ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1912 г. Москва

Выходил под названиями:
1912 - 1917 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"
1923 - 1924 – "Холодильное и боенское дело"
1925 - 1936 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"
1937 - 1940 – "Холодильная промышленность"
с 1941 – "ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА"

Учредитель — ООО "Инфохолодтех"

Холодильная Техника

9•2001

Kholodilnaya Tekhnika

Министерство промышленности, науки и технологий РФ
Международная академия холода
ОАО «Росмясомолторг»

Главный редактор
Л.Д.Акимова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ю.М.Агарев	А.М.Архаров
А.В.Бараненко	Г.А.Белозеров
О.В.Большаков	В.М.Бродянский
А.В.Быков	В.А.Выгодин
В.Б.Галежа	Л.В.Галимова
А.А.Гоголин	А.К.Грезин
А.П.Еркин	И.М.Калнинь
А.А.Мифтахов	В.В.Оносовский
Н.Н.Орехов	И.А.Рогов
В.В.Румянцев	И.К.Савицкий
В.И.Смыслов	И.Я.Сухомлинов
В.Н.Фадеков	И.Г.Хисамеев
О.Б.Цветков	И.Г.Чумак
В.М.Шавра	А.В.Шаманов

Ответственный секретарь
Е.В.Шуталова

Дизайн и компьютерная верстка
Т.А. Миансарова

Компьютерный набор *Л.И.Лапина*

Корректор *Т.Т.Талдыкина*

Ответственность за достоверность рекламы несут рекламодатели. Рукописи не возвращаются.

Адрес редакции:
107996, ГСП-6, Москва,
ул. Садовая-Спасская, д. 18
Телефоны: (095) 207-53-14, 207-23-96
Тел./факс: (095) 975-36-38

E-mail: holodteh@ropnet.ru

Подписано в печать 21.09.2001.
Формат 60x88 1/8. Офсетная печать.
Усл.-печ. л. 5,5.

Отпечатано в ООО «РЭМОКС»

В НОМЕРЕ:

Кокорин О.Я. **Повышение экономичности и надежности систем кондиционирования воздуха при применении сдвоенных насосов** — 2

ЙОРК РЕФРИДЖЕРЕЙШН
Компактные чиллеры фирмы YORK — 5

Шишов В.В., Никишин А.С., Михайлов А.Ю., Ракитин Д.И. **Использование канальных кондиционеров в различные сезоны года** — 6

АЛЬФА ЛАВАЛЬ
Сорокин С.С. **Проблемы снижения аммиакоемкости холодильных установок** — 10

ЭЙРКУЛ
Аккумуляторы холода производства фирмы «Эйркул» — 12

В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ
Железный В.П., Хлиева О.Я. **Оценка перспектив применения изобутана в бытовой холодильной технике с помощью эколого-термоэкономического метода** — 14

НАСТХОЛ
Сертификация и стандартизация
Продукция, прошедшая сертификацию в НП «СЦ «Настхол» в августе 2001 г. и получившая разрешение Госгортехнадзора России на право применения продукции во взрывопожароопасных производствах — 20

YORK В XXI ВЕКЕ — 22

ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКАЯ ФИРМА «И.К.С»
Стационарный газоанализатор аммиака «Сигнал-03А» — 24

СНЕГ
Плиточные скороморозильные аппараты — 25

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!
Виктору Александровичу Черняку 60 лет — 26

Владимиру Борисовичу Кунтышу 60 лет — 27

Анатолию Ивановичу Заплатину 60 лет — 27

В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ ХОЛОДА
Из Бюллетеня МИХ — 30

ХРОНИКА СОБЫТИЙ
Международная конференция компрессоростроителей — 36

Семинар фирмы Danfoss — 38

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ
Пискунов В.В. **«Автосалон-2001»** — 39

IN ISSUE:

Kokorin O.Ya. **Increase in cost efficiency and reliability of air conditioning systems by using the twin pumps** — 2

YORK REFRIGERATION
Compact chillers of «YORK» company — 5

Shishov V.V., Nikishin A.S., Mikhailov A.Yu., Rakitin D.I. **Use of duct air conditioners in different seasons of year** — 6

ALFA LAVAL POTOK
Sorokin S.S. **Problems of reduction of ammonia consumption of refrigerating installations** — 10

AIRCOOL
Cold accumulators manufactured by «Aircool» company — 12

DICUSSION
Zhelezny V.P., Khliyeva O.Ya.
Evaluation of prospects of use of isobutane in domestic refrigerating equipment with the help by ecological and thermomechanical method — 14

NASTHOL
Certification and standardization
Products having passed certification at NP «STs Nasthol» in August of the year 2001 and obtained the permit of Gosgortekhnadzor of Russia for the right to use in explosion-fire hazard production processes — 20

YORK IN XXI CENTURY — 22

PRODUCTION-COMMERCIAL COMPANY «I.K.S.»
Stationary gas-analyzer for ammonia «Signal-03A» — 24

SNEG
Plate quick-freezing apparatuses — 25

CONGRATULATIONS ON JUBILEE!
Victor Aleksandrovich Chernyak is 60 years old — 26

Vladimir Borisovich Kuntysh is 60 years old — 27

Anatoly Ivanovich Zaplatin is 60 years — 27

AT INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION
From Bulletin of IIR — 30

CHRONICLE OF EVENTS
International conference of compressors constructors — 36

Seminar of Danfoss company — 38

INTERNATIONAL EXHIBITIONS
Piscunov V.V. **«AVTOSALON – 2001»** — 39

ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ім. О. Гмирьова

УДК 628.84:621.65

Повышение экономичности и надежности систем кондиционирования воздуха при применении сдвоенных насосов

Д-р техн. наук, проф.
О.Я.КОКОРИН,
МГСУ

В системах кондиционирования воздуха (СКВ) насосы являются ответственными элементами систем холодотеплоснабжения и реализации требуемых режимов приготовления воздуха. От надежности работы насосов зависит стабильная работа СКВ. Поэтому традиционно рекомендуется применение работающего и резервного насосов. Для сетей теплоснабжения нормами СНиП оговорено число применяемых насосов: при двух сетевых насосах один должен быть резервным; при четырех рабочих сетевых насосах в одной группе допускается отсутствие резервного насоса. Аналогичные требования следует перенести и на системы циркуляции хладоносителей. В последнее время в ответственных СКВ устанавливают не менее двух смесительных насосов у воздухоохладителей и воздухонагревателей.

The article describes design features of twin pumps of Grundfos comp series UPSD and LMD ltd. used in air conditioning systems. Operational ch acteristics of pumps are presented, and characteristics during operation in regime: basic – stand–by and during their parallel operation are compa

Обычно требования к установке рабочих и резервных насосов выполняются путем монтажа на сети параллельно двух насосов с вентилями до и после каждого из них. Вентили на линии работающего насоса открыты, а на линии резервного закрыты. Традиционные решения требуют дополнительного места для размещения рабочих и резервных насосов, увеличения числа запорных трубопроводов, фитингов и вентилей.

Для устранения этих недостатков фирмой «Грундфос» разработаны и серийно производятся сдвоенные насосы. На рис. 1, *а* показана конструкция сдвоенного насоса типа UPSD серии 200. Ее отличительной особенностью является наличие единого корпуса *1* с фланцами *4* и *5* для присоединения фланцев соответственно обратного и подающего трубопроводов циркуляции воды или антифриза. Температура циркулирующей жидкости может быть от –10 до +120 °С. Кратковременно допускается увеличение температуры перекачиваемой горячей воды до 140 °С.

Насосы не имеют торцового уплотнения, требующего технического обслуживания. В монтажном положении насосов UPSD на трубопроводах в одну линию вал электродвигателя должен располагаться горизонтально. Предпочтительно монтировать насосы на вертикальных трубопроводах с направлением потока жидкости снизу вверх.

В стальном вале насосов предусмотрены отверстия для удаления воздуха из полости защитной гильзы ротора электродвигателя. Насосы UPSD серии 200 конструктивно выполнены с электродвигателем, оснащенным мокрым ротором с защитной гильзой для статора. Защитная гильза изготовлена из нержавеющей стали методом глубокой вытяжки.

Стальной вал ротора электродвигателя опирается на два подшипника скольжения, выполненных из металлокерамики и твердого сплава. Материал, из которого изготовлены подшипники, обеспечивает высокую твердость, хорошее качество поверхности и стойкость к воздействию коррозии, г рантирует практичес бесшумную работу вра ющегося вала и длите ный срок службы без из са трущихся поверхно тей, не требует эксплуат ционного обслуживани

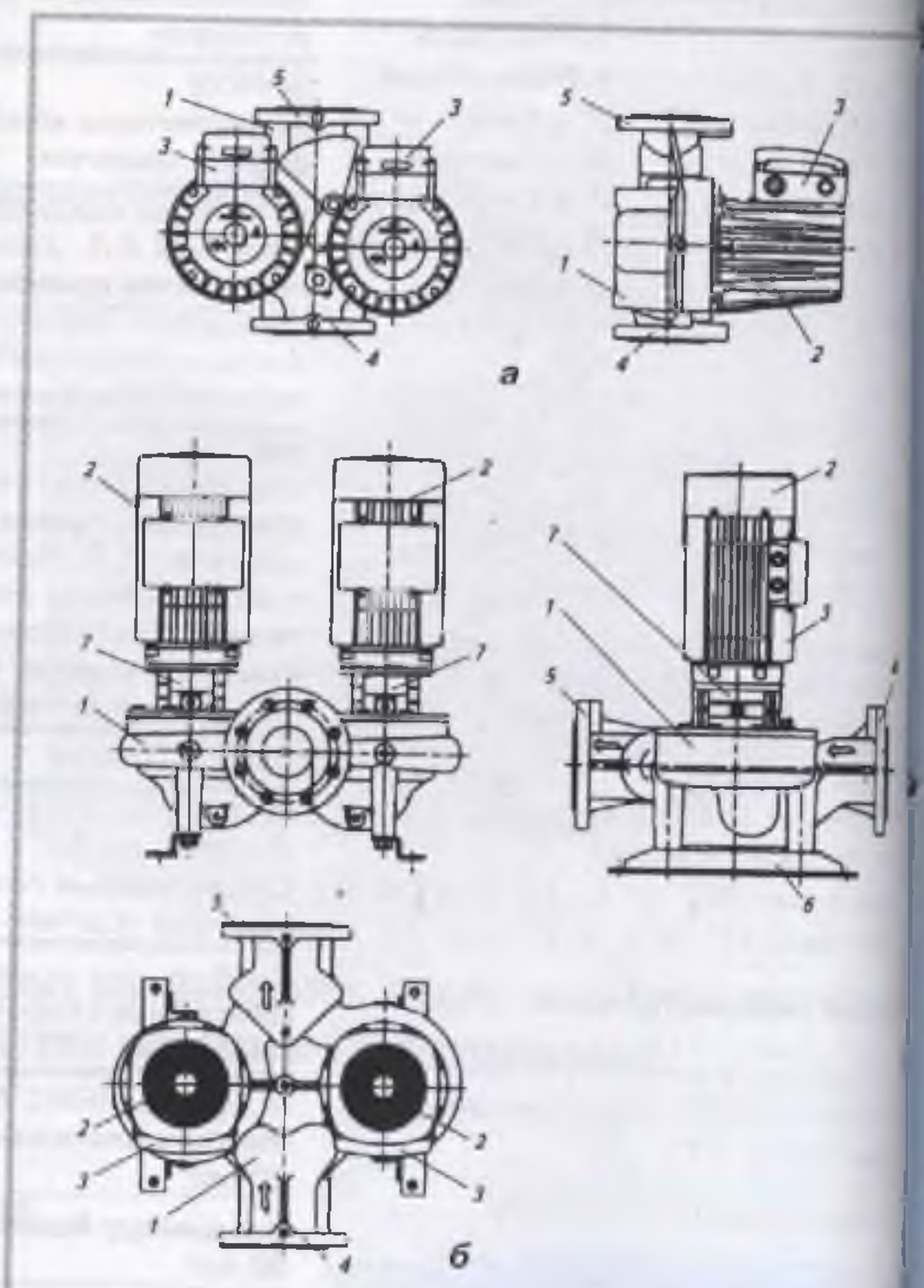


Рис. 1. Сдвоенные насосы:
а – типа UPSD серии 200; б – типа LMD/LPD;
1 – единый корпус из серого чугуна GG20 или бронзы; 2 – электр двигатель; 3 – клеммная коробка; 4 – фланец всасывающего патрубка; 5 – фланец нагнетательного патрубка;
6 – плита для монтажа на фундамент;
7 – продольно-свертная муфта соединения вала электродвига с валом рабочего колеса

GRUNDFOS®

НАСОСЫ

для систем отопления, водоснабжения, кондиционировния, вентиляции, искусственного охлаждения

GRUNDFOS MAGNA
GRUNDFOS ALPHA
UPE, UPED серия 2000
Бессальниковые насосы со встроенной автоматической регулировкой частоты вращения
Напор до 12 м
Подача до 90 м³/ч
Температура перекачиваемой среды до 110°С

UPS, UPSD
Бессальниковые насосы
с тремя скоростями вращения
Напор до 14 м
Подача до 80 м³/ч
Температура перекачиваемой среды до 110 °С

TP, TPD, LM, LP, LPD, LMD, CLM, CDM
Насосы конструктивного исполнения “инлайн” с торцовым уплотнением вала.
Напор до 60 м
Подача до 600 м³/ч
Температура перекачиваемой среды до 140 °С

TPE, TPED, LPE, LME, LPED, LMED
Циркуляционные насосы конструктивного исполнения "инлайн" с торцовым уплотнением вала, со встроенной автоматической регулировкой частоты вращения
Напор до 58 м
Подача до 130 м³/ч
Температура перекачиваемой среды до 140 °С

ГРУНДФОС ООО

Москва:
т. (095) 564 88 00

Екатеринбург:
т. (3432) 22 73 64

Уфа:
т. (3472)60 05 63

Санкт-Петербург:
т. (812) 327 43 05

Ростов-на-Дону:
т. (8632) 62 59 21

Казань:
т. (8432) 45 11 07

Новосибирск:
т. (3832)18 06 58

Саратов:
т. (8452) 94 00 36

Красноярск:
т. (3912) 44 36 71

Нижний Новгород:
т. (8312) 35 02 06

Омск:
т. (3812) 25 66 37

www.grundfos.com

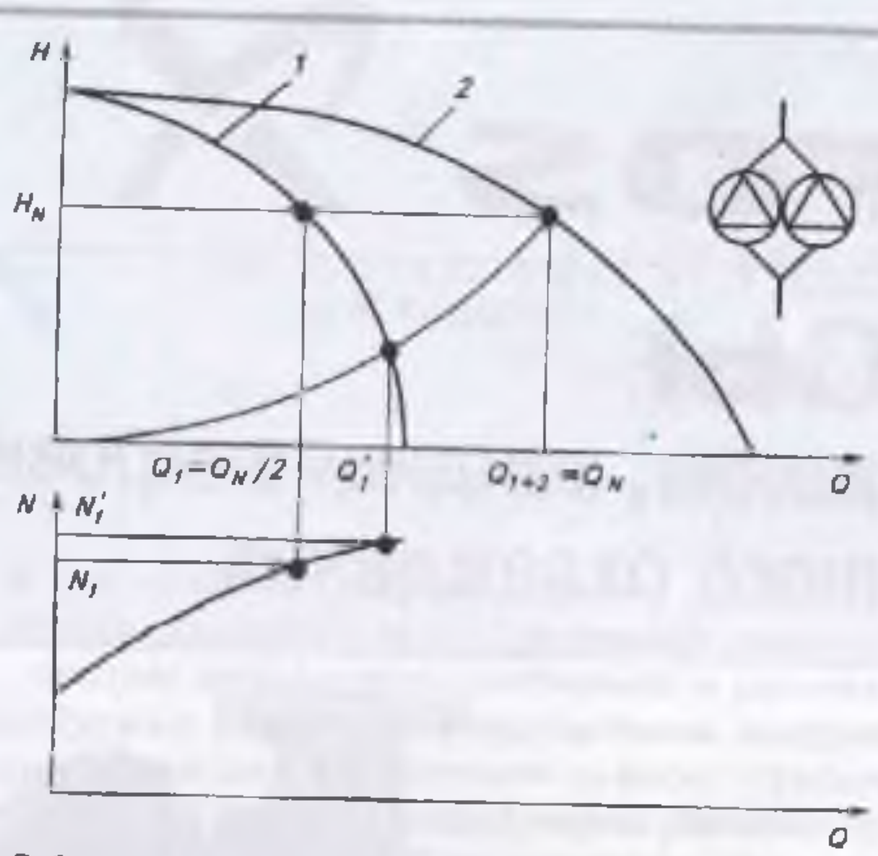


Рис. 2. Рабочие характеристики и потребляемая мощность сдвоенного насоса LMD/LPD:
1 – при работе одного насоса (второй является резервным);
2 – при параллельной работе двух сдвоенных насосов

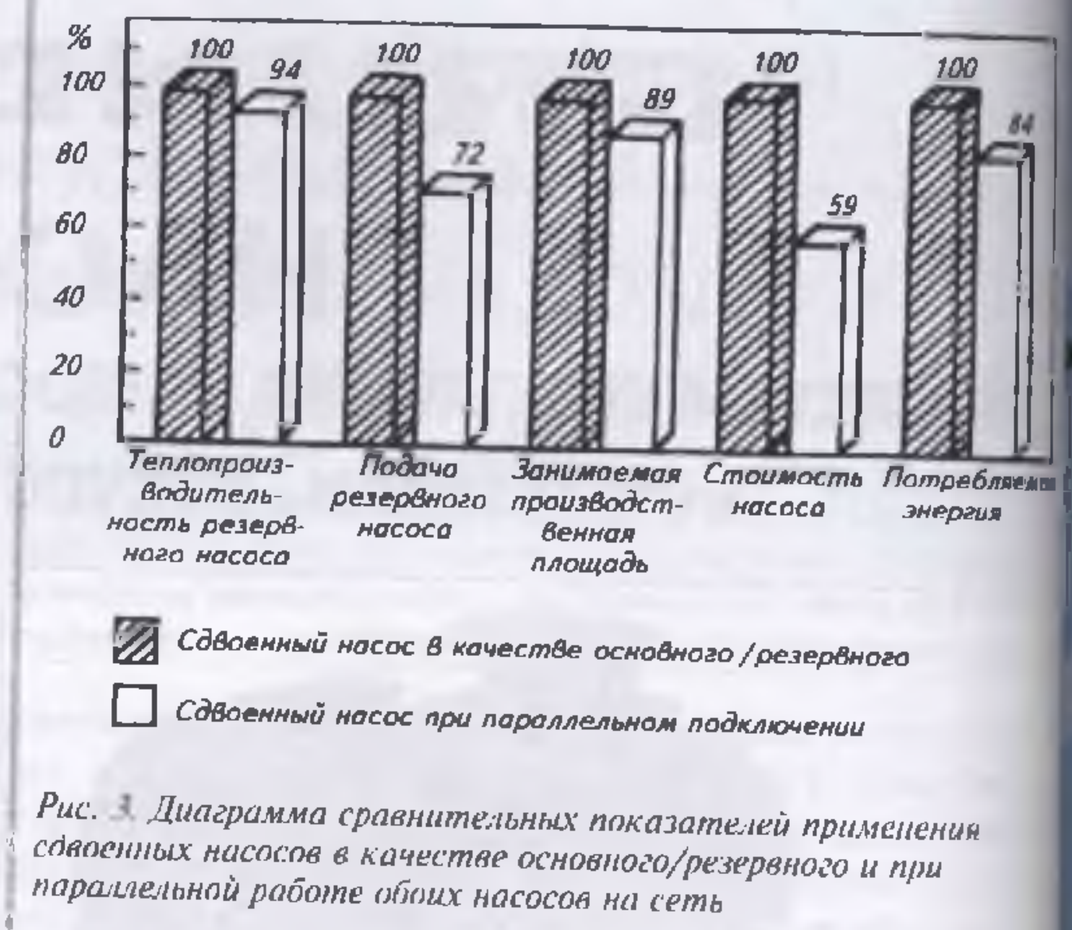


Рис. 3. Диаграмма сравнительных показателей применения сдвоенных насосов в качестве основного/резервного и при параллельной работе обоих насосов на сеть

Рабочие колеса насоса изготовляются с помощью лазерной сварки. Это обеспечивает гладкость поверхности, снижение гидравлических потерь и износа при длительной работе.

В корпусе сдвоенного насоса имеется перекидной шибер, открывающий проход воды только через канал, связанный с работающим насосом в общем корпусе. В случае выхода из строя одного из насосов освобождают фланцевое крепление неисправного насоса и вынимают узел электродвигателя и рабочего колеса. На месте открытого фланцевого отверстия устанавливают фланцевую заглушку, которая заказывается дополнительно. Время снятия неисправного насоса для его ревизии и ремонта занимает не более 20 мин.

После установки фланцевой заглушки пускается в работу второй насос. Ремонт неисправного насоса следует проводить в часы наименьшей потребности в работе СКВ.

Сдвоенный насос типа UPSD серии 200 (рис. 1, *а*) выпускается фирмой «Грундфос» 14 конструктивных типоразмеров, обеспечивающих подачу воды до 80 м³/ч и напор до 18 м. Максимальное эксплуатационное давление $10 \cdot 10^5$ Па.

На рис. 1, *б* представлено конструктивное решение сдвоенного насоса типа LMD/LPD. Насос LMD комплектуеся электродвигателем с частотой вращения 1450 об/мин, LPD – 2900 об/мин. Подача этих насосов – до 600 м³/ч, напор до 60 м. Вал насоса соединяется с валом вертикально расположенного электродвигателя через продольно-свертную муфту. Насос имеет торцовое уплотнение.

При проведении ревизии и ремонта одного из насосов демонтируют его головную часть, в состав которой входят электродвигатель, соединительная муфта и рабочее колесо. Во время ремонта открытое верхнее отверстие в общем корпусе сдвоенного насоса закрывается глухим фланцем.

При работе одного насоса второй, неработающий, гидравлически изолируется в общем спиральном корпусе специальным шибером, установленным в нагнетательной части корпуса и имеющим фиксирующее пружинное устройство.

Сдвоенные насосы типа LMD/LPD могут обеспечить расчетную производительность при использовании их в следующих режимах:

- один насос работает, при этом второй является резервным;
- каждый из насосов включается попеременно в течение суток;
- оба насоса работают одновременно при среднем положении перекрывающего шибера.

На рис. 2 показаны рабочие характеристики сдвоенных насосов.

При работе одного из сдвоенных насосов производительность по воде равна Q_1', м³/ч и потребляемая мощность N_1', кВт. При работе обоих сдвоенных насосов обеспечиваются производительность $Q_{1+2} = Q_N$ и потребляемая мощность $N_1' + N_1$ (см. рис. 2).

Как известно, в расчетные сутки холодного и теплого периодов года расчетная производительность СКВ по холодной или горячей воде необходима только в ограниченное время суток. Поэтому в течение большей части времени при круглогодичном режиме функционирования СКВ достаточно работы только одного сдвоенного насоса при втором резервном. Такой выбор режима позволяет достичь энергетических и экологических преимуществ, что показывает диаграмма на рис. 3.

Применение в параллельном режиме работы сдвоенного насоса по сравнению с двумя отдельными насосами дает следующие преимущества:

- сокращение площади для размещения насосов, трубопроводов и арматуры;
- снижение стоимости насосов;
- упрощение монтажных работ и сокращение сроков их проведения;
- уменьшение годового расхода электроэнергии.

Благодаря перечисленным преимуществам сдвоенные насосы в СКВ за последние годы широко применяются на практике.

В качестве характерного примера можно привести СКВ в восстановленном храме Христа Спасителя в Москве (см. журнал «Холодильная техника» 2001, № 4. С. 27–28).

YORK Refrigeration

Компактные чиллеры фирмы YORK

Чиллер на базе поршневого компрессора

Чиллер на базе винтового компрессора

Компания «ЙОРК Рефриджерейшн АпС» продолжает знакомить читателей журнала «Холодильная техника» с холодильным оборудованием своего производства. В этом номере рассматриваются компактные чиллеры на базе поршневых и винтовых компрессоров, работающих на аммиаке и фреонах.

Компактные чиллеры имеют ряд перечисленных ниже преимуществ, которые делают их применение идеальным для охлаждения жидкостей в широком диапазоне холодопроизводительностей:

- пластинчатые теплообменные аппараты (испаритель, конденсатор и маслоохладитель) из нержавеющей стали значительно снижают аммиакоемкость холодильной системы и, кроме того, гарантируют продолжительную и бесперебойную работу;
- испаритель затопленного типа обеспечивает очень высокий КПД даже в условиях неполной нагрузки;
- применяемая на всех чиллерах совершенная система управления и текущего контроля Unisab II обеспечивает стабильный режим работы;
- компактная конструкция чиллеров позволяет легко выполнить их монтаж;
- автоматическая система возврата масла обеспечивает непрерывную и безаварийную работу;
- конструкция пластинчатых теплообменников исключает любые внутренние перетечки хладагента, что позволяет осуществлять непосредственное охлаждение жидких пищевых продуктов.

Стандартная серия компактных чиллеров производства фирмы YORK Refrigeration содержит более 20 моделей холодопроизводительностью от 90 до 2700 кВт для охлаждения воды и гликолевых растворов.

По специальному заказу могут поставляться нестандартные чиллеры для получения более низких температур различных хладоносителей.

Наиболее распространенные области применения чиллеров:

- молочные, пивоваренные заводы, винзаводы;
- ледовые катки;
- мясокомбинаты и скотобойни;
- птицефабрики;
- предприятия химической и фармацевтическая промышленности;
- судовые холодильные установки;
- кондиционирование воздуха;
- холодильные и морозильные камеры;

С помощью чиллеров осуществляется также замораживание грунтов в шахтах и туннелях и охлаждение бетонных смесей.

Компактные чиллеры поставляются собранными на общей раме со всеми компонентами, необходимыми для запуска оборудования и его эксплуатации. Пробная обкатка на заводе-изготовителе обеспечивает беспроблемный пуск и эксплуатацию оборудования на рабочей площадке.

В комплект поставки чиллеров входят:

- поршневой или винтовой компрессор фирмы YORK Refrigeration;
- пластинчатый теплообменник в качестве испарителя и конденсатора;
- компьютерная система управления и текущего контроля Unisab II;
- электрический щит с пускателем звезда/треугольник для двигателя привода компрессора;
- электродвигатель IEC класса IP55 или IP23;
- автоматическая система возврата масла;
- система автоматики и арматура;
- теплоизоляция отделителя жидкости и холодных трубопроводов из полиуретана с листовой обшивкой из алюминия,

а также разрешительная документация: стандартные сертификаты DS 320, SA, TUV, SDM и ISPEL и разрешение Госгортехнадзора РФ на применение в России аммиачных чиллеров.

Компания также предлагает оригинальные запасные части для всего спектра холодильного оборудования компаний «ЙОРК», «ГРАМ» и «САБРО».

Представительство «Йорк Рефриджерейшн АпС», Москва
ЗАО «Йорк Интернэшнл»,
Россия, 121170, г. Москва, ул. Поклонная, 14
Телефон: (095) 232 66 60, **факс:** (095) 232 66 61
Адрес в Интернете: http://www.york.ru
E-mail: york@york.com.ru

УДК 628.84

Использование канальных кондиционеров в различные сезоны года

Канд. техн. наук **В.В.ШИШОВ**,
канд. техн. наук **А.С.НИКИШИН**,
А.Ю.МИХАЙЛОВ,
Д.И.РАКИТИН,
МГТУ им. Баумана

В последнее время среди кондиционеров средней мощности (около 20 кВт) широкое применение находят канальные кондиционеры. Это связано в первую очередь с тем, что они могут осуществлять забор свежего воздуха с улицы, позволяя хотя бы частично решать проблему вентиляции и охлаждать помещения наружным воздухом, если его температура ниже требуемой температуры в помещении. С другой стороны, при вентилировании помещения в жаркий период, когда температура на улице достигает 35 °С, холодопроизводительности машины может не хватить для снятия тепловой нагрузки с помещения и приточного воздуха. В связи с этим была сделана попытка установить оптимальный расход наружного воздуха в зависимости от его температуры и влажности.

A method for the determination of necessary quantity of external a for ensuring optimum conditions into the rooms when using a duct co conditioner are considered for different seasons of year. It is shown, tha in winter rooms can be cooled only by cool external air blowing by mea of internal block ventilator.

Расчет проводили для канального кондиционера модели S2370P фирмы Airwell. Зависимость его холодопроизводительности от температуры наружного воздуха при номинальном расходе представлена на рис. 1. В диапазоне температур +15...–10 °С работает «всесезонная» система, которая поддерживает давление конденсации на постоянном уровне с помощью вентиляторов наружного блока.

При расчете были приняты следующие допущения:

- суммарные тепловыделения от помещения постоянны;
- температура воздуха на выходе из помещения 27 °С, относительная влажность 50 %;
- температура воздуха на входе в помещение 17 °С (по [1]).

Наружный воздух нагнетается канальным вентилятором в камеру, где он смешивается с воздухом из помещения. Затем весь воздух идет в воздухоохладитель, проходит тепловую обработку, после чего попадает в помещение (рис. 2).

Процесс смешения должен происходить таким образом, чтобы в камере смешения 2 не было выпадения влаги, так как образовавшиеся капли будут ухудшать работу испарителя и их придется удалять через дополнительную дренажную систему. Зимой возможно образование мелких ледяных частиц (ледяной туман), которые могут повредить теплообменник внутреннего блока. Поэтому зимой температура воздуха после камеры смешения не должна быть ниже 20 °С. В летний период при высоких значениях температуры и расхода наружного воздуха холодопроизводительности кондиционера может не хватать для снятия тепловой нагрузки.

Расчет начинается с определения параметров воздуха

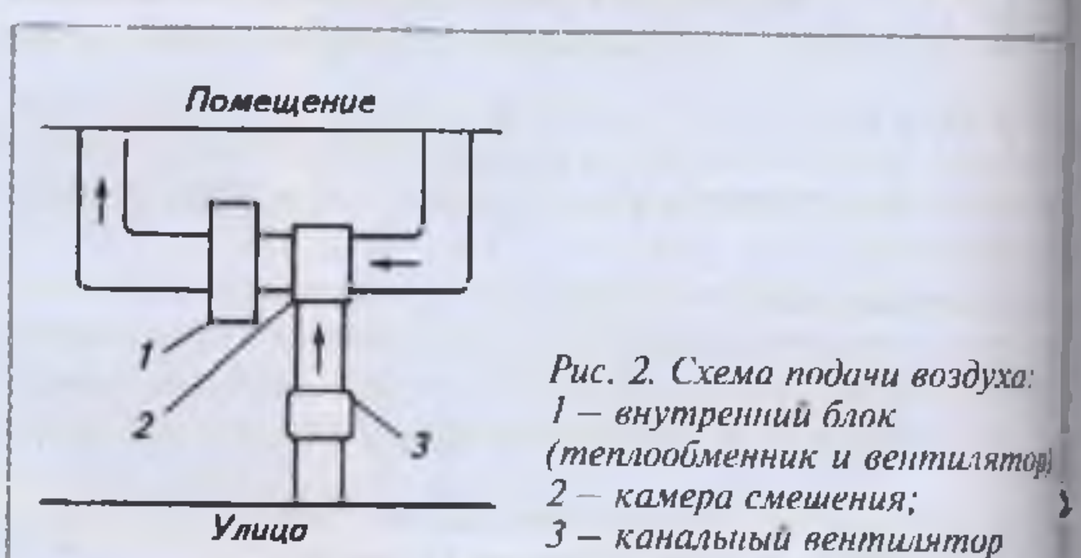


Рис. 2. Схема подачи воздуха:
1 – внутренний блок (теплообменник и вентилятор);
2 – камера смешения;
3 – канальный вентилятор

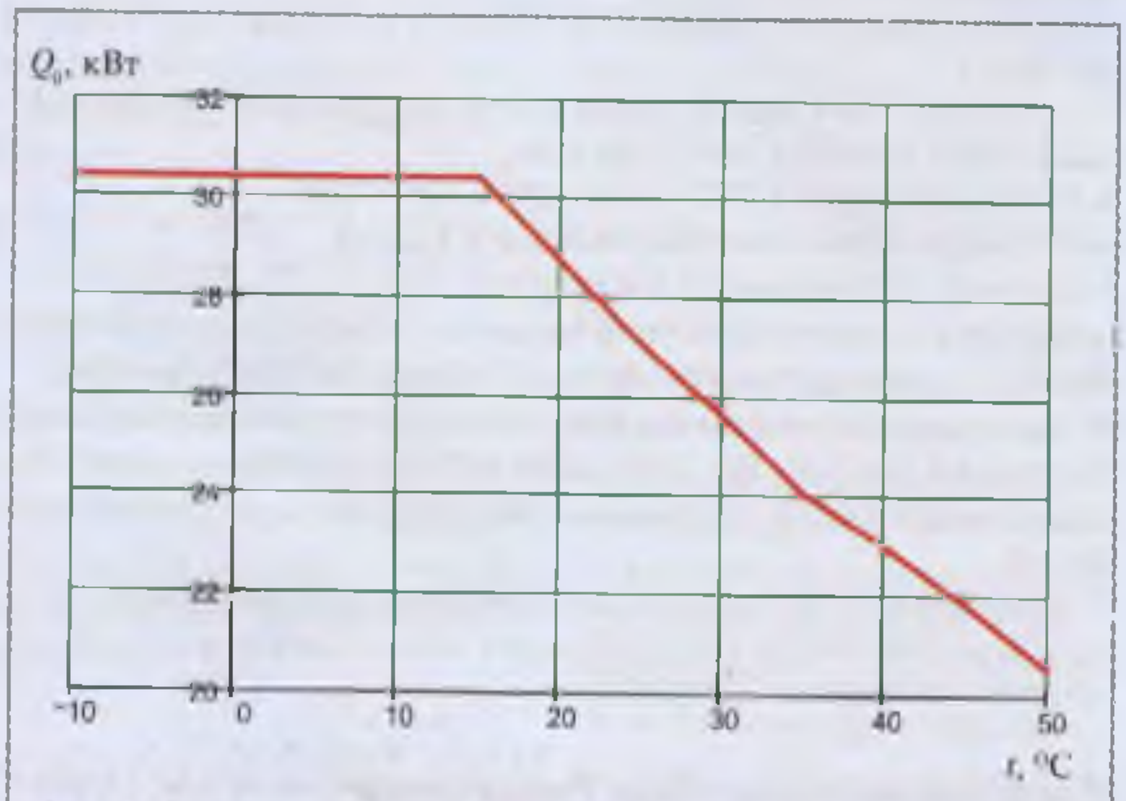


Рис. 1. Зависимость холодопроизводительности кондиционера от температуры наружного воздуха

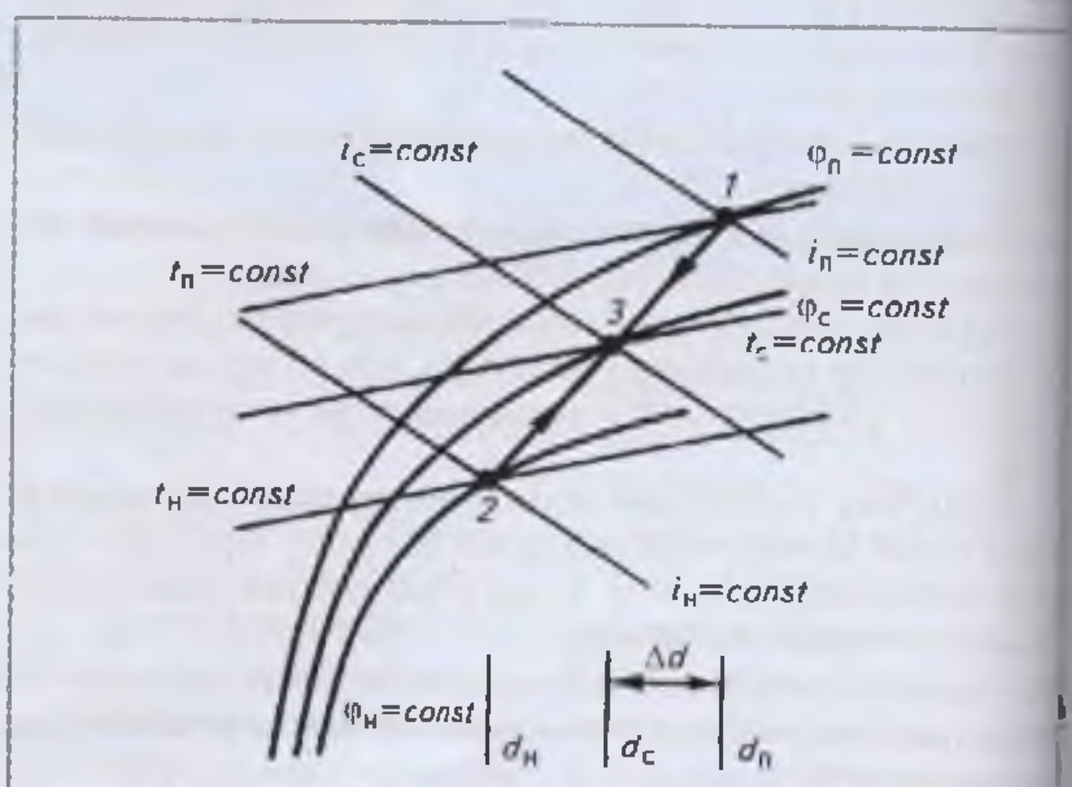


Рис. 3. Процесс смешения воздуха в камере смешения на диаграмме Рамзина

диаграмме Рамзина для камеры смешения (рис. 3). Температура наружного воздуха, соответствующая точке *2*, равна $t_н$. Температура воздуха, забираемого из помещения, соответствующая точке *1*, равна $t_п$. Смесь (точка *3*) находится на прямой, соединяющей точки *1* и *2*. Температура точки смешения $t_с$ – это температура выхода воздуха из камеры смешения, которая будет использоваться в дальнейшем для расчета испарителя кондиционера.

Параметры воздуха в камере смешения определяют по формулам:

$$i_с = (M_н i_н + M_п i_п)/(M_н + M_п); \quad (1)$$

$$d_с = (M_н d_н + M_п d_п)/(M_н + M_п), \quad (2)$$

где $i_с$, $i_н$, $i_п$ – энтальпия, кДж/кг;

$d_с$, $d_н$, $d_п$ – влагосодержание, г/кг;

$M_с$, $M_н$, $M_п$ – объемный расход, м^3/ч, соответственно воздуха после камеры смешения, наружного воздуха и воздуха из помещения.

Расход воздуха через внутренний блок составляет 3000 м^3/ч, расход наружного воздуха может колебаться от 10 до 70 % общего расхода. Параметры воздуха на улице изменяются в зависимости от времени года (см. таблицу).

Диапазон температур за сезон определяли по обобщенным статистическим данным для Москвы и Московской области (сайт www.adv.ru).

Определив параметры воздуха в камере смешения, по диаграмме влажного воздуха получали параметры на выходе из внутреннего блока кондиционера и после нахождения влажности воздуха на входе в помещение рассчитывали требуемую холодопроизводительность.

Обычно температура поверхности испарителя ниже точки росы (влажный испаритель), т.е. она близка к температуре кипения хладагента. Процесс охлаждения может протекать в двух вариантах:

Показатель	Зима	Лето	Весна – осень
Диапазон температур, °С	0...20	25...35	5...20
Диапазон влагосодержания, %	70...90	60...85	60...90

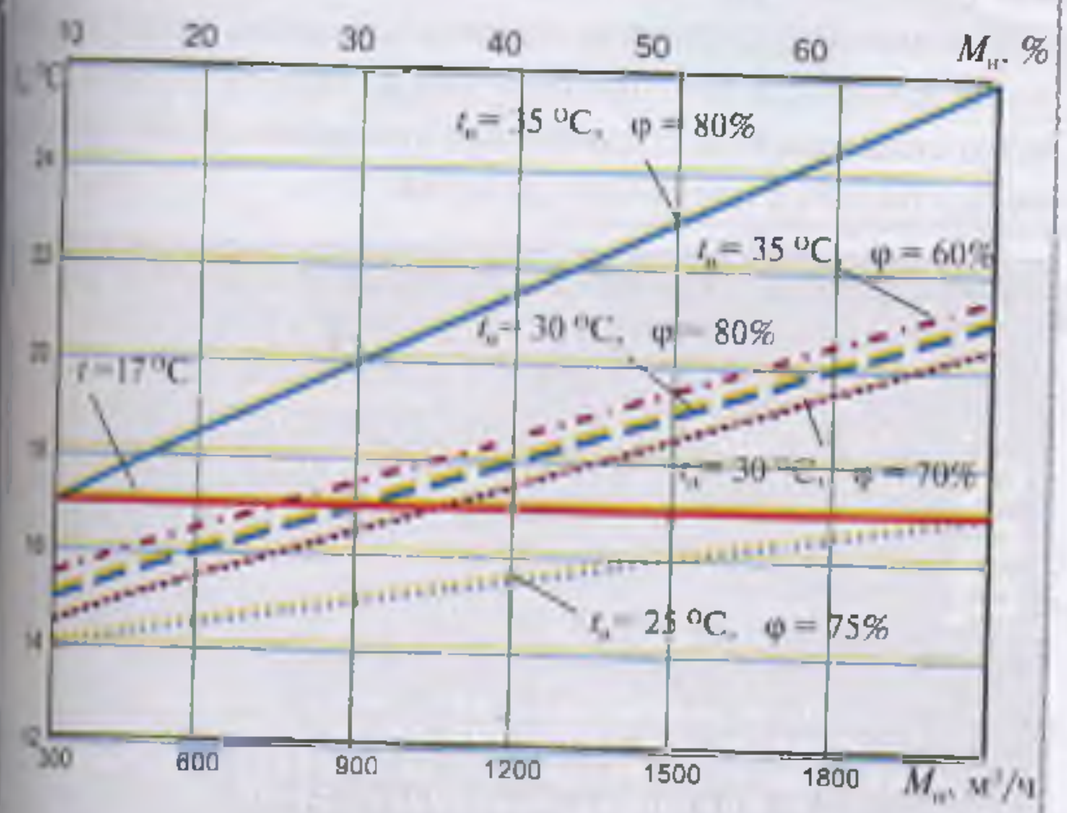


Рис. 4. Зависимость требуемой температуры воздуха на выходе из кондиционера $t_в$ от расхода наружного воздуха при различных значениях температуры и относительной влажности (для летнего периода)

• без конденсации влаги из воздуха;

• с выпадением конденсата на поверхности испарителя из воздуха.

Было сделано допущение, что тепловая нагрузка от помещения и холодопроизводительность кондиционера при данных температурных условиях постоянны, следовательно, при изменении расхода наружного воздуха будут меняться только параметры воздуха на выходе из испарителя. Следует рассматривать значения расхода наружного воздуха, при которых температура воздуха на входе в помещение будет не выше 17 °С (для примера рассмотрим расход воздуха, при котором температура на входе в помещение будет 15 и 12 °С).

Параметры воздуха на выходе из испарителя рассчитывали следующим образом:

По формуле (3) определяли энтальпию воздуха $i_в$ на выходе из кондиционера. Значение холодопроизводительности кондиционера Q_0 находили по графику на рис.1.

$$Q_0 = G(i_с - i_в), \quad (3)$$

где $i_с$, $i_в$ – энтальпия воздуха на выходе из камеры смешения и на входе в помещение, кДж/кг;

G – массовый расход воздуха через внутренний блок, кг/с;

$$G = (M_с/3600)\rho, \quad (4)$$

$$\rho = [(1 + d_в 10^{-3})10^5]/[(271{,}1 + d_в 10^{-3} \cdot 461{,}5)(t_в + 273)]. \quad (5)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м^3;

$d_в$ – влагосодержание воздуха, г/кг;

$t_в$ – температура воздуха, °С;

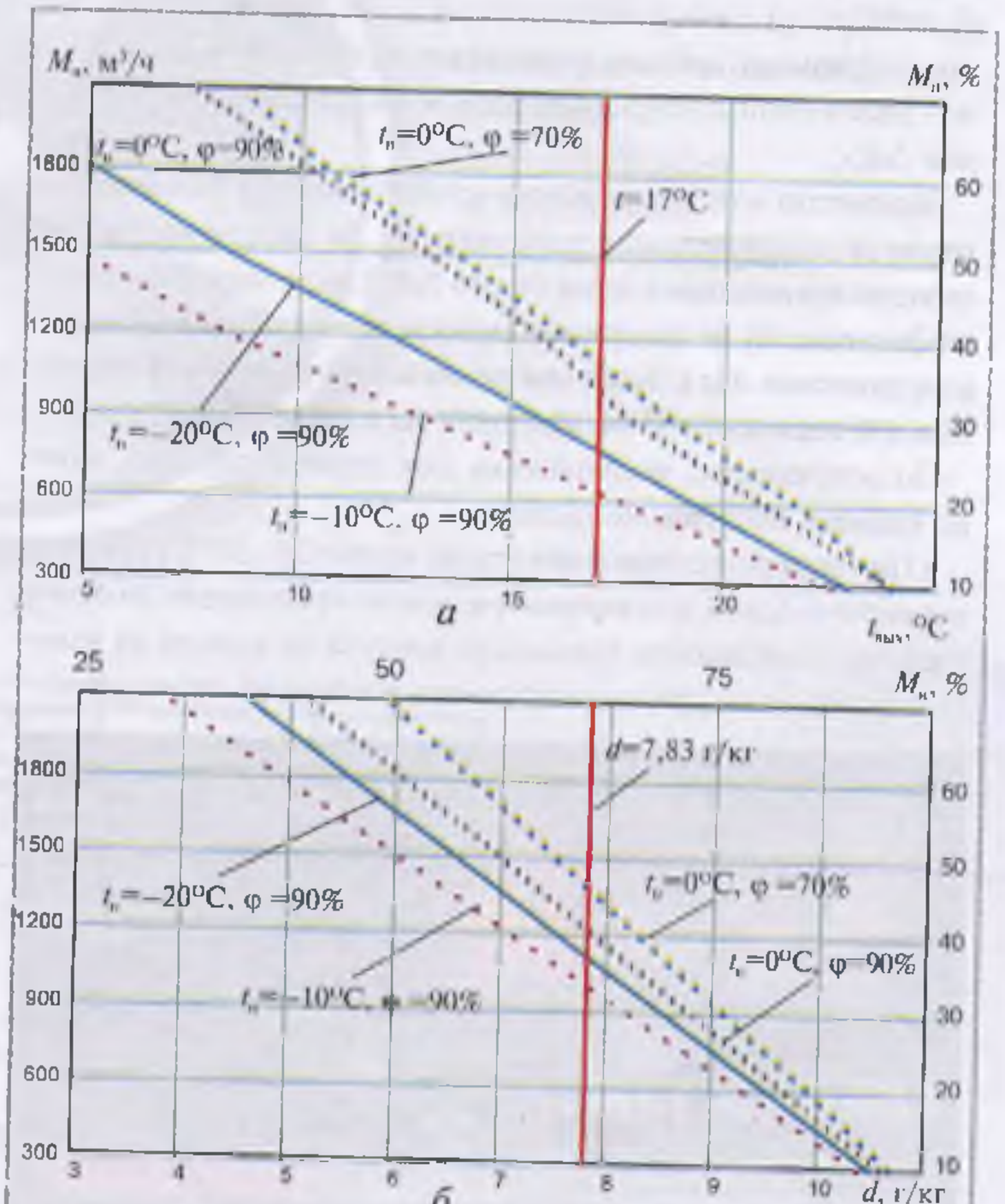


Рис. 5. Зависимость температуры (а) и относительной влажности воздуха (б) на выходе из камеры смешения от расхода наружного воздуха (для зимнего периода)

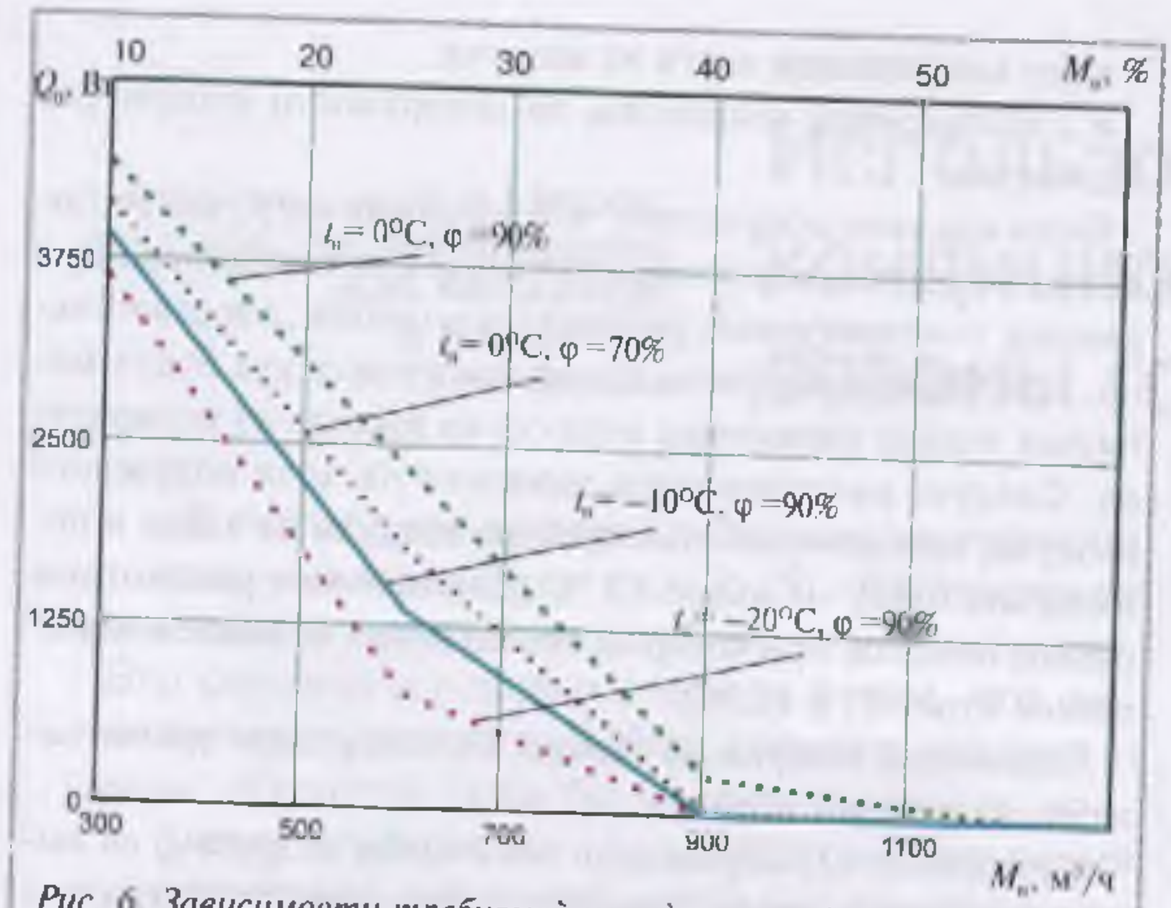


Рис. 6. Зависимости требуемой холодопроизводительности Q_0 от расхода наружного воздуха при различных значениях его температуры и относительной влажности в зимний период

Далее по диаграмме находили точку $i_{\varphi=100\%}$, которая показывала, как идет процесс – с выпадением влаги или нет. Реально конденсация влаги начинается по достижении относительной влажности φ = 95…98 %.

При $i_в > i_{\varphi=100\%}$ выпадения влаги из воздуха не происходит, расчет на этом заканчивается.

При $i_в < i_{\varphi=100\%}$ происходит конденсация влаги из воздуха, для таких режимов заново рассчитывали $i_в$ по формуле (6):

$$Q_0 = G(i_с - i_в) + mr, \quad (6)$$

где r – скрытая теплота конденсации (r = 2500 кДж/кг);
m – масса сконденсировавшейся воды, кг/с;

$$m = \Delta d G_в. \quad (7)$$

Параметры воздуха на выходе из кондиционера находили методом последовательных приближений. За давали количество сконденсировавшейся воды (через Δd). После первого расчета по формуле (6) на диаграмму наносили точку с полученными координатами d и i. Если она не попадала на кривую относительной влажности 95 %, изменяли Δd и расчет повторялся.

По результатам, полученным для летнего периода, можно сделать следующие выводы.

• При всех расчетных параметрах летом (25...35 °С) при смешивании воздуха конденсации влаги не происходит. Поэтому графики зависимости влажности воздуха на выходе из камеры смешения от притока наружного воздуха не приводятся.

• При температурах воздуха выше 30 °С помещение следует вентилировать так, чтобы при подмесе наружного воздуха (рис. 4) температура его на выходе из кондиционера не превышала 17 °С, иначе возможно нарушение комфортного теплового режима в помещении. При температуре воздуха до 25 °С на вентиляцию не накладывается практически никаких ограничений.

Зимой подачу наружного воздуха ограничивают два фактора: температура воздуха после камеры смешения должна быть не ниже 20 °С и его относительная влажность не должна быть более 95 % в самой камере смешения, для того чтобы избежать конденсации влаги.

Влагосодержание на выходе желательно получить в пределах нормы (65–70 %).

Расчет для зимнего периода можно вести по тем же формулам (1)–(7). Зимой расход наружного воздуха должен быть таким, чтобы не требовалось дополнительного охлаждения помещения, т. е. оно полностью охлаждалось бы наружным воздухом. Результаты расчета представлены на рис.

Для зимнего и весенне-осеннего периодов можно сделать обобщенный вывод.

➤ Если при смешении наружного воздуха с воздухом, подаваемым из помещения (рис. 5, 6), температура на выходе из камеры смешения не будет ниже 20 °С, то конденсации воды в камере смешения происходить не будет. Практически это означает, что достаточно иметь датчик температуры на выходе из камеры смешения и контролировать температуру воздуха.

➤ При относительно небольших значениях подмеса холодного наружного воздуха можно осуществлять охлаждение помещения только за счет низкой температуры наружного воздуха. При этом у кондиционера работает только внутренний блок в режиме вентиляции. Это выгодно и с точки зрения энергосбережения, и с точки зрения продления срока службы компрессора, так как он не будет работать в холодный период года.

➤ Приведенные выше результаты расчетов можно считать рекомендательными для получения комфортных условий в помещении. Расход наружного воздуха можно регулировать дополнительной заслонкой либо изменением скорости вращения канального вентилятора.

В результате при достаточной автоматизации мы получим экономную систему кондиционирования, энергопотребление которой в весенне-осенний и зимний сезоны будет резко снижаться по сравнению с традиционными системами без подмеса наружного воздуха.

Alfa Laval

Проблемы снижения аммиакоемкости холодильных установок

Канд. техн. наук
С.С.СОРОКИН
ОАО «Альфа Лаваль Поток»

В России крупные холодильные установки до сих пор работают в основном на аммиаке. И альтернативы этому природному хладагенту на сегодня не видно: остаются вне конкуренции его экологические и технико-экономические свойства. Практический опыт показал, что применение аммиака далеко не всегда взрывоопасно, так как температура его воспламенения высока (651 °С), а диапазон взрывоопасных концентраций в воздухе (15–28 % объемного содержания) достаточно узок.

К сожалению, техническое состояние работающих аммиачных холодильных установок, введенных в эксплуатацию 20–30 лет назад (а таких в России большинство), можно оценить как опасное. Более того, наличие значительного количества аммиака в действующих установках, расположенных в жилых кварталах городов, создает реальную угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций.

Рациональное направление модернизации таких установок – это снижение их аммиакоемкости и переход на новые технологии, позволяющие не только повысить безопасность систем, но и существенно сократить эксплуатационные затраты (в том числе и за счет утилизации тепла конденсации – см. ХТ № 1, 2001).

В западных странах снижение аммиакоемкости систем достигается применением так называемых «чиллеров» – компактных холодильных машин с пластинчатыми теплообменниками, которые обеспечивают охлаждение конечного объекта или продукта через промежуточный контур с хладоносителем. Влияние типа теплообменников на аммиакоемкость машины в целом в свое время было тщательно изучено западными производителями холодильной техники. Так, например, компанией Sabroe в конце 80-х годов были получены данные, представленные на рис.1, из которых явственно следуют неоспоримые преимущества полусварных теплообменников.

Относительные габариты аммиачных конденсаторов: используемого ранее и нового пластинчатого фирмы «Альфа Лаваль»

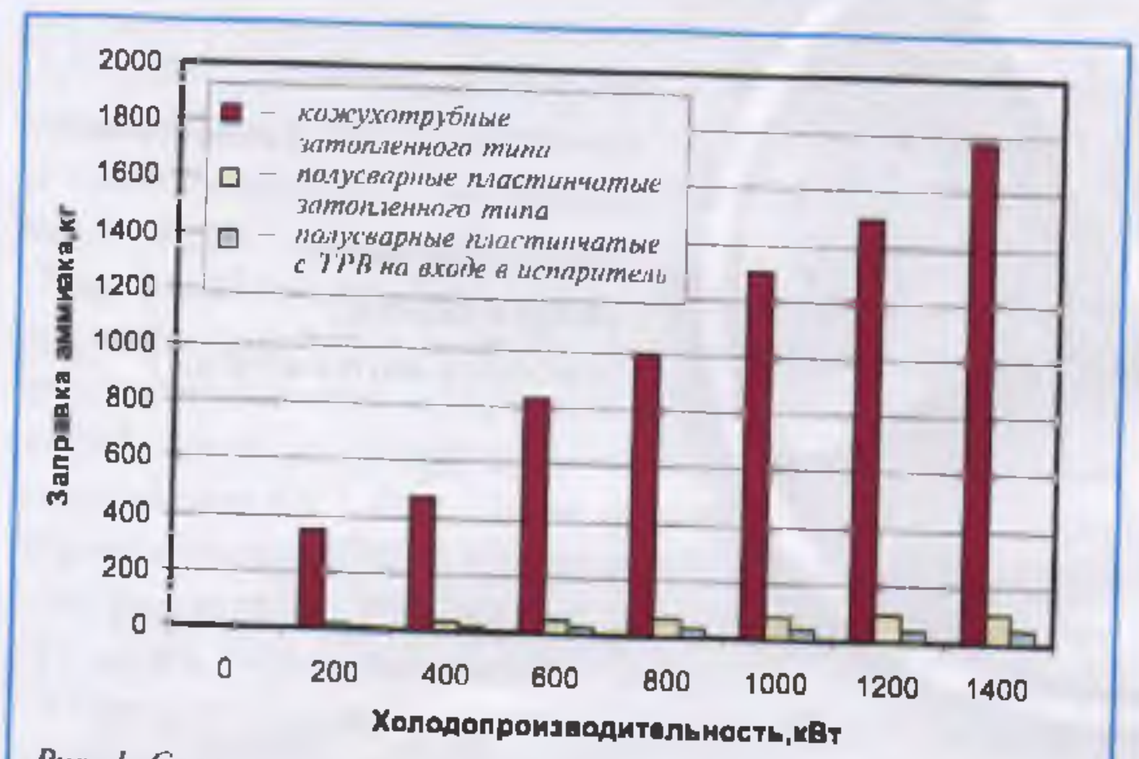


Рис. 1. Сравнение различных типов теплообменников по заправке аммиаком

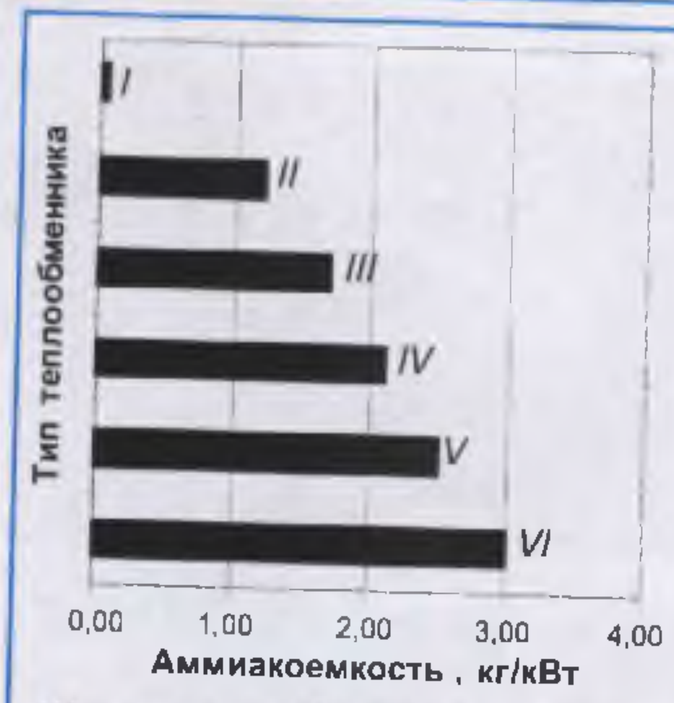


Рис. 2. Усредненные характеристики аммиакоемкости теплообменников, применяемых в российской холодильной промышленности:
I – полусварные «Альфа Лаваль»;
II – воздухоохладители «Альфа Лаваль»;
III – кожухотрубные горизонтальные; IV – воздухоохладители BO, Я, ТХ; V – панельные и испарительные; VI – кожухотрубные вертикальные

В России уже появились первые производители аммиачных холодильных машин малой заправки. Так, завод «Компрессор» впервые представил на выставке «Индустрия холода» в Сокольниках свои АХУ типоразмерного ряда от МКТ-40 до МКТ-410, оснащенные пластинчатыми испарителями. К сожалению, разработчик не приводит данных по аммиакоемкости. Однако машины, безусловно, заслуживают пристального внимания, а работы по освоению новой серии, проводимые на заводе «Компрессор», позволяют надеяться на развитие и совершенствование нового вида оборудования.

Появилось предложение фирмы «Остров», одной из наиболее интенсивно развивающихся частных холодильных компаний на российском рынке, по созданию компактных аммиачных холодильных систем.

Больших успехов в модернизации аммиачных систем с применением пластинчатых теплообменников в качестве испарителей и конденсаторов добилась компания «Урал Холод» (Екатеринбург). Верно построенная концепция модернизации позволяет компании обеспечить новое качество системы.

Развитие производства отечественных малоемких аммиачных машин сдерживается отсутствием соответствующей нормативной базы. С точки зрения «Правил устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок» (ПБ-09-220–98) нет различия между системами, содержащими 30 кг или 30 т аммиака, хотя с точки зрения безопасности последняя представляет гораздо большую угрозу. Очевидно, что Правила нуждаются в корректировке.

На графике (рис. 2) представлены усредненные характеристики аммиакоемкости в килограммах на 1 кВт холодопроизводительности для различных теплообменных аппаратов. Из графика видно, что даже машины с кожухотрубными теплообменниками (испарителем и конденсатором) имеют аммиакоемкость примерно 1,25 кг/кВт, а с пластинчатыми теплообменниками «Альфа Лаваль» – от 0,03 до 0,08 кг/кВт.

Таким образом, применение высокотехнологичного теплообменного оборудования нового поколения позволяет значительно снизить аммиакоемкость холодильных систем.

ОАО «Альфа Лаваль Поток»
Россия, Московская область, 14100
г. Королев, Советская, 7
Телефон (095) 232 12
телефакс (095) 232 25

СЕРВИС•ЦЕНТР BITZER РОССИЯ
СЕРВИС•ЦЕНТР Alfa Laval РОССИЯ

Аккумуляторы холода производства фирмы «Эйркул

Разработка и производство различных холодильных установок для пищевой промышленности – одно из основных направлений работы фирмы «Эйркул».

Фирмой разработан и внедрен в производство ряд холодильных установок, аналогичных установкам зарубежных производителей, но имеющих перед ними преимущества как по качеству, так и по цене. Одной из таких разработок являются аккумуляторы холода, или льдоаккумуляторы.

Устройство и принцип работы

Аккумулятор холода – это аппарат, который накапливает энергию в виде водяного льда. Лед намораживается на поверхности змеевикового или панельного испарителя, размещенного в баке-аккумуляторе с водой. Бак-аккумулятор представляет собой теплоизолированный резервуар с двойными стенками.

Применение

Аккумуляторы холода целесообразно применять при больших колебаниях тепловой нагрузки в течение суток.

Основные области применения

- охлаждение молока;
- охлаждение пивного сусла после варки;
- кондиционирование воздуха.

Преимущества использования

Аккумулятор холода позволяет:

- получить так называемую «ледяную воду» с температурой около 1 °С, что невозможно обеспечить другими способами;
- быстро сбить пиковую тепловую нагрузку, например, при охлаждении пивного сусла или молока;
- уменьшить расход электроэнергии на выработку холода, так как намораживание льда обычно происходит в ночные часы, когда установка работает при более низкой температуре конденсации;
- снизить установленную производительность компрессорного и вспомогательного оборудования;
- выровнять суточный график тепловых нагрузок на холодильную установку, что повышает ее надежность и долговечность.

Отличительные особенности льдоаккумуляторов фирмы «Эйркул»

- наличие электронного контроллера толщины льда;
- возможность использования в качестве хладагента R22 и других фторсодержащих агентов;
- интенсивность таяния льда благодаря применению специальной системы подачи воздуха в бак (эффект «кипения»);
- компактные размеры, что обусловлено оптимальной конструкцией испарителя;
- использование полностью автоматизированного холодильного агрегата.

Осуществленные проекты

Льдоаккумуляторы фирмы «Эйркул» испытаны и успешно работают

на молокозаводах:

- г. Судогда (аккумулирующая способность 526 кВт·ч, мощность холодильного оборудования 100 кВт);
- г. Зеленогорск (аккумулирующая способность 1024 кВт·ч, мощность холодильного оборудования 160 кВт);
- с. Пряжинское, Карелия (аккумулирующая способность 120 кВт·ч, мощность холодильного оборудования 38 кВт);

на мини-пивзаводах:

- г. Санкт-Петербург (аккумулирующая способность 120 кВт·ч);
- г. Москва (аккумулирующая способность 120 кВт·ч);
- г. Сургут (аккумулирующая способность 240 кВт·ч).

Фирмой также осуществлялась поставка льдоаккумуляторов без холодильного агрегата (Башкирия, Краснодарский край – аккумулирующая способность по 1042 кВт·ч).

Спецификация льдоаккумуляторов

Модель	Аккумулирующая способность, кВт·ч	Мощность системы подачи воздуха, кВт	Габаритные размеры, мм		Масса, кг	Об…
			длина	высота		
AX224	260	1,1	2090	2350	1920	…
AX448	520	1,5	3530	2250	3180	…
AX640	744	1,5	4970	2310	4510	…
AX896	1042	2,2	6890	2350	6130	…
AX14	1563	3	10250	2400	9390	…

Квалифицированные специалисты фирмы помогут подобрать оборудование, максимально соответствующее вашим условиям эксплуатации и финансовым возможностям.

С оборудованием фирмы «Эйркул» вы сможете усовершенствовать технологические процессы на своем предприятии и открыть для себя новые перспективы развития бизнеса.

В порядке обсуждения

Из всех видов бытовой техники наиболее энергоемкой является холодильная. Примерно 20–30 % потребления электроэнергии населением приходится на бытовую холодильную технику. На рынке представлено большое число моделей холодильников, поэтому совершенно оправдан интерес, проявляемый во всем мире к их энергетической эффективности, дизайну и удобству эксплуатации. Рассматривая перспективы дальнейшего развития бытовой холодильной техники, необходимо уметь квалифицированно оценить основные направления ее совершенствования, особенно одно из них, связанное с применением новых экологически безопасных хладагентов. В соответствии с Монреальским протоколом в бытовой холодильной технике вместо широко применяемого R12 стали использовать хладагенты R134a, R290, R600a (изобутан), различные бинарные и тройные смеси. И тем не менее любой перечень альтернативных хладагентов нельзя считать окончательным. Во всем мире все еще продолжаются исследования, направленные на поиск «идеального» хладагента, характеризуемого экологической чистотой, термодинамической эффективностью и высокими технологическими характеристиками. В технологической политике, напротив, наметился и расширяется раскол между США и Японией (применяющими в бытовой холодильной технике R134a) и странами Европейского союза, все шире использующими углеводороды. Каждое из этих технологических направлений имеет свои преимущества и недостатки. С учетом вышесказанного авторами предлагаемой вниманию читателей статьи редакция открывает ее публикацией дискуссию по актуальной проблеме выбора экологически безопасных эффективных хладагентов. Приглашаем к обсуждению.

УДК [621.564.25:551.510.534](042.3)

Оценка перспектив применения изобутана в бытовой холодильной технике с помощью эколого-термоэкономического метода

Канд. техн. наук, проф., акад. МАХ **В.П.ЖЕЛЕЗНЫЙ, О.Я.ХЛИЕВА**
Одесская государственная академия холода

Usefullness of isobutane in domestic refrigerating equipment was studied in the paper. A structure of contributions into the complete equivalent of global warming during production and operation of domestic refrigerating equipment has been considered. An ecological thermoeconomic coefficient for refrigerators where isobutane is used as a working body was calculated. It is shown that the conversion of domestic refrigerating equipment on fire-hazardous isobutane is not justified from ecological point of view.

К несомненным преимуществам R134a относится его пожаробезопасность, что дает возможность использовать эффективные методы удаления слоя инея с испарителя, увеличивать полезный объем камер. Это повышает конкурентоспособность бытовой холодильной техники на R134a.

Масса R134a, заправляемого в герметичный холодильный агрегат, мала (150...300 г) и не может даже с учетом количества выпускаемых во всех странах холодильников существенно влиять на величину прямого вклада в TEWI (Total Equivalent Warming Impact) от его эмиссии. Как показано в [11], даже 2–5%-ное увеличение энергетической эффективности может иметь большее значение для экологии, чем полное исключение утечек хладагента из системы.

Недостатки R134a – сравнительно низкая (по отношению к R12 и углеводородам) термодинамическая эффективность холодильного цикла и высокая гигроскопичность растворимых в R134a синтетических масел. Поэтому при производстве бытовых холодильников, использующих в качестве хладагента R134a, требуется более высокий уровень технологической дисциплины, чем при выпуске бытовой холодильной техники на R12.

Энергетическая эффективность углеводородных хладагентов несколько выше (на 4–10 %), чем R134a. Эмиссия их практически не влияет на увеличение парникового эффекта, и они растворимы в минеральных маслах. Однако углеводородные хладагенты пожароопасны! Поэтому применение их связано с необходимостью реконструкции технологических линий предприятий и внесения значительных изменений в конструкцию бытового холодильника (применение запененного испарителя, перенос компрессора на более высокий уровень, использование электрооборудования во взрывобезопасном исполнении). В Европейском стандарте Amendment 1 to IEC 60335-2-24, Ed. 4, разрешающем применение горючих рабочих веществ, оговорены жесткие требования к конструкции и испытаниям, которые обеспечивают безопасность эксплуатации бытовой холодильной техники. Соблюдение этих требований приведет к возрастанию цены на выпускаемое оборудование и снижению его конкурентоспособности. Но самое главное состоит в том, что эффективность холодильной машины на углеводородных хладагентах должна быть такой, чтобы компенсировать за время эксплуатации увеличение энергетических затрат на производство холодильника (по сравнению с бытовой холодильной техникой на R134a). В противном случае холодильная техника на углеводородных хладагентах не будет иметь никаких преимуществ в экологическом аспекте перед холодильниками на R134a [15]. К сожалению, эти вопросы еще не стали предметом серьезных научных исследований.

В настоящее время для широкого использования в бытовой холодильной технике предлагаются такие пожароопасные вещества, как R152a, RC270, R142в, R290, R600, R600a и т.д. В ряде случаев и многокомпонентные хладагенты, содержащие эти вещества, характеризуются достаточно высокой пожароопасностью, хотя и обеспечивают высокую энергетическую эффективность оборудования. В сложившейся ситуации принципиальным становится вопрос: насколько пожароопасность хладагента, с одной стороны, и высокая энергетическая эффективность оборудования – с другой, скажутся на стоимости производства и эксплуатации бытовой холодильной техники? Так, в [10] показано, что 5%-ное снижение стоимости эксплуатации холодильной системы (благодаря большей эффективности цик

на R290) не компенсирует 30%-ного величения затрат на реализацию мер, беспечивающих пожаробезопасность.

Сегодня уже становится очевидным, что традиционная оценка перспективности применения какого-либо типа холодильного оборудования по таким показателям, как холодопроизводительность, холодильный коэффициент и класс энергетической эффективности (European Standard EN153), является с позиций экологии неполной. Разработке новых эколого-энергетических показателей для аудита и менеджмента уделяется недостаточно внимания со стороны законодательных структур, отвечающих за политику, проводимую в области экологии и экономии энергетических ресурсов.

Как показывают проведенные в [15] исследования, энергетическая составляющая в себестоимости комплектующих деталей и узлов бытового холодильника настолько велика, что ее необходимо учитывать при расчете TEWI. Из этого следует, что реализация мер, обеспечивающих пожаровзрывобезопасность, является не только технологической проблемой, но и имеет экологической аспект, что связано с дополнительным энергетическим загрязнением окружающей среды и с воздействием на атмосферу радиационно активного диоксида углерода, оксидов серы, азота и других веществ, выделяющихся при производстве электроэнергии.

Совершенно очевидно, что за принятыми в Киото решениями по ограничению выбросов парниковых газов в атмосферу наверняка последуют разработка и реализация национальных программ по экономии энергетических ресурсов и контролю за эмиссией радиационно активных газов[12].

В качестве характеристики, отражающей экологические свойства холодильной системы, можно принять совокупность энергетических затрат на ее разработку, производство и эксплуатацию (за все время использования). Полученные общие энергетические затраты можно легко пересчитать в экологический критерий $TEWI_N$ по формуле

$$TEWI_N = GWP_R L N + GWP_R \cdot m(1-\alpha) + GWP_{в.а} \cdot M + \beta EN + \sum_{i=1}^{n} \beta E_i, \quad (1)$$

где GWP_R и $GWP_{в.а}$ – потенциалы глобального потепления хладагента и вспенивающего агента;

L – утечка хладагента, кг/год;

N – продолжительность эксплуатации оборудования, лет;

m – масса заправки хладагента в единицу продукции, кг;

α – доля утилизированного хладагента;

β – эмиссия CO_2 при производстве кВт·ч электроэнергии, кг CO_2/(кВт·ч);

E – годовые затраты электроэнергии на эксплуатацию оборудования, кВт·ч/год;

E_i – дополнительные энергетические затраты на производство конструкционных материалов, отдельных элементов холодильной системы и на техническое обслуживание холодильной установки.

Как показано в работе [4], с помощью $TEWI_N$ можно оценить экологическую нагрузку по эквивалентной эмиссии диоксида углерода.

В рамках предложенной в работе [4] структуры вкладов в $TEWI_N$ было сформировано несколько коэффициентов для исследования эколого-энергетической эффективности использования энергетических ресурсов в холодильном оборудовании.

Коэффициент приведенной эмиссии парниковых газов

$$tewi = \frac{TEWI_N}{TEWI_O}, \quad (2)$$

где $TEWI_O$ – эмиссия CO_2 при производстве энергии, преобразованной в холод.

Этот коэффициент характеризует экологическую чистоту процесса охлаждения (с позиций влияния на парниковый эффект). Значение tewi всегда больше единицы. Чем меньше значение tewi, тем ниже уровень воздействия бытовой холодильной техники на природу при создании единицы эксергии холода.

Коэффициент прямого экологического действия

$$\delta = 1 - \frac{\Delta TEWI_Э}{TEWI_N}, \quad (3)$$

где $\Delta TEWI_Э$ – вклад в $TEWI_N$ от эквивалентной эмиссии хладагента, вспенивающих агентов теплоизоляции, а также от дополнительной эмиссии CO_2, обусловленной затратами энергии на получение конструкционных материалов и изготовление бытовой холодильной техники.

Этот коэффициент всегда меньше единицы. Он характеризует экологическое воздействие, обусловленное эквивалентной эмиссией парниковых газов на стадии создания бытовой холодильной техники и обеспечения ее безопасной эксплуатации.

Коэффициент косвенного экологического действия

$$\gamma = \frac{TEWI_П}{TEWI_P}, \quad (4)$$

где $TEWI_П$ – эмиссия CO_2 при производстве энергии, затраченной на охлаждение продуктов (полезно затраченной части энергии);

$TEWI_P$ – эмиссия CO_2 при производстве энергии, преобразованной в холод (рационально использованной энергии).

Этот коэффициент характеризует уровень внутренних и внешних потерь эксергии при эксплуатации бытовой холодильной техники. Значение его всегда меньше единицы. Увеличить коэффициент γ можно путем уменьшения уровня теплопритоков в холодильник, рациональной организации холодильного цикла и оптимального подбора вспомогательного оборудования.

Коэффициент эколого-термоэкономического совершенства

$$\varphi = \frac{TEWI_П}{TEWI_N} = 1 - \frac{\Delta TEWI_Σ}{TEWI_N}, \quad (5)$$

где $\Delta TEWI_Σ$ – вклад в $TEWI_N$, обусловленный энергией, нерационально использованной при производстве холода в бытовой холодильной технике.

В рамках изложенной в работе [4] методики расчета вкладов в $TEWI_N$ исследовали влияние дополнительных энергетических затрат (связанных с повышением класса энергетической эффективности) на эколого-термоэкономические коэффициенты. Факторы, определяющие энергетическую эффективность бытовой холодильной техники, хорошо известны и подробно рассмотрены во многих публикациях [2, 5, 7, 14]. Как показали результаты исследований, совершенствование отдельных узлов холодильника позволяет снизить расход электроэнергии: на 20–30 % путем улучшения теплоизоляции; на 12–16 % повышением механического КПД компрессора; на 14 % уменьшением нагрева компрессора; на 8 % интенсификацией теплоотдачи в испарителе и конденсаторе и на 4–6 % оптимизацией регулирования. Вместе с тем улучшение показателей энергетической эффективности обычно связано с дополнительными затратами производителей на техническую модернизацию бытовой холодильной техники, что приводит к повышению их себестоимости.

Один из наиболее распространенных методов повышения энергетической эффективности бытовой холодильной техники – увеличение толщины изоляции с целью уменьшения теплопритоков. Действительно, в европейских бытовых холодильниках, относящихся к классам А и В по энергетической эффективности, толщина изоляции достигает 0,1 м в морозильной камере и 0,07 м в холодильной.

Динамику изменения эколого-термоэкономических коэффициентов исследовали на примере серийно выпускаемого в Украине обычного двухкамерного холодильника НОРД-233-6 (хладагент R134a), относящегося к классу G по энергетической эффективности. В качестве объекта для сравнения был выбран холодильник BOSH K.S.V.3123, который по объемам холодильной и морозильной камер, а также по температурным режимам в них близок к холодильнику НОРД-233-6. В холодильнике BOSH K.S.V.3123 хладагентом служит пожароопасный изобутан (R600a). По энергетической эффективности этот холодильник относится к классу А, что обусловлено применением в нем совре-

менных видов теплоизоляции, а также высоким уровнем технологического исполнения.

Составляющие вкладов в $TEWI_N$ для сравниваемых холодильников рассчитывали, исходя из предположения равенства их холодопроизводительности и одинаковой структуры себестоимости. При расчете теплопритоков в холодильную и морозильную камеры холодильника НОРД-233-6 коэффициент теплопроводности пенополиуретана принимали равным 0,019 Вт/(м • К).

В процессе выполнения эколого-термоэкономического анализа [4] эксергетические потери определяли при следующих параметрах холодильного цикла: температура хладагента на входе в компрессор 32 °С, температура конденсации 55 °С, температура кипения –23,3 °С, температура окружающего воздуха 20 °С. При вычислении $TEWI_N$ значение GWP для галоидопроизводных хладагентов принимали для 100-летнего интервала: GWP_{R134a}= 1200, GWP_{R141b}= 630. Эмиссию CO_2 при производстве 1 кВт • ч электроэнергии принимали равной β = 0,7 кг CO_2/(кВт • ч). Время эксплуатации холодильника в соответствии с Европейским стандартом приняли равным семи годам. Коэффициент $TEWI_N$ рассчитывали без учета утилизации хладагента.

В работах, посвященных увеличению энергетической эффективности бытовой холодильной техники, высказывается широко распространенное мнение о значительном возрастании цены холодильника при увеличении толщины изоляции [2]. Однако более корректную информацию несет структура энергетических затрат, рассчитанная через энергетические эквиваленты [3].

Как видно из рис. 1, доля энергетических затрат на производство пенополиуретана не превышает 30 % общих затрат энергии на производство холодильника и его компонентов даже при двукратном увеличении толщины изоляции. Вклад хладагента, холодильного масла и вспенивающего агента в сумме не превышает 1,4 %.

Как следует из формулы (1), рассуждения о целесообразности применения R600a из-за отсутствия его влияния на рост парникового эффекта для бытовой холодильной техники по, меньшей мере, некорректны. Из рис. 1 следует, что основные энергетические затраты (до 85 %) для бытовых холодильников связаны с производством конструкционных материалов: металла, полистирола и пенополиуретана.

Учитывая существенный вклад конструкционных материалов в баланс энергозатрат, связанных с созданием бытового холодильника, рассмотрим целесообразность увеличения толщины его изоляции.

В табл. 1 и на рис. 2 приведены результаты расчета основных эколого-термоэкономических показателей и коэффициентов при увеличении толщины изоляции холодильника НОРД-233-6.

Как следует из приведенных расчетов эколого-термоэкономические коэффициенты γ и φ при увеличении толщины изоляции возрастают, что отражает рост экологической чистоты процесса хранения продуктов. Однако увеличение значений γ и φ не носит пропорционального характера. Темп возрастания эколого-энергетической эффективности по мере роста толщины изоляции неуклонно снижается. Более того, обращают на себя внимание возрастание коэффициента приведенной эмиссии tewi и снижение коэффициента прямого экологического действия δ.

Все эколого-термоэкономические коэффициенты тесно связаны между собой в рамках единой структуры $TEWI_N$ [4]. По

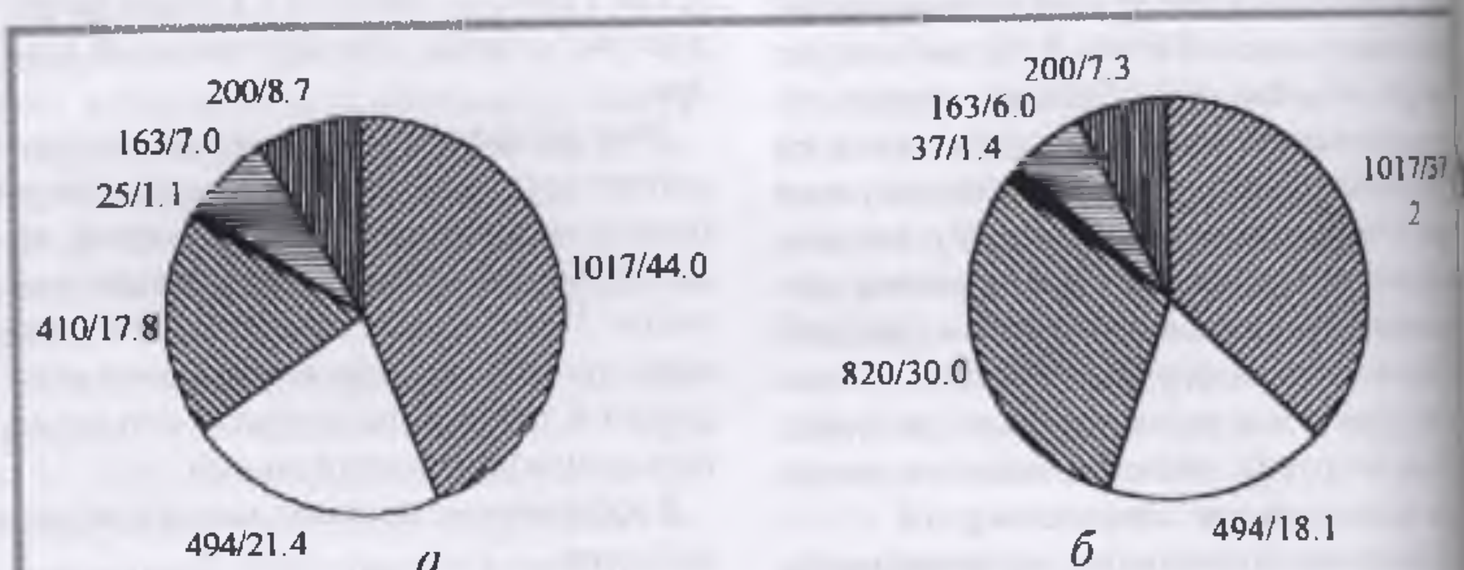


Рис. 1. Энергетические затраты (кВт • ч/%) на сырье, материалы и изготовление холодильника НОРД-233-6:
а – холодильник НОРД-233-6; б – холодильник НОРД-233-6 с увеличенной вдвое толщиной изоляции;
– металл; – полистирол; – пенополиуретан; – холодильное масло, вспенивающий агент, хладагент; – энергозатраты на изготовление холодильника; – прочие комплектующие

Таблица

Значения эколого-термоэкономических величин и коэффициентов при увеличении толщины изоляции холодильника НОРД-233-6

Показатель	Толщина изоляции холодильной/морозильной камер, м								
	0,035/0,05	0,042/0,06	0,049/0,07	0,056/0,08	0,063/0,09	0,07/0,1	0,077/0,11	0,084/0,12	0,091/0,1
Теплопритоки, кВт • ч/сут	0,93	0,78	0,67	0,59	0,52	0,47	0,43	0,39	0,36
Энергопотребление, кВт • ч/сут	2,27	2,12	2,01	1,93	1,86	1,81	1,77	1,73	1,70
Класс энергетической эффективности	G	F	F	F	E	E	E	D	D
Энергозатраты на создание конструкционных материалов и комплектующих, кВт • ч	2307,7	2392,1	2476,5	2560,9	2645,2	2729,6	2813,9	2898,3	2982,6
Прямой вклад в $TEWI_N$ хладагента ($TEWI_{э.п}$), кг CO_2	216	216	216	216	216	216	216	216	216
Прямой вклад в $TEWI_N$ вспенивающего агента ($TEWI_{...п}$), кг CO_2	334	401	468	534	601	668	735	802	868
Косвенный вклад в $TEWI_N$ от создания оборудования ($TEWI_{...}$), кг CO_2	1615	1674	1734	1793	1852	1911	1970	2029	2088
Косвенный вклад в $TEWI_N$ от энергопотребления при эксплуатации (TEWIp), кг CO_2	4065	3789	3592	3443	3328	3235	3159	3096	3042
$TEWI_N$	6230	6080	6009	5986	5997	6030	6080	6142	6215
tewi	2,478	2,591	2,701	2,807	2,910	3,010	3,107	3,203	3,298
δ	0,652	0,623	0,598	0,575	0,555	0,537	0,520	0,504	0,490
γ	0,208	0,252	0,287	0,315	0,339	0,360	0,378	0,393	0,407
φ	0,136	0,157	0,171	0,181	0,188	0,193	0,196	0,198	0,199

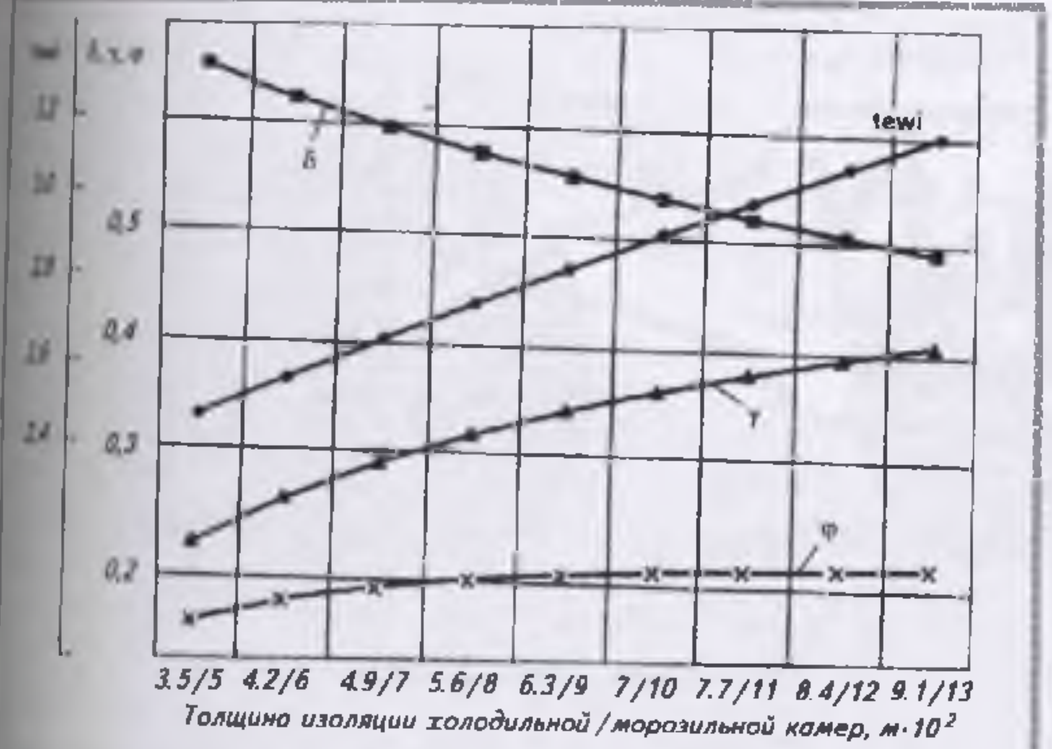


Рис. 2. Зависимость эколого-термоэкономических коэффициентов от толщины изоляции холодильника при его эксплуатации в течение 7 лет

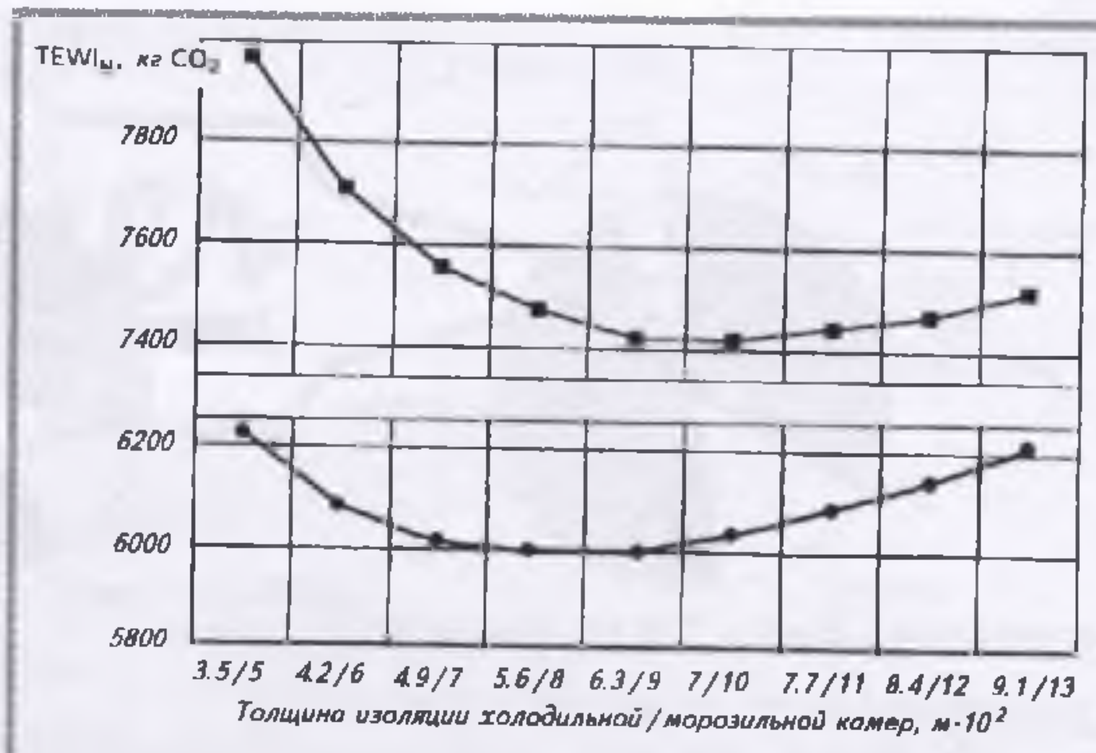


Рис. 3. Зависимость $TEWI_N$ от толщины изоляции холодильника при его эксплуатации в течение 7 и 10 лет
● – время эксплуатации 7 лет; ■ – время эксплуатации 10 лет

ному чем толще изоляции, тем меньше теплопритоки внутрь холодильника и потребление энергии ($TEWI_P$). Следовательно, имеется тенденция к снижению $TEWI_\gamma$. Вместе с тем с увеличением толщины изоляции возрастают затраты энергии на производство изоляционного материала, что приводит к повышению $TEWI_э$ и в целом $TEWI_N$. Таким образом, с позиции эколого-термоэкономического анализа при определенной толщине изоляции дальнейшее ее увеличение становится нецелесообразным (рис. 3). Значительно больший эффект может иметь переход к применению заливочной изоляции с использованием изопентана, у которой коэффициент теплопроводности на 20–30 % ниже, чем у обычного пенополиуретана. Кроме того, уменьшение толщины стенок холодильника, где использована такая изоляция, позволит увеличить на 10 % его полезный объем [2]. На сегодняшний день наиболее кардинальным методом уменьшения теплопритоков является использование дорогой, но очень эффективной изоляции, так называемой суперизоляции.

Высокое значение коэффициента косвенного экологического действия γ для холодильника BOSH K.S.V.3123 (табл. 2) отражает как эффективность применяемой изоляции, так и качество практической организации холодильного цикла на изобутане. Причем вклад в эффективность, обусловленный более высоким термодинамическим совершенством R600a по сравнению с R134a, сравнительно невелик – примерно 7 %. Гораздо большее значение имеют преимущества по техническим характеристикам (механический КПД компрессора, КПД электродвигателя, коэффициент подачи и т. д.) компрессоров на изобутане перед отечественными аналогами на R134a. Более низкий уровень температур конденсации, наличие системы автоматического оттаивания морозильной камеры также способствуют достижению высокого класса энергетической эффективности у холодильников, работающих на изобутане. Именно совокупность этих факторов, а не только термодинамическое совершенство изобутана определяют высокий класс энергетической эффективности холодильника BOSH K.S.V.3123.

Следует обратить внимание на зависимость оптимальной толщины изоляции от планируемого срока работы холодильника. При планируемом увеличении срока службы холодильника следует предусматривать бо́льшую толщину его изоляции. Это необходимо учитывать при разработке экспортной политики продажи бытовой холодильной техники в страны с низким уровнем потребления энергоресурсов на душу населения.

Анализируя приведенные в табл. 1 результаты расчета эколого-термоэкономических коэффициентов, можно прийти к заключению о том, что применение изоляции оптимальной толщины не позволяет значительно повысить класс энергетической эффективности холодильника НОРД. В то же время эколого-термоэкономичесие коэффициенты существенно изменяют свою величину: tewi – на 14 %, δ – на 14,1 %, γ – на 33,3 %, φ – на 22,2 %, что отражает их более высокую (по сравнению с классом энергетической эффективности) чувствительность к изменениям конструктивных и эксплуатационных факторов, характеризующих бытовую холодильную технику. Кроме того, эколого-термоэкономические коэффициенты позволяют оценить уровень антропогенного воздействия бытовой холодильной техники на окружающую среду (с позиций эмиссии парниковых газов). Напротив, действующий международный стандарт EN153 никакой экологической нагрузки не несет. Класс энергетической эффективности бытовой холодильной техники является по сути формальным коэффициентом, отражающим уровень потребления энергии на единицу полезного объема холодильника, расчет которого по предлагаемой стандартом формуле нельзя считать безупречным.

Таблица 2

Сравнение технологических, экономических и эколого-термоэкономических показателей холодильников НОРД 233-6 и BOSH K.S.V. 3123

Показатель	НОРД-233-6		BOSH K.S.V. 3123
	с обычной толщиной изоляции	с увеличенной в 1,6 раза толщиной изоляции	
Объем, л	350	350	350
Полезный объем, л	424,75	424,75	424,75
Температура в камере, °С: холодильной морозильной	4 –18	4 –18	4 –18
Хладагент	R134a	R134a	R600a
Вспенивающий агент	R141b	R141b	Изопентан
Коэффициент рабочего времени	0,630	0,534	0,330
Потребляемая энергия N, кВт·ч/сут	2,27	1,93	1,19
Класс энергетической эффективности	G	F	A
Цена, долл. США	213.9	237,5	720
tewi	3,035	3,528	7,264
δ	0,532	0,457	0,173
γ	0,210	0,315	0,400
φ	0,112	0,144	0,069

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гаврюся

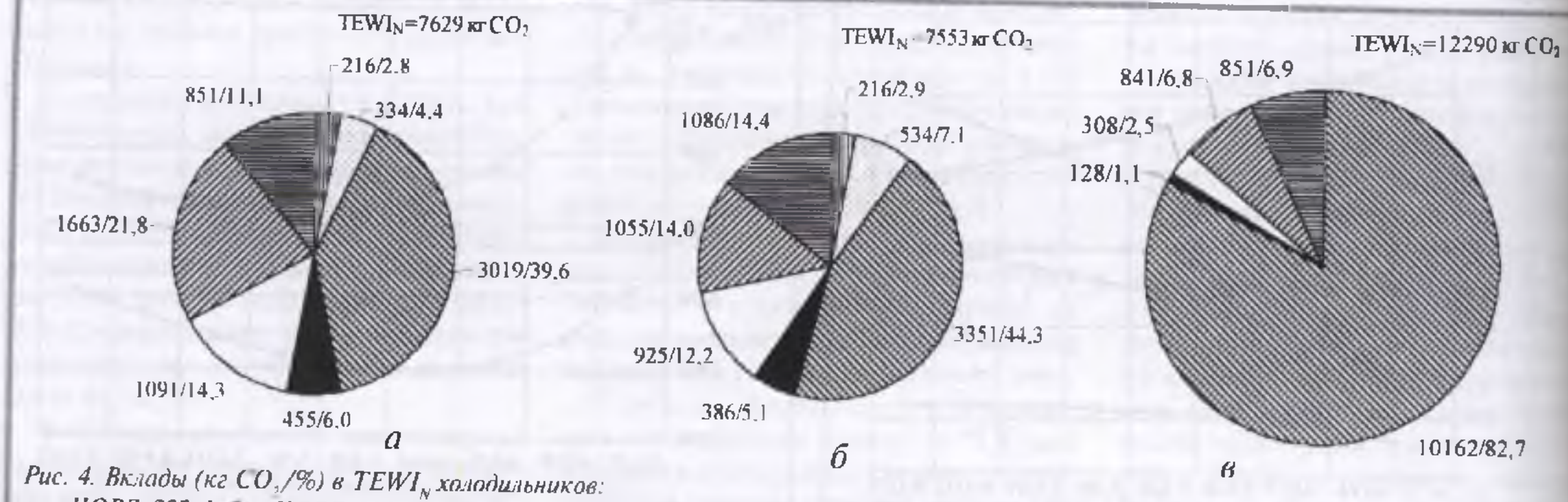


Рис. 4. Вклады (кг CO_2/%) в $TEWI_N$ холодильников:
а — НОРД-233-6; б — НОРД-233-6 с увеличенной в 1,6 раза толщиной изоляции; в — BOSH K.S.V. 3123;
— прямой вклад от эмиссии хладагента; — прямой вклад от эмиссии вспенивающего агента; — косвенный вклад от затрат энергии на изготовление материалов и производство холодильника, кг CO_2/%; — косвенный вклад от внутренней необратимости процессов в холодильном оборудовании; — косвенный вклад от внешней необратимости процессов в холодильном оборудовании; — эмиссия CO_2 от нерационально использованной энергии (теплопритоки и охлаждение внутрикамерного оборудования); — эмиссия CO_2 от энергии, затраченной на охлаждение продуктов

Приведенные в табл. 2 результаты сравнения технологических, экономических и эколого-термоэкономических показателей холодильников НОРД-233-6 и BOSH K.S.V.3123 подтверждают справедливость сделанных выводов. Даже с учетом некоторой условности такого сравнения (различный дизайн, уровень удобства эксплуатации, неодинаковые структуры ценообразования) полученные результаты вызывают интерес. Так, холодильник BOSH K.S.V.3123, характеризуемый высоким классом энергетической эффективности, по уровню антропогенного воздействия (см. коэффициенты tewi, φ и $TEWI_N$) почти вдвое уступает серийно выпускаемому холодильнику НОРД-233-6! Как показывают расчеты, только при эксплуатации в течение 24 лет коэффициент эколого-термоэкономического совершенства у рассматриваемых холодильников примет одинаковые значения.

Вместе с тем перевод бытовой холодильной техники на углеводороды до сих пор аргументируется необходимостью сокращения эмиссии парниковых газов и повышением энергетической эффективности применяемых хладагентов. Именно отсутствие научно обоснованных методов эколого-энергетического анализа, системы индикаторов для экологического аудита объясняет сложившуюся ситуацию с выбором хладагентов для бытовой холодильной техники.

На рис. 4 представлены диаграммы, из которых следует, что суммарный вклад в $TEWI_N$ от эмиссии галоидопроизводных углеводородов (R134a и R141b) весьма незначителен. Напротив, энергетические затраты на создание конструкционных материалов и в целом холодильника велики.

Выполненный анализ свидетельствует о том, что сокращение эмиссии парниковых газов должно достигаться не только путем запрета на использование хладагентов с высоким значением GWP, но и (в значительно большей мере) снижением обших энергетических затрат на создание бытовой холодильной техники. Этот вывод справедлив только для герметичных холодильных систем малой производительности. Для холодильного оборудования большой производительности и с высоким уровнем эмиссии парниковых газов структура $TEWI_N$ будет принципиально иной и соответственно будут другими и рекомендации по снижению общего эквивалента глобального потепления [8, 9].

Как следует из приведенных на рис. 4 диаграмм, вторым по значимости фактором, определяющим величину $TEWI_N$ бытового холодильника, является энергетическая эффективность компрессора.

Учитывая низкий уровень коэффициента подачи компрессоров в бытовых холодильниках, основные мероприятия по повышению их эффективности должны быть направлены на повышение качества изготовления сопрягаемых элементов (поршень, цилиндр, клапаны и т. д.), оптимальный выбор холодильного масла и повышение КПД электродвигателя [13]. Известны и другие мероприятия [2, 5, 7, 14], которые способны значительно снизить суточное потребление энергии холодильником. Однако для их реализации потребуется существенно увеличить энергетические затраты на создание бытового холодильника, что может привести к ухудшению его эколого-энергетических характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев И.А., Лунин А.И.* Применение озонобезопасных смесевых хладагентов в бытовых холодильных приборах // Холодильная техника. 1997. № 3.

2. *Бабакин Б.С., Выгодин В.А.* Бытовые холодильники и морозильники. — М.: Колос, 1998.

3. *Гнідой М.В., Куц Г.О., Терещук Л.А.* Метод розрахунку повних енергетичних витрат на виробництво продукції // Экотехнология и ресурсосбережение. 1997.

4. *Железный В.П.* Принципы эколого-термоэкономического анализа эффективности холодильного оборудования при переходе на новые озонобезопасные хладагенты // Вестник международной академии холода. 2000. № 1.

5. *Калнинь И.М., Смыслов В.И.* Пути решения проблемы перевода бытовой холодильной техники на озонобезопасные хладагенты // Холодильная техника. 1995. № 1.

6. *Калнинь И.М., Фадеков К.Н.* Эффективность применения зеотропных смесевых хладагенов в бытовых холодильниках // Холодильная техника. 1999. № 8.

7. *Камовников Б.П., Каухчешвили Э.И., Шелашова С.Л.* Снижение энергопотребления бытовой холодильной техники // Холодильная техника. 1983. № 11.

8. *Лавренченко Г.К., Волобуев И.В., Копытин А.* Анализ энергоэкологических характеристик агрегатированных холодильных машин // Холодильная техника и технология. 2000. Вып. 69.

9. *Эколого*-термоэкономический анализ перспектив применения аммиака в холодильном оборудовании/В.П.Железный, И.В.Железный, О.В.Лысенко, В.С.Овчаренко// Холодильная техника. 2000. № 3.

10. *Douglas I.D., Braun J.E., Groll E.A., Tree D.* Trade-off Between Flammability and Performance of Hydrocurbon // Proc.19th International Congress of Refrig.- Hague (Netherlands). 1995.

11. *Fisher S.K., Fairchild P.P., Hughes P.S.* Global warming implications of replasing CFC // ASHRAE J. — April, 1992.

12. *Green J.* The Energy Alternatives for Sustainable Europe (EASE) Project // Stepping Towards Sustainability in Energy: Practical proposals for Europe/ Nain report. — Edinburgh (Scotland): Friends of the Earth Scotland. 1997.

13. *Krasnovsky I.N., Muravia E.S., Onistchenko V.P.* Elaboration of Compressor Working on R134a // Prot. 1996 International Compressor Engineering Conference at Purdue. — Purdue (USA): Purdue Univ., 1996.

14. *Rudermacher R., Kim K.* Domestic Refrigerators: recent developments // International J. Refrig. 1996. V.19. № 1.

15. *Zhelezny V.P., Zhidkov V.V.* Ecological Safety of Natural Refrigerants in Domestic Refregerating Equipment: Illusions and Reality // Proc. 1998 Int. Refrig. Conf. At Purdue. — Purdue (USA): Purdue Univ., 1998.

YORK в XXI веке

Вступление в XXI век корпорация YORK International отметила рядом новинок, которые, по мнению экспертов, еще более усиливают ее позиции как мирового лидера кондиционирования, вентиляции и холодоснабжения

С 2000 г. на заводе в г. Корк (Ирландия) корпорация YORK International начала производство широкого спектра прецизионного оборудования, предназначенного для кондиционирования воздуха в компьютерных залах, серверных, телекоммуникационных помещениях, контейнерах телекоммуникационного оборудования, лабораториях и других высокотехнологичных помещениях, требующих точного поддержания температуры и влажности.

YORK International производит три различных типа **установок для прецизионного кондиционирования**:

- прецизионные модульные установки холодопроизводительностью от 10 до 80 кВт, низкошумные, сконструированные специально для компьютерных залов, серверных, телекоммуникационных помещений с большими тепловыделениями;
- настенные и напольные прецизионные кондиционеры холодопроизводительностью от 8 до 16 кВт для небольших компьютерных залов и телекоммуникационных помещений;
- моноблочные установки холодопроизводительностью от 3 до 15 кВт, идеально подходящие для создания климата в небольших компьютерных залах, серверных и контейнерах телекоммуникационного оборудования.

Прецизионные модульные установки кондиционирования воздуха с диапазоном холодопроизводительности от 10 до 80 кВт выпускаются четырех типоразмеров модулей номинальной холодопроизводительностью 10, 15, 20, 25, 30, 35 и 40 кВт. Установки с одним контуром циркуляции фреона создаются на базе одного модуля, комбинация двух модулей используется в системах с двумя контурами циркуляции хладагента. Установки выпускаются с направлением подачи воздуха вверх и вниз. Забор обрабатываемого воздуха может быть организован сверху, снизу, спереди или сзади.

Для отвода тепла конденсации используются выносные конденсаторы воздушного охлаждения, сухие охладители или охлажденная вода от холодильной машины или градирни. В установках YORK с гликолевым охлаждением используется дополнительный теплообменник свободного охлаждения, который позволяет обеспечить энергосберегающий режим работы оборудования при низкой температуре наружного воздуха. Управление работой наружного блока осуществляется микропроцессором внутреннего блока, что значительно упрощает эксплуатацию всего агрегата.

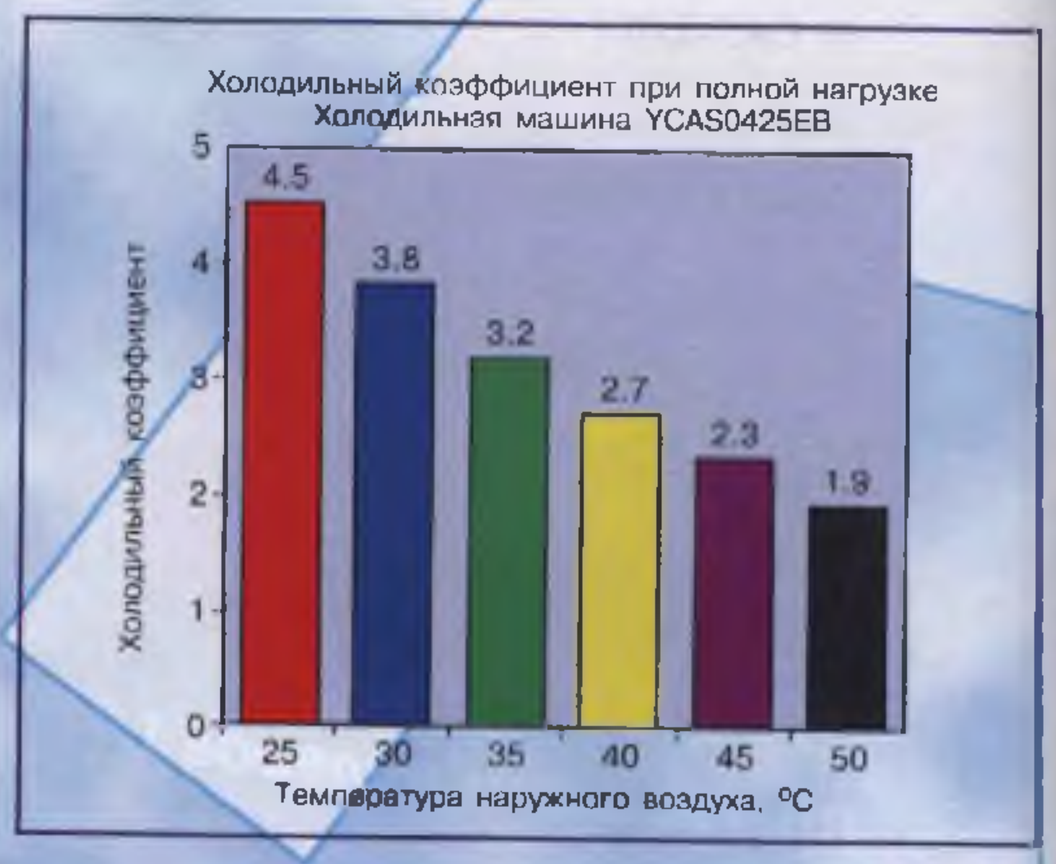
Прецизионные кондиционеры стандартного исполнения оснащены высокоэффективными герметичными компрессорами, паровлажнителями электродного типа, электронагревателями из нержавеющей стали, фильтрами класса EU 4, центробежными вентиляторами. В качестве хладагента в этих установках используется R22 или R407c. Микропроцессорный пульт управления кондиционеров, снабженный жидкокристаллическим дисплеем, клавиатурой и светодиодными индикаторами, позволяет без труда проводить настройку и программирование основных параметров регулирования. Микропроцессоры "Delta" обеспечивают работу в сети Windows, графическое устройство позволяет создавать графические объекты для большей наглядности визуальной сигнализации о нарушении режима работы, выводить на экран графические зависимости, показывающие ход изменения значений регулируемых температур и влажности.

По желанию заказчика прецизионные кондиционеры оснащаются спиральными компрессорами, ультразвуковыми увлажнителями, воздушными фильтрами классов EU 5–EU 8, электронагревателями, дополнительными теплообменниками-нагревателями горячей воды.

Холодильная машина YCAS-F с оптимизированным циклом (ECO2) создана инженерами York International специально для тех областей применения, где особенно высоки требования к экологическим характеристикам машины, ее энергетической эффективности, а также к уровню шума. Типоразмерный ряд холодильных машин YCAS-F ECO2, оснащенных винтовыми компрессорами и конденсаторами воздушного охлаждения, включает 17 моделей холодопроизводительностью 260...1200 кВт.

ЭКОЛОГИЯ. В качестве рабочего хладагента в машинах ECO2 используется R407C, который является смесью трех веществ – R134A, R32, R125. Этот фреон не разрушает озоновый слой и имеет небольшой потенциал глобального потепления. Наибольшее влияние (90%) на процесс глобального потепления оказывают не утечки фреона, а диоксид углерода, выделяющийся на электростанциях при производстве электроэнергии, поэтому с точки зрения опасности глобального потепления важнейшее значение имеют энергетические характеристики холодильной машины.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ. Для повышения энергетической эффективности (холодильного коэффициента) при разработке машины ECO2 были использованы особые физические свойства R407C, а также применены оригинальные конструктивные решения.



YORK International, 121170, Москва, Поклонная, 14.
Тел.: (095) 232-6807. Факс: (095) 232-6661. E-mail: sales@york.com.ru WWW.york.ru

Хладагент R407C представляет собой неазеотропную смесь, температура кипения которой при постоянном давлении не фиксирована, а держит в некотором температурном диапазоне, составляющем для R407C 4,4 °C. Это означает, например, что фреон, кипящий при температуре на входе в испаритель 3 °C, будет иметь температуру на выходе из него 7,4 °C. При применении противоточного испарителя средняя разность между температурами кипящего фреона и охлаждаемой воды с температурой 12 °C на входе в испаритель и 7 °C на выходе из него будет меньше, чем в случае, когда фреон кипит при фиксированной температуре. Благодаря тому что температура R407C на выходе из испарителя оказывается выше на 2 °C, компрессор затрачивает меньше энергии на сжатие, что значительно повышает эффективность машины.

Вторым техническим решением, позволяющим повысить холодильный коэффициент, является применение дополнительного кожухотрубного теплообменника (переохладителя), в котором жидкий хладагент высокого давления, выходящий из конденсатора (при температуре, близкой к 40 °C), охлаждается холодным газообразным хладагентом, поступающим из испарителя. После выхода из переохладителя прогретый газ низкого давления поступает на всасывание компрессора, а благодаря переохлаждению жидкого хладагента холодопроизводительность машины повышается без дополнительных затрат электроэнергии.

УРОВЕНЬ ШУМА. Холодильная машина типа YCAS-F ECO2 создавалась с учетом того, что чаще всего она будет применяться в условиях плотной городской застройки, где уровень создаваемого шума может оказаться решающим фактором. Поэтому в конструкции машины предусмотрен ряд решений, позволяющих добиться очень низкого уровня шума:

- тихоходные вентиляторы с аэродинамическим профилем лопастей;
- бесступенчатое регулирование скорости вентиляторов, резко снижающее уровень шума при частичных нагрузках и пониженной температуре окружающего воздуха;
- каждый компрессор закрыт специальным шумозащитным кожухом;
- для исключения проникновения шума от компрессоров через теплообменники конденсатора между пакетами этих теплообменников установлены шумопоглощающие пластины;
- по всему периметру машины ниже уровня конденсатора могут быть установлены пластинчатые шумоглушители.

Применение всех вышеупомянутых конструктивных решений позволяет добиться уровня звукового давления 58-60 ДБ(А) в 10 м от холодильной машины YCAS-F ECO2.

Системы автоматики YORK. Клиенты YORK имеют уникальную возможность приобрести как климатическое оборудование, так и системы управления к ним от единого производителя. При этом устройства управления являются частью общей системы, тем самым повышая надежность и эксплуатационные качества всей системы.

В силу специализации YORK International на производстве климатической техники при разработке систем автоматики были учтены некоторые важные особенности управления именно данным оборудованием. Производимое YORK оборудование для систем автоматизации включает:

- интеллектуальные цифровые контроллеры различной мощности;
- расширительные модули и сетевые устройства;
- устройства управления чиллерами;
- датчики;
- исполнительные механизмы.

Системы автоматики YORK разработаны с учетом концепции распределенного управления и производятся под торговой маркой ISN (Integrated System Network – сеть интегрированных систем). С помощью цифрового интерфейса холодильные машины, приточные установки, центральные кондиционеры, насосные станции, тепловые пункты, системы электроснабжения и другое оборудование могут быть объединены в единую систему эксплуатации здания.

Наряду со стандартными логическими и математическими функциями в контроллерах YORK также предусмотрены специальные функции, что позволяет снизить дополнительные расходы на доукомплектацию стандартной автоматики под специализированную технику.

Для управления каждым устройством используется отдельный цифровой контроллер YORK. Модульный принцип ISN, а также широкий выбор контроллеров различной мощности делают применение систем автоматики YORK экономически выгодным для выполнения самых различных функций, начиная с локального управления отдельными устройствами и заканчивая управлением централизованными системами эксплуатации зданий. Для последних YORK предлагает систему диспетчеризации YORK Facility Manager. Ее использование позволяет более эффективно организовывать эксплуатацию систем здания, оптимизировать работу обслуживающего персонала, а также автоматизировать процессы, связанные с техническим обслуживанием установленного оборудования. Основные функции системы YORK Facility Manager:

- мониторинг и оперативное управление оборудованием с помощью графического интерфейса;
- ведение журнала сообщений об авариях с возможностью выдачи инструкций по устранению неисправностей и техническому обслуживанию;
- регистрация технологических процессов с возможностью дальнейшего анализа в графическом или табличном режимах;
- планирование – автоматическое управление системами по заданному расписанию.

ISN снабжена многоуровневой системой разграничения доступа, ведутся журналы регистрации действий диспетчеров.

Системы ISN компании YORK – одни из наиболее быстрых, гибких и простых в использовании среди систем автоматического контроля.

YORK International, 121170, Москва, Поклонная, 14.
Тел.: (095) 232-6807. Факс: (095) 232-6661. E-mail: sales@york.com.ru WWW.york.ru

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМБИНАТ

СНЕГ®

ПЛИТОЧНЫЕ СКОРОМОРОЗИЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Контактный способ замораживания, применяемый в плиточных скороморозильных аппаратах, позволяет сократить расход электроэнергии и уменьшить его габаритные размеры. Быстрая низкотемпературная заморозка сохраняет первоначальные качества замораживаемого продукта (цвет, структуру клеток, массу). Продукты, замороженные в плиточных скороморозильных аппаратах, имеют форму правильных блоков и легко упаковываются. Плиты аппарата выполнены из алюминиевого сплава, пригодного для контакта с пищевыми продуктами, все остальные элементы плиточного аппарата – из коррозионно-стойких материалов.

Горизонтальный плиточный скороморозильный аппарат

Горизонтальные плиточные аппараты DSI (Дания) производительностью от 5 до 22 т в сутки применяются для замораживания разнообразной продукции (рыбы, мяса, куриных окорочков, икры и т.д.) блоками различных размеров (принятых в Европе, Америке, Азиатских странах) толщиной от 33 до 90 мм и гостированной массой.

Вертикальные плиточные аппараты DSI (Дания) производительностью от 3 до 17 т в сутки также применяются для замораживания продуктов блоками толщиной от 50 до 100 мм. В этих установках сами ее плиты и перегородки определяют размер готового блока.

Наряду с системой подпрессовки блоков применяется автоматическая система их выпрессовки из плиты после проведения цикла заморозки.

Все аппараты снабжены уникальной гидравлической системой, позволяющей автоматически регулировать давление подпрессовки и автоматически осуществлять остановку по достижении заданного его значения, что выгодно отличает их от аналогичных установок отечественного производства.

Винтовой холодильный компрессор

Аппараты оснащены винтовыми холодильными агрегатами фирмы ТЕКО (Германия), специально разработанными для наиболее интенсивных режимов эксплуатации. Они имеют увеличенный до 18 лет срок службы и потребляют на 33 % меньше электроэнергии, чем поршневые агрегаты той же холодопроизводительности.

Для обеспечения надежной и бесперебойной работы холодильного агрегата скороморозильного аппарата используется система двойного дросселирования WITT (Германия) с насосной подачей хладагента в плиты, что, в свою очередь, позволяет увеличить по сравнению с применяемыми в аналогичных системах ТРВ и инжекторами скорость и равномерность замораживания.

Сочетание этих технических решений обеспечивает безотказную работу установки в районах с тяжелыми климатическими условиями (Дальний Восток, северные регионы), а система автоматического управления и защиты позволяет эксплуатировать установки в регионах с нестабильным напряжением в сети.

Ноу-хау СПК «СНЕГ» является исполнение данной установки на базе контейнера, что дает преимущества при многоразовой транспортировке.

Вертикальный плиточный скороморозильный аппарат

Мы приглашаем вас к нашему стенду № 2357 в пав. 2, зал 3 на выставке «Агропродмаш-2001», которая пройдет 8–12 октября 2001 г. в Экспоцентре на Красной Пресне.

В Международном институте холода

Из Бюллетеня МИХ

ВЛИЯНИЕ ВЕЩЕСТВ, ОБРАЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ПАЙКИ АЛЮМИНИЯ, НА ХОЛОДИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, РАБОТАЮЩИЕ НА R134A

Алюминий — признанный конструкционный материал для холодильных систем. При пайке легким или твердым припоем образуются остаточные вещества. Процесс пайки твердым припоем, разработанный Ноколом, с использованием флюса широко применяют при производстве теплообменников для автомобилей. Флюс при этом остается на поверхности соединяемых деталей. Создан стенд для изучения взаимодействия между остаточными веществами флюса и хладагентом со смазочными маслами. Приведены результаты исследования R134a и смазочных веществ PAG.

Meurer C., Konig H., Lauzon D.C.// Proc. 1998 int. Refrig. Conf., Purdue Univ., US, 1998.07. 14–17, 7–12.
БМИХ, 1999, № 6, с.30.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМЕСЕЙ ХЛАДАГЕНТОВ И МАСЕЛ

Исследование влияния масел, циркулирующих в холодильных системах, на механизмы кипения и конденсации смесей указывает на необходимость использования прогнозирующих моделей для определения термодинамических и теплофизических свойств смазочных веществ.

В данной работе содержатся теоретические зависимости, дающие возможность рассчитать эти свойства, для того чтобы понять и моделировать механизмы кипения и конденсации смесей в теплообменниках.

Известно большое количество способов и зависимостей, используемых для определения свойств этих смесей.

В статье представлено и анализируется несколько таких способов.

Mermond Y., Feidt M., Marvillet C.// Proc. Eurotherm Semin., Nancy, FR, 1998.07.06–07, 145–160.
БМИХ, 1999, № 6, с.31.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КИПЕНИЯ ХЛАДАГЕНТОВ R22 И R410A

В работе приведены значения коэффициентов теплоотдачи и величины падения давления двухфазных хладагентов R22 и R410A для гладкой трубы диаметром 6,54 мм.

Данные соответствуют температуре кипения 2 °С. Установлено, что коэффициенты теплоотдачи для R410A на 10–20 % выше, чем для R22 при $G = 100$ кг/(м^2 · с).

При $G = 400$ кг/(м^2 · с) коэффициент теплоотдачи для R22 может быть выше, чем для R410A. Падение давления R410A приблизительно на 30–40 % меньше, чем у R22.

Wang C.C., Yu J.G., Lin S.P., Lu D.C.// ASHRAE Trans., US, 1998, vol. 2; 1144–1150.
БМИХ, 1999, № 6, с.39.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТИ ВЕНТИЛЯТОРОВ И КОМПРЕССОРОВ В ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Использование компрессоров и вентиляторов с регулируемой скоростью как для испарителей, так и для конденсаторов делает холодильную систему более гибкой, дает некоторую свободу регулирования и позволяет оптимизировать ее работу.

Если необходимо повысить холодопроизводительность в связи с повышением тепловой нагрузки, то это может быть сделано путем увеличения частоты вращения компрессора, а также вентиляторов испарителя и конденсатора.

Общая задача регулирования заключается в достижении требуемой температуры охлаждаемого воздуха за счет выбора комбинации частоты вращения компрессора и вентиляторов испарителя и конденсатора. Это сводит к минимуму общий расход энергии электродвигателей.

Необходим системный и интегрированный подход к такой проблеме, приводящий к экономии энергии.

Jakobsen A., Rasmussen B.D.//Proc. EUROTHERM Semin., Nancy, FR, 1998.07.06–07, 317–323.
БМИХ, 1999, № 6, с.4

МНОГОМЕРНАЯ (ПО МНОГИМ ПАРАМЕТРАМ) СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ УСТАНОВОК

В статье представлены результаты испытаний многомерной системы контроля (MIMO) парокомпрессионных установок, имеющих по нескольку исполнительных механизмов и датчиков для регулирования различных параметров. Показано, что обычный одномерный контроль (SISO) имеет весьма ограниченные возможности.

Разработана модель, учитывающая существенную динамику парокомпрессионного цикла. Для практического воплощения системы регулирования MIMO с целью координации скорости компрессора и открытия регулирующего вентиля была применена линейно-квадратичная методика Гаусса.

Предложенная в статье система регулирования может применяться в различных парокомпрессионных системах охлаждения и кондиционирования воздуха для повышения эффективности использования энергии.

He X.D., Liu S., Asada H.H., Itoh H.// HVAC&R Res., US, 1998.07, vol. 4, № 3, 205–230.
БМИХ, 1999, № 6, с.42

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ШУМА, ВИБРАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПИРАЛЬНОГО КОМПРЕССОРА

Звуковая мощность различных участков работающего компрессора определяется путем экстраполирования измеренной вибрации их поверхнос-

...ы. Эти результаты сравнивают с прогнозами для источников внутренних ...лий и пульсации давления. Четкие ...рактеристики двух источников, оп...еляемые моделью, позволяют раз...ить их в работающей машине и по...гают при совершенствовании кон...рукции.

Rockwood W.B.//Proc. 1998 int. Compressor Eng. Conf., Purdue Univ., US, 1998.07.14–17, vol.1; 331–336.
БМИХ, 1999, № 6, с.43.

ОЦЕНКА РАБОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СПИРАЛЬНОГО КОМПРЕССОРА НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ХЛАДАГЕНТЕ R410A

Авторы разработали спиральный ...мпрессор для работы на альтерна...вном хладагенте R410A. Особен...сть R410A состоит в том, что по ...равнению с R22 его давление при...лизительно в 1,5 раза выше. Для ...лучшения показателей компактного ...спирального компрессора горизон...ального типа авторы сконструирова...и оптимальную форму кожуха, что...ы снизить утечки газа из камеры сжа...я и оптимизировать количество по...ваемого масла.

Kohayakawa T., Yamamoto S., Sawai K., Hase S., Morimoto T., Ashitani H., Ishii N.//Proc. 1998 int. Compressor Eng. Conf., Purdue Univ., US, 1998.07.14–17, vol. 1, 435–440.
БМИХ, 1999, № 6, с.43.

ВЫСОКОНАДЕЖНЫЕ И ЭФФЕКТИВНЫЕ СПИРАЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ

Новый спиральный компрессор мо...ет работать с возвратом жидкости. ...повышение производительности и ...лодильного коэффициента достига...тся путем использования новой ...симметричной формы спирали и ...применения соответствующего ради...льного механизма. Для того чтобы ...акой компрессор работал на R22 и ...407C, необходимо заменить смазоч...ое масло. В статье рассматриваются ...зможные проблемы и пути их раз...шения.

Matsuba K., Hagiwara S., Yoshii T., Kuroiwa H., Yoshimura K., Matsukawa K., Hori K.//Proc. 1998 int. Compressor Eng., Conf., Purdue Univ., US, 1998.07.14–17, vol. 2, 489–494.
БМИХ, 1999, № 6, с. 44.

РАЗРАБОТКА СПИРАЛЬНОГО КОМПРЕССОРА С УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ КОРПУСОМ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Разработан спиральный компрессор с усовершенствованным корпусом высокого давления, повышающим холодильный коэффициент. Исследования новой технологии с применением R22 и R407C показали, что объемный коэффициент подачи повышается приблизительно на 10 %, а холодильные коэффициент – примерно на 13 %. Переход с R22 на R407C потребует только замены масла.

Hagiwara S., Ueda S., Shibamoto Y., Yoshii T., Toyama T., Omodaka M., Jomura S., Hori K.//Proc. 1998 int. Comp Eng. Conf., Purdue Univ., US, 1998.07.14–17, vol. 2, 495–500.
БМИХ, 1999, № 6, с.44.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛЫХ ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ В ТОРГОВЫХ И НЕБОЛЬШИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Последние разработки в области геометрии профилей винтов, совершенствования внутреннего распределения масла и технологии производства дают возможность использовать винтовые компрессоры в таких областях, которые пока еще занимают поршневые компрессоры. В данной статье приводятся основные этапы разработки малых винтовых компрессоров с рабочими объемами от 84 до 250 м³/ч (50 Гц), их рабочие характеристики и капиталовложения.

Renz H.//ECO-CLIMA, RO, 1998. 12, № 3–4; 10–17.
БМИХ, 1999, № 6, с.44.

АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЕРМЕТИЧНОГО ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

Цель статьи – представить акустическую систему поршневого компрессора через упрощенную модель. Конструкторы должны обращать внимание на конструкцию глушителя и кожуха. Проведен анализ работы акустической системы. При совершенствовании кожуха необходимо учитывать диапазон изменения температуры масла и кожуха, чтобы выбрать безопасную область рабочих частот.

Suh K.H., Lee H., Oh W.S., Jung W.H.// Proc. 1998 int. Compressor Eng. Conf., Purdue Univ., US, 1998. 07. 14–17, vol. 1, 361–366.
БМИХ, 1999, № 6, с.45.

ОПТИМАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ВЫСОКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ КПД И КОЭФФИЦИЕНТ ПОДАЧИ КОМПАКТНЫХ РОТАЦИОННЫХ КОМПРЕССОРОВ

В статье рассмотрена оптимальная конструкция, которая обеспечивает высокие рабочие характеристики ротационного компрессора с катящимся поршнем. Были проведены компьютерные расчеты ряда комбинаций основных величин при различных объемах всасывания.

Ishii N., Bird K., Yamamoto S., Matsunaga H., Sano K., Hayashi M.// Proc. 1998 int. Compressor Eng. Conf., Purdue Univ., US, 1998. 07.14–17, vol. 2, 649–654.
БМИХ, 1999 № 6, с.46.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ХОЛОДИЛЬНИК

Разработана усовершенствованная схема термоэлектрического холодильника, в котором перенос тепла осуществляется рассолом. При этом обеспечивается более высокий холодильный коэффициент по сравнению с обычным термоэлектрическим холодильником.

Характерные изменения производительности рассчитывали посредством цифрового моделирования. Было установлено влияние скорости рассола, тока термоэлектрических модулей и количество разветвлений на холодопроизводительность. Сравнивали рабочие характеристики 40-литрового холодильника, работающего с применением рассола, с другими холодильниками. В усовершенствованном холодильнике возможно снижение шума до 15 дБ(А) и потребляемой мощности по сравнению с компрессионным холодильником.

Kido O., Arakawa T.//Refrigeration, JP., 1998.11, vol. 73; № 853; 1023–1028.
БМИХ, 1999, № 6, с.52.

Семинар фирмы Danfoss

ЗАО «Данфосс», традиционно знакомящее своих российских потребителей с предлагаемыми на российский рынок новиками, провело 31 июля 2001 г. для специалистов семинар на тему: «Электронная система управления холодильным оборудоввнием ADAP-KOOL».

Так как эта система предназначена прежде всего для больших магазинов и супермаркетов, среди приглашенных были в основном представители фирм, занимающихся оснащением магазинов холодильным оборудованием, его монтажом и обслуживанием (СПК «СНЕГ», компания «Олекс Холдинг», «Норд», «Фармина», «Фригосервис» и др.). Присутствовали также представители специализированных журналов.

Во вступительном слове руководитель отдела холодильной техники и промышленной автоматики *Д.Е.Ныркoвский* коротко остановился на направлениях деятельности российского отделения фирмы Danfoss: холодильная техника, теплотехнические приборы и промышленная автоматика, более подробно рассказал об отделе холодильной техники и представил докладчика – сотрудника отдела *Ю.Ю.Фетисова*, возглавляющего направление по системам автоматики ADAP-KOOL и прошедшего обучение в Дании и Англии.

Впервые представленная в России система контроля и управления ADAP-KOOL предназначена для поддержания требуемых температурно-влажностных параметров в каждом из объектов разветвленных холодильных сетей крупных магазинов и супермаркетов (холодильные прилавки, витрины, шкафы, камеры и др.) при минимальном энергопотреблении, хорошо организованном сервисном обслуживании и максимально удобном получении самой полной информации об объекте через компьютерную сеть.

Система многофункциональна, она осуществляет:

- мониторинг (сбор данных о температуре, давлении, времени наработки компрессоров и энергопотреблении с возможностью их распечатки на принтере, хранения и передачи на удаленные компьютеры);
- контроль и регулирование работы испарителя;
- контроль и регулирование работы компрессорно-конденсаторных агрегатов;
- сигнализацию об авариях и отклонениях параметров от установленных значений.

Работа системы обеспечивается современными датчиками, контроллерами, вспомогательными устройствами (связь, хранение отображения информации) и современным программным обеспечением.

В большой степени точность и экономичность системы управления ADAP-KOOL определяются применением электронных расширительных вентилей типа AKV с управлением от цифрового микропроцессорного контроллера типа AKC. Такая система осуществляет адаптивный контроль величины перегрева в испарителе, т. е. в зависимости от нагрузки устанавливает минимально возможное значение этой величины. Это позволяет повысить отдачу испарителя в тех случаях, когда необходима максимальная производительность. Электронные расширительные вентили не нуждаются в регулировке, так как подходят для любых хладагентов и работают в широчайшем диапазоне температур.

Еще одной особенностью электронного импульсного расширительного вентиля является широкий диапазон его работы (от 10 до 100 % от номинальной производительности), причем при минимальной производительности (10 %) достигается устойчивый режим работы, исключающий попадание жидкости в линию всасывания. Такой широкий диапазон работы позволяет очень точно поддерживать температуру охлаждаемой среды (модуляционный контроль температуры) в отличие от традиционных схем охлаждения, работающих в режиме ON/OFF. Возможность постоянно работать в режиме охлаждения позволяет несколько повысить температуру испарителя, тем самым уменьшить образование льда на испарителе и поддерживать постоянную влажность воздуха в охлаждаемом объеме.

Благодаря перечисленным выше свойствам электронные расширительные вентили находят широкое применение в водоохлаждающих машинах.

Большое внимание на семинаре было уделено также контроллерам производительности, в которые помимо стандартного набора функций (уравновешивание числа часов наработки компрессоров и вентиляторов конденсатора, ночной режим работы, управление компрессорами с несколькими ступенями) заложен ряд новых функций:

- управление производительностью компрессора путем изменения частоты вращения;
- использование плавающего (зависящего от внешних условий) давления всасывания/нагнетания;
- впрыск жидкости в линию всасывания;
- управление разными по производительности компрессорами;
- утилизация тепла;
- управление двумя централями при помощи одного контроллера.

В целом комплексное оснащение супермаркетов системой ADAP-KOOL обеспечивает высокое качество продуктов благодаря точному поддержанию температуры (отклонения ±0,2 °С) и влажности; упрощает сервисное обслуживание путем предоставления полной информации о месте и характере неисправности; позволяет добиться экономии энергии (на величину до 30 %) благодаря:

- использованию электронных расширительных вентилей (так как перепад давления на клапане много меньше, чем у обычного ТРВ);
- применению принципа «плавающего давления» испарения/нагнетания. Так, например, поддерживаемое давление конденсации может зависеть от температуры окружающего воздуха и может быть понижено при работе системы в холодное время года;
- уменьшению количества и продолжительности циклов оттаивания;
- функции логического управления вентиляторами воздухоохладителей и обогревателями стекол.

Присутствующие с интересом выслушали докладчика, задали ряд практических вопросов. В заключение всем участникам были вручены лазерные диски с описанием продукции фирмы Danfoss и материалами по системе ADAP-KOOL. Судя по реакции специалистов, новая система контроля и управления холодильным оборудованием имеет перспективы применения в России.

«Автосалон-2001»

С 23 по 29 августа 2001 г. в Москве в выставочном комплексе на Красной Пресне прошел 5-й Российский международный автомобильный салон «Автосалон-2001».

Организаторы выставки: ОАО «Автосельхозмаш-холдинг», ITE Group PLC при содействии ЗАО «Экспоцентр» и поддержке Министерства промышленности, науки и технологии РФ, Министерства транспорта и Правительства Москвы.

Официальные спонсоры: Автобанк и Мобильные ТелеСистемы.

В выставке принимали участие предприятия автомобильной промышленности и коммерческие фирмы из РФ, стран ближнего и дальнего зарубежья. Были представлены легковые и грузовые автомобили, автобусы и фургоны, комплектующие изделия и принадлежности (в том числе для автомобильных кондиционеров воздуха), запчасти, аксессуары, масла и сервисное оборудование, необходимые для нормального функционирования автомобильного рынка.

Самой обширной частью экспозиции были легковые автомобили, ассортимент автобусов и грузовиков был значительно уже. Все дорогие модели представленных зарубежных легковых автомобилей и междугородных автобусов оснащены кондиционерами. Отечественные мини-автобусы «ГАЗ» и туристические автобусы «ЗИЛ» оборудованы импортными установками кондиционирования воздуха. Это обусловлено тем, что при ограниченных объемах производства заводам выгоднее закупать импортное оборудование, чем изготовлять собственное, к тому же разработанное десятки лет назад.

ОАО «Производственно-конструкторское объединение «Теплообменник» (Нижний Новгород) предлагало системы кондиционирования воздуха на все модели «Газелей» и другие отечественные автомобили.

Рис. 1. Схема установки двухблочного кондиционера на мини-автобусе

Преимущество горьковских кондиционеров перед импортными – в двухиспарительной системе охлаждения, позволяющей создавать комфортные условия в салоне автобуса и кабине водителя. Кондиционеры комплектуются импортными компрессорами и автоматикой, а теплообменники и трубопроводы – собственного изготовления. Это позволило установить цены на горьковские двухблочные кондиционеры ниже уровня цен на импортные одноблочные.

Предприятие способно организовать производство, полностью удовлетворяющее потребности автомобилестроительных заводов РФ. Серийной поставке кондиционеров на автомобильные конвейеры препятствуют финансовые и организационные проблемы. Так, установка кондиционера на автобусе малого класса ведет к его удорожанию на 4,5–5 тыс. у.е., а из-за низкой платежеспособности автотранспортные предприятия заказывают автобусы с минимальным оснащением. Конструкторы ограничиваются разработкой рекомендаций по установке кондиционеров в сервисных службах.

На выставке просматривалась также тенденция повышения комфортности туристических и офисных автобусов, в частности оборудования их термоэлектрическими холодильниками разной емкости для хранения напитков.

Рис. 2. Туристический автобус повышенной комфортабельности «ЗИЛ-325000-12» с [illegible] кондиционером, термоэлектрическим [illegible] ником 50 л и туалетной комнатой

В.В.ПИСКУНОВ