. A Photographic Study of Flash-Boiling Atomization // Aerosol Science and Technology. – 1990. – Vol. 12(3). – P. 561–569.
7. Kendoush Abdullah A. The Delay Time During Depressurization of Saturated Water // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 1989. – Vol. 32(11). – P 2149–2154.
8. Скрипов В.П., Сеницын Е.Н., Павлов П.А. Теплофизические свойства жидкостей в метастабильном состоянии: Справочник. – М.: Атомиздат, 1980 – 208 с.
9. Виноградов В.Е. Исследование вскипания перегретых и растянутых жидкостей: автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук. – Екатеринбург, 2006. – 43 с.

*УДК 536.2.01*

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ  
ТЕПЛООБМЕНА В МОРОЗИЛЬНОЙ КАМЕРЕ ПРИ  
РАЗЛИЧНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗКАХ**

Красношлыков А.С., Максимов В.И., к.т.н.

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: krasnas@tpu.ru

Несмотря на значительное количество публикаций, посвященных проблемам теплообмена в морозильных камерах, сегодня нет определенности в рекомендациях по получению зависимостей. Это связано в первую очередь с тем, что большинство зависимостей полученные на основании обобщения экспериментальных результатов, содержат погрешности и применимы в узком диапазоне изменения параметров. Как следует из сравнительного анализа, проведенного в [1–3], расчетные рекомендации разных авторов могут отличаться в три и более раз.

Экспериментальная установка представляет собой теплообменник с морозильной камерой (см. рис. 1), и состоит из компрессора с номинальным напряжением 220 В и током 0,8 А, после компрессора находится конденсатор, предназначенный для отдачи тепла от рабочего тела теплообменника в окружающую среду (без принудительного охлаждения).

Далее располагается фильтр-осушитель, предназначенный для предотвращения попадания загрязнений в испаритель. Обязательным элементом теплообменника является капиллярная трубка, предназначенная для дросселирования рабочего тела установки и создания перепада давления внутри системы. Испаритель находится непосредственно в морозильной камере. Его конструкция предполагает горизонтальное и верти-

кальное расположение трубок внутри камеры. Так же система снабжена манометрами, для регистрации давления в конденсаторе и испарителе. Рабочим телом теплообменника является хладагент R-134A.

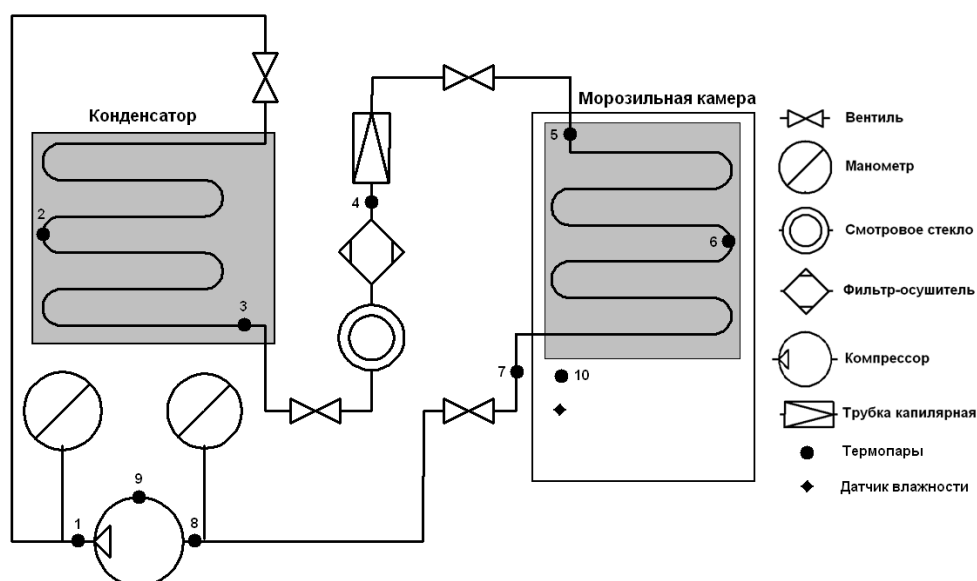


Рис. 1. Схема теплообменной установки

При планировании эксперимента было выбрано количество опытов (6 опытов) и численные значения основных изменяющихся факторов (температура окружающей среды, температура воды, объем воды, параметры теплообменника) в основных диапазонах их измерения. Эксперимент проводился в условиях, обеспечивающих контроль численного значения всех основных факторов. Был проведен ряд опытов, по замораживанию 150 мл воды, размещенные по центру морозильной камеры, при двух режимах: 1 – вода размещается в морозильной камере с момента запуска установки; 2 – емкость с водой, помещается в морозильную камеру после того, как установка выходит в установившийся режим. Установившимся режимом считалось постоянство температур в испарителе и конденсаторе, а так же включение/выключение компрессора через одинаковые промежутки времени. В процессе экспериментов снималась температура и влажность на 11 термодатчиках и 1 датчике влажности через равные промежутки времени (5 минут).

Термодатчики и датчики влажности размещены в следующих местах: после компрессора, в средней части конденсатора, в конце конденсатора, перед капиллярной трубкой, в начальной части испарителя, в средней части испарителя, после испарителя, перед компрессором, непосредственно в объеме воды, в холодильной камере, влажность в камере.

Точное расположение датчиков показано на рисунке 1.

Далее были построены графики зависимостей температуры от времени работы.

На рисунке 2 представлена графическая зависимость температур воды от времени, при двух методах проведения опытов.

Исходя из результатов эксперимента, можно отметить, что продолжительность фазового перехода воды из жидкого состояния в твердое составляет в обоих случаях 150 минут. Следовательно, можно сделать вывод, что небольшое количество воды не создают значительной тепловой нагрузки для испарителя холодильной установки.

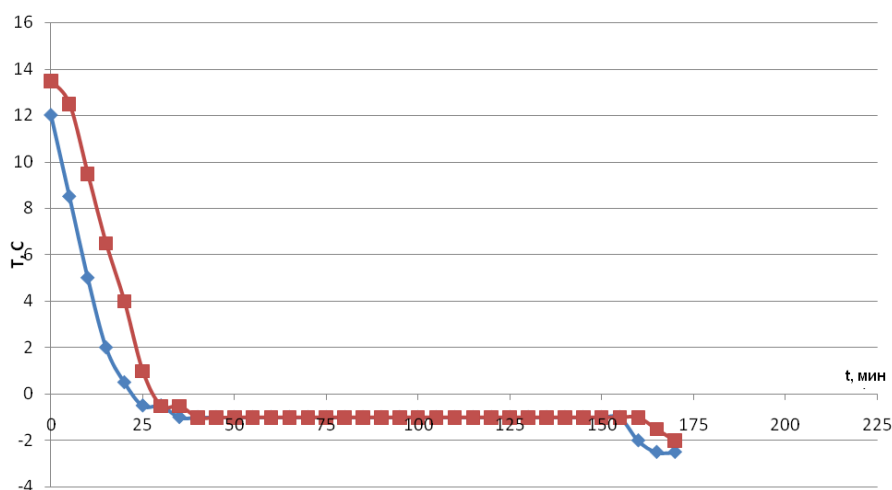


Рис. 2. Графическая зависимость температуры от времени, для датчика 10, который помещен в емкость с водой в м.к. :  
 — ромб — температура воды, помещенной в м.к. после наступления установившегося режима; — квадрат — температура воды, помещенной в м.к. при включении установки

Однако если учитывать, что во втором случае емкость с водой была помещена в установку, которая работала в установившемся режиме, то в общем время работы установки, а следовательно и потребляемая мощность, больше, чем в случае, когда вода была помещена сразу при включении холодильной установки.

На рисунке 4 представлена зависимость фреона по времени в холодильной камере. По данным зависимостям видно, что температура в холодильной камере в обоих случаях эксперимента аналогично изменяются по времени, это также доказывает выше сказанный вывод, о том, что небольшое количество воды не влияют на работу установки.

В результате проделанной работы была разработана методика проведения эксперимента по изучению процесса теплообмена в морозильной камере, построены зависимости температуры от времени в различных точках установки.

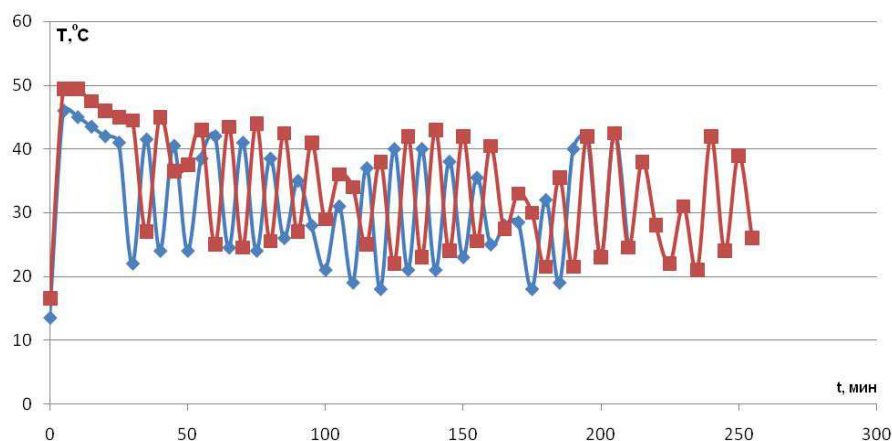


Рис. 3. Графическая зависимость температуры фреона от времени в средней части конденсационного теплообменника:

— температура воды, помещенной в м.к. после наступления установившегося режима; — температура воды, помещенной в м.к. при включении установки

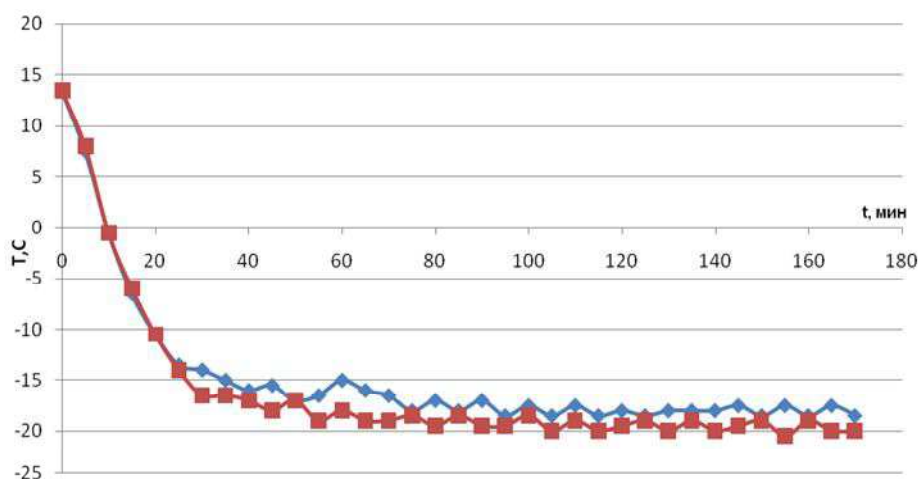


Рис. 4. Графическая зависимость температуры фреона по времени в холодильной камере:

— температура воды, помещенной в м.к. после наступления установившегося режима; — температура воды, помещенной в м.к. при включении установки

Работа выполнена в рамках НИР Госзадания «Наука» (Шифр федеральной целевой научно-технической программы 7.3073.2011).

Список литературы:

1. Mishkinis D., Ochterbeck J.M. Analysis of Tubeside Condensation in Microgravity and Earth-Normal Gravity // Heat Pipes, Heat Pumps, Refrigerators: V Minsk International Seminar. – Minsk, 2003. – P. 36–53.

2. Жернаков А.С. Экспериментальное исследование испарителя теплового насоса в составе опреснительной установки // Холодильная техника. – 2009. – № 11. – С. 44–48.

3. Шапошников В.А. Экспериментальное исследование теплоотдачи к кипящему R123 в условиях вынужденного движения в канале испарителя // Холодильная техника. – 2010. – № 5. – С.54–58.

УДК 536.33:536.244

## **ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРЯЖЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ В ЗАМКНУТОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ РАДИАЦИОННОГО НАГРЕВА ОДНОЙ ИЗ ГРАНИЦ**

Максимов В.И., к.т.н., Нагорнова Т.А., к.т.н.

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: elf@tpu.ru

Сегодня развитие техники [1] создает объективные предпосылки использования, например для обеспечения теплового режима промышленных объектов, новых технических устройств, систем и технологий, основой которых являются также процессы преобразования энергии [2]. Типичным и достаточно наглядным примером таких технологий промышленной теплоэнергетики является система теплоснабжения на основе газовых инфракрасных излучателей (ГИИ) [2]. Используемые до настоящего времени подходы к анализу тепловых режимов объектов с системами теплоснабжения на базе ГИИ [3] не учитывают конвекцию вообще и теплоотвод в ограждающие конструкции в частности.

Представляет интерес анализ возможности применения моделей сопряженного теплообмена [4, 5] при описании температурных полей объектов с системами отопления на базе ГИИ.

Цель настоящего исследования – математическое моделирование конвективно-кондуктивного теплопереноса в воздушной области, огражденной твердыми стенками с использованием подхода [4–6], и анализ распределения аккумулированной в различных зонах рассматриваемой типичной системы «воздух-ограждающие конструкции» теплоты.

Для реализации поставленной цели рассматривалась область прямоугольного поперечного сечения (см. рис. 1). Внутренняя зона области решения ( $L_{\text{Л}} < X < L_{\text{П}}$  и  $H_{\text{Н}} < Y < H_{\text{В}}$ ) заполнена воздухом 1. По внешнему контуру расположены ограждающие конструкции, выполненные из бетона 2 и современных строительных материалов с низким коэффициентом теплопроводности 3. Применение последних соответствует перспективным энергосберегающим технологиям и в настоящее время находит все большее применение в строительстве.