

Бытовой абсорбционный холодильник с дополнительным пропановым холодильным агрегатом

Канд. техн. наук
В.В.ЛУБЕНЕЦ

Some results of the experimental investigation of a household absorption refrigerator where a propane refrigerating unit working on a closed throttle cycle is additionally used are presented. Several advantages are determined allowing to increase the efficiency of the absorption refrigerator and impart new qualities to it.

В бытовых абсорбционных холодильниках источником энергии может служить как электрический энергоноситель (например, переменный ток напряжением 220 В, постоянный ток 12 и 24 В), так и неэлектрический (природный газ, бензин, керосин, выхлопные газы двигателя внутреннего сгорания, а также сжиженный нефтяной газ пропан-бутан), что является их неоспоримым преимуществом. Такие холодильники можно, например, использовать в местах, где нет электричества или бывают перебои в подаче электроэнергии.

Однако абсорбционные холодильники имеют ряд недостатков:

- работоспособность холодильника во многом зависит от его положения относительно горизонта;

- объем низкотемпературной камеры ограничен;

- при использовании неэлектрического энергоносителя (например, сжиженного нефтяного газа) часть теплоты сгорания газа при сжигании в горелочном устройстве холодильника выбрасывается в окружающую среду без утилизации, а потенциальный хладоресурс его вообще не находит применения;

- продолжительность выхода на режим камер холодильника слишком велика.

Результаты исследований, изложенные в [1, 3], позволили реализовать возможности использования холода (потенциального хладоресурса, которым располагает сжиженный нефтяной газ в баллоне) в абсорбционном холодильнике.

Напомним, что баллон с сжиженным нефтяным газом представляет собой не только источник теплоты (необходимый для функционирования генераторного узла абсорбционного холодильника), но и источник холода. В процессе работы газовой горелки генераторного узла одновременно происходит и дросселирование смеси углеводородов от давления в баллоне до давления, близкого к атмосфер-

ному. Снижение температуры смеси при дросселировании (дроссель-эффект) можно использовать в дополнительном испарителе, установленном в холодильном шкафу абсорбционного холодильника (увеличить холодопроизводительность и снизить температурный уровень в камерах).

Для проведения предварительных испытаний в качестве макетного образца автор использовал абсорбционный холодильник производства итальянской фирмы VALENTINI модели Elektro Suisse SRL. Tipo V 85 GAC с полезным объемом камер 78 л (в том числе объем низкотемпературной камеры составляет 4 л), способный работать как на газе, так и от электрического энергоносителя.

В первую очередь были проведены входные тестовые испытания с электрическим и газовым энергоносителями при температуре окружающего воздуха 23...24 °С.

Как показали результаты испытаний холодильника с электрическим энергоносителем, через 8 ч работы температура воздуха в низкотемпературной камере (НТК) установилась на отметке -20,6 °С, в холодильной камере (ХК) в диапазоне 1...0,5 °С, потребляемая электрическая мощность при напряжении 220 В составила 110...114 Вт, расход электроэнергии 2,29...2,38 кВт·ч/сут.

При работе с газовым энергоносителем только через 8,5 ч абсорбционный холодильник вышел на стационарный режим с температурой в НТК, равной -2,1 °С, в ХК 15,2 °С. При этом массовый расход газа изменился от 25 до 60 г/ч.

Получив такие неутешительные результаты при работе с газовым источником энергии, автор осуществил некоторую модернизацию газового генераторного узла, которая позволила в дальнейшем существенно повысить эффективность абсорбционного холодильника: температуру воздуха в НТК после 6 ч работы удалось снизить от 0,3 до -12,6 °С, а в ХК - от 17,4 до 10,9 °С. При этом температура отработавших газов в термосифоне генераторного узла составляла 139 °С.

При модернизации холодильника были приняты во внимание сведения, приведенные в [2], где отражены результаты экспериментальных исследований влияния месторасположения нагревателя на работоспособность бытового абсорбционного холодильника АШ-160/15.

Сравнивая результаты тестовых испытаний данной модели абсорбционного холодильника, полученные при использова-

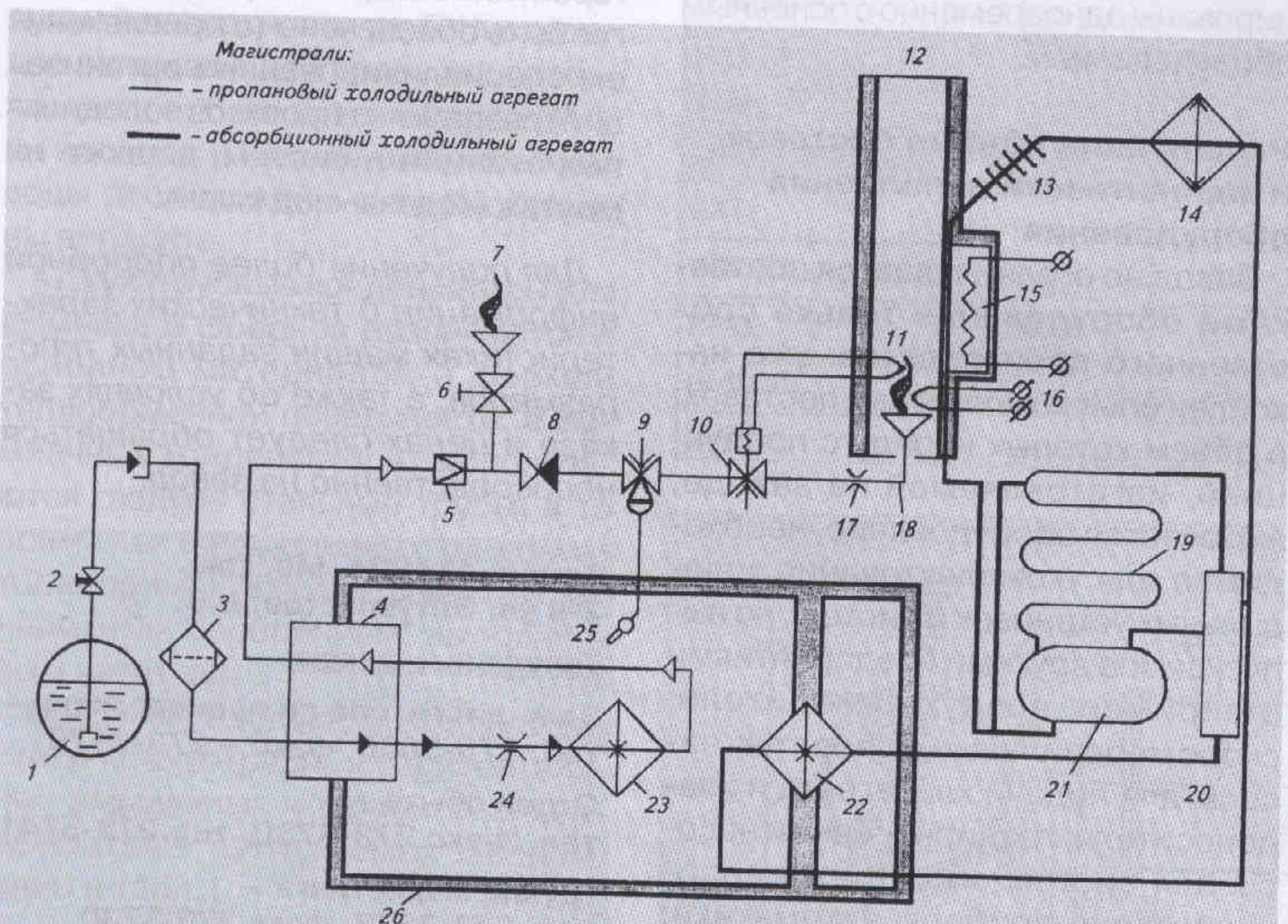


Рис. 1. Схема абсорбционного холодильника с пропановым холодильным агрегатом:
1 — баллон с жидким пропаном; 2, 6 — ручные запорные вентили; 3 — фильтр-осушитель;
4 — теплообменник; 5 — редуктор давления; 7 — дополнительная горелка; 8 — обратный клапан;
9 — терморегулятор с ручной настройкой; 10 — электромагнитный клапан с ручной настройкой;
11 — термopapa; 12 — термосифон генераторного узла; 13 — ректификация; 14 — конденсатор;
15 — жаровый стакан с электронагревателем; 16 — пьезоэлектрический запальник; 17, 24 — нерегулируемые дроссели; 18 — основная горелка; 19 — абсорбер; 20 — газовый теплообменник;
21 — бачок абсорбера; 22, 23 — испарители; 25 — термобаллон; 26 — холодильный шкаф

нии различных источников энергии, можно заметить, что температуры в камерах холодильника с электрическим энергоносителем в среднем на 6...9 °С ниже, чем с газовым.

Последующая модернизация абсорбционного холодильника коснулась только его газового тракта: схема абсорбционного холодильника была дополнена пропановым дроссельным разомкнутым циклом (рис. 1).

Поскольку конструкция исследуемого образца абсорбционного холодильника относится к серийному типу модели, выполненной по общеизвестной схеме, остановимся подробно только на внесенных конструктивных изменениях.

В шкафу холодильника разместили дополнительно небольшой испаритель 23 и нерегулируемый дроссельный элемент 24, выполненный из капиллярной трубки (с учетом результатов исследований, изложенных в [4]), а также противоточный теплообменник 4, который частично расположен вне шкафа.

Принцип работы пропанового разомкнутого дроссельного цикла аналогичен рабочему процессу холодильных установок [1, 3]. Кратко напомним его. Сжиженная смесь пропана и бутана, находящаяся под давлением в баллоне 1, пройдя фильтр-осушитель 3 и теплообменник 4, расширяется в дросселе 24. При снижении давления до давления, близкого к атмосферному, температура смеси понижается и свой хладоресурс она отдает в испарителе. Обратным потоком газ после теплообменника 4 последовательно проходит редуктор давления 5, обратный клапан 8, терморегулятор 9, электромагнитный клапан 10 и поступает на дожигание в основную горелку 18, находящуюся в термосифоне 12 генераторного узла холодильника. При этом электронагреватель жарового стакана, конечно, отключен. Потребителем теплоты является теперь не только абсорбционный холодильный агрегат, но и параллельно установленная дополнительная горелка 7. Это либо одноконфорочная портативная плита типа ПГТ, либо портативный газовый светильник. Их применение дает возможность рационально использовать теплоту сгорания газа (например, для приготовления пищи или дополнительного освещения), а также проводить исследования в широком диапазоне изменений расхода газа. При этом все потребители теплоты могут быть включены как по отдельности, так и в любой комбинации.

Работа и назначение всех перечисленных элементов достаточно хорошо известны, поэтому подробно описывать их не имеет смысла. Таким образом, удалось совместить воедино и абсорбционный, и пропановый разомкнутый дроссельный циклы.

Результаты предварительных испытаний в течение периода выхода камер на режим представлены на рис. 2. Оказалось, что в исследуемом макетном образ-

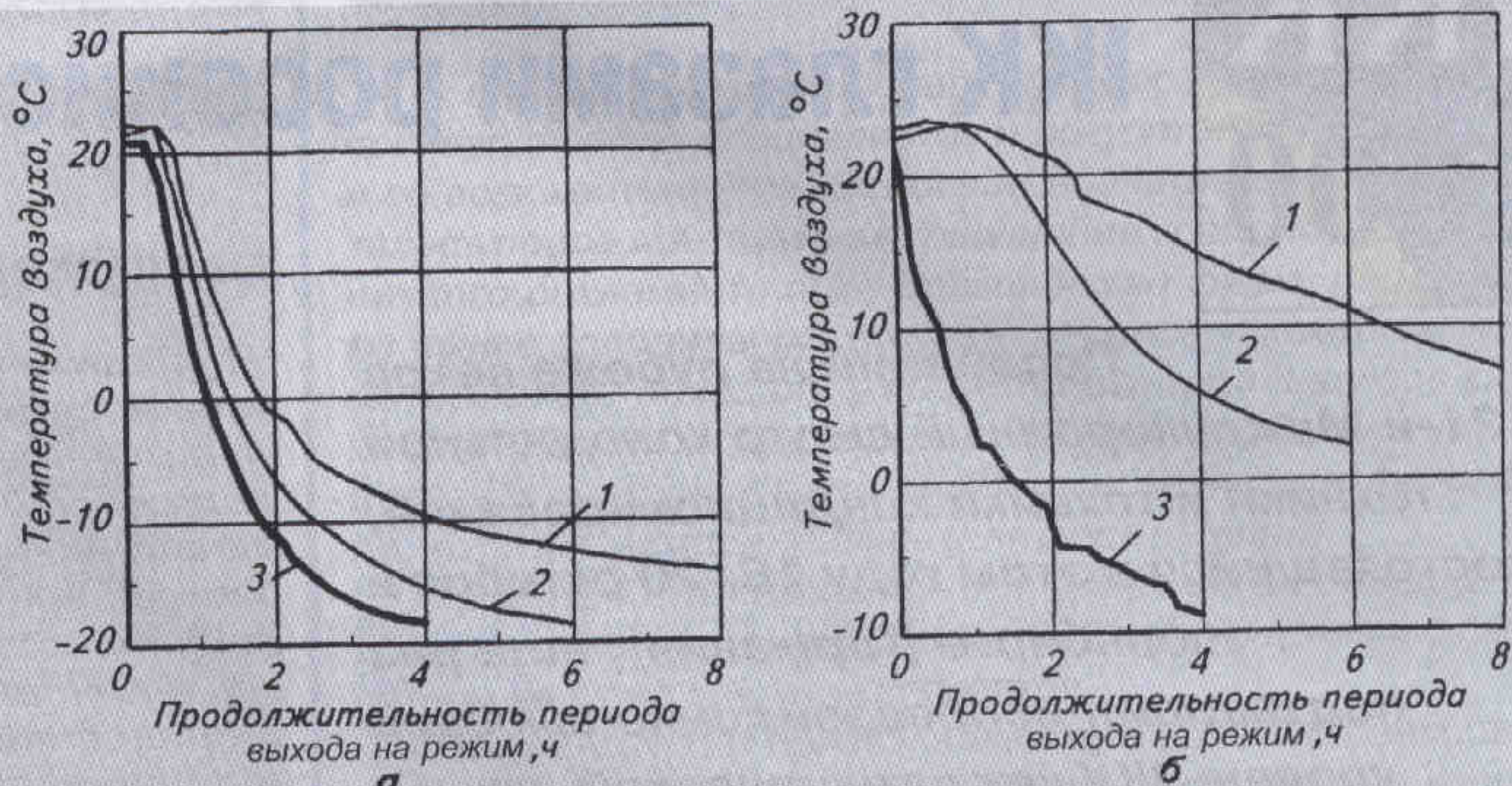


Рис. 2. Зависимость температур в НТК (а) и ХК (б) абсорбционного холодильника от продолжительности выхода на режим при различных источниках энергии: 1 — природный газ; 2 — электричество; 3 — природный газ (при использовании пропанового дроссельного цикла)

це работа абсорбционного холодильника с электрическим нагревателем эффективнее, чем с газовым без дополнительного пропанового цикла: на 2 ч меньше период выхода на режим; температурный уровень воздуха в камерах ниже (через 6 ч работы температуры в ХК ниже на 9 °С, а в НТК — на 6 °С). При включенной только основной горелке массовый расход газа оставался на уровне 25...60 г/ч. При последующих испытаниях (с отключенным электрическим нагревателем) в режиме работы макетного образца абсорбционного холодильника на газе с дополнительным пропановым холодильным циклом (кривые 3) были получены следующие результаты: период выхода камер на режим сократился вдвое, температурный уровень в НТК вместо -12, 9 °С установился на отметке -18 °С, а в ХК вместо +7 — на отметке -9 °С. Таким образом, удалось существенно сократить продолжительность этого периода, перевести режим работы ХК холодильника в низкотемпературный и понизить температурный уровень в НТК. При этом теплота сгорания газа в дополнительной горелке расходовалась полезно (на приготовление пищи).

Если сравнить полученные результаты с результатами исследований абсорбционного холодильника, работающего только с электрическим нагревателем, то положительный эффект от процесса дросселирования сжиженного газа из баллона также налицо: снизился температурный уровень в камерах; сократился период выхода камер на режим. Существенных изменений полученных показателей в зависимости от угла положения холодильника (относительно горизонта) не наблюдалось: его можно было и качать, и наклонять — процесс не нарушался.

Правда, за полученные положительные результаты приходится расплачиваться, и прежде всего расходом газа. Если при работе абсорбционного холодильника только на газовом энергоносителе средний расход его составлял 25...60 г/ч, то при подключении дополнительного пропанового холодильного агрегата общий

массовый расход газа (основной и дополнительной горелками) возрос до 140...160 г/ч. Но если учесть, что период выхода на режим сократился вдвое, то можно предположить, что при совместной работе абсорбционного холодильника с пропановым холодильным агрегатом массовый расход газа увеличится всего на 20...25 %.

Таким образом, применение дополнительного пропанового холодильного агрегата в абсорбционном холодильнике обеспечит:

- снижение общего температурного уровня в камерах;
- значительное сокращение продолжительности периода выхода на режим;
- увеличение полезного объема камер холодильника;
- создание такого абсорбционного холодильника, функционирование которого не зависело бы не только от положения (относительно горизонта), но и от качки во время работы.

Конечно, полученные результаты соответствуют определенной модели (в нашем примере — ELEKTRO SUISSE Srl. TIPO V85 GAC). Но можно утверждать, что совместная работа любых моделей газового абсорбционного холодильника с дополнительным пропановым холодильным агрегатом в принципе позволяет повысить эффективность их работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архаров А.М., Лубенец В.В. Новый тип холодильной установки//Холодильное дело. 1996. № 2.
2. Зирка Л.П., Пальти А.М., Шмелева В.Н. Влияние положения нагревателя на работоспособность бытового абсорбционного холодильника//Холодильная техника. 1996. № 3.
3. Лубенец В.В., Глухов С.Д. Газовая плита-холодильник//Вестник МГТУ. Спец. выпуск. Криогенная и холодильная техника. — 1993. № 3.
4. Лубенец В.В. Исследование капиллярной трубки на сжиженном углеводородом газе//Вестник Международной академии холода. 1999. Вып. № 1.