

18. Yi Jiang, Xiaoyun Xie. Theoretical and testing performance of an innovative indirect evaporative chiller. *Solar Energy* 84 (2010). – P. 2041-2055.
19. Jose Rui Camargo, Carlos Daniel Ebinuma, Jose Luz Silveira. Thermodynamic behaviour of an air-conditioning system employing combined evaporative-water and air coolers during summer in a Brazilian city. *International Journal of Refrigeration* 28 (2005). – P. 1124-1132.
20. Bourhan Tashtoush, Mahmood Tahat, Ahmed Al-Hayajneh, Victor A. Mazur, Doug Probert. Thermodynamic behaviour of an air-conditioning system employing combined evaporative-water and air coolers. *Applied Energy* 70 (2001). – P. 305-319.
21. Shahab Alizadeh. Performance of a solar liquid desiccant air conditioner – An experimental and theoretical approach. *Solar Energy* 82 (2008). – P. 563-572.
22. G.P. Maheshwari, F. Al-Ragom, R.K. Suri. Energy-saving potential of an indirect evaporative cooler. *Applied Energy* 69 (2001). – P. 69-76.
23. Qun Chen, Ning Pan, Zeng-Yuan Guo. A new approach to analysis and optimization of evaporative cooling system II: Applications. *Energy* 36 (2011). – P. 2890-2898.
24. Pascal Stabat, Dominique Marchio. Simplified model for indirect-contact evaporative cooling-tower behaviour. *Applied Energy* 78 (2004). – P. 433-451.
25. E. Velasco Gomez, F.J. Rey Martinez, F. Varela Diez, M.J. Molina Leyva. Description and experimental results of a semi-indirect ceramic evaporative cooler. *International Journal of Refrigeration* 28 (2005). – P. 654-662.

УДК 621.575.932

РАЗРАБОТКА СХЕМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ, СПОСОБНЫХ ОБЕСПЕЧИТЬ НЕОБХОДИМЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ ХРАНЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

**Мартынюк А.О., аспирант, Проць Р.Н., соискатель, Титлов А.С., д-р техн. наук, профессор
Одеськая национальная академия пищевых технологий, г. Одеса**

Проведен анализ схем и конструктивных решений абсорбционных холодильных агрегатов, работающих на альтернативных источниках энергии. Определены перспективные направления их использования.

The analysis of charts and structural decisions of absorption refrigeration aggregates, workings on alternative sources energies, is conducted. Perspective directions of their use are certain.

Ключевые слова: абсорбционный холодильный агрегат (АХА), альтернативные и возобновляемые источники энергии.

В индивидуальных крестьянских и фермерских хозяйствах на первое место выходят проблемы формирования рационального (экономного) бюджета, среди которых одной из основных является проблема сохранения выращенного урожая в течении трех-шести месяцев в товарных количествах при минимуме затрат на энергоносители. Вместе с тем известным в мировой практике фактом являются потери свыше половины урожая сельскохозяйственной продукции при отсутствии должного холодильного хранения.

В настоящее время в Украине основная масса собранной плодовоовощной продукции традиционно хранится в подвалах, где зачастую в теплое время года (август – ноябрь, апрель – май) не удается поддерживать требуемые температурные режимы (от 5 до 12 °С). Для обеспечения необходимых режимов хранения рынок бытовой и торговой холодильной техники для мелкооптовых производителей предлагает отечественные и импортные разборные (панельные) холодильные камеры объемом от 3 до 9 м³, снабженные компрессионными холодильными машинами.

В современных условиях в сельской местности Украины эксплуатация таких камер затруднена как из-за длительных перебоев с подачей электроэнергии, так и из-за некачественной поступающей электроэнергии (диапазон колебания напряжения в сети от 160 до 250 В).

Надежная работа холодильных камер с компрессионными холодильными машинами в этом случае осуществляется за счет применения автономных бесперебойных источников электроэнергии – бензино-

вых либо дизель-генераторов. Стоимость отечественных холодильных камер достигает 16 тысяч грн, стоимость современных моделей дизель-генераторов для таких камер – в среднем от 6 до 8 тысяч грн. При достаточно высоких эксплуатационных затратах (термический к.п.д. дизель-генераторов даже ведущих производителей (Yamaha) не превышает 15 %) покупка холодильных камер с компрессионными аппаратами и источниками бесперебойного питания не по силам основной массе сельских производителей.

Сложившаяся ситуация заставляет разработчиков обращаться к теплоиспользующим безнасосным абсорбционным холодильным машинам, так называемым, абсорбционным холодильным агрегатам (АХА).

Немаловажным в современных условиях является и то, что рабочее тело АХА – водоаммиачный раствор с добавкой инертного газа (водорода, гелия либо их смеси) относится к природным хладагентам и поэтому абсолютно экологически безопасно (имеет нулевые значения озоноразрушающего потенциала и потенциала «парникового» эффекта).

Холодильные аппараты с АХА имеют и ряд таких уникальных качеств, как:

а) возможность использования в одном аппарате нескольких различных источников тепловой энергии – как электрических, так и альтернативных (теплота сгорания органического топлива и биогаза, солнечное излучение, выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания);

б) возможность работы с некачественными источниками энергии, в том числе и электрической в диапазоне напряжения сети от 160 до 240 В;

в) бесшумность, высокая надежность и длительный ресурс.

В Европе большая часть АХА выпускается с универсальным энергопотреблением – содержит электронагреватели переменного (220 В) и постоянного тока (12 В) и горелочное устройство. Холодильные аппараты с АХА, оснащенные горелочными устройствами, широко используются туристами и путешественниками, так как им нет альтернативы в районах с отсутствием электроэнергии.

К достоинствам АХА следует отнести минимальную стоимость среди существующих типов холодильного оборудования небольшой холодопроизводительности, что во многих случаях и определяет их популярность у пользователей.

Немаловажным в современных условиях является и то, что рабочее тело АХА – водоаммиачный раствор с добавкой инертного газа (водорода, гелия либо их смеси) относится к природным хладагентам и поэтому абсолютно экологически безопасно (имеет нулевые значения озоноразрушающего потенциала и потенциала «парникового» эффекта).

В АХА 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 газ пропан, бутан, изобутан), 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:

а) из-за низкой удельной холодопроизводительности продолжительность выхода на режим слишком велика, а объем низкотемпературной камеры ограничен;

б) при использовании неэлектрического энергоносителя (например, сжиженного нефтяного газа) часть теплоты сгорания газа при сжигании в горелочном устройстве холодильника выбрасывается в окружающую среду без утилизации.

Один из способов частичного устранения недостатков теплоиспользующих холодильных машин абсорбционного типа [1] связан с использованием энергии сжиженного газа [2, 3].

В процессе работы газовой горелки генераторного узла абсорбционного холодильника одновременно происходит дросселирование смеси углеводородов от давления в баллоне до давления, близкого к атмосферному. 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).

В испытаниях в качестве макетного образца автор использовался абсорбционный холодильник производства итальянской фирмы «VALENTINI» модели «ElektroSuisse SPR. 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 диапазоне от 23 до 24 °С.

Как показали результаты испытаний холодильника с электрическим энергоносителем, через 8 часов работы температура воздуха в низкотемпературной камере (НТК) установилась на отметке минус 20,6 °С, температура в холодильной камере (ХК) лежала в диапазоне от плюс 1,0 до плюс 0,5 °С, потреб-

ляемая электрическая мощность при напряжении 220 В составила от 110 до 114 Вт, расход электроэнергии – от 2,29 до 2,38 кВт·ч/сут.

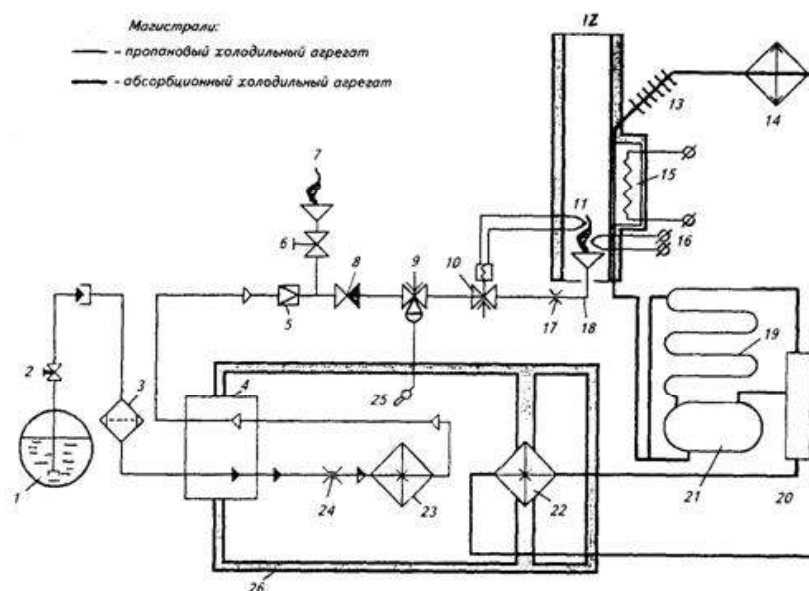
При работе с газовым энергоносителем только через 8,5 часов абсорбционный холодильник вышел на стационарный режим с температурой в НТК, равной минус 2,1 °С, в ХК температура составила плюс 15,2 °С. При этом массовый расход газа изменился от 25 до 60 г/час. Температурные параметры испытуемого объекта не соответствовали требованиям нормативных документов [4, 5], поэтому возникла необходимость в модернизации генераторного узла.

При модернизации холодильника были приняты во внимание сведения, приведенные в [6], где отражены результаты экспериментальных исследований влияния месторасположения нагревателя на работоспособность бытового абсорбционного холодильника АШ-160/15.

Модернизация позволила в дальнейшем существенно повысить эффективность абсорбционного холодильника: температуру воздуха в НТК после 6 часов работы удалось снизить от плюс 0,3 до минус 12,6 °С, а в ХК – от плюс 17,4 до плюс 10,9 °С. При этом температура отработавших газов в термосифоне генераторного узла составляла плюс 139 °С.

Сравнивая результаты тестовых испытаний данной модели абсорбционного холодильника, полученные при использовании различных источников энергии, можно заметить, что температуры в камерах холодильника с электрическим энергоносителем в среднем от 6 до 9 °С ниже, чем с газовым.

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



- 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 – термопара; 12 – термосифон генераторного узла; 13 – ректификатор; 14 – конденсатор; 15 – жаровой 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

Рис. 1 – Схема абсорбционного холодильника с дополнительным пропановым дроссельным разомкнутым холодильным агрегатом

Во внутреннем объеме холодильной камеры разместили дополнительно небольшой испаритель 23 и нерегулируемый дроссельный элемент 24, выполненный из капиллярной трубки (с учетом результатов исследований, изложенных в [3]), а также противоточный теплообменник 4, который частично расположен за пределами холодильной камеры.

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 70 и поступает на сжигание в основную горелку 18, находящуюся в термосифоне 12 генераторного узла холодильника. При этом электронагреватель жарового стакана отключен. Потребителем теплоты является теперь не только абсорбционный холодильный агрегат, но и параллельно установленная дополнительная горелка 7. Это либо одноконфорочная портативная плитка 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.

Таким образом, в предложенной схеме удастся совместить и абсорбционный, и пропановый разомкнутый дроссельный циклы.

При испытаниях в режиме работы макетного образца абсорбционного холодильника на газе с дополнительным пропановым холодильным циклом (с отключенным электрическим нагревателем) были получены следующие результаты.

Период выхода НТК и ХК на режим сократился вдвое, температурный уровень в НТК вместо минус 12,9 °С установился на отметке минус 18 °С, а в ХК вместо плюс 7 – на отметке минус 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 может быть использована для дополнительных возможностей, например, на приготовление либо разогрев пищи.

При сравнении полученных результатов с результатами исследований абсорбционного холодильника, работающего только с электрическим нагревателем, положительный эффект от процесса дросселирования сжиженного газа из баллона связан со снижением температурного уровня в камерах и с сокращением времени 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 (этот вывод подтверждает результаты исследований авторов ОНАПТ в 2003–2004 годах [7]).

Тем не менее, положительные результаты в части температурных характеристик связаны со значительным дополнительным расходом газа. Если при работе абсорбционного холодильника только на газовом энергоносителе средний расход его составлял от 25 до 60 г/час, то при подключении дополнительно пропанового холодильного агрегата общий массовый расход газа (основной и дополнительной горелками) возрос от 140 до 160 г/час. При учете, что период выхода на режим сократился вдвое, можно считать, что при совместной работе абсорбционного холодильника с пропановым холодильным агрегатом – массовый расход газа увеличится всего на 20 или 25 %.

Известно, что бытовые и торговые абсорбционные холодильники с газовым подогревом более экономичны, по сравнению с аналогичными электрическими компрессионного типа, так как стоимость расходуемого ими газа меньше стоимости электричества [8, 9].

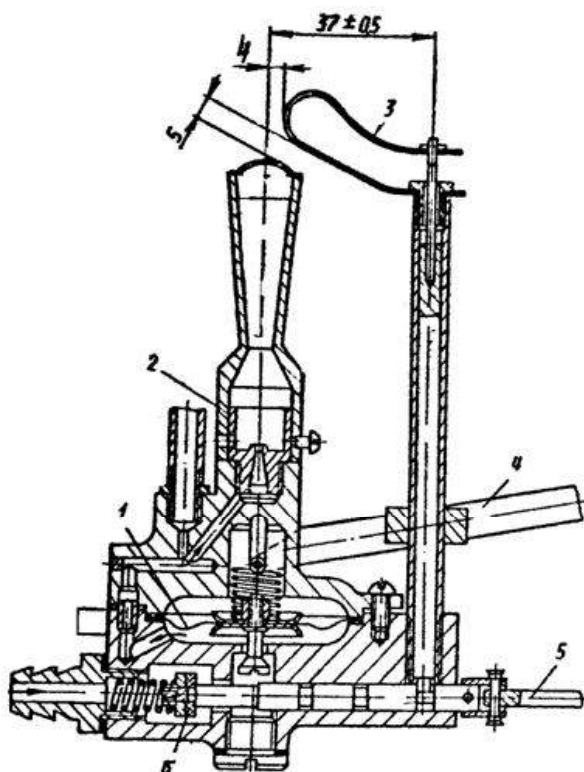
Холодильники с газовым подогревом выпускались серийно в СССР следующих модификаций: ХПП-4Г, ХПП-3Г («Север-2»), «Север-6», «Украина-2» [10]. Первый холодильник «Север-2» с газовым подогревом был изготовлен московским заводом «Газоаппарат».

Газогорелочное устройство холодильника (рис. 2 и рис. 3) состоит из газовой горелки, регулятора давления, отсекающего пускового клапана и зонального устройства.

Горелка имеет смесительную трубку с насадкой, форсунку и регулятор воздуха. Количество инжектируемого воздуха можно менять путем изменения сечения отверстий при вращении регулятора. Регулятор давления предназначен для стабилизации давления газа перед горелкой. Он может быть настроен на давление от 150 до 500 Па (от 15 до 50 мм вод. ст.). Давление газа регулирует рычажок, рукоятка которого выведена на переднюю часть холодильника.

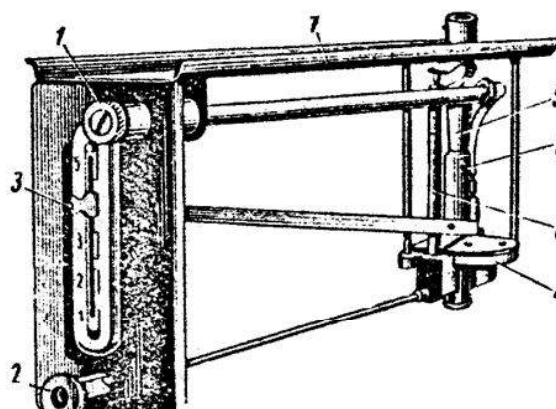
Цифра 5 на передней панели газогорелочного устройства соответствует наибольшей подаче газа, а цифра 1 – наименьшей. От величины давления зависит расход газа и холодопроизводительность аппарата. Отсекатель газа предназначен для прекращения прохода газа в горелку и запальник, если пламя погасло.

Он состоит из биметаллической пружины и штока. Пусковой клапан служит для подачи газа на запальник и в горелку во время включения холодильника. Он имеет клапан с пружиной, втулку и шток. Запальник предназначен для зажигания горелки в период пуска холодильника и состоит из двух трубок равного диаметра, надетых одна на другую. Трубка большего диаметра оканчивается форсункой с кольцевым выходом для газа и передвигается вдоль трубки меньшего диаметра. Запальник зажигают, выдвинув трубку. По окончании розжига основной горелки проход газа на форсунку запальника прекращают, завернув трубку большего диаметра.



1 – мембранный регулятор; 2 – горелка; 3 – предохранитель; 4 – рычаг; 5 – рычаг для принудительного открывания клапана; 6 – клапаны

Рис. 2 – Газогорелочное устройство абсорбционного холодильника – горелка с регулятором давления



1 – трубка запальника; 2 – кнопка пускового клапана; 3 – ручка регулятора; 4 – корпус регулятора; 5 – горелка; 6 – автоматика безопасности; 7 – кронштейн; 8 – отверстие для подсоса воздуха

Рис. 3 – Общий вид газогорелочного устройства абсорбционного холодильника

Схема абсорбционного холодильника с комбинированными источниками энергии приведена на рис. 4 [11].

В схеме используется электрический ток (переменный 110 и 220 В и постоянный 12 В). Отличительной характеристикой конструкции является установка теплорассеивающих элементов и генераторного узла холодильного аппарата за пределами жилого помещения. В этом случае может быть эффективно использован температурный потенциал воздуха окружающей среды, особенно в холодное время года.

Одним из наиболее перспективных предложений в области теплоиспользующих холодильных машин может считаться использование солнечной энергии.

В частности, известны предложения по использованию солнечной энергии в конструкциях с промежуточным теплопередающим устройством на основе тепловой трубы, размещенной в фокусе параболического концентратора (рис. 5 [12]).

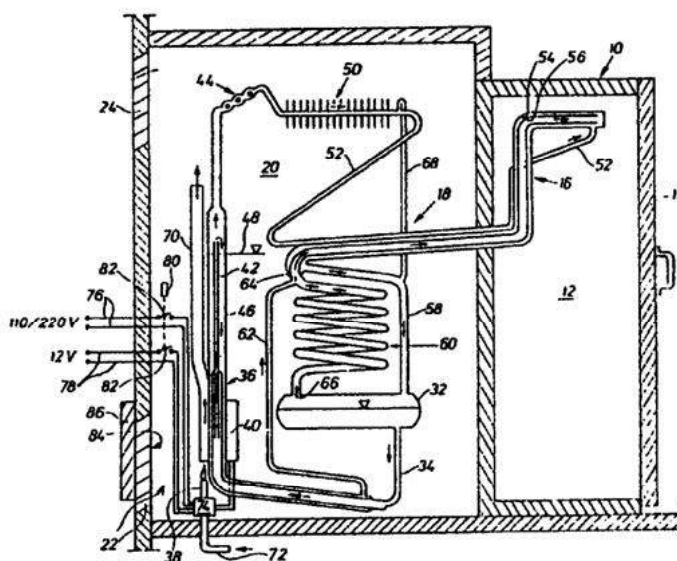
Коллекторные панели известных солнечных нагревательных систем являются дорогостоящими и тяжелыми. Они нуждаются в стационарной установке, выполняемой квалифицированными специалистами. В северной и центральной частях Евразии и США они относительно неэффективны в зимнее время, и их трудно переделывать для домашней холодильной системы в летнее время.

Цель оригинального предложения [13] заключается в создании:

а) простого и недорогого устройства для сбора солнечной энергии, являющегося достаточно легким для того, чтобы его мог устанавливать и снимать любой домовладелец без изменений в конструкции дома в переходные весенний и осенний периоды, когда имеется достаточное количество солнечного света, а температура воздуха является достаточно низкой для того, чтобы время от времени требовался нагрев;

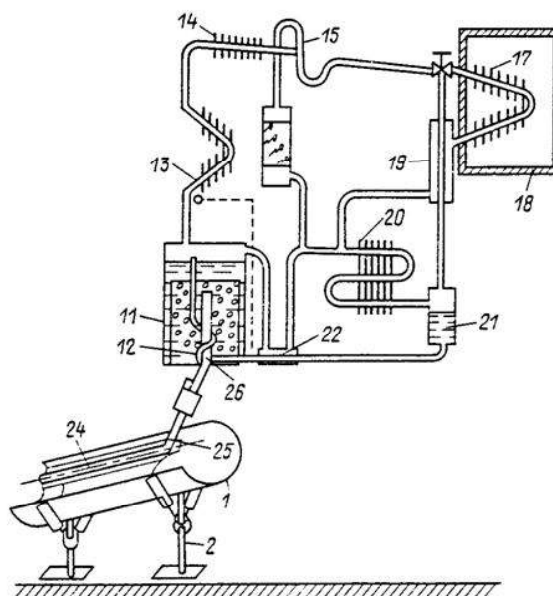
б) недорогого источника энергии для холодильной системы.

Конструкция представляет собой пластинчатую панель, содержащую две стенки, причем каждая из них имеет кольцевую кромку, плотно прижатую к кромке другой стенки. Одна из стенок является пропускной для солнечного излучения, а другая не пропускает такое излучение.



10 – холодильная камера; 12 – охлаждаемый объем; 14 – дверь камеры; 16 – испаритель; 18 – теплообменник испарителя; 20 – вспомогательная камера; 22(24) – входные (выходные) воздушные жалюзи; 32 – бачок абсорбера; 34 – канал крепкого раствора; 36 – канал слабого раствора; 38 – электромагистраль; 40 – гильза электронагревателя; 42 – термосифон; 44 – ректификатор; 46 – кипятильник; 48 – уровень слабого раствора в кипятильнике; 50 – конденсатор; 52 – трубка жидкого аммиака; 54(56) – канал очищенной (насыщенной) парогазовой смеси (ПГС); 58 – опускная магистраль насыщенной ПГС; 60 – абсорбер; 62 – канал слабого раствора; 64 – подъемная магистраль очищенной ПГС; 66 – вход в абсорбер насыщенной ПГС; 68 – уравнивательная магистраль; 70 – жаровая труба; 72 – вход газа; 76, 78 – подвод электрической нагрузки; 80, 82 – устройства управления электрической нагрузкой; 84, 86 – устройства управления воздушными жалюзи

Рис. 4 – Схема абсорбционного холодильника с комбинированными источниками энергии



1 – параболоцилиндрический концентратор; 2 – опорно-поворотное устройство; 11 – генератор с жаровой трубой и полостью с теплоаккумулирующим веществом; 12 – термосифон; 13 – дефлегматор; 14 – конденсатор; 17 – испаритель; 18 – холодильный шкаф; 19 – газовый теплообменник; 20 – абсорбер; 21 – ресивер крепкого раствора; 22 – регенеративный теплообменник; 24, 25, 26 – тепловая труба;

Рис. 5 – Абсорбционный гелиохолодильник с параболоцилиндрическим концентратором солнечной энергии

Улавливатель излучения в полости панели включает в себя несколько пар улавливающих элементов из листового материала, прикрепленных к прозрачной стенке и проникаемых для солнечного излучения. Улавливающие элементы каждой пары соединены с зазором возле непрозрачной стенки и расходятся под небольшим острым углом по направлению к прозрачной стенке. Циркуляционное устройство нагнетает газ, например воздух, в одну часть полости панели, а затем газ выпускается через другую, находящуюся на расстоянии, часть полости. Канал для протекания газа между этими двумя частями ограничивается улавливающим элементом и непроницаемой стенкой панели.

Нагретый газ, выходящий из панели во время воздействия на неё солнечного излучения, можно использовать для снабжения энергией холодильного агрегата, например генератора абсорбционной холодильной системы известного типа, в которой генератор, который может заключать в себе залитый охлаждающий абсорбент, соединенный с конденсором, принимает хладагент, десорбируемый в газообразном состоянии из содержащегося в генераторе абсорбента благодаря тепловой энергии, подаваемой к генератору. Конденсор охлаждается для сжижения десорбированного газообразного хладагента. Испаритель, соединенный с конденсором, принимает сжиженный хладагент, который извлекает тепловую энергию с помощью теплопередачи из охлаждаемого материала, и испаряется с помощью тепловой энергии. Испаряемый хладагент возвращается в генератор и снова абсорбируется абсорбентом, причем этот цикл повторяется непрерывно или прерывисто.

Известны несколько типов абсорбционных холодильных систем с воздушным или водяным охлаждением, для которых требуется только нагреватель и не нужна механическая энергия. Каждая из этих систем может приводиться в действие одним только горячим воздухом или другим горячим газом, выходящим из вышеописанной панели в том случае, если газ пропускают через трубчатый элемент из теплопроводящего материала, выходное отверстие которого соединено с циркуляционным устройством панели, установленным на генераторе холодильной системы в тепловом контакте с находящимся в ней абсорбентом.

Панель, если она не используется для работы холодильного агрегата, может применяться для подачи теплого воздуха в дом. Когда погодные условия не требуют ни нагрева ни охлаждения, панель можно скатать и хранить в небольшом пространстве. Её установка не требует применения инструментов, наличия специальных навыков, и нуждается лишь в минимальном усилии.

Подсоединенный холодильный агрегат может охлаждать кладовую, машину для изготовления мороженого, или комнату в доме.

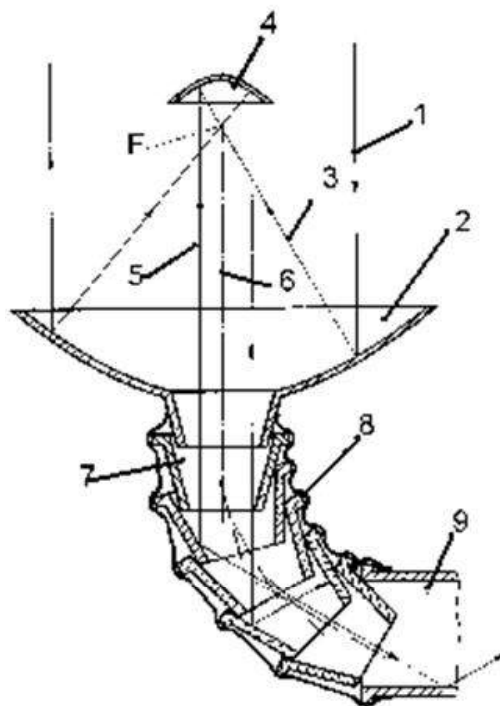
Известные предложения [11-13] имеют один существенный недостаток, связанный с работой холодильных систем в течении всего светового дня. Это сложность концентрации энергии при прохождении солнца по небосводу. Для слежения за положением солнца в известных предложениях необходимо использовать либо специальные перемещающие устройства, либо рассчитывать на нестабильность работы холодильной системы.

Для обеспечения стабильной работы холодильной системы в течении большей части светового дня может быть использован следующий способ [14].

Чтобы уловить достаточное количество солнечной энергии, концентратор должен быть большим – на один квадратный метр земной поверхности падает не более 0,4 кВт. Традиционные конструкции концентратора и приемника должны быть постоянно обращены к Солнцу, следовательно, непрерывно поворачиваться вокруг двух перпендикулярных осей со строго определенной угловой скоростью. Это может быть только мощный и дорогостоящий прецизионный механизм. Лучше, считают некоторые конструкторы, немного потерять на снижении КПД, но концентратор и приемник облучения сделать неподвижными. Таких конструкций предложено немало, некоторые реализованы. Общий недостаток – низкий КПД, что мешает их широкому распространению.

Все части предлагаемого устройства неподвижны, но гибкий световод направляет сконцентрированный луч в любом необходимом направлении. Солнечный луч 1 любого направления падает на неподвижный, как уже сказано, параболический отражатель 2 (рис. 6). Его ось лучше направить раз и навсегда на юг под углом, равным широте места установки. Отраженный луч 3 падает на вторичный параболический отражатель 4. Оптические оси и фокусы обоих отражателей совпадают, вследствие чего переотраженный луч 5 параллелен оптической оси 6. Все переотраженные лучи падают на поверхности конических отражателей 7, заключенных в гибкую гофрированную трубу 8. Последовательно отражаясь от этих поверхностей, луч выходит в цилиндрический световод 9 – трубку с зеркальной внутренней поверхностью. Изгибая трубу можно направить свет в любую сторону.

Таким устройством можно не только осветить подвал или иное помещение без окон, но и запитать энергетические устройства практически любой мощности: отражатель 2 – самая большая часть сооружения – может быть выполнен из дешевых материалов. Простота конструкции, высокая надежность и долговечность основных ее элементов компенсируют не слишком высокий КПД устройства.



1 – падающий солнечный луч; 2 – параболический отражатель; 3 – отраженный луч;
4 – вторичный параболический отражатель; 5 – переотраженный луч; 6 – оптическая ось;
7 – конические отражатели; 8 – гибкая гофрированная труба; 9 – цилиндрический световод

Рис. 6 – Схема концентратора солнечной энергии

Выводы

1. Проведен анализ современного уровня разработок АХА, определены перспективные схемы и конструктивные решения, использующие альтернативные и возобновляемые источники тепловой энергии.
2. Особый интерес вызывает возможность использования солнечной энергии с концентратором и световодом, что позволит эксплуатировать АХА без затрат на энергоносители.

Литература

1. Лубенец В.В. Бытовой абсорбционный холодильник с дополнительным пропановым холодильным агрегатом / В.В. Лубенец // Холодильная техника. – 2000. – № 12. – С. 18–19.
2. Архаров А.М. Новый тип холодильной установки / А.М. Архаров, В.В. Лубенец // Холодильное дело. – 1996. – № 2. – С.11–12.
3. Лубенец В.В. Исследование капиллярной трубки на сжиженном углеводородом газе / В.В. Лубенец // Вестник Международной академии холода. – 1999. – № 1. – С. 32–35.
4. ДСТУ 2295-93 (ГОСТ 16317-95 ISO 5155-83, ISO 7371-85, IEC 335-2-24-84). Прилади холодильні електричні побутові. Загальні технічні умови. – Взамен ГОСТ 16317-87; Введ. 20.07.95. – К: Держстандарт України, 1996. – 35 с.
5. ДСТУ 3023-95 (ГОСТ 30204-95, ISO 5155-83, ISO 7371-85, ISO 8187-91). Прилади холодильні побутові. Експлуатаційні характеристики та методи випробувань. – Введено вперше 20.07.95. – К.: Держстандарт України, 1996. – 22 с.
6. Зирка Л.П. Влияние положения нагревателя на работоспособность бытового абсорбционного холодильника / Л.П. Зирка, А.М. Пальти, В.Н. Шмелева // Холодильная техника. – 1996. – № 3. – С. 14–15.
7. Очеретяный Ю.А., Титлов А.С., Захаров Н.Д. Результаты испытания абсорбционного холодильника в транспортных условиях / Ю.А. Очеретяный, А.С. Титлов, Н.Д. Захаров // Холодильна техніка і технологія. – 2004. – № 4. – С. 19–24.
8. Титлов А.С. Сравнение характеристик абсорбционной и компрессионной бытовой холодильной техники / А.С. Титлов // Холодильная техника и технология. – 1997. – № 57. – С. 39–41.

9. Тітлов О.С., Василів О.Б. Вартісні та екологічні експлуатаційні характеристики апаратів побутової холодильної техніки в Україні і країнах ЄС / О.С. Тітлов, О.Б. Василів // Ринок інсталяційний. – 1998. – № 9. – С. 18–20.
10. Терехов А.А. Ремонт холодильников абсорбционного типа / А.А. Терехов. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 70 с.
11. Патент 0323820 EP, МКИ F25B 49/00, F25B 15/10. Arrangement for preventing freezing of the working medium in absorption refrigerating apparatus / M.T. Walfridson, S.H. Farndahl. – №88850422.2; Заявл.14.12.88; Опубл.12.07.89, Bulletin 89/28.
12. Патент 2036395 Российской Федерации, МКИ F25 B 27/00. Абсорбционный гелиохолодильник /З.И. Ашурлы, М.Т. Гаджиев, С.А. Филин -№92009125/06; Заявл. 30.11.92; Опубл. 10.08.94, Бюл. № 30.
13. Пат. 4126014 США, МКИ F25 B 27/00, F25 B15/00, F24 J 3/02. Абсорбционный холодильник с гелио-системой /Т. Кей. – №795000; Заявл. 09.05.77; Опубл. 21.11.78.
14. Шкроб Ю.В. Как «согнуть» солнечный луч / Ю.В. Шкроб // Изобретатель и рационализатор. – 2003. – № 6. – С.11.

УДК 621.575(088.8):621.56/59(031)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИСПАРИТЕЛЯ АБСОРБЦИОННОГО ХОЛОДИЛЬНОГО АГРЕГАТА В СОСТАВЕ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Титлов А.С., д-р техн. наук, профессор, Ищенко И.Н., ассистент, Титлова О.А., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса
Хоменко Н.Ф.

Промышленно-строительная группа «Антарес» (Васильковский завод холодильников)

Разработана методика для расчета холодопроизводительности испарителей абсорбционных холодильных агрегатов (АХА), входящих в состав абсорбционных холодильных приборов (АХП) различного назначения. Методика учитывает результаты экспериментальных исследований температурных полей серийного абсорбционного холодильника. Представлены некоторые результаты расчетов типичных конструкций АХП и анализ влияния температуры воздуха окружающей среды на тепловые режимы холодильного шкафа

A method is developed for the calculation of power vaporizers of absorption refrigeration aggregates (ARA), entering in the complement of absorption refrigeration devices (ARD) of the different setting. A method takes into account the results of experimental researches of the temperature fields of serial absorption refrigerator. Some results of calculations of typical constructions of ARD and analysis of influence of temperature of air of environment are presented on the thermal modes of refrigeration closet

Ключевые слова: абсорбционный холодильный агрегат (АХА), абсорбционный холодильный прибор (АХП), методика расчета, холодопроизводительность испарителя.

Теплофизические процессы, протекающих в АХА, обуславливают режим работы испарителя с переменной температурой фазового перехода. Начало испарения характеризуется минимальной температурой, конец — максимальной. Причем из опыта практических исследований известны примеры, когда начало испарения проходит при температурах минус 35 ... минус 30 °С, а конец испарения при 0...5 °С [1]. Уровень температур и количество испарившегося хладагента определяются геометрическими параметрами испарителя, условиями подвода тепла и кратностью циркуляции парогазовой смеси между испарителем и абсорбером.

Необходимо обратить внимание и на следующий аспект определения величины холодопроизводительности испарителя АХА. Существующая разность температур по длине испарителя обуславливают различную интенсивность процессов конвективного теплообмена со стороны воздуха низкотемпературного отделения (НТО) и холодильной камеры (ХК). Максимальная тепловая нагрузка идет на начальные участки испарителя. Зачастую имеют место моменты, когда конечный участок испарителя прогрет больше, чем воздух в объеме охлаждаемой камеры. Особенно часто это можно наблюдать в ХК при температурах воздуха в помещении 31...32 °С (АШ-160) [1].