

УДК 621.56
П 44

КАЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО АККУМУЛИРОВАНИЯ ХОЛОДА

И. А. Подмазко, ассистент;

М. Г. Хмельнюк, д-р техн. наук, проф.

*Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики им. В. С. Мартыновского
Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса*

Аннотация. Проведены исследования влияния периодического аккумулирования холода на эффективность работы холодильной установки, а также режимные температурные параметры, рабочие токи и электрические мощности. Дана сравнительная оценка применения аккумуляции холода периодического действия и использования традиционной системы непосредственного кипения.

Ключевые слова: периодическое аккумулирование холода, холодильная система непосредственного кипения, имитация тепловой нагрузки.

Анотація. Проведено дослідження впливу періодичного акумулювання холоду на ефективність роботи холодильної установки, а також режимні температурні параметри, робочі струми й електричні потужності. Наведено порівняльну оцінку застосування акумуляції холоду періодичної дії та використання традиційної системи безпосереднього кипіння.

Ключові слова: періодичне акумулювання холоду, холодильна система безпосереднього кипіння, імітація теплового навантаження.

Abstract. The research of influence of the periodic cold accumulation on the operation efficiency of the refrigerating plants has been carried out, and the operating temperature parameters, operating currents and electric powers have also been carried out. The comparative assessment of the cold accumulation of the batch operation and the traditional system of the direct boiling is given.

Keywords: periodic cold accumulation, refrigeration system of the direct boiling, thermal load imitation.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Для большинства охлаждающих систем, которые обеспечивают различные технологические процессы, характерны нестационарные тепловые режимы. В процессе термообработки меняются тепловые нагрузки на теплообменные аппараты холодильной установки, а также температуры кипения t_0 , конденсации t_k и продукта $t_{пр}$. Обработка продукта холодом — это сложная система, где необходимо учитывать возможности продукта отдать теплоту, охлаждающей среды — ее воспринять, приборов охлаждения — отвести, а холодильной машины — обеспечить необходимый технологический процесс [1, 2].

На протяжении нескольких последних десятилетий проводились теоретические и экспериментальные исследования процессов термообработки пищевых продуктов (1-е направление) и режимных параметров холодильной установки при разных тепловых нагрузках (2-е направление).

В первом случае получали информацию об изменении температур продукта, охлаждаемого воздуха, в камере и, при необходимости, температуры кипения холодильного агента или поверхности приборов охлаждения. Результатами исследования по второму направлению являются данные по температурам кипения и конденсации, по температурным перепадам, тепловым нагрузкам

на теплообменное оборудование и расходам энергии на выработку холода. При этом в подавляющем большинстве случаев имитация тепловой нагрузки на приборы охлаждения осуществлялась с помощью ТЭНов. С целью оптимизации параметров холодильного оборудования В.В. Оносовским и Л.И. Константиновым были рассмотрены технологический процесс и охлаждающая среда как единое целое. Однако изменение режимных параметров в динамике процесса термообработки в этих работах не представлено.

ЦЕЛЬЮ СТАТЬИ является исследование процессов отвода теплоты от продуктов при периодическом аккумулировании холода калориметрическим методом, что позволяет оценивать его влияние на режимные параметры холодильной установки.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В холодильной установке (рис. 1) может быть реализовано как непосредственное кипение холодильного агента, так и периодическое аккумулирование холода с целью снятия пиковых нагрузок и стабилизации работы холодильной установки.

Работа холодильной машины с непосредственным кипением происходит следующим образом. Сжатый холодильный пар после компрессора поступает в конденсатор, где происходит снятие перегрева, сам процесс конденсации и переохлаждение конденсата.

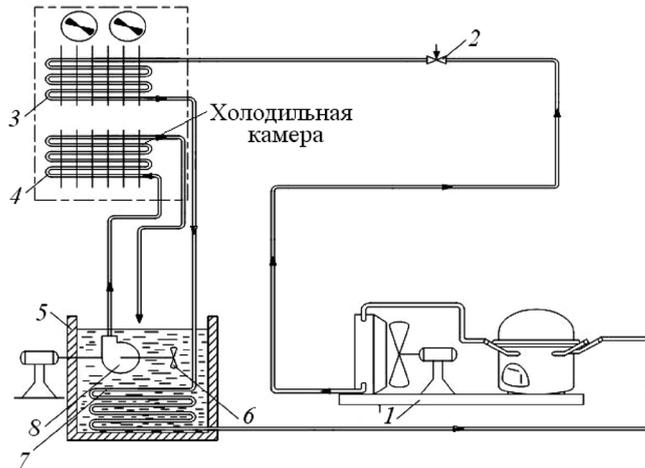


Рис. 1. Схема установки периодического аккумулирования холода: 1 — компрессорно-конденсаторный агрегат; 2 — дроссельный вентиль; 3, 4 — приборы охлаждения; 5 — бак-аккумулятор; 6 — мешалка; 7 — змеевик; 8 — насос

Затем хладагент через линейный ресивер и дроссельный вентиль 2 поступает на воздухоохладитель 3, где он кипит.

Работа холодильной машины с использованием аккумуляции холода проходит в двух временных диапазонах. Первый диапазон — время от начала загрузки пищевого продукта после его термообработки до конца загрузки теплого продукта в камеру. В данном случае компрессорно-конденсаторный агрегат 1 работает и на поддержание требуемой температуры в холодильной камере с пищевыми продуктами, и на бак-аккумулятор холода 5, где происходит намораживание льда. Насос 8 не работает. При этом холодильный агент циркулирует между компрессорно-конденсаторным агрегатом и баком-аккумулятором.

Второй диапазон — время пиковой тепловой нагрузки. Включается насос. Бак-аккумулятор позволяет отвести дополнительное количество теплоты. При этом холодильный агент циркулирует между

компрессорно-конденсаторным агрегатом и воздухоохладителем 3, а промежуточный хладоноситель — через воздухоохладитель 4 с помощью насоса 8.

Имитацию простого способа отвода теплоты от продукта можно осуществлять с помощью ТЭНов. В экспериментальных исследованиях имитировали различный характер тепловыделений от продукта (рис. 2) при постоянной средней тепловой нагрузке.

Экспериментальные данные для этих трех нагрузок показаны на рис. 3.

Как видно из экспериментальных исследований, чем более ярко выражен резкопеременный характер тепловых нагрузок от продукта, тем целесообразнее использование периодического аккумулирования холода. При этом меньше колебания температур конденсации, кипения и в камере, а также ниже рабочие токи компрессора (рис. 4) и, соответственно, потребляемая мощность (рис. 5). Использованный calorиметрический метод имитации теплоты, отводимой от

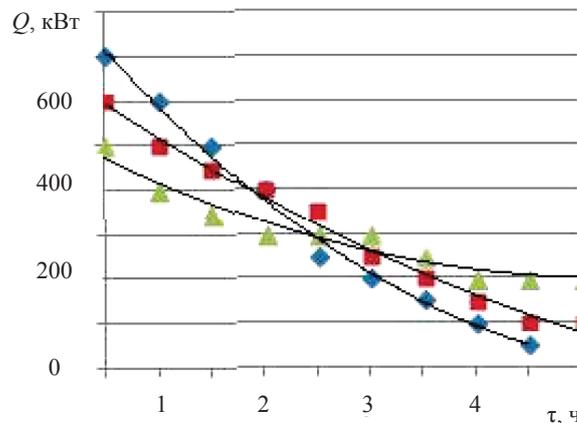


Рис. 2. Тепловые нагрузки от ТЭНов на приборы охлаждения: —◆—◆—◆— резкопеременная; —■—■—■— среднепеременная; —▲—▲—▲— плавнопеременная

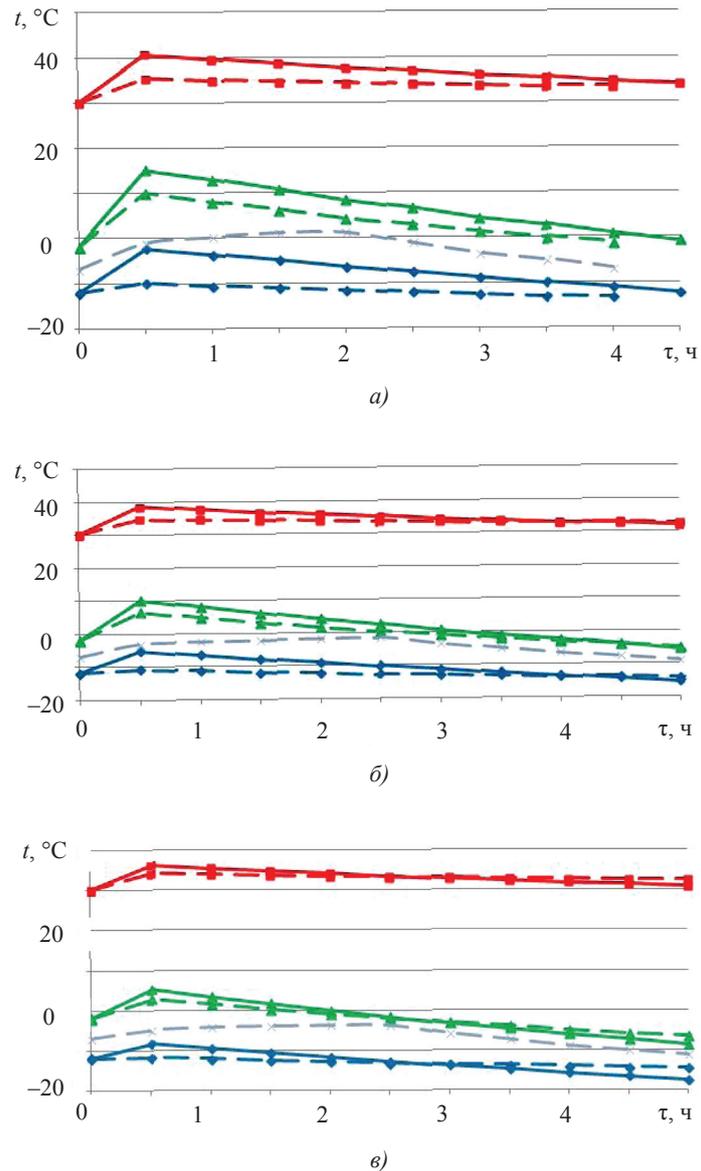


Рис. 3. Рабочие температуры, при резкопеременной (а), среднепеременной (б) и плавнопеременной (в) нагрузках: —■—■—■— температура конденсации; —●—●—●— температура кипения; —▲—▲—▲— температура в камере; —X—X—X— температура рассола; — — — система непосредственного кипения; — — — система с периодической аккумуляцией холода

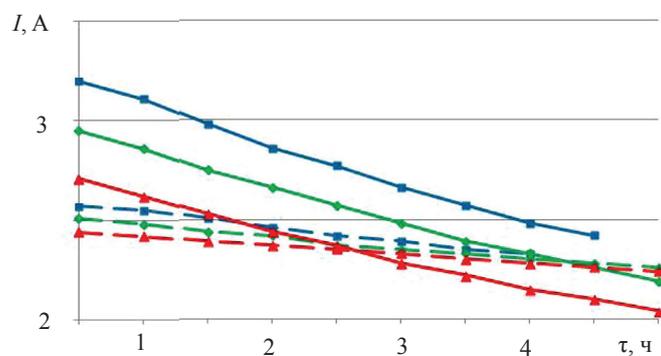


Рис. 4. Рабочие токи при различных тепловых нагрузках: —■—■—■— резкопеременной; —●—●—●— среднепеременной; —▲—▲—▲— плавнопеременной

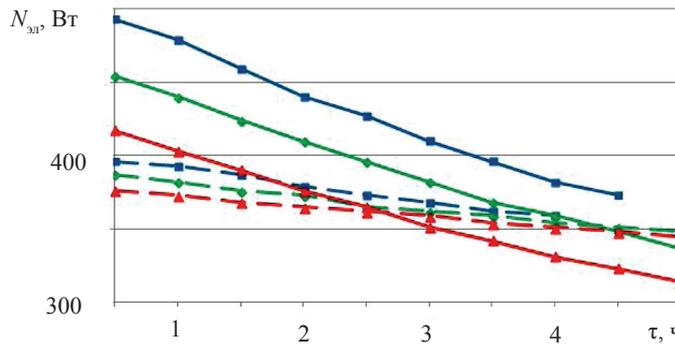


Рис. 5. Электрические мощности компрессора при различных тепловых нагрузках: —■—■—■— резкопеременной; —●—●—●— среднепеременной; —▲—▲—▲— плавноременной

продукта, не учитывает тепловые эффекты массопереноса, а также экзотермичность биохимических процессов.

ВЫВОДЫ

В результате отвода теплоты от продуктов при периодическом аккумулировании холода с помощью

калориметрического метода (в сравнении с традиционной системой охлаждения) можно уменьшить колебания: температуры кипения на 3 °С; температуры камеры на 6 °С; температуры конденсации на 5 °С; нагрузки на компрессор; рабочего тока в статорной обмотке компрессора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Подмазко, И.А. Использование аккумуляции холода для камер термообработки пищевых продуктов [Текст] / И.А. Подмазко, М.Г. Хмельнюк // Наукові праці ОНАХТ. — 2011. — Т. 1, вип. 39. — С. 41–46.

[2] Хмельнюк, М.Г. Теоретично-експериментальний порівняльний аналіз холодильних систем для камер термообробки харчових продуктів [Текст] / М.Г. Хмельнюк, І.О. Подмазко, О.Г. Федорів // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. праць. — Донецьк : ДонНУЕТ, 2012. — Т. 2, вип. 29. — С. 164–170.

© М.Г. Хмельнюк, І.А. Подмазко

Надійшла до редколегії 15.01.2013

Статтю рекомендує до друку член редколегії Вісника НУК д-р техн. наук, проф. М.І. Радченко

Статтю розміщено у Віснику НУК №3, 2012