

Компрессорный автохолодильник в изотермической сумке и результаты его испытаний

09, сентябрь 2014

Карлащук В. И.

УДК: 621.56(075)

Россия, Российский университет дружбы народов

wkarl@yandex.ru

1. Введение

В России лишь небольшая часть семей обладают переносными холодильниками, в то время как в других странах, в частности, в США на каждую семью приходится 2 или 3 таких холодильника [1]. Такие устройства на рынке холодильного оборудования представлены изотермическими сумками и контейнерами, переносными и встраиваемыми автомобильными холодильниками и морозильниками, которые на транспортных средствах питаются от бортовой сети постоянного тока 12 или 24 В, а в стационарных условиях — от аккумуляторов, заряжаемых в буферном режиме от переменного тока 220 В или альтернативных источников, например, солнечных батарей, газо-, ветро- и бензогенераторов.

Изотермические сумки и контейнеры (те же сумки, но в пластмассовом корпусе) используются для кратковременного (до 8-12 часов) хранения подогретых, охлажденных или замороженных продуктов. Для увеличения времени хранения используются аккумуляторы тепла или холода — емкости, заполненные специальным солевым раствором, предварительно замороженным или нагретым до 60-70 °С. Изотермический контейнер или сумка, оборудованные холодильным агрегатом, превращается в переносной холодильник с неограниченным (при наличии энергообеспечения) сроком хранения продуктов.

Автомобильные холодильники изготавливают как в виде переносных моделей, так и встраиваемых в различные ниши на транспортных средствах. На легковых автомобилях их размещают в подлокотники и в ниши между сидениями, на автобусах — в различные места, непригодные для размещения пассажиров. В авто-холодильниках, как правило, предусматривается наличие защитного устройства, контролирующего предельно допустимую разрядку аккумуляторной батареи для исключения проблем при запуске двигателя. В случае альтернативных источников питания для этого используется специальный контроллер.

В переносных холодильниках применяются термоэлектрические, абсорбционные или компрессорные системы охлаждения. Термоэлектрический способ охлаждения чаще всего используется в холодильниках небольшой емкости, имеющих, как правило, 2 режима работы: охлаждения и подогрева, что обеспечивается размещением элементов Пельтье снаружи и внутри холодильника: в режиме охлаждения внутренние пластины охлаждаются, а наружные — нагреваются, а при изменении направления тока (переключением полярности) всё происходит наоборот. Это свойство термоэлектрических холодильников является их основным преимуществом. Другим преимуществом является работоспособность в любом положении и отсутствие движущихся частей в системе охлаждения или нагрева. Недостатком таких холодильников является большая тепловая инерционность (медленное изменение температуры) и низкий КПД. Поэтому перед загрузкой продуктов их целесообразно охлаждать в бытовом холодильнике (или нагреть) или охладить (нагреть) камеру холодильника с помощью аккумуляторов холода (или тепла).

В режиме наибольшего холода температура в камере современного термоэлектрического холодильника составляет около $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ при окружающей около $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. В некоторых моделях она может достигать $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, что вполне достаточно для сохранения качества свежих и охлажденных продуктов. В режиме подогрева температура достигает $+54\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в некоторых моделях до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Многие изготовители задают максимальный перепад между температурами окружающего воздуха и внутри камеры (от 16 до $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ в режиме охлаждения и $50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$ в режиме подогрева). При отключении электрического питания приемлемые температуры продуктов сохраняются до 8-10 часов.

Большинство термоэлектрических холодильников работает в режимах охлаждения и подогрева. Модели бюджетного класса работают только в режиме охлаждения и только от бортовой сети автомобиля. Емкость таких холодильников, представленных на российском рынке, — от 0,5 до 49 л. Самый маленький холодильник «Снегирь» предназначен для охлаждения и подогрева стандартной баночки с напитком, бутылочки с детским питанием или контейнера с лекарством.

Более емкие автомобильные холодильники чаще имеют абсорбционное охлаждение с водоаммиачным раствором. Циркуляция хладагента осуществляется за счет абсорбции (поглощения) аммиака водой и подогрева водоаммиачной смеси от электрического или газового нагревателя. Способность работать без электричества на жидком или газообразном топливе является основным преимуществом таких холодильников. Холодильники бюджетного класса работают на постоянном токе 12/24 В. Самые дорогие комбинированные электро-газовые холодильники способны работать на постоянном и переменном токе и на сжиженном газе (пропан/бутан) с ручным или электрическим поджигом. Последний режим более экономичен, чем режим электрического питания: газового баллона емкостью 5 л хватает на 230 ч непрерывной работы. Основным недостатком абсорбционных холодильников является повышенная чувствительность при работе к большим наклонам. Емкость абсорбционных авто-холодильников составляет от 24 до 140 л. Встраиваемые модели с одной и двумя дверцами устанавливаются на представительские, междугородные и ту-

ристические автобусы, специальные фургоны и вахтовые автобусы, на грузовики, яхты и в железнодорожных вагонах.

По удельному энергопотреблению наиболее экономичными являются компрессорные холодильники, менее экономичны абсорбционные, еще менее – термоэлектрические. Разница в энергопотреблении возрастает с увеличением емкости холодильника. Самые экономичные – компрессорные мини-холодильники в виде ларчиков с верхними крышками.

В компрессорном холодильнике охлаждение продуктов осуществляется за счет циркуляции хладагента под действием герметичного компрессора. При циркуляции хладагент изменяет свое физическое состояние от жидкого до газообразного. Охлаждение камеры холодильника происходит при кипении жидкого хладагента в испарителе. Такие холодильники быстрее набирают холод (менее инерционны), чем термоэлектрические и абсорбционные и более экономичны в эксплуатации. Они практически не имеют ограничений по размерам камер охлаждения. Емкость холодильников, представленных на российском рынке, – от 18 до 220 л.

Холодильники-морозильники автоматически поддерживают заданную температуру в диапазоне от +4 °С до –18 °С, что удовлетворяет требованиям хранения как свежих, так и охлажденных и замороженных продуктов. Холодильники устойчивы в условиях вибраций и сохраняют работоспособность при наклонах до 30 градусов, а также имеют защиту при опрокидывании. После отключения электропитания приемлемые температуры продуктов сохраняются до 6 часов.

2. Конструкция и результаты испытаний

Для рассматриваемого авто-холодильника были выбраны следующие компоненты (цены указаны по состоянию на декабрь 2013 г.):

1. Изотермическая сумка-холодильник (рис. 1) Green Glade 1063 (<http://www.electrocomfort.ru/index.php?categoryID=705>) с параметрами:

Объем – 30 литров.

Вес – 0,8 кг.

Материал: полиэстер.

Сохранение температурного режима – до 12 часов.

Размеры – 35 × 25,5 × 39 см.

Стоит такая сумка 470 руб. (цена в декабре 2013 г., самовывоз с ТЦ «Дубровка» (Москва)).



Рис. 1. Изотермическая сумка

2. Встраиваемый авто-холодильник UR 25 (рис. 2) итальянского производства (<http://www.mexhuka.ru/index.php?categoryID=304&offset=16>) стоимостью 18900 руб. (по акции –3% и бесплатной доставкой в декабре 2013 г.) с параметрами:

Размеры конденсационного блока (В × Ш × Г, мм) – 308 × 170 × 268.

Размеры испарителя (В × Ш × Г, мм) – 248 × 112 × 191.

Размеры упаковки (В × Ш × Г, мм) – 440 × 315 × 265.

Вес – 8,4 кг + 0,6 кг упаковка.

Напряжение питания: 12/24 В.

Потребляемая мощность – 42 Вт при напряжении 24 В и 60 Вт при 12 В (установлено в результате проведенных испытаний – см. ниже).

Диапазон температур – от +10 до –2 °С.

Хладагент – R-134A (52 г).

Защитное отключение аккумуляторов – 10,1-11,4 В при 12-вольтовом питании и 22,4-24,1 при – 24-вольтовом (меньшие значения соответствуют минимально допустимому напряжению разряда аккумулятора, большие – напряжению запуска компрессора).

Герметичный компрессор SECOP (DANFOSS).

Принудительное охлаждение – от 12-вольтового вентилятора.

Автоматическое поддержание заданной ручным терморегулятором температуры.

Производитель – компания Indel B (Италия).



Рис. 2. Встраиваемый авто-холодильник UR 25

Холодильник предназначен для установки в термоящик, имеющийся в кабине грузовика Iveco Stralis. Практически аналогичный по характеристикам авто-холодильник UR 35 для грузовика MAN TGA обладает тем недостатком, что в нем отсутствует защитный кожух (очевидно, для MAN TGA он не нужен). Поэтому он дешевле на 500 руб. и на 0,6 кг легче.

Описание UR 25 крайне скудное. Во-первых, сведения о габаритных размерах не полные, что затрудняет сам процесс встраивания без дополнительного разбирательства. На рис. 3 они дополнены измеренными (цифры с индексом *). Высота конденсационного блока 1 (308 мм) была уменьшена на 3 мм за счет удаления двух маленьких, но сравнительно высоких амортизационных ножек, привинченных изнутри шурупами, и их замены на 4 самоклеющихся амортизатора от компьютерного монитора, что обеспечило горизонтальную устойчивость блока (в термоящике грузовика Iveco Stralis, очевидно, имеются болты под ушки 4, на которые навешивается блок с последующей затяжкой, и проблема устойчивости не возникает).

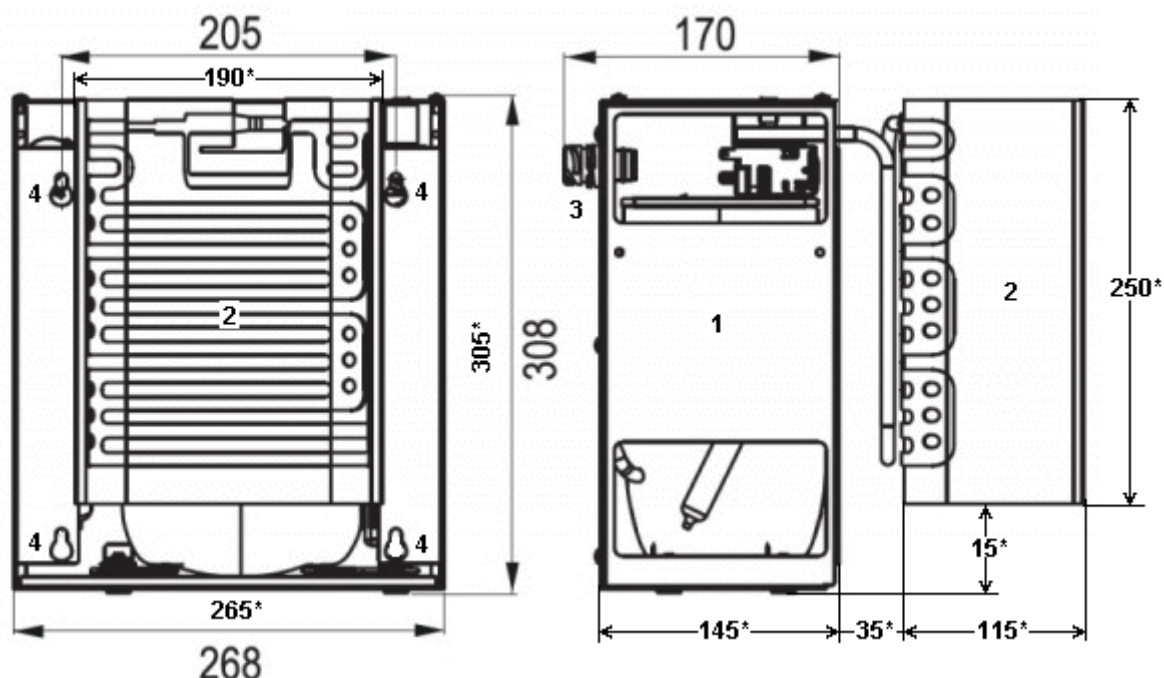


Рис. 3. Габаритные размеры UR 25

Во-вторых, особое замешательство перед покупкой вызвал размер упаковки UR 25 по высоте – 440 мм (!). Оказалось, что «упакованный» UR 25 имеет вид, показанный на рис. 4, т. е. испаритель 2 находится над блоком 1 и для приведения его в рабочее состояние необходимо, придерживая патрубков 5, повернуть испаритель по часовой стрелке на 90°, а затем повернуть его на 90° вниз. Поскольку в нашем случае требовалось как можно глубже наклонить его вниз (см. ниже), то патрубок 5 удерживался в месте, максимально удаленном от правой стенки блока 2. Из рис. 3 и 4 видно, что высота упаковки примерно равна $305 + 115 + \text{зазор между блоками 1 и 2} = 435 \text{ мм}$, т. е. практически совпадает с заявленным размером.

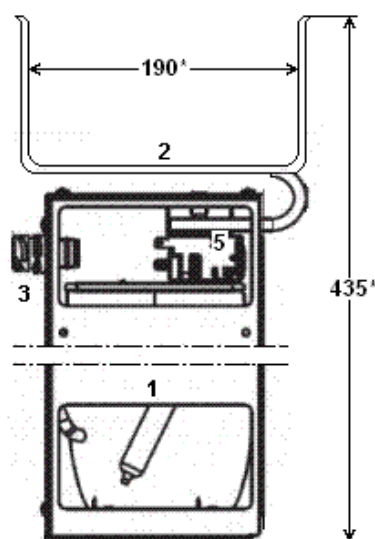


Рис. 4. UR 25 без упаковки

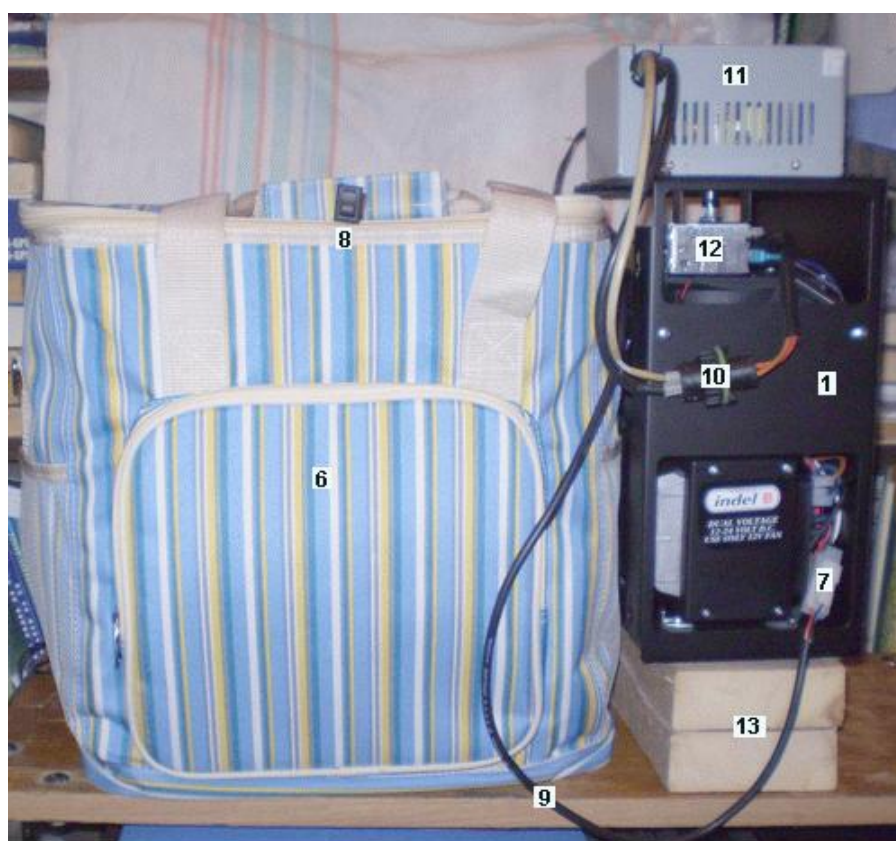


Рис. 5. UR 25 в комплекте с термосумкой

После описанного «демонтажа» UR 25 и его вставки в термосумку авто-холодильник принимает вид на рис. 5, на котором обозначено: 6 – термосумка; 7 – трехконтактный разъем для подключения с помощью достаточно длинного кабеля 9 выключателя 8 со встроенной индикаторной лампочкой; 10 – разъем (позиция 3 на рис. 3 и 4) для подключения питания 12 или 24 В (два штыря диаметром 2 мм), который легко отделяется от корпуса с помощью круглого байонетного прижима; 11 – блок питания от IBM PC; 12 – руч-

ной терморегулятор с хвостовиком под отвертку; 13 – подставка из двух досок общей высотой 84 мм.



Рис. 6. Размещение испарителя в термосумке



Рис. 7. UR 25 в термосумке

Для показанного на рис. 5 расположения относительно UR 25 термосумки ее содержимое показано на рис. 6, где обозначено: 5 – патрубок в пенопластовой термотрубке; 14 – датчик температуры DS18B20; 15 – перегородка для испарителя (оказавшийся не у дел небольшой домашний поддон с продолговатым отверстием под руку).

Следует заметить, что UR 25 с левым расположением термосумки (рис. 5) обладает тем достоинством, что патрубок 5 располагается в непосредственной близости от правого замка крышки сумки, что позволяет укладывать и извлекать продукты с использованием только ее левого замка и, кроме того, позволяет в дальнейшем сделать в этом месте разрез сумки и опустить на 50-70 мм испаритель 2 и обойтись без подставки 13, а место разреза при эксплуатации и транспортировке скреплять ворсистыми застежками.

Для транспортировки UR 25 он укладывается в ту же термосумку, как показано на рис. 7, на котором дополнительно показана пенопластовая прокладка 17 для улучшения фиксации испарителя 2 относительно блока 1. Перед укладкой необходимо напильником закруглить нижние углы блока 2, а также заусенцы, иначе повреждение внутренней защитной пленки сумки неизбежно (горький опыт автора).

В дальнейшем (уже в дачных условиях) конструкция холодильника была модернизирована. Модернизация заключалась в следующем:

1. Изготовлено крепление для фронтальной перегородки 15 (рис. 6) в виде Г-образных скоб 1 (рис. 8) из дюралюминиевого профиля с креплением винтами 3 М3 (рис. 9) и выбора расстояниями между ними по горизонтали меньше на 5-7 мм меньше размера 190 мм на рис. 4, чтобы обеспечить жесткость крепления за счет предварительного натяга испарителя.



Рис. 8. Испаритель с разделительными фронтальной и нижней перегородками (вид сбоку)

2. Установлена нижняя перегородка 2 (рис. 8 и 9) из подручных средств (крышка цоколя кинескопа от телевизора «Витязь»). Для ее фиксации относительно перегородки 15 в нижний торец последней термическим путем были вмонтированы штыри 4 из нержавеющей проволоки диаметром 1 мм с соответствующими ответными отверстиями в перегородке 2.



Рис. 9. Испаритель с разделительными фронтальной и нижней перегородками (вид спереди)

3. Изготовлена дополнительная термоизоляция для термосумки из поролона ([пенополиуретана](#)) толщиной 10 мм. Исходная заготовка для такой «шубы» — лист поролон 1000×1000 мм, из которого вырезается крестообразная заготовка по внешним размерам термосумки. Далее производится склейка боковых граней в стык. Для этого на торец одной грани наносится слой клея «Момент», которая затем соединяется с торцом смежной способом, аналогичным используемому при ручном изготовлении пельменей или вареников. Такое соединение производится отдельными участками длиной 100-150 мм, начиная

снизу. Для повышения прочности швов они изнутри проклеиваются тонкой полоской того же поролона, а снаружи обклеиваются скотчем.



Рис. 10. Дополнительная «шуба» для изотермической сумки

При испытаниях использовались:

1. 24-вольтовый блок питания (БП) – выпрямитель В-24м на 30 В и 30 А с регулирующим автотрансформатором и дополнительным емкостным фильтром в виде набора из 53-вольтовых электролитических конденсаторов общей емкостью около 3000 мкФ, поскольку UR 25 не работал от чисто пульсирующего напряжения. Результаты испытаний: при напряжении 24,6 В: потребляемый – 1,8 А и около 0,2 А в паузе, когда работает только вентилятор. Таким образом, потребляемая мощность при использовании 24-вольтового источника составляет 44,3 Вт, что несколько больше указанной на приклеенной сверху бирке (42 Вт).

2. 12-вольтовый БП – импульсный БП (ИБП) от IBM PC. Из двух имеющихся в наличии таких БП выходное напряжение было меньше 12 В. Как правило, в таких БП в качестве ШИМ-регулятора используется микросхема TL494CN в корпусе DIP-16 [2] с ком-

паратором на операционном усилителе DA3 (см. рис. 11) и регулировкой в цепи +5/+12 В или в цепи опорного напряжения Uref. В нашем случае был использован второй вариант путем замены резистора R19 (рис. 11, б) на два последовательно включенных – постоянный 1 кОм и переменный 4,7 кОм. При этом удалось увеличить выходное напряжение на холостом ходу до 12,5 В при надежном запуске БП.

При нагрузке (UR 25), колеблющейся в пределах 4,5...5 А, выходное напряжение поддерживалось на уровне 11,5 В, что обеспечивало надежный запуск компрессора UR 25. Таким образом, при 12-вольтовом питании потребляемая мощность UR 25 составляет в среднем $11,5 \times 4,75 = 54,625$ Вт, что меньше заявленной (60 Вт), однако она больше на $((54,625 - 44,3) \times 100) / 44,3 = 23,3\%$ по сравнению с 24-вольтовым питанием. Очевидно, что электродвигатель компрессора рассчитан на 24-вольтовое питание, а при 12-вольтовом используется повышающий DC-DC преобразователь (на рис.2 на нем изображена фирменная наклейка), чем и объясняется пониженный КПД при 12-вольтовом питании.

Указанные обстоятельства весьма важны при выборе параметров буферных аккумуляторов в случае использования альтернативных источников питания (ветрогенераторов, солнечных батарей, бензо-генераторов и т. п.), поскольку холодильники представляют в большинстве случаев наиболее энергоемкую нагрузку. Поэтому вызывает удивление, что полученные сведения почему-то не нашли отражения в паспорте на UR 25 и, соответственно, в рекламных буклетах интернет-магазинов.

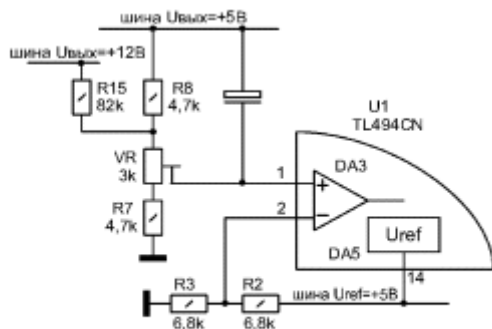


Рис. 32. Регулировка уровня выходных напряжений ИБП PS-200В.

а)

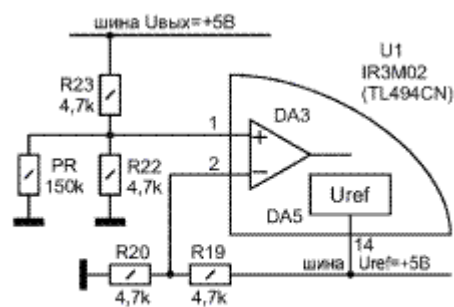


Рис. 34. Регулировка уровня выходных напряжений ИБП "Appis".

б)

Рис. 11. Варианты регулировки выходного напряжения ИБП

3. Две 1,5-литровых бутылки 1 с водой, размещаемые в морозильнике (рис. 12)



Рис. 12. Тепловая нагрузка холодильника

4. Универсальные цифровые часы со множеством режимов настроек и отображения информации (<http://startcd.narod.ru/clock5d/index.html>), а также двух цифровых датчиков температуры DS18B20 компании Maxim с программируемым разрешением (9...12 бит) и 1-Wire-интерфейсом. Датчик 3 (рис. 13) (данные отображаются с индексом d (дом)) предназначен для измерения комнатной температуры (он «выглядывает» из корпуса часов для уменьшения влияния внутреннего разогрева часов). В нашем случае использовался датчик 1 с соединительным кабелем и микроразъемом 2 (данные отображаются с индексом У (улица)).



Рис. 13. Цифровой термометр

Испытания холодильника проводились без и с тепловой нагрузкой и при питании от источника 24 В. В первом случае датчик изолентой крепился к испарителю пустого холодильника. Измерения температуры Т_{исп} проводились в нулевом (минимальном) (режим 1), среднем (режим 2) и максимальном (режим 3) положении терморегулятора. Температура окружающей среды 24°C. Время работы компрессора Т_р и время паузы Т_п измерялось цифровым секундомером; коэффициент рабочего времени В рассчитывался по формуле $V = T_p / (T_p + T_r)$ [3]. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты испытаний без тепловой нагрузки

Режим	Т _{исп} , °С	Т _р , с	Т _п , с	В
1	–3	60	360	0,143
2	–7,5	110	140	0,44
3	–10	1200	–	1

Испытания с тепловой нагрузкой в виде двух бутылок с водой (рис. 12) проводились при температуре окружающей среды 28°C в режиме 3 и с датчиком температуры на одной из бутылок с охлаждаемой водой (температура Т_б). Результаты испытаний приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Режим охлаждения

Время, мин	0	10	20	30	40	50	60
Т _б , °С	19	14	12,5	11,5	10,7	9,8	9

Таблица 3. Режим хранения (холодильник выключен)

Время, мин	0	10	20	21	24	27	30
Т _б , °С	9	11,3	12	12,1	12,2	12,3	12,3

Из сравнения данных табл. 2 и 3 видно, что для охлаждения воды объемом 3 л (объем морозильной камеры) с начальной температурой Т_н = 19°C до Т_к = 12,3°C потребовалось около часа непрерывной работы холодильника, т. е. скорость охлаждения при указанном объеме составляет около 0,11 °С/мин, а скорость ее разогрева после выключения холодильника и 20-минутной выдержки (стабилизации) — 0,03 °С/мин. Если предположить, что наш холодильник является идеальным обратимым тепловым двигателем [3], то его КПД = $1 - T_k / T_n = 1 - 12,3 / 19 = 0,353$ или 35,3%.

Испытания холодильника в непрерывном режиме (режим 3) при отключении дачной коммунальной сети на целый день для проведения профилактических работ и питания от 12-вольтового автомобильного аккумулятора показали, что при наличии двух 0,5-литровых аккумуляторов холода (водный раствор пищевой соли из расчета 6 столовых ложек соли на литр воды), охлажденных вместе с 1,5 кг мяса в морозилке «основного» бытового холодильника и помещенных в морозилку UR 25 (вместо бутылок на рис.12), практически сохранили свою исходную температуру (около –7°C) после 9-часового перерыва. При этом пришлось трижды запускать на полчаса двигатель автомобиля на холостом ходу для подзарядки аккумулятора.

Наиболее близким аналогом по объему является переносной холодильник ТВ 2001 той же компании Indel В за 25 200 руб. с параметрами:

Объем – 26 л.

Внешние размеры (В × Ш × Г, мм) – 380 × 345 × 580.

Внутренние размеры (В × Ш × Г, мм) – 245 × 205 × 310.

Размеры упаковки: (В × Ш × Г, мм) – 420 × 380 × 620.

Вес – 16 кг + 2,6 кг упаковка.

Напряжение питания – постоянный ток 12/24 В.

Мощность – 42 Вт (очевидно, при 24-вольтовом питании).

Защитное отключение – 10,1-11,4 В при 12-вольтовом питании и 22,4-24,1 при 24-вольтовом.

Диапазон температур – от +5 °С до –12 °С (при внешней +32 °С)

Автоматическое поддержание заданной температуры.

Герметичный компрессор SECOP (DANFOSS).

Принудительное охлаждение – 12-вольтовый вентилятор.

Хладагент – экологически безопасный R134a без содержания фреона.

Подключение через прикуриватель автомобиля.

Изоляция – полиуретановая пена без содержания фреона.

Из приведенных характеристик видно, что основным преимуществом нашего варианта является большой объем и почти в два раза меньший вес, а также возможность разрабатывать собственные варианты конструкции.

В заключение приведем рекомендации с форума по рациональному использованию электрохолодильников с максимально возможным энергосбережением

(<http://www.solarhome.ru/forum/index.php?PHPSESSID=clthaadtbsnsm6sljhd1bumdr3&topic=1426.0>):

- максимальное заполнение холодильника охлаждаемыми продуктами, чтобы при открытии дверцы выходило минимальное количество холодного воздуха;

- сокращение времени на закладку и выемку продуктов до минимума;

- использование холодильники не с дверью, а с крышкой, что минимизирует утечку охлажденного воздуха при ее открывании;

- своевременная очистка морозильной камеры от наледи и снега, существенно влияющих на эффективность работы морозильника;

- обеспечение максимальной герметичности дверей или крышек;

- предпочтительное использование компрессорного холодильника, суточное потребление энергии которого при одинаковых объеме и мощности обычно в 2-3 раза меньше по сравнению с другими типами холодильников.

3. Заключение

1. Разработана конструкция автохолодильника на базе промышленных встраиваемого холодильника UR 25 и изотермической сумки.

2. Установлено, что в режиме 24-вольтового питания UR 25 потребляемая мощность примерно на 23 % меньше по сравнению с 12-вольтовым, что объясняется, на наш взгляд, необходимостью использования повышающего DC-DC-преобразователя для питания 24-вольтового электродвигателя компрессора.

3. В результате испытаний установлено, что

3.1. Холодильника UR 25 отличается весьма высокой бесшумностью работы (о факте включения/выключения компрессора можно судить только по индикаторам блока питания – вольтметра и амперметра В-24м).

3.2. Нижний порог по холоду заметно выше заявленного производителем (-10°C вместо -2°C).

3.3. Коэффициент рабочего времени В холодильника находится на уровне, типичном для бытовых холодильников компрессорного типа.

3.4. Скорость охлаждения воды в двух 1,5-литровых бутылок (практически объем морозильной камеры) составил около $0,11^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, а скорость ее разогрева после выключения холодильника и 20-минутной выдержки (стабилизации) — $0,03^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

3.5. При питании холодильника от 12-вольтового автомобильного аккумулятора и при наличии двух 0,5-литровых аккумуляторов холода (водный раствор пищевой соли из расчета 6 столовых ложек соли на литр воды), охлажденных вместе с 1,5 кг мяса в морозилке «основного» бытового холодильника и помещенных в морозилку UR 25 (вместо бутылок на рис. 12), практически сохранили свою исходную температуру (около -7°C) после 9 часов непрерывной работы (режим 3). При этом пришлось трижды запускать на полчаса двигатель автомобиля на холостом ходу для подзарядки аккумулятора.

4. По сравнению с переносным холодильником ТВ 2001 той же компании Indel В за 25 200 руб. разработанный отличается большим объемом (на 4 л.) и почти в два раза меньшим весом, а также возможностью разрабатывать собственные варианты конструкции.

5. Обобщены данные по рациональному использованию электрохолодильников с максимально возможным энергосбережением.

Список литературы

1. Пискунов В.В. Холод на колесах или как выбрать автомобильный холодильник? Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.holodilnik.ru/ch/ar/> (дата обращения 01.09.2014).
2. Головков А.В., Любичский В.Б. Блоки питания для системных модулей типа IBM PC-XT/AT. М.: ЛАД и Н, 1995, 91 с.
3. Цуранов О.А., Крынин А.Г. Холодильная техника и технология / Под ред. проф. В.А. Гуляева — СПб. Лидер, 2004, 448 с.