ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1912 года

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

МОСКВА

Учредитель — ООО "Инфохолодтех"

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

Главный редактор
Л.Д.Акимова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Е.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.Калинин
А.А.Мифтахов
В.В.Оносовский
И.И.Орехов
И.А.Рогов
В.В.Румянцев
И.К.Савицкий
В.И.Смыслов
А.А.Соловьянов
И.Я.Сухомлинов
И.Г.Хисамеев
О.Б.Цветков
И.Г.Чумак
В.М.Шавра
А.В.Шаманов

Дизайн и компьютерная верстка
Т.А.Миансаровой
Компьютерный набор ***Л.И.Лапиной***
Корректор ***Т.Т.Талдыкина***

Ответственность за достоверность рекламы несут рекламодатели.
Рукописи не возвращаются.

Адрес редакции:
107807, ГСП-6, Москва, Б-78,
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 18.10.2000.
Формат 60x88¹/₈. Офсетная печать.
Усл.-печ. л. 5,0.

Отпечатано в ООО «РОСТРА-ДЕЙ»

© Холодильная техника, 2000

Холодильная Техника

10 • 2000

Kholodilnaya Tekhnika

В НОМЕРЕ:

Калнинь И.М., Савицкий И.К. **Тепловые насосы: вчера, сегодня, завтра** — 2

Кокорин О.Я., Дементьев В.В. **Энергетические преимущества применения насосной циркуляции антифриза для холодоснабжения** — 7

Морозюк Л.И., Морозюк Т.В. **Сорбционные термотрансформаторы: от теории к практике** — 10

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!
Игорю Григорьевичу Чумаку 70 лет — 13

ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
Сильман М.А. **Продукция московского завода «Компрессор»** — 14

DANFOSS
Компрессоры и компрессорно-конденсаторные агрегаты — 16

Семинар фирмы Danfoss — 18

GEA GRASSO
Установки с льдогенераторами для производства сухого чешуйчатого льда — 19

CARRIER
Система контроля микроклимата «Group Controller» — 20

Zone Manager: полное программирование микроклимата в помещении — 21

AIRCOOL
Собственное производство: аккумуляторы холода — 22

ELECTROSTAR
Холодильное оборудование компании Dunham-Bush International для энергосберегающих технологий — 23

Генель Л.С., Галкин М.Л., Сорокин С.С.
Концентрат противокоррозионных и окрашивающих добавок для теплоносителей на основе пропиленгликоля — 28

ZANOTTI
Би-блоки серии DB-S с пониженным уровнем звукового давления — 30

Юбилейное собрание Ассоциации «Холод-быт» — 32

В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ ХОЛОДА
Из Бюллетеня МИХ — 34

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ
Инрыбпром-2000 — 36

Моторшоу-2000 — 37

Выставка бытовой электроники — 38

IN ISSUE:

Kalnin I.M., Savitsky I.K. **Heat pumps: yesterday, today, tomorrow** — 2

Kokorin O.Ya., Dementyev V.V. **Energy benefits from use of pump circulation of antifreeze for refrigeration supply** — 7

Morozyuk L.I., Morozyuk T.V. **Sorbtion thermal transformers: from theory to practice** — 10

CONGRATULATIONS ON JUBILEE!
Igor Grigoryevich Chumak is 70 years old — 13

DOMESTIC REFRIGERATING EQUIPMENT
Silman M.A. **Products of Moscow works «Compressor»** — 14

DANFOSS
Compressors and condensing units — 16

Seminar of Danfoss — 18

GEA GRASSO
Installations with ice makers for production of dry flaked ice — 19

CARRIER
System for microclimate control «Group Controller» — 20

Zone Manager: full programming of microclimate indoors — 21

AIRCOOL
Own production: cold accumulators — 22

ELECTROSTAR
Refrigerating equipment of Dunham-Bush International for energy-saving technologies — 23

Genel L.S., Galkin M.L., Sorokin S.S.
Concentrate of anticovvosive and staining additives for heat-carrying mediums based on propylene glycol — 28

ZANOTTI
Bi-blocks of series DB-S with reduced level of sound pressure — 30

Jubilee meeting of «Kholod-Byt» Association — 32

AT INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION
From Bulletin of IIR — 34

INTERNATIONAL EXHIBITIONS
Inrybprom-2000 — 36

Motorshow-2000 — 37

Exhibition of electronic appliances — 38

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
АГРАРНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гаврьова

УДК 621.577

Д-р техн. наук **И.М.КАЛНИНЬ**
МГУИЭ,
И.К.САВИЦКИЙ
ОАО «ВНИИхолодмаш-Холдинг»

Тепловые насосы: вчера, сегодня, завтра

Теплонасосные установки, осуществляя обратный термодинамический цикл на низкокипящем рабочем веществе, черпают возобновляемую низкопотенциальную тепловую энергию из окружающей среды, повышают ее потенциал до уровня, необходимого для теплоснабжения, затрачивая в 1,2...2,3 раза меньше первичной энергии, чем при прямом сжигании топлива. Применение теплонасосных установок – это и сбережение невозобновляемых энергоресурсов, и защита окружающей среды, в том числе и путем сокращения выбросов CO_2 (парникового газа) в атмосферу. Тепловые насосы вышли из недр холодильной техники и, как правило, создаются и выпускаются заводами холодильного машиностроения. Это одно из важнейших пересечений техники низких температур с энергетикой.

The advantages of heat pumps as compared to traditional technologies of heat supply are evaluated. The applications and examples of use of heat pumps are described. Foreign experience has been analyzed. The state and prospects for the development of production and use of heat pumps in Russia are considered.

Теплонасосные установки целесообразно использовать при переходе к децентрализованным системам теплоснабжения (без протяженных дорогостоящих тепловых сетей), когда тепловая энергия генерируется вблизи ее потребителя, а топливо сжигается вне населенного пункта (города) [4]. Внедрение таких экономичных и экологически чистых технологий теплоснабжения необходимо в первую очередь во вновь строящихся районах городов и в населенных пунктах при полном исключении применения электрокотельных, потребление энергии которыми в 3–4 раза превышает потребление ее теплонасосными установками.

Важнейшая особенность теплонасосных установок – универсальность по отношению к виду используемой энергии (электрической, тепловой). Это позволяет оптимизировать топливный баланс энергоисточника путем замещения более дефицитных энергоресурсов менее дефицитными.

Еще одно преимущество теплонасосных установок – широкий диапазон мощности (от долей до десятков тысяч киловатт), перекрывающий мощности любых существующих теплоисточников, в том числе малых и средних ТЭЦ.

Использование теплонасосных установок перспективно в комбинированных схемах в сочетании с другими технологиями использования возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой, биоэнергии), так как позволяет оптимизировать параметры сопрягаемых систем и достигать наиболее высоких экономических показателей. Применение теплонасосных установок вносит наибольший вклад в экономию невозобновляемых энергоресурсов с помощью технологий нетрадиционной энергетики.

Перечисленные преимущества теплонасосных установок обусловили их широкое и всевозрастающее распространение в развитых странах и во всем мире. Ставится задача не о локальном или ограниченном применении теплонасосного теплоснабжения, а о максимальном отказе от прямого сжигания для этих целей органического топлива.

Коэффициент преобразования теплового насоса (μ – отношение отдаваемой теплоты к затраченной энергии) зависит от разности требуемой температуры потребителя $T_{ивт}$ (температура источника высокопотенциальной теплоты) и температуры источника низкопотенциальной теплоты $T_{инт}$, термодинамических свойств рабочего вещества и особенностей термодинамического цикла и технического совершенства конструкции теплового насоса. В первом приближении можно считать, что коэффициент μ зависит только от разности температур ($T_{ивт} - T_{инт}$). Чем меньше эта разность, тем выше коэффициент μ.

Для сопоставления эффективности тепловых насосов и традиционных генераторов теплоты, например котельных, а также сравнения тепловых насосов разных принципов действия, например парокомпрессионного с приводом компрессора от электродвигателя и абсорбционного, потребляющего тепловую энергию, применяют обобщенный критерий – коэффициент использования первичной энергии K. Он определяется как отношение полезной теплоты теплового насоса к теплотворной способности израсходованного топлива (7 Гкал на 1 т условного топлива; 1 Гкал = $= 4{,}1868 \cdot 10^9$ Дж).

Удачное сочетание параметров ИНТ и требуемых параметров теплоты у потребителя – важнейшее условие эффективного применения тепловых насосов. Сближение температур ИНТ и ИВТ достигается совершенствованием систем использования теплоты. Так, для современной системы напольного отопления достаточна температура 25...35 °С, тогда как для традиционной системы отопления ИВТ должен иметь температуру 70...100 °С.

Сопоставление альтернативных вариантов теплоснабжения по степени использования первичной энергии показывает, что наименее эффективен прямой электрический обогрев ($K_{и} = 0{,}27...0{,}34$), так как на тепловой электростанции при выработке энергии и ее транспортировке по сетям теряется около 70 % первичной энергии.

Теплоснабжение прямым сжиганием топлива в котельной приводит к потере около 20 % первичной энергии. Коэффициент использования первичной энергии примерно равен КПД котельной: $K_{и} = 0{,}75...0{,}85$.

При рациональном применении тепловых насосов обеспечивается экономия первичной энергии ($K_{и} > 1$).

Для теплового насоса с электроприводом коэффициент использования первичной энергии $K_{ти}$ равен произведению коэффициента преобразования μ и коэффициента использования первичной энергии при выработке электроэнергии $K_{эл}$. Вследствие низких значений последнего тепловой насос уравнивается по эффективности с котельной при $\mu = 2{,}5$, и поэтому разность температур ($T_{ивт} - T_{инт}$), как правило, не должна превышать 60 °С [2].

Парокомпрессионные тепловые насосы с приводом от теплового двигателя, например от газовой турбины или дизельного двигателя, оказываются более экономичными. Хотя КПД этих двигателей не превышает 35 %, при работе в составе теплового насоса может быть утилизирована и направлена в общий поток среды, нагреваемой тепловым насосом, большая часть потерь, которые воспринимаются смазкой, охлаждающей двигатель жидкостью и выхлопными газами. В результате коэффициент использования первичной энергии привода возрастает в 1,5 раза, а экономичность теплового насоса обеспечивается при $\mu \geq 2{,}0$.

В тепловых насосах абсорбционного типа вместо компрессора с механическим приводом используют систему, которую называют "термокомпрессор". Ее преимущество – возможность использования тепловой энергии. Это может быть прямое сжигание топлива, а также различные

сбросные потоки теплоты в виде горячей воды, отработавшего пара и т.п. Эти машины имеют более низкий коэффициент преобразования (коэффициент трансформации) по сравнению с парокомпрессионными тепловыми насосами. Однако использование топлива с КПД не ниже, чем у котельной, обеспечивает $K_{тн} = 1{,}2…1{,}3$.

Особенно выгодно применение тепловых насосов при одновременной выработке теплоты и холода, что может быть реализовано в ряде промышленных и сельскохозяйственных производств, а также в системах кондиционирования воздуха.

Количество заменяемого теплонасосными установками органического топлива удобно рассчитывать через его расход при полном полезном использовании теплоты сгорания (0,1428 т условного топлива/Гкал):

$$\Delta G = 0.1428 Q_{тн}(1/K_{альт} - 1/K_{тн}),$$

где ΔG – разность расходов топлива при выработке теплоты $Q_{тн}$ (Гкал) по традиционной технологии и с помощью теплонасосной установки, т условного топлива;

$K_{альт}$, $K_{тн}$ – коэффициенты использования первичной энергии при альтернативном варианте теплоснабжения и при теплоснабжении с помощью теплонасосной установки.

Для укрупненных расчетов количества топлива (т условного топлива), замещаемого тепловой энергией теплонасосных установок, целесообразно принять $K_{альт}$ = 0,8 (примерное значение КПД котельных) и $K_{тн}$ = 1,3 (среднее значение коэффициента использования первичной энергии для теплонасосной установки):

$$\Delta G = 0{,}072 Q_{тн}.$$

➤ Применение и особенно производство тепловых насосов в нашей стране развивается с большим опозданием. Пионером в области создания и внедрения тепловых насосов в бывшем СССР был ВНИИхолодмаш. В 1986–1989 гг. ВНИИхолодмашем был разработан ряд (см.таблицу) парокомпрессионных тепловых насосов теплопроизводительностью от 17 кВт до 11,5 МВт двенадцати типоразмеров "вода–вода" (в том числе морская вода в качестве ИНТ для тепловых насосов теплопроизводительностью 300…1000 кВт), "вода–воздух" (тепловые насосы на 45 и 65 кВт). Большая часть тепловых насосов этого ряда прошла стадию изготовления и испытания опытных образцов на пяти заводах холодильного машиностроения. Четыре типоразмера выпускались серийно (тепловые насосы теплопроизводительностью 14; 100; 300; 8500 кВт). Общий их выпуск с 1987 г. и почти до 1992 г. может быть оценен в 3000 единиц. Тепловая мошность действующего парка этих тепловых насосов оценивается в 40 МВт.

Примером может служить созданный в этот период тепловой насос мощностью 5 МВт на базе центробежного компрессора для теплонасосной установки целлюлозно-бумажного комбината ПО «Светогорск» (Карелия). Эта установка общей тепловой мощностью 27 МВт утилизировала теплоту сбросной воды с температурой 30…35 °С охлаждающей системы технологических аппаратов в цехах и повышала до 75…80 °С потенциал сбросной воды, которая использовалась в системе теплоснабжения целлюлозно-бумажного комбината и г. Светогорска.

Хорошо зарекомендовали себя холодильно-нагревательные машины типа ТХУ для молочных ферм, которые утилизировали теплоту охлаждаемого молока для технологических нужд.

В этот период институтом был разработан целый ряд принципиально новых тепловых насосов – абсорбционных, компрессионно-резорбционных, компрессионных, работающих на бутане и воде в качестве рабочего вещества и др. [1, 3].

Последующий период по известным причинам характеризовался спадом спроса на такое новое энергетическое оборудование, каким являются тепловые насосы. Многие освоенные машины и новые разработки оказались невостребованными.

Однако в последние годы картина стала меняться. Возникли реальные экономические стимулы для энергосбережения. Это связано с ростом цен на энергоносители, а также с изменениями в соотношениях тарифов на электроэнергию и различные виды топлива. Во многих случаях на первый план выступают требования экологической чистоты систем теплоснабжения. В частности, это относится к элитным индивидуальным домам. Появились новые специализированные фирмы в Москве, Новосибирске, Нижнем Новгороде и других городах, проектирующие теплонасосные установки и выпускающие только тепловые насосы. Усилиями этих фирм к настоящему времени дополнительно введен в эксплуатацию парк тепловых насосов общей тепловой мощностью около 50 МВт.

➤ При реальной рыночной экономике в России тепловые насосы имеют перспективу дальнейшего расширения применения, а производство тепловых насосов может стать соизмеримым с производством холодильных машин соответствующих классов. Эта перспектива может быть оценена при рассмотрении условий теплоэнергоснабжения в основных областях применения теплонасосных установок: жилищно-коммунальном секторе, на промышленных предприятиях, в курортно-оздоровительных и спортивных комплексах, в сельскохозяйственном производстве.

В *жилищно-коммунальном секторе* теплонасосные установки находят наибольшее применение (и в мировой, и российской практике) преимущественно для отопления и горячего водоснабжения (ГВС). Здесь можно выделить два направления:

автономное теплоснабжение от теплонасосных установок;

использование теплонасосных установок в рамках существующих систем централизованного теплоснабжения.

Для автономного теплоснабжения коттеджей, отдельных домов (в том числе школ, больниц и т. п.), городских районов, населенных пунктов используют преимущественно парокомпрессионные тепловые насосы тепловой мощностью 10…30 кВт в единице оборудования (коттеджи, отдельные дома) и до 5 МВт (для районов и населенных пунктов).

Источником теплоты низкого потенциала служат преимущественно грунтовые

Марка машины	Тепловая мощность, кВт	Тип ИНТ–ИВТ	Назначение	Завод-изготовитель
ТХУ-14	21,5	Вода-вода	Для молочных ферм	ПО "Мелитополь-холодмаш"
ТХУ-23	30,0	То же	То же	ПО "Мелитополь-холодмаш"
ТХУ-37	45,0	"	"	ПО "Одесхолодмаш"
НТ-45	45,0	Вода-воздух	Общего применения	ПО "Мелитополь-холодмаш"
НТ-65	65,0	То же	То же	ПО "Мелитополь-холодмаш"
НТ-100	100,0	Вода-вода	"	Завод "Красный факел", г. Москва
НТ-300	300,0	То же	"	ПО "Компрессор", г. Москва
НТ-500	500,0	"	"	ПО "Компрессор", г. Москва
НТ-1000	1000,0	"	"	НПО "Казанькомпрессормаш"
НТ-2500	2500,0	"	"	НПО "Казанькомпрессормаш"
НТ-8500	8500,0	"	"	НПО "Казанькомпрессормаш"
НТ-11500	11500,0	"	"	НПО "Казанькомпрессормаш"

воды ($T_{ИНТ}$ = 8...15 °С), грунт ($T_{ИНТ}$ = 5...10 °С), водопроводная вода ($T_{ИНТ}$ = 9...20 °С) и канализационные стоки ($T_{ИНТ}$ = 10...17 °С). Децентрализованное теплоснабжение позволяет применять современные низкотемпературные системы отопления с температурой теплоносителя $T_{ПОТ}$ = 35...60 °С, обеспечивающие достаточно высокие коэффициенты преобразования тепловых насосов (μ = 3,5...5,0).

Применение децентрализованных систем теплоснабжения на базе теплонасосных установок в районах, где тепловые сети отсутствуют, либо в новых жилых районах позволяет избежать многих технологических, экономических и экологических недостатков систем централизованного теплоснабжения. Конкурентными им по экономическим параметрам могут быть только районные котельные, работающие на газе (если пренебречь экологическими требованиями).

В настоящее время действует значительное число таких установок. А в перспективе потребность в них будет быстро возрастать.

Особенность теплоснабжения в России (в отличие от большинства стран мира) – широкое распространение систем централизованного теплоснабжения в крупных городах.

Одновременная выработка электрической и тепловой энергии на ТЭЦ имеет бесспорные преимущества с точки зрения использования топлива. Многолетнее развитие этого направления позволило достичь достаточно высокой эффективности, приобрести большой опыт в эксплуатации систем централизованного теплоснабжения. И хотя эти системы имеют ряд технологических и экологических недостатков, они реально существуют и подлежат совершенствованию.

При совершенствовании систем централизованного теплоснабжения необходимо учитывать следующие факторы [5]:

- огромные выбросы низкопотенциальной теплоты, прежде всего системой охлаждения технической воды на ТЭЦ, увеличивающиеся в период снижения тепловой нагрузки в неотопительный период;
- резко возрастающий пережог топлива при выработке электроэнергии в условиях снижения тепловой нагрузки;
- большие затраты теплоты на нагрев сетевой воды, восполняющей ее потери в теплосетях;
- дефицит сетевой воды во многих районах города из-за ограниченной теплопропускной способности существующих сетей.

О масштабах этих факторов можно судить по статистическим данным выработки теплоты для теплоснабжения городов. В последние годы отпуск теплоты на ТЭС РАО "ЕЭС России" составлял 600... 650 млн Гкал, а на районных котельных – около 50 млн Гкал в год. Выброс низкопотенциальной теплоты в системах охлаждения технической воды составлял 140...150 млн Гкал, что эквивалентно 24...26 млн т условного топлива. В системе АО "Мосэнерго" выбросы в системах охлаждения технической воды на ТЭЦ Москвы составляют 45...50 млн Гкал в год, что равносильно потере 7,2...8 млн т условного топлива в год.

Технически возможна утилизация до 45 % низкопотенциальной теплоты (около 10 % от количества отпускаемой теплоты). В системе РАО «ЕЭС России» это эквивалентно замещению 10^6 млн т условного топлива. При этом может быть достигнуто замещение органического топлива в больших объемах, чем при децентрализованном теплоснабжении.

Экономия (замещение) органического топлива с помощью тепловых насосов в конечном счете происходит за счет полезного вовлечения выбросов низкопотенциальной теплоты на ТЭЦ. Это достигается двумя способами:

- прямым использованием охлаждающей технической воды ТЭЦ в качестве ИНТ для теплового насоса (в обход градирни);
- использованием в качестве ИНТ для теплового насоса обратной сетевой воды, возвращаемой на ТЭЦ, температура которой снижается до 20...25 °С.

Первый способ реализуется, когда тепловой насос размещен вблизи ТЭЦ, второй – когда он используется вблизи потребителей теплоты. В обоих случаях температурный уровень ИНТ достаточно высок, что создает предпосылки для работы теплового насоса с высоким коэффициентом преобразования.

Применение тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения позволяет существенно повысить технико-экономические показатели систем городского энергохозяйства, обеспечивая:

- прирост тепловой мощности на величину утилизируемой теплоты, ранее выбрасываемой в систему охлаждения технической воды;
- снижение теплопотерь при транспортировке сетевой воды в магистральных трубопроводах;
- возрастание отопительной нагрузки (на 15... 20 %) при том же расходе первичной сетевой воды и снижение дефицита в сетевой воде на ЦТП в удаленных от ТЭЦ микрорайонах;
- появление резервного источника для покрытия пиковых тепловых нагрузок.

Для работы в системе централизованного теплоснабжения требуются крупные тепловые насосы теплопроизводительностью от нескольких мегаватт (для установки на тепловых пунктах) до нескольких десятков мегаватт (для использования на ТЭЦ).

На *промышленных предприятиях* теплонасосные установки применяют для утилизации теплоты водооборотных систем, теплоты вентиляционных выбросов и теплоты сбросных вод (целлюлозо-бумажные комбинаты). На предприятиях, имеющих котельные, теплоту от тепловых насосов используют для подогрева подпиточной воды для котлов и собственных тепловых сетей.

До недавнего времени считалось, что применение теплонасосных установок на предприятиях, снабжаемых теплотой от ТЭЦ, заведомо неэкономично. Сейчас эти оценки пересматриваются. Во-первых, учитывают возможность использования рассмотренных выше технологий в жилищно-коммунальном секторе при централизованном теплоснабжении. Во-вторых, реальные соотношения цен на электроэнергию, теплоту ТЭЦ и топливо вынуждают некоторые предприятия переходить на собственные генераторы теплоты и даже электроэнергии. При таком подходе применение теплонасосных установок наиболее эффективно. Особенно большую экономию топлива дают "мини-ТЭЦ", базирующиеся на дизельгенераторе (в том числе работающем на природном газе), осуществляющем одновременно привод компрессора теплового насоса. Тепловая установка при этом обеспечивает отопление и горячее водоснабжение предприятия.

Перспективно для предприятий и применение теплонасосной установки в сочетании с использованием теплоты вентиляционных выбросов. Воздушное отопление характерно для многих промышленных предприятий. Установки утилизации теплоты вентиляционных выбросов позволяют предварительно нагреть поступающий в цех наружный воздух до 8 °С. Температура сетевой воды, нагреваемой в теплонасосной установке, требуемая для нагрева отопительного воздуха, не превышает 70 °С. При этих условиях теплонасосная установка может работать при достаточно высоком коэффициенте преобразования.

Многие промышленные предприятия нуждаются одновременно и в искусственном холоде. Так, на заводах искусственного волокна в основных производственных цехах используют технологическое кондиционирование воздуха (поддержание температуры и влажности). В боль-

шом количестве расходуется холод в производстве искусственного каучука и в других технологиях. Комбинированные теплонасосные системы тепловой насос – холодильная машина, одновременно вырабатывающие теплоту и холод, наиболее экономичны.

Из сказанного очевидно, что для промышленных предприятий требуются тепловые насосы большой мощности – от нескольких мегаватт до нескольких десятков мегаватт.

Среди *курортно-оздоровительных и спортивных комплексов* прежде всего выделим здравницы на морском побережье. В районах их расположения (Кавказ, Крым и др.) действуют повышенные требования к чистоте воздушного бассейна. Вместе с тем используются децентрализованные системы теплоснабжения с применением мелких котельных на органическом топливе (обычно на мазуте). Один из потребителей теплоты – плавательные бассейны. В современных условиях на таких объектах обязательно летнее кондиционирование воздуха. Требованиям экологически чистого теплоснабжения и летнего кондиционирования воздуха в полной мере отвечают комбинированные теплонасосные системы тепловой насос – холодильная машина. Источником низкопотенциальной теплоты для теплонасосной установки служит морская вода, а также сбросная вода бассейнов. В летнее время морская же вода является приёмником теплоты конденсации холодильной машины.

По аналогичной схеме работают комбинированные теплонасосные системы спортивных комплексов – спортивных залов, плавательных бассейнов и аквапарков. В качестве ИНТ при отсутствии вблизи объекта водоема (моря, реки, озера) используется теплота подземных вод или грунта.

В *сельскохозяйственном производстве* основные области применения тепловых насосов – первичная обработка молока и теплоснабжение стойловых помещений.

На молочных фермах значительная доля энергозатрат (до 50 %) приходится на привод компрессоров холодильных машин, предназначенных для охлаждения свежевыдоенного молока и нагрева воды для санитарно-технологических нужд. Такое сочетание потребности в тепле и холоде создает благоприятные условия для применения тепловых насосов.

С вентилируемым воздухом стойловых помещений отводится значительное количество теплоты, которое успешно может быть использовано в качестве низкопотенциального источника для малых тепловых насосов. На животноводческих фермах теплонасосная установка обеспечивает одновременное кондиционирование воздуха в стойловых помещениях и теплоснабжение производственных помещений.

➤ Весьма показательным ориентиром для оценки возможности применения теплонасосных установок в России является *зарубежный опыт*. Он различен в разных странах и зависит от климатических и географических особенностей, уровня развития экономики, топливно-энергетического баланса, соотношения цен на основные виды топлива и электроэнергии, традиционно используемых систем теплоэнергоснабжения и др. При сходных условиях с учетом состояния экономики России зарубежный опыт следует рассматривать как реальный путь развития в перспективе.

Согласно прогнозам Мирового энергетического комитета (МИРЭК) к 2020 г. 75 % теплоснабжения (коммунального и производственного) в развитых странах будет осуществляться с помощью тепловых насосов.

Этот прогноз успешно подтверждается. В настоящее время в мире работает порядка 20 млн тепловых насосов различной мощности – от нескольких киловатт до сотен мегаватт.

Производство тепловых насосов в каждой стране ориентировано в первую очередь на удовлетворение потребностей своего внутреннего рынка. В США, Японии и некоторых других странах наиболее распространены воздухо-воздушные реверсивные теплонасосные установки, предназначенные для отопления и летнего кондиционирования воздуха, в то время как в Европе преобладают водо-водяные и водо-воздушные. В Швеции и других Скандинавских странах наличие дешевой электроэнергии и широкое использование систем централизованного теплоснабжения привели к развитию крупных теплонасосных установок. В Нидерландах, Дании и других странах этого региона наиболее доступным видом топлива является газ, и поэтому быстро развиваются тепловые насосы с приводом от газового двигателя и абсорбционные.

В США в настоящее время эксплуатируют миллионы теплонасосных установок и из них более половины в жилищно-коммунальном секторе. Более всего распространены реверсивные воздухо-воздушные теплонасосные установки с электроприводом для круглогодичного кондиционирования воздуха в помещениях. Выпускают тепловые установки более 50 фирм, 30 % вновь строящихся домов типа коттеджей оснащают теплонасосными установками.

Быстрыми темпами развиваются системы теплоснабжения жилых и общественных зданий с ИНТ–ИВТ типа грунт–вода. Разработаны высокоэффективные технологии и технические средства отбора теплоты грунта. Действует эффективная система штрафов (за выброс CO_2 при сжигании топлива) и поощрений за использование ИПТ в целях теплоснабжения.

В Швеции с начала 80-х годов развитие теплонасосных установок происходит очень интенсивно. В этой стране характерно использование крупных установок тепловой мощностью более 30 МВт. Источником низкопотенциальной теплоты служат в основном очищенные сточные воды, морская вода и сбросная вода промышленных предприятий. Среди этих теплонасосных установок наиболее крупные расположены в городах Мальме (40 МВт), Упсала (39 МВт) и Эребру (42 МВт).

Наиболее мощная (320 МВт) Стокгольмская установка, использующая в качестве ИНТ воду Балтийского моря. Эта установка, расположенная на причаленных к берегу баржах, охлаждает зимой морскую воду от 4 до 2 °С. Себестоимость теплоты от этой установки на 20 % ниже себестоимости теплоты от котельных. Количество теплоты, вырабатываемой теплонасосными установками в Швеции, уже составляет около 50 % требуемого.

В Германии в эксплуатации находятся сотни тысяч теплонасосных установок, которые используются в водяных, а также в воздушных системах отопления и кондиционирования воздуха. Преобладают тепловые насосы с электроприводом. Кроме того, применяют сотни теплонасосных установок большой мощности с приводом от дизельных и газовых двигателей. Источниками теплоты служат воздух (наружный и вытяжной), грунт, вода и др. Крупные тепловые установки работают, как правило, в системах централизованного теплоснабжения. Построено несколько десятков абсорбционных тепловых насосов единичной тепловой мощностью до 4 МВт.

В настоящее время в Германии выделяется самая крупная среди развитых стран государственная дотация из бюджета: за 1 кВт тепловой мощности пущенного в эксплуатацию теплового насоса выплачивается 300 марок. И это при том, что по производству экономичных индивидуальных котлов на жидком и газообразном топливе для централизованного и индивидуального теплоснабжения Германия занимает одно из первых мест в мире.

В Швейцарии первые теплонасосные установки были построены еще в 30-х годах. Сейчас в эксплуатации находятся десятки тысяч теплонасосных установок в основном небольшой тепловой мощнос-

ти. Построены крупные установки для работы в системах централизованного теплоснабжения. Самой крупной из них является установка в г. Лозанне тепловой мощностью 7,0 МВт с электроприводом. Швейцарской национальной программой энергосбережения предусматривается за три ближайших года увеличить втрое производство теплоты тепловыми насосами. Для реализации этой программы выделяются значительные дотации.

Структура действующего парка тепловых насосов по тепловым мощностям в разных странах сильно различается. Если для Японии средняя мощность теплового насоса, по-видимому, не превышает 10 кВт, то в Швеции она приближается к 100 кВт.

Тепловая мощность мирового парка тепловых насосов, по минимальной оценке, составляет 250 тыс. МВт, годовая выработка теплоты – 1 млрд Гкал, что соответствует замещению органического топлива в объеме до 80 млн т условного топлива. Мировой опыт показывает, что энергетические и экологические проблемы с неизбежностью приводят к необходимости широкого применения тепловых насосов.

➤ В настоящее время в Минтопэнерго РФ формируется *программа «Развитие нетрадиционной энергетики России на 2001–2005 годы»*. В программе оценивается также развитие до 2010 и 2015 гг. Она включает раздел по развитию теплонасосных установок.

Прогноз развития основывается на оценках производителей тепловых насосов, а также их пользователей в регионах страны, потребности в тепловых насосах разной мощности и возможностей их производства.

В основу программы положены реальные проекты, которые будут осуществлены в этот период. Большинство из примерно 30 крупных проектов предусматривают использование теплонасосных установок для жилищно-коммунального сектора, в том числе в системе централизованного теплоснабжения.

Ряд работ будет выполняться в рамках региональных программ энергосбережения и замены традиционных систем теплоснабжения теплонасосными установками (Новосибирская обл., Нижегородская обл., Норильск, Нюренгри, Якутия, Дивногорск, Красноярский край). Среднегодовой ввод тепловых мощностей составит около 100 МВт.

При этих условиях выработка теплоты всеми работающими тепловыми насосами в 2005 г. составит 2,2 млн Гкал, а замещение органического топлива – 160 тыс. т условного топлива. К 2005 г. должны быть расширены производственные мощности для выпуска тепловых насосв тепловой мошностью до 100 кВт в количестве до 10 тыс. в год (суммарная тепловая мощность годового выпуска 300 МВт). Таким образом, в России намечается прорыв в распространении теплонасосных установок.

Что касается тепловых насосов большой тепловой мощности (от 500 кВт до 40 МВт), то после 2005 г. предполагается ежегодный ввод тепловых мощностей в среднем 280 МВт, а после 2010 г. – до 800 МВт. Это связано с тем, что в данный период планируется широкое применение тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения.

Ожидается, что в 2010 г. действующий парк будет вырабатывать до 20 млн Гкал теплоты, а в 2015 г. – до 45 млн Гкал. Теплота, вырабатываемая парком тепловых насосов, заместит в 2010 г. 1,5 млн т условного топлива, а в 2015 г. – более 3,5 млн т.

➤ Ниже приводится краткая аннотация наиболее крупного объекта, представленного ЗАО «Энергия» (Новосибирск). В этом проекте наглядно раскрываются энергетические, экономические и экологические аспекты применения теплонасосных установок.

Проект относится к теплоснабжению Дивногорска Красноярского края, расположенного в непосредственной близости от Красноярской гидроэлектростанции (ГЭС) на Енисее. В настоящее время этот город с численностью населения около 40 тыс. человек отапливается с помощью электрокотельных. Потребность в теплоте для отопления и горячего водоснабжения составляет около 120 МВт. Возросшая стоимость электроэнергии приводит к тому, что более 50 % годового бюджета города расходуется на теплоснабжение жилья и социальной сферы.

Переход на альтернативный источник тепловой энергии – первоочередная задача администрации города. Круг возможных альтернативных решений весьма узок: теплонасосные установки с использованием воды Енисея в качестве источника низкопотенциальной теплоты или угольные котельные, так как природным газом Красноярский край не располагает.

Второй путь для Дивногорска неприемлем из-за того, что город и его окрестности – это зеленая зона отдыха жителей Красноярска. Установка там угольных котельных при своеобразном рельефе местности приведет к сильнейшему загрязнению этой рекреационной зоны окислами азота, серы и золой, содержащей тяжелые металлы.

Единственно приемлемое альтернативное решение – перевод жителей Дивногорска на теплоснабжение от тепловых насосов.

Источником низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов будет служить вода Енисея, температура которой колеблется от 1,5...2,0 °С зимой до 10...11 °С летом.

Это решение позволит решить и другую весьма серьезную экологическую проблему. После создания Красноярской ГЭС из-за мощной диссипации энергии падающего потока воды в нижнем бьефе температура в самые сильные морозы не опускается ниже 2 °С.

В результате ниже по течению от плотины на расстоянии 150...180 км вода не замерзает, и в сильные морозы это открытое зеркало воды становится причиной густых туманов практически в течение всей зимы, что значительно ухудшило микроклимат в Красноярске.

Если полностью перевести Дивногорск на теплонасосное теплоснабжение, речная вода будет охлаждаться на 1 °С, что обеспечит образование ледяного покрова на Енисее в районе Красноярска.

Крупные тепловые насосы на базе центробежных компрессоров для этого проекта разрабатывает ОАО "ВНИИхолодмаш-Холдинг".

Реализация проекта позволит снизить годовой расход электроэнергии на отопление и горячее водоснабжение города на 400 000 МВт·ч и высвободить соответствующую мощность Красноярской ГЭС; получить экономию бюджетных средств города в 100 млн руб. в год; отказаться от применения других альтернативных систем отопления, ухудшающих экологическую обстановку в городе; улучшить экологическую обстановку в регионе в результате ликвидации незамерзающей поверхности воды в реке ниже бьефа.

В настоящее время начато проектирование первой очереди теплонасосного теплоснабжения. Работа осуществляется в рамках губернаторской программы. Ориентировочная стоимость всего проекта 400 млн руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Калнинь И.М.* Перспективы развития тепловых насосов//Холодильная техника. 1994. № 1.

2. *Калнинь И.М.* Техника низких температур на службе энергетики//Холодильное дело. 1996. № 1.

3. *Калнинь И.М.* Применение тепловых насосов для нужд теплоснабжения//Энергетическое строительство. 1994. № 8.

4. *Проценко В.П.* Проблемы использования теплонасосных установок в системах централизованного теплоснабжения//Энергетическое строительство. 1994. № 2.

5. *Чаховский В.М.* Опыт применения энергосберегающей теплонасосной технологии в системе городского теплоснабжения//РСЭ ИНФОРМ. 1999. № 2.

Энергетические преимущества применения насосной циркуляции антифриза для холодоснабжения

Д-р техн. наук, проф.
О.Я.КОКОРИН,
канд. техн. наук
В.В.ДЕМЕНТЬЕВ
Фирма «Грундфос»

The energy benefits of the application of pump circulation of antifreeze for refrigeration supply of air conditioning systems are shown. A calculation using a special nomogram which demonstrated a real advantage of inclusion of the pump circulation of the antifreeze into the scheme was carried out.

В системах кондиционирования воздуха (СКВ), холодоснабжение которых осуществляется с помощью холодильных машин, на 2,4 кВт • ч вырабатываемого холода расходуется 1 кВт • ч электроэнергии. Значительное сокращение затрат на электроэнергию при круглогодовой потребности в холоде достигается использованием естественного холода. В качестве характерного примера на рис. 1 представлена принципиальная схема круглогодового холодоснабжения в новом цехе кондитерской фабрики (г. Москва).

В теплый период года холод вырабатывается с помощью холодильной машины *1*, число которых в схеме равно трем. В испарителе холодильной машины *1* охлаждается до $t_{хв} = 6$ °С вода, циркулирующая в контуре *8* под действием работы насоса типа UPS. В пластинчатом теплообменнике *11* охлаждается до $t_{в1} = 9$ °С вода, циркулирующая с помощью насоса, входящего в контур циркуляции *10*, по трубопроводам *12* через технологическое оборудование. Конденсатор холодильной машины *1* охлаждается антифризом, подаваемым с помощью насоса UPS в контур циркуляции *3*. Отепленный до $t_{ф} = 40$ °С антифриз насосом, входящим в контур *5*, подается в теплообменник-охладитель *2*, через который вентиляторами продувается наружный воздух в количестве $L_{н}$.

В климате г. Москвы расчетная температура наружного воздуха в теплый период года $t_{н} = 28{,}5$ °С [3]. Для принятого в схеме (см. рис. 1) температурного режима конденсации теплообменник-охладитель *2* должен обладать следующей теплотехнической эффективностью:

$$\theta_{т} = (t_{к} - t_{к.ох})/(t_{к} - t_{н}) = (40 - 34)/(40 - 28{,}5) = 0{,}52,$$

где $t_{к.ох}$, $t_{к}$ – температуры антифриза (см. рис. 1).

В холодный период года холодильная машина *1* не работает, а охлаждение антифриза до $t_{аф1} = 6$ °С осуществляется в теплообменнике-охладителе *2*. Для принятого в схеме (см. рис. 1) температурного режима получения в теплообменнике-охладителе *2* естественного холода показатель теплотехнической эффективности принимает вид

$$\theta_{т} = (t_{аф2} - t_{аф1})/(t_{аф2} - t_{н}) = (12 - 6)/(12 - t_{н}) = 0{,}52,$$

где $t_{аф1}$, $t_{аф2}$ – температуры антифриза (см. рис. 1).

Из преобразованного выражения для показателя $\theta_{т}$ можно вычислить верхнее значение температуры наружного воздуха $t_{н}$, при которой обеспечивается получение естественного холода требуемой температуры ($t_{аф1} = 6$ °С):

$$t_{н} = t_{аф2} - (t_{аф2} - t_{аф1})/\theta_{т} = 12 - (12 - 6)/0{,}52 = 0{,}5\ °С.$$

Температуры наружного воздуха от $t_{н} = 0{,}5$ °С и ниже наблюдаются в климате г. Москвы в течение не менее половины года, когда получение холода на нужды технологии будет достигаться без работы холодильных машин. Принципиально можно повысить показатель теплотехнической эффективности $\theta_{т}$ до 0,72, что позволит увеличить время использования холода наружного воздуха. Циркулирующий в контурах *3*, *5* и *13* с помощью насосов антифриз должен иметь такую температуру замерзания, при которой в трубках теплообменника-охладителя *2* при минимальных температурах наружного воздуха сохранялось бы жидкое состояние хладоносителя. По данным климатологии [4], в г. Москве в период наиболее холодных суток $t_{н\,мин} = -35$ °С. При остановленных насосах в контуре циркуляции *5* находящийся в трубках охладителя *2* антифриз должен иметь температуру замерзания на 3...5 °С ниже $t_{н\,мин}$. Для климата г. Москвы можно принять $t_{аф.зам} = -38$ °С, что потребовало применения в качестве антифриза водного раствора гликоля концентрацией 48 % [5]. Как известно, с понижением температуры значительно возрастают вязкость и объемная плотность антифриза, что вызывает увеличение гидравлического сопротивления в контурах насосной циркуляции. Насосы циркуляции антифриза в контурах *3*, *5* и *13* имеют различные температурные режимы. Это необходимо учитывать при выборе мощности приводов насосов.

В контуре насосной циркуляции *3* в конденсатор холодильной машины *1* гликоль поступает с температурой $t_{аф1} = t_{к\,ох} = 34$ °С, при которой гликоль с концентрацией 48 % имеет массовую плотность $\rho_{аф} = 1036$ кг/м^3 и кинематическую вязкость 3,2 мм^2/с.

Для нахождения требуемых характеристик насоса, осуществляющего циркуляцию антифриза, применяется следующая последовательность. Первоначально контур циркуляции рассчитывают для перемещения с помощью насоса воды, расход которой одинаков с расходом антифриза (объемная плотность воды принимается при температуре 4 °С). По результатам расчетов определяют необходимый напор циркуляционного насоса $H_{н}$ (м). Для нахождения требуемых характеристик насоса, осуществляющего циркуляцию антифриза, предлагается использовать имеющуюся в материалах фирмы «Грундфос» номограмму (рис. 2) для опре-

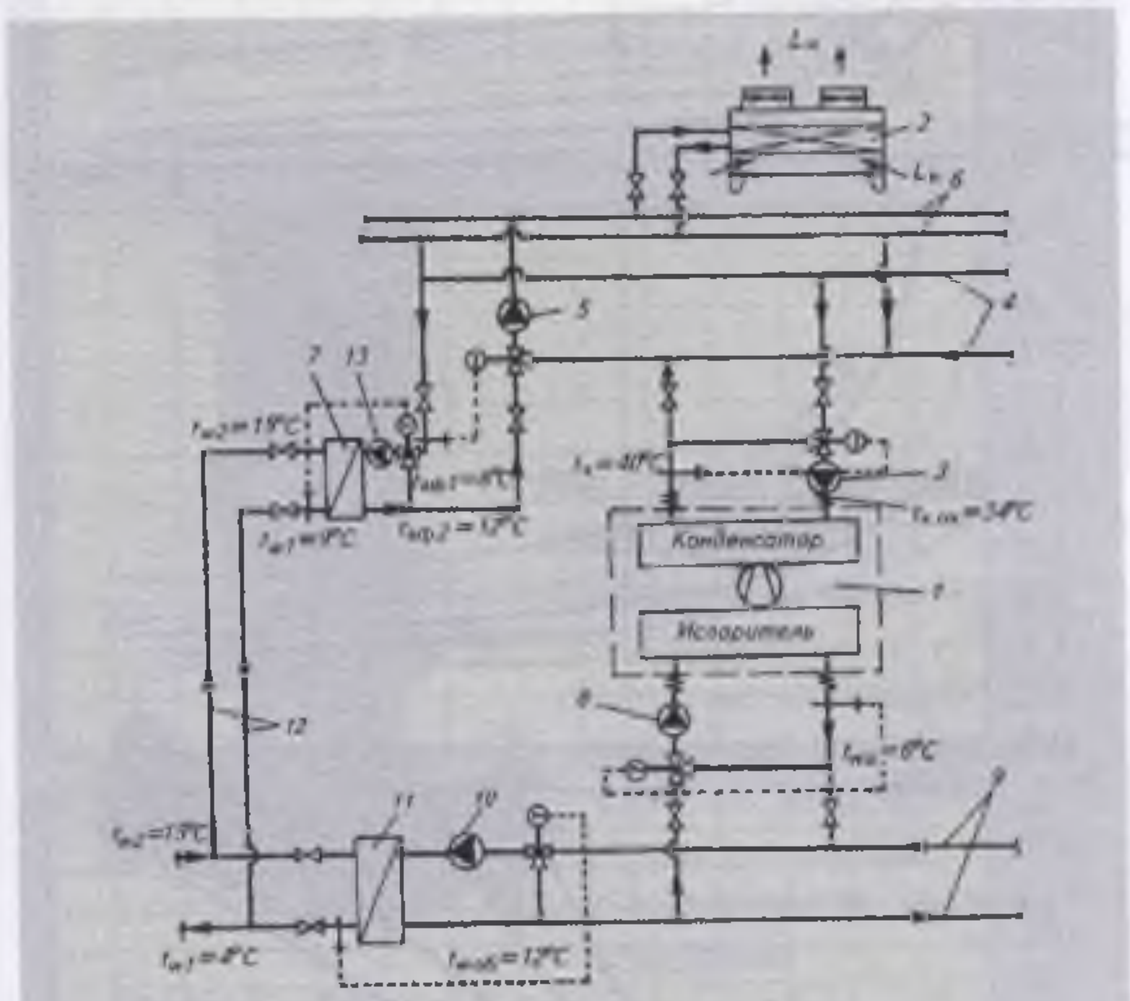


Рис. 1. Принципиальная схема круглогодового холодоснабжения технологического оборудования:
1 – холодильная машина; 2 – теплообменник-охладитель гликоля наружным воздухом; 3 – контур насосной циркуляции гликоля для охлаждения конденсатора холодильной машины; 4 – подающий и обратный коллекторы циркуляции гликоля через конденсаторы холодильных машин; 5 – контур насосной циркуляции гликоля; 6 – подающий и обратный коллекторы циркуляции гликоля через воздушные охладители; 7 – пластинчатый теплообменник охлаждения технологической воды гликолем; 8 – контур насосной циркуляции воды через испаритель холодильной машины; 9 – подающий и обратный коллекторы циркуляции воды, охлаждаемой в испарителях холодильных машин; 10 – контур насосной циркуляции воды, охлаждаемой с помощью холодильных машин; 11 – пластинчатый теплообменник охлаждения технологической воды с помощью холодильных машин; 12 – трубопроводы насосной циркуляции охлаждающей технологической воды; 13 – контур насосной циркуляции охлаждения гликолем пластинчатого теплообменника

www.grundfos.com

деления двух повышающих коэффициентов: возрастания напора K_H; увеличения требуемой мощности привода K_N. Требуемые напор $H_{аф}$ (м) и мощность привода $N_{нас.аф}$ (кВт) насоса находят по формулам:

$$H_{аф} = H_c K_H; \quad (1)$$

$$N_{нас.аф} = (Q_{аф} H_{аф} \rho_{аф} K_N)/(\eta_{нас} \eta_{эл} \cdot 3600 \cdot 100), \quad (2)$$

где $Q_{аф}$ – объемный расход антифриза; $\eta_{нас}$, $\eta_{эл}$ – КПД насоса и электродвигателя. Коэффициенты полезного действия насоса $\eta_{нас}$ и электродвигателя $\eta_{эл}$ могут быть приняты: $\eta_{нас} = 0{,}6$; $\eta_{эл} = 0{,}95$.

В теплый период года в контуре циркуляции *3* (см. рис. 1) объемный расход гликоля $Q_{аф} = 20$ м³/ч. При циркуляции по этому контуру одинакового расхода воды расчетом получено значение напора $H_c = 8$ м. По номограмме (см. рис. 2) находим: $K_H = 1{,}015$; $K_N = 1{,}09$. По формулам (1) и (2) вычисляем:

$H_{аф} = 8 \cdot 1{,}015 = 8{,}12$ м;

$N_{нас.аф} = (20 \cdot 8{,}12 \cdot 1036 \cdot 1{,}09)/(0{,}6 \cdot 0{,}95 \cdot 3600 \cdot 100) = 0{,}9$ кВт.

По каталогу фирмы «Грундфос» можно найти рациональный типоразмер циркуляционного насоса UPS и уточнить действительное значение КПД насоса для повторного расчета по формуле (2) установочной мощности приводного электродвигателя. Широкое применение в контурах циркуляции *3*, *10* и *13* насосов типа UPS объясняется их высокими энергетическими и эксплуатационными качествами при возможности обеспечения подачи до 80 м³/ч и создании напора до 12 м. Это, как правило, вполне достаточно для обеспечения постоянного расхода жидкости через теплообменные аппараты различной производительностью по охлаждению или нагреву. Наличие в этих контурах циркуляции трехходовых автоматических клапанов позволяет осуществлять надежные и экономичные схемы качественного регулирования [1].

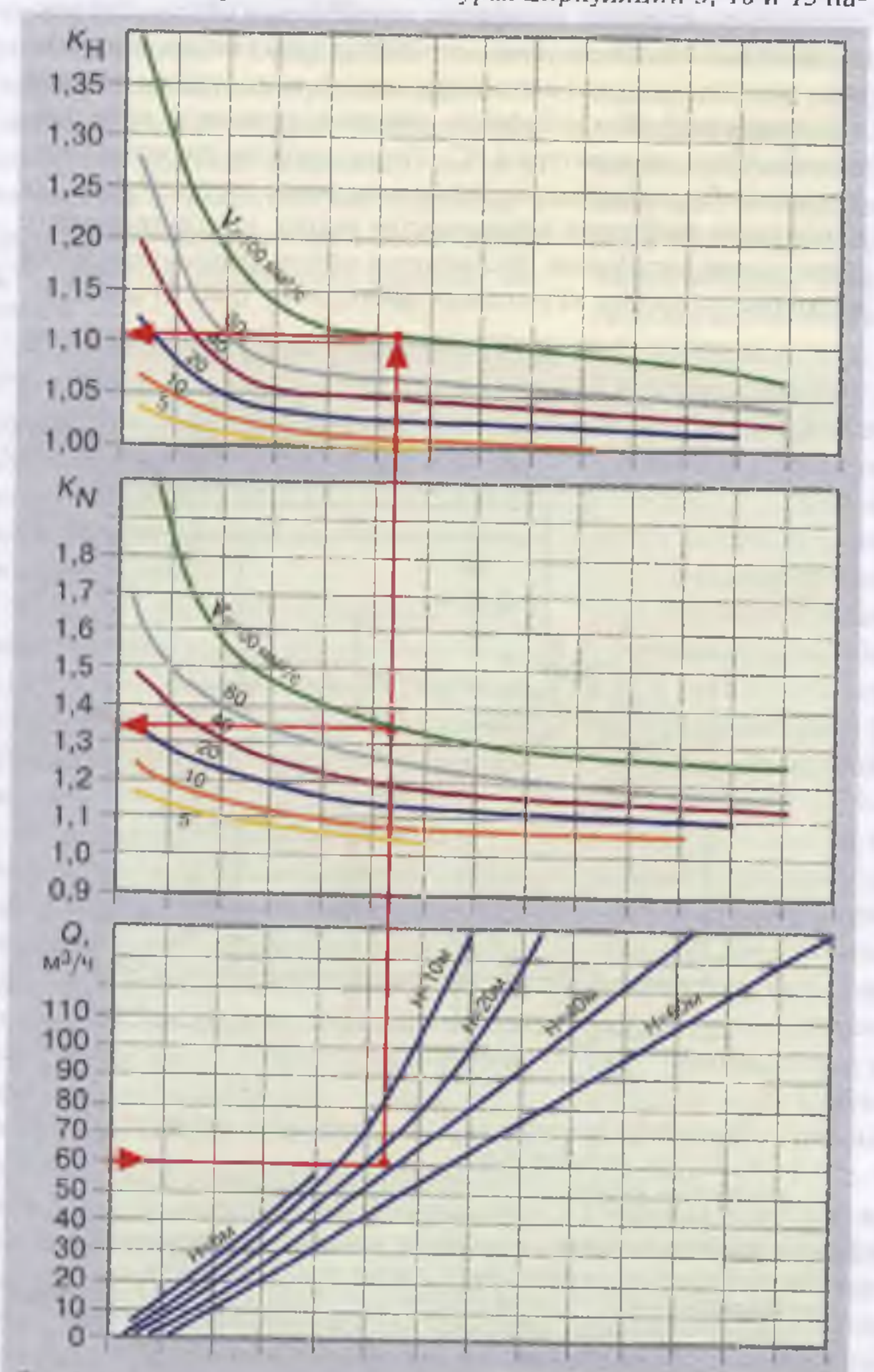


Рис. 2. Номограмма для нахождения коэффициентов учета повышения напора K_H и мощности электродвигателя K_N насоса при работе на антифризе по сравнению с данными параметрами при работе на воде. Стрелками показано построение для режимов: подача (по воде) $Q_в = 60$ м³/ч; $H_c = 30$ м; подача (по циркулирующему антифризу) $Q_{аф} = 60$ м³/ч, $t_{аф} = -20$ °С, массовая плотность $\rho_{аф} = 1075$ кг/м³, кинематическая вязкость раствора антифриза 100 мм²/с. По графику находим: $K_H = 1{,}11$; $K_N = 1{,}35$

В контуре *5* (см. рис. 1) под действием насоса циркулирует поступающий от трех холодильных машин антифриз, объемный расход которого $Q_{аф} = 60$ м³/ч. Гидравлическое сопротивление при циркуляции по этому контуру воды составляет 37 м. Наиболее низкие температуры антифриза в рабочем цикле холодоснабжения составляют $t_{аф1} = 6$ °С; они характерны в этом контуре циркуляции для холодного периода, когда $\rho_{аф} = 1056$ кг/м³ и коэффициент кинематической вязкости равен 14 мм²/с. По номограмме (см. рис. 2) находим: $K_H = 1{,}04$; $K_N = 1{,}13$. По формулам (1) и (2) вычисляем:

$H_{аф} = 37 \cdot 1{,}04 = 38{,}5$ м;

$N_{нас.аф} = (60 \cdot 38{,}5 \cdot 1056 \cdot 1{,}13)/(0{,}6 \cdot 0{,}95 \cdot 3600 \cdot 100) =$
$= 13{,}4$ кВт • ч.

При напоре до 60 м и постоянной подаче до 600 м³/ч рекомендуется применение насосов типа TP или LM/LP фирмы «Грундфос», которые хорошо зарекомендовали себя в системах холодоснабжения.

В результате охлаждения наружным воздухом потока антифриза, расход которого составляет 60 м³/ч, до $t_{аф1} = 6$ °С обеспечивается получение следующего количества естественного холода:

$$Q_{х.н} = Q_{аф} \rho_{аф} c_{аф} (t_{аф2} - t_{аф1})/3600 = 60 \cdot 1056 \cdot 3{,}37(12 - 6)/3600 =$$
$$= 356 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где $c_{аф}$ – теплоемкость антифриза.

Для получения такого количества естественного холода используются циркуляционный насос и вентиляторы, подающие к трем охладителям антифриза наружный воздух. При расходе электроэнергии насосом $N_{нас.аф} = 13{,}4$ кВт • ч общее потребление ее вентиляторами $N_{вн} = 18$ кВт • ч. Энергетический показатель получения естественного холода:

$$\eta_{х.н} = Q_{х.н}/(N_{нас.аф} + N_{вн}) = 356(13{,}4 + 18) = 11{,}3.$$

По сравнению с использованием холодильной машины достигается следующее снижение расхода электроэнергии: 11,3/2,4 = = 4,7 раза.

В контуре циркуляции *5* (см. рис. 1) рационально применить насос с электронным регулированием частоты вращения, что позволит до 60 % сократить годовые затраты электроэнергии на работу насоса в системе холодоснабжения. Фирма «Грундфос» выпускает насосы UPE, LME/LPE и TPE с частотным преобразователем, встроенным в клеммную коробку электродвигателя. Более подробную информацию об этих насосах можно найти в каталогах фирмы.

Применение в системах кондиционирования воздуха насосной циркуляции антифриза через теплообменники в приточных агрегатах дает возможность не только экономить электроэнергию на получение холода, но и до 50 % снижать расход теплоты на подогрев приточного наружного воздуха [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кокорин О.Я., Дементьев В.В.* Энергосберегающие режимы регулирования процессов охлаждения воздуха в СКВ с помощью насосов фирмы «Грундфос»// Холодильная техника 1999. № 11.

2. *Кокорин О.Я., Кронфельд Я.Г., Левин И.Е.* Энергосберегающие системы кондиционирования воздуха в гостинице «Гранд-Отель»//Холодильная техника. 1999. № 8.

3. *СНиП* 2.04.05–91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: ГУП ЦПП. 1997.

4. *СНиП* 2.01.01–82 Строительная климатология и геофизика. – М.: Стройиздат, 1983.

5. *Справочник.* Холодильные машины/Под ред. А.В.Быкова – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

GRUNDFOS

НАСОСЫ

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

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

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ФИРМЫ «ГРУНДФОС»:

Москва: 109544, Москва
ул.Школьная, 39.
Тел.: (095) 564-88-00, 278-90-09,
Факс: (095) 271-09-39, 564-88-11
Санкт-Петербург: (812) 327-43-05
Новосибирск: (3832) 18-06-58
Омск: (3812) 25-66-37
Нижний Новгород: (8312) 35-02-06
Ростов-на-Дону: (8632) 62-59-21
Екатеринбург: (3432) 22-73-64
Уфа: (3472) 60-05-63
Саратов: (8452)94-00-36

www.grundfos.com

УДК 621.575

Л.И.МОРОЗЮК,
Т.В.МОРОЗЮК
Одесская государственная академия холода

Сорбционные термотрансформаторы: от теории к практике

Чтобы иметь возможность «поднять» известное количество тепла с низкого температурного уровня на высокий, необходимо совершать компенсирующий процесс, чтобы суммарная энтропия веществ, участвующих во всех процессах, оставалась бы, по крайней мере, неизменной [4].

Второй закон термодинамики не определяет характера компенсирующего процесса, так что специалисты имеют максимальную свободу выбора.

Из множества известных в технике термотрансформаторов термохимический компенсирующий процесс реализуется в сорбционных. Несмотря на то что эти термотрансформаторы имеют столетнюю историю, настоящее их развитие началось в 30-е годы. Первыми исследователями были R.Mollier, F.Merkel, F.Bosnjakovic, работы которых в направлении поиска рабочего вещества (точнее, пары агент–сорбент), создания термодинамических основ, методов расчета в значительной мере предопределили дальнейшее развитие сорбционной техники. Большой вклад внес также Ed.Altenkirch. К его заслугам можно отнести разработку теории абсорбционных машин для кондиционирования воздуха; создание абсорбционных машин без механических насосов и машин со вспомогательным газом; разработку теории циркуляции раствора с помощью термосифонных насосов, обратной подачи раствора в абсорбер и генератор, машин с перекрытием температур, вторичного введения тепла ректификации в рабочий процесс с помощью охлаждения пара крепким раствором, абсорбционных тепловых насосов; создание термодинамических диаграмм для смесей рабочих веществ.

Наибольший интерес к сорбционной технике наблюдается за рубежом и в бывшем СССР в 50–60-е годы, когда выходят в свет основополагающие учебники и монографии по сорбционным машинам F.Bosnjakovic, Ed.Altenkirch, W.Niebergall, Л.М.Розенфельда, Б.М.Блиера, И.С.Бадылькеса [1, 3, 4, 7, 9, 11]. Эти публикации привлекали к разработке абсорбционных термотрансформаторов новое поколение ученых.

Единой классификации сорбционных термотрансформаторов до настоящего времени создать не удалось. Первые попытки разработки узкопрофильной классификации крупных водоаммиачных машин отражены в диссертации Б.А.Минкуса, а малых абсорбционно-диффузионных – в диссертации Л.И.Морозюк. В данной статье приведены лишь малоизученные и малоизвестные направления в области абсорбционных термотрансформаторов и современные перспективные направления исследований машин этих типов.

АДСОРБЦИОННЫЕ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРЫ

Простота устройства сорбционных машин с сухими поглотителями, работающих на чистых рабочих веществах без применения ректификации, издавна привлекала внимание специалистов. Однако периодичность работы, свойственная этим машинам, позволяла использовать их лишь в сравнительно узкой области "малых холодильных шкафов". Одну из первых сорбционных машин в Европе предложил R.Plank. Рабочим веществом являлась пара $CaCl_2$–NH_3, коэффициент преобразования (COP) составил 0,21. Стремление к обеспечению равномерности работы привело к созданию машин с двумя генераторами, в результате чего COP увеличился до 0,3.

Единственные в мире сорбционные машины промышленной производительности выпускались в СССР. Их разработкой и внедрением руководил Б.М.Блиер [2].

Безотказность, компактность и другие положительные характеристики этих машин привели к тому, что сорбционные холодильные машины стали объектом закрытого изучения, и на протяжении многих десятков лет, а точнее, до 1992 г., публикации в мире в этом направлении отсутствуют.

Конференции Международного института холода 1992 г. в Париже [9] и 1996 г. в Монреале [11] дали возможность специалистам представить результаты своей работы. Лидерами всестороннего изучения сорбционных холодильных машин оказались турецкие ученые, работавшие под руководством S.Ulku (COP создаваемых ими машин простого действия достиг 0,3–0,35) и группа французских ученых, возглавляемая F.Menieur (машины двойного действия с COP, равным 1,06).

Максимальное значение COP, равное 1,20... 1,30 для машин с сухими сорбентами, получено в 1979 г. в лаборатории реактивных двигателей Калифорнийского технологического института. Весьма специфична и оригинальна роль такой машины – создание криогенных устройств с неограниченным сроком действия для охлаждения чувствительных элементов инфракрасного излучения, предназначенных для межпланетных полетов. Однако спустя 10 лет эта же машина была разработана в качестве бытового теплового насоса [2].

Проведенные в Европе исследования пары агент–сухой сорбент выявили, что наилучшие показатели имеют машины с рабочей смесью активированный уголь–NH_3 [14].

АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРЫ

Основным классификационным признаком для абсорбционных термотрансформаторов являются рабочие смеси, среди которых наиболее широко используются H_2O–LiBr и NH_3–H_2O [14].

Бромисто-литиевые машины нашли применение в

основном в системах кондиционирования воздуха. В бывшем СССР приоритет в их разработке принадлежал Л.М.Розенфельду, Б.И.Псахису [7], коллективу ученых кафедры холодильных машин ЛТИХП (ныне Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий) [12].

Теория бромисто-литиевых термотрансформаторов в некоторой степени достигла своего предела, а температурный уровень практического применения составил 0 °С. Однако "примитивность" свойств рабочей смеси – отсутствие паров абсорбента, т.е. процесса ректификации, а также теплоты смешения – делают эту смесь идеальным научно-исследовательским материалом для создания математических моделей расчета и проверки их адекватности, методик термодинамического и термоэкономического анализа и т.д.

Наиболее перспективен для применения водоаммиачный раствор [14].

Не будем останавливаться на простых водоаммиачных термотрансформаторах ввиду их известности и многократного описания в работах. Все новое и современное в области водоаммиачных абсорбционных термотрансформаторов – незабытые старые идеи, высказанные еще в 20–30-е годы E.Altenkirch и реализуемые только сейчас благодаря современному уровню техники, технологии, науки.

Специальные типы абсорбционных термотрансформаторов

Многоступенчатые абсорбционные термотрансформаторы более известны в мире как "thermotransformer with double and triple-effect", что очень часто неверно переводится как машины, производящие одновременно тепло и холод (на нескольких температурных уровнях). Принципиальное отличие многоступенчатых абсорбционных термотрансформаторов от термотрансформаторов со ступенчатыми процессами заключается в том, что давление генерации предыдущей ступени равно давлению абсорбции последующей. При этом каждый генератор (если того требует рабочее вещество) дополняется системой "очистки пара", т.е. ректификационным устройством. Именно поэтому водоаммиачные абсорбционные термотрансформаторы с "double and triple-effect" рассматриваются лишь теоретически. Бромистолитиевые термотрансформаторы, другие абсорбционные и адсорбционные термотрансформаторы с подобными эффектами зарекомендовали себя надежными и экономичными машинами [3, 6, 14].

Термотрансформаторы, работающие с превышением температур, с многократным обогревом, с применением обратной подачи растворов, каскадные и "Компаунд", термоконденсационные машины и многие другие специальные типы абсорбционных термотрансформаторов, теория которых была рассмотрена Б.М.Блиером, Л.М.Розенфельдом и Б.А.Минкусом, еще требуют пристального изучения специалистами. Недостаток рассматриваемых машин – большая металлоемкость, однако с появлением новых типов компактных тепло- и масообменных аппаратов они могут оказаться намного эффективнее ныне известных и применяемых машин.

Отрадно отметить, что именно одесской школе абсорбционщиков принадлежит приоритет в изучении этих типов термотрансформаторов.

Многопоточные абсорбционные термотрансформаторы

Во всех существующих термохимических компрессорах абсорбционных термотрансформаторов использован кругооборот из одного восходящего потока крепкого раствора и одного нисходящего потока слабого раствора. Между тем возможно создание термохимического компрессора с несколькими восходящими потоками крепкого раствора и несколькими нисходящими потоками слабого раствора. При этом число восходящих и нисходящих потоков может быть как равным, так и неравным друг другу.

Потоки слабого раствора получаются в результате нагревания отдельных частей раствора до разных температур, потоки крепкого раствора – в результате охлаждения отдельных частей раствора в процессе абсорбции до различных температур. Число регулирующих вентилей для слабого раствора равно числу нисходящих потоков, а число насосов для подачи крепкого раствора – числу восходящих потоков.

Циклы с многопоточной подачей раствора более известны как "циклы с расширенной зоной дегазации". При этом основной процесс абсорбционного термотрансформатора может быть связан с процессами в термохимическом компрессоре, а может проходить совершенно самостоятельно.

Особый интерес представляет трехпоточный (один нисходящий и два восходящих потока) абсорбционный термотрансформатор с обращенным ректификатором. Исследованиями этих термотрансформаторов занимаются три научные школы:

- Technische Universitaet Munich (Германия) – до 1995 г. это направление возглавлял профессор G.Alefeld, а в настоящее время его многочисленные ученики идею обращенной ректификации воплощают в других областях, связанных с абсорбцией;
- Ecole des mines de Nancy (Франция) – в этом направлении с начала 70-х годов работают профессор P.Le Goff и его ученик J.Labidi в Канаде (для различных рабочих смесей);
- Одесская государственная академия холода.

Одесским ученым принадлежит приоритет в термодинамическом исследовании и анализе процессов обращенной ректификации. Они установили, что главный вопрос по поводу необходимости охлаждения обращенного ректификатора может быть решен через призму химических свойств рабочих веществ.

Термотрансформаторы с последовательной абсорбцией, с последовательной генерацией, с многоступенчатой материальной регенерацией и т.п. находят сейчас все большее применение.

Абсорбционно-компрессорные термотрансформаторы

Показателем эффективности работы абсорбционного термотрансформатора служит величина зоны дегазации – разность концентраций крепкого и слабого растворов, которая зависит от сочетания температур греющего источника, охлаждающей среды и производимого холода. В свою очередь, на основании второго закона термодинамики температура греющего источника определяется двумя другими, т.е. из трех температурных уровней только два выбирают произвольно. При нулевом и отрицательном значениях величины зоны дегазации простейший

одноступенчатый цикл неосуществим даже теоретически, однако эти случаи наиболее часто встречаются при современных температурных режимах работы – при использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в качестве греющего источника, а также охлаждающей среды с повышенной температурой (отопление и горячее водоснабжение).

При создании абсорбционных термотрансформаторов на рассматриваемых температурных уровнях эксплуатации применяют гибридные схемы: абсорбционно-компрессорные и их частный случай – абсорбционно-эжекторные.

Компрессор в качестве дожимающего устройства между испарителем и абсорбером применяют в низкотемпературных холодильных машинах. Вначале для привода компрессора использовали электроэнергию. Известно также и применение с этой целью эжектора. Низкотемпературные водоаммиачные абсорбционные холодильные машины широкого применения не нашли, поэтому развитие гибридных абсорбционных термотрансформаторов идет в направлении тепловых насосов и теплофикационных машин. Многообразие схемных решений основано на термодинамическом анализе циклов.

Если располагаемые исходные температуры обеспивают величину зоны дегазации больше 6%, то возможно организовать внутренний энергопроизводящий контур с целью выработки механической энергии для привода компрессора и избежать дополнительного подвода электрической энергии (кроме привода насосов). Таким образом, гибридный термотрансформатор становится работоспособным и полностью теплоиспользующим при любом сочетании исходных температурных уровней его работы.

Абсорбционно-диффузионные холодильные машины

В состав малой абсорбционной холодильной техники входят абсорбционно-диффузионные холодильные машины и тепловые насосы. COP первых машин составлял 0,12–0,17. Особенно интенсивно малая абсорбционная техника развивалась в 50-е годы. В 1962 г. фирма Sibir (Швейцария) представила на рынок машины с COP, равным 0,37, а в 1968 г. выпустила холодильный агрегат с коэффициентом преобразования 0,51. В настоящее время она поставляет на рынок абсорбционно-диффузионные тепловые насосы теплопроизводительностью 3 кВт или холодопроизводительностью 1 кВт.

Большую роль в развитии этих машин сыграла ленинградская школа под руководством Н.П.Третьякова. Ей принадлежат работы по совершенствованию энергетических характеристик генераторов, улучшению процессов в парогазовом теплообменнике, созданию основ теплотехнических расчетов испарителя и абсорбера с помощью критериальных уравнений, точность которых достаточна для инженерной практики, а также прикладных программ для расчета на ЭВМ термодинамических и теплофизических свойств рабочих веществ.

За рубежом научные исследования в тех же направлениях проводили N.Eber, D.A.Kouremenos, A.Stegou-Sagia, сотрудники фирмы Sibir. Среди современных исследователей абсорбционно-диффузионных холодильных машин особо следует отметить H.Stierhn – генерального директора фирмы Sibir. Он разработал основы термодинамического анализа абсорбционных систем, исследовал особенности циркуляции парогазовой смеси в низкотемпературных машинах. Именно его работы послужили основой для создания нового поколения абсорбционно-диффузионных холодильных машин.

Теоретические исследования в области термодинамического анализа циклов, процессов в генераторах и парогазовых контурах, изучение влияния психрометрической разности температур в парогазовом контуре на его схему и цикл всей машины, создание инженерной методики теплотехнических расчетов и систематизации схем для последующего функционального проектирования и оптимизации принадлежат одесской школе [5].

Абсорбционно-диффузионные холодильные машины малой производительности являются новым и перспективным направлением в научной деятельности уже упоминавшейся французской школы. Работы, проведенные в ОГАХ, включены в базу данных по этим машинам в части термодинамического анализа и синтеза систем, теории проведения испытаний и конструкции экспериментальных стендов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бадылькес И.С., Данилов Р.Л.* Абсорбционные холодильные машины. - М.: Пищевая промышленность, 1966.

2. *Блиер Б.М.* Сухая абсорбционная холодильная установка для сепараторных станций // Холодильная техника. 1936. № 2.

3. *Блиер Б.М., Вургафт А.В.* Теоретические основы проектирования абсорбционных термотрансформаторов. – М.: Пищевая промышленность, 1971.

4. *Бошнякович Ф.* Техническая термодинамика. Часть вторая. Л.; М.: Госэнергоиздат, 1956.

5. *Повышение* надежности термосифона абсорбционной холодильной машины/ А.М.Пилипенко, Л.И.Морозюк, В.Н. Тихонова, В.Н.Шмелева// Холодильная техника. 1989, № 12.

6. *Розенфельд Л.М., Ткачев А.Г.* Холодильные машины и аппараты. –М.: Госторгиздат, 1955.

7. *Розенфельд Л.М., Псахис Б.И.* Анализ влияния параметров абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины с помощью математической модели // Изв. СО АН СССР. Серия технических наук № 3, вып. 1.

8. *Altenkirch E.* Absorption - kaltemaschinen, VEB Verlag Technik, Berlin, 1954.

9. *Menieur F.* Solid sorption refrigeration. Proceesings of the IIF/IIR Symposium, Paris< France, 1992.

10. *Niebergall W.* Sorption-Kaelte-maschinen, Berlin, Springer, 1959.

11. *Nikanpur D., Hosante S.* Ab-Sorption'96 - Towards sustainable technologies. Proceedings of the International Ab-Sorption Heat Pump Conference, Montreal, Canada. 1996.

12. *Orekhov I., Timofeyevsky L., Dolotov A.* A complex mathematical model for assessment of effectiveness of absorption, resorption-compression and vapor-compression heat pumps // Proceedings of 19-th International Congress of Refrigeration, The Haag, The Netherlands, 1995, Vol.4b, p. 1221-1226.

13. *Stierlin H.* Last Developments in Domestic Absorption Refrigerators and the Future Out-Look. Progress in Refrigeration Science and Technology//Proceedings of the XII International Congress of Refrigeration, Madrid, 1967.

14. *Thermodynanuc* based comparison of absorption systems for cooling and heat pumping/ Pons M. et all // Int.J.Refrig., 1999, Vol.22, No.1.

Поздравляем с юбилеем!

Игорю Григорьевичу Чумаку 70 лет

27 июля 2000 г. Игорю Григорьевичу Чумаку исполнилось 70 лет. В этот день дверь кабинета ректора Одесской государственной академии холода (бывший Одесский технологический институт пищевой и холодильной промышленности – ОТИХП) была настежь открыта. Многочисленные коллеги, ученики и друзья поздравляли юбиляра.

Доктор техн. наук, профессор Игорь Григорьевич Чумак относится ко второму поколению ученых-холодильщиков, на долю которых выпало становление холодильных науки и техники как самостоятельных отраслей, восстановление разрушенного войной холодильного хозяйства, создание новых производственных мощностей. Это поколение построило фундамент, на котором вот уже 50 лет стоит отечественная научная холодильная школа.

И.Г.Чумак окончил Одесский технологический институт пищевой и холодильной промышленности в 1953 г. В течение некоторого времени он совмещал учебу в институте с работой слесаря 6-го разряда в Одесском ТТУ. Уже в студенческие годы началась научная биография Игоря Григорьевича на кафедре холодильных установок, продолжающаяся по сию пору.

В 1962 г. его исследования процессов тепло- и массообмена при интенсивном замораживании мяса завершились защитой кандидатской диссертации. В 1963 г. ему присвоено ученое звание доцента. С этого времени талантливый ученик профессора С.Г.Чуклина сам становится руководителем широкомасштабных исследований холодильных систем и технологических процессов охлаждения и замораживания пищевой продукции с целью их совершенствования. Энергичный по натуре, Игорь Григорьевич объездил буквально всю страну, внедряя свои научные разработки в промышленность.

В 1969 г. Игорь Григорьевич защитил докторскую диссертацию, а в 1972 г. получил звание профессора. С 1972 по 1975 г. он возглавляет кафедру автоматизации холодильных установок, с 1975 по 1991 г. – кафедру холодильных установок ОТИХП.

В мировой холодильной науке и технике стали меняться приоритеты. В сфере научных интересов И.Г.Чумака и руководимой им кафедры появились новые научные направления. Осваиваются энергосберегающие технологии в звеньях холодильной цепи путем использования нетрадиционных источников энергии, экологически чистых рабочих веществ, более совершенных температурных режимов хранения и термической обработки пищевых продуктов.

Научная деятельность И.Г.Чумака неразрывно связана с учебным процессом. Он с коллегами издает учебники и учебные пособия, в которых отражены самые последние научные достижения кафедры на каждом этапе развития специальности. Это несколько изданий фундаментального учебника "Холодильные установки", учебные пособия "Холодильная техника", "Холодильные установки для стран с тропическим климатом", "Безопасность труда при эксплуатации холодильных установок", "Охлаждающие системы морозильных камер и пути их интенсификации", "Современные холодильники для хранения фруктов", "Лабораторный практикум и основы проектирования холодильных установок" и др. В общей сложности выпущено 16 учебных изданий и опубликовано более 300 его научных работ. В работе над учебной литературой и многочисленными статьями ярко проявился писательский талант Игоря Григорьевича. В этом он является образцом для подражания.

Указом Президиума Верховного Совета УССР от 29 мая 1979 г. И.Г.Чумаку присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Украины».

В 1983 г. И.Г.Чумак назначается ректором ОТИХП, который с тех пор дважды менял свое название. Сложные обязанности ректора не отделили Игоря Григорьевича от интенсивной научной деятельности. Умение предвидеть тенденции развития науки и техники способствовало открытию новых современных специальностей, таких как охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, энергетика теплотехнологии, информатика, САПР и др. Под его руководством по-прежнему осуществляется подготовка кадров высшей квалификации. Его непосредственными учениками являются 55 кандидатов и 6 докторов наук, которые работают во многих странах мира. Трудовая деятельность И.Г.Чумака отмечена медалями «За доблестный труд» и «Ветеран труда».

Игорь Григорьевич проводит большую работу в области международных связей. Оказывает научно-методическую помощь ученым и специалистам Вьетнама, Гвинеи, Сенегала, Индии, Кубы и других стран. Он непременный участник международных конгрессов по холоду, международных конференций и симпозиумов по различным проблемам холодильной техники.

В 1992 г. И.Г.Чумак избран действительным членом Академии наук технологической кибернетики. Будучи академиком Международной академии холода, он возглавляет в качестве президента Украинское отделение МАХ. Игорь Григорьевич – главный редактор научного сборника "Холодильная техника и технология", активный член редколлегий журналов «Холодильная техника» и «Вестник Международной академии холода».

Коллектив Одесской государственной академии холода сердечно поздравляет Игоря Григорьевича Чумака со славным юбилеем, желает ему доброго здоровья, неугасаемого энтузиазма и дальнейших творческих успехов.

Редколлегия и редакция журнала «Холодильная техника» присоединяются к этим поздравлениям, а еще желают юбиляру долгого и плодотворного сотрудничества с журналом.

ПРОДУКЦИЯ МОСКОВСКОГО ЗАВОДА "КОМПРЕССОР"*

Канд.техн.наук **М.А.СИЛЬМАН**

ПЕРЕДВИЖНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ПХС-100

Выпускаемая заводом передвижная холодильная станция ПХС-100 применяется для замораживания грунта на время проведения работ при строительстве инженерных сооружений. Хладоносителем, циркулирующим через испаритель холодильной машины, служит рассол (водный раствор хлористого кальция). Станция может быть использована также для других технологических целей в случаях, когда создание стационарной холодильной станции нецелесообразно. После завершения работ станция может быть переброшена на другой объект.

Станция ПХС-100 состоит из двух одинаковых передвижных холодильных установок ПХУ-50, смонтированных в фургонах типа "кунг", установленных на шасси автомобильных прицепов МАЗ (рис.1).

Станция ПХС-100 может использоваться как в режиме одновременной работы обеих установок ПХУ-50, так и при раздельной работе каждой из них. Возможна также параллельная работа нескольких установок.

Каждая из установок ПХУ-50 представляет собой самостоятельно работающую передвижную холодильную машину, в состав которой входят: фреоновая (R22) одноступенчатая холодильная машина МКТ220-2-2П на базе поршневого компрессора П220; система автоматического управления; система вентиляции; система освещения; рассольный насос с электроприводом.

Испаритель-теплообменник и конденсатор холодильной машины представляют собой теплообменные аппараты кожухотрубного типа, теплообменная поверхность которых образована медными трубками с наружным оребрением.

Система автоматического управления обеспечивает контроль рабочего состояния и автоматическую защиту холодильной машины, блокировку и сигнализацию при аварийных параметрах работы, а также автоматическое питание испарителя хладагентом.

Ниже даны основные технические характеристики установки ПХУ-50, а на рис. 2 – график зависимости холодопроизводительности Q_0 и потребляемой мощности N_e от температуры хладоносителя на выходе из испарителя t_{s2} и температуры воды на входе в конденсатор t_{w1}.

Все элементы установки ПХУ-50 (а соответственно и станции ПХС-100) удовлетворяют требованиям действующей нормативной документации, а холодильная машина МКТ220-2-2П сертифицирована в системе ГОСТ Р (сертификат соответствия № РОСС.RU.АЯ45.В00896 от 29.01.99).

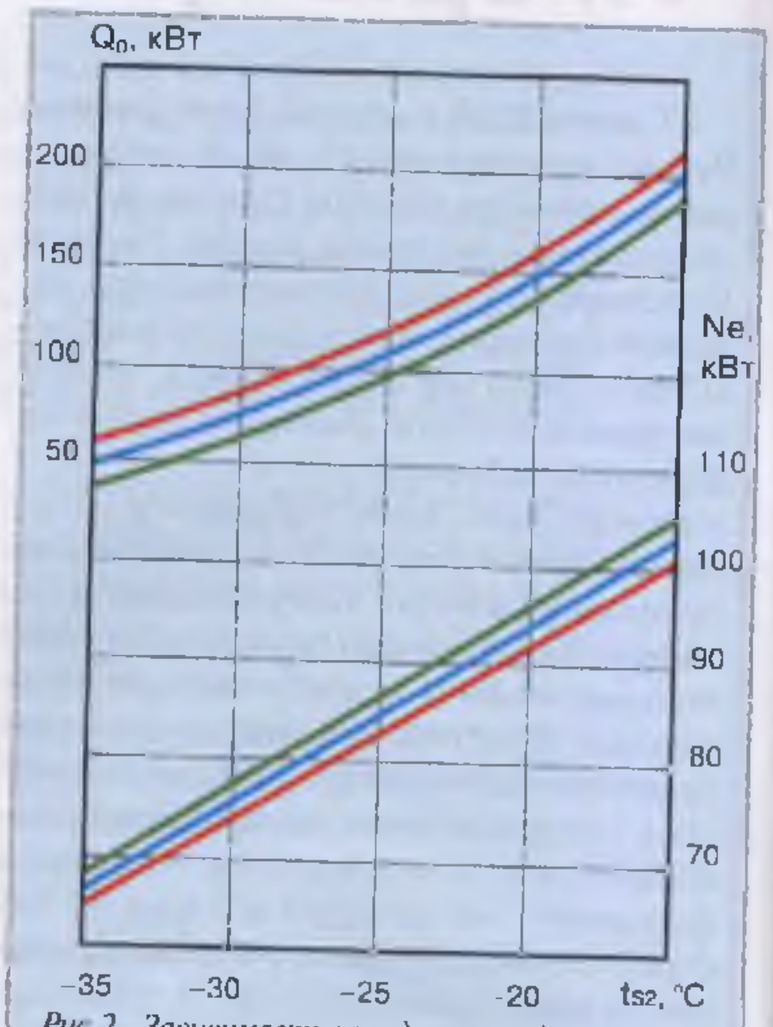


Рис.2. Зависимость холодопроизводительности Q_0 и потребляемой мощности N_e установки ПХУ-50 от температуры хладоносителя на выходе из испарителя t_{s2} и температуры воды на входе в конденсатор t_{w1}:
— $t_{w1} = 20\,^oC$; — $t_{w1} = 25\,^oC$; — $t_{w1} = 30\,^oC$

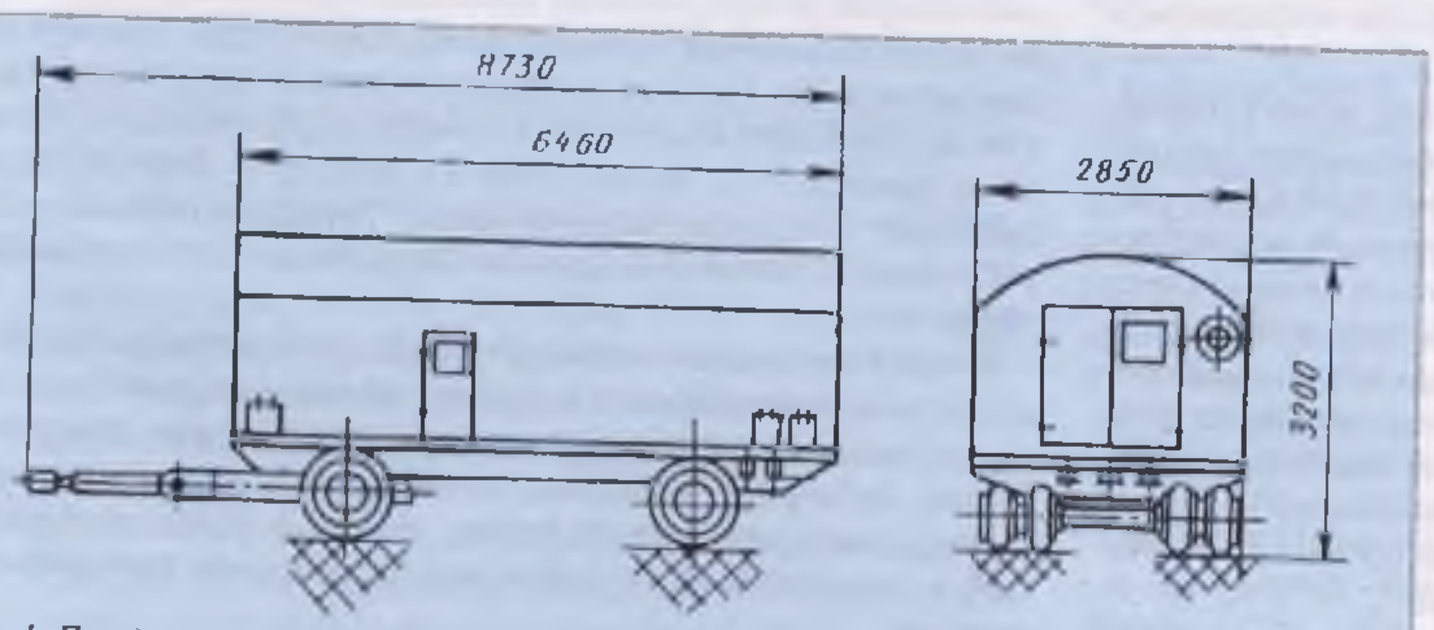


Рис.1 Передвижная холодильная установка ПХУ-50

ПАРОЭЖЕКТОРНЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Пароэжекторные холодильные машины предназначены для охлаждения пресной воды (хладоносителя), циркулирующей через испаритель. Вода охлаждается до 4...14 °С путем ее частичного испарения в вакууме, поддерживаемом в испарителе бесповерхностного типа пароструйными эжекторами.

Заводом выпускается ряд машин этого типа (16ЭП, 17ЭП, 18ЭП) номинальной холодопроизводительностью от 350 до 1400 кВт. Они нашли достаточно широкое применение в народном хозяйстве, и в первую очередь в энергетике, где в качестве рабочей среды для эжекторов используется пар промежуточного отбора от турбин. В частности, машины 18ЭП эксплуатируются на многих тепловых электростанциях – ГРЭС и крупных ТЭЦ, охлаждая воду для систем кондиционирования воздуха в помещениях блочных щитов управления. Машины большей производительности (16ЭП и 17ЭП) используются на ряде отечественных атомных электростанций как в составе систем кондиционирования, так и для отвода тепла от технологических аппаратов.

Основные технические характеристики передвижной холодильной установки ПХУ-50

Номинальный режим:	
холодопроизводительность Q_0, кВт	198
температура хладоносителя на выходе из испарителя t_{s2}, °С	−15
температура охлаждающей воды на входе в конденсатор t_{w1}, °С	25
суммарная потребляемая мощность N_e, кВт	103,5
Рабочий диапазон:	
температура хладоносителя t_{s2}, °С	−15...−35
температура охлаждающей воды t_{w1}, °С	Не выше 30
Объемный расход хладоносителя, м³/ч	90
Объемный расход охлаждающей воды, м³/ч	35
Суммарная установленная мощность, кВт	105
Напряжение силовой цепи, В	380
Напряжение цепи управления, В	220
Масса в объеме поставки, кг	13500

**Продолжение. Начало см. ХТ, 2000, № 7, 8, 9, 2000*

Многолетняя эксплуатация этих машин на электростанциях и других промышленных объектах (металлургических и целлюлозно-бумажных комбинатах, предприятиях химической промышленности и др.) подтвердила их высокую надежность, безопасность и экологическую чистоту (благодаря отсутствию токсичных, взрыво- и пожароопасных рабочих веществ). К достоинствам пароэжекторных холодильных машин относятся также простота обслуживания, относительно небольшие объем и стоимость монтажа и пусконаладки, малый расход запасных частей и вспомогательных материалов при выполнении профилактических и ремонтных работ.

Машины 16ЭП и 17ЭП предельно унифицированы. Основное различие между ними состоит в длине аппаратов и количестве главных эжекторов (соответственно 8 и 4 шт.), размещенных по обеим сторонам испарительно-конденсаторного блока (рис.3, *а*). У машины 18ЭП (рис.3, *б*) главные эжекторы (12 шт.) встроены в испаритель и представляют его неотъемлемую часть.

Кроме указанных выше марок заводом освоен ряд модернизированных машин (16ЭПМ, 17ЭПМ, 18ЭПМ), в которых путем использова-

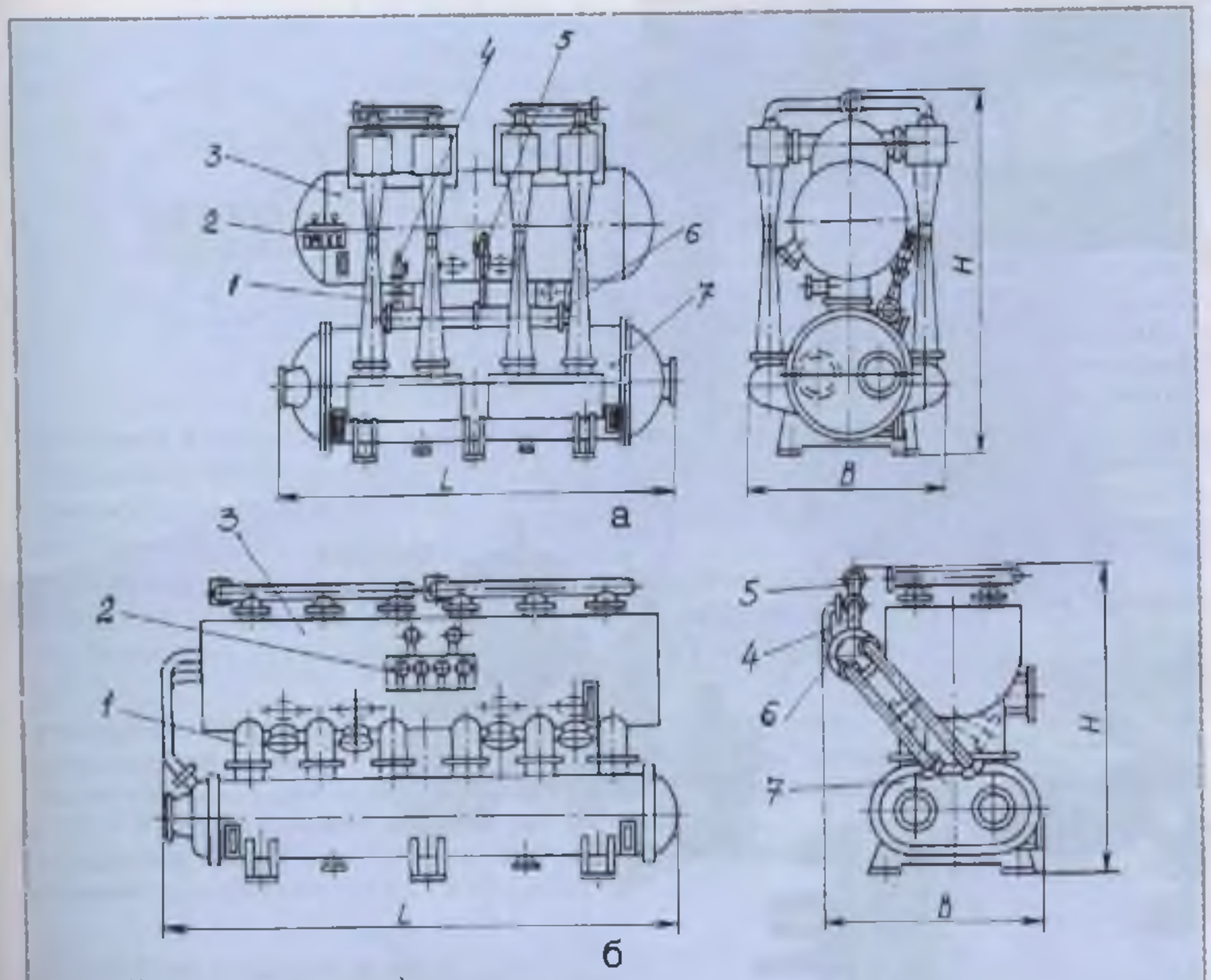


Рис.3. Пароэжекторные холодильные машины:
а – машина 16ЭП (16ЭПМ); б – машина 18ЭП (18ЭПМ);
1 – главный эжектор; 2 – щит приборов; 3 – испаритель; 4 – воздушный эжектор II ступени;
5 – воздушный эжектор I ступени; 6 – блок вспомогательных конденсаторов;
7 – главный конденсатор

Основные технические характеристики пароэжекторных холодильных машин

Характеристики	Марка машины					
	16ЭП	16ЭПМ	17ЭП	17ЭПМ	18ЭП	18ЭПМ
Номинальный режим: холодопроизводительность Q_0, кВт	1400	1400	700	700	350	350
температура кипения t_0 (температура хладоносителя – рабочей воды за испарителем t_{w2}), °С	9	9	9	9	7	7
температура охлаждающей воды перед конденсатором t_{w1}, °С	28	30	28	30	28	30
Рабочий диапазон: $t_0 = t_{w2}$, °С	5...14				4...13	
t_{w1}, °С, не выше	30	33	30	33	30	33
Рабочий пар: избыточное давление, МПа	0,7				0,8	
массовый расход, кг/ч	6600	5900	3500	3150	2400	2050
Расход хладоносителя (рабочей воды), м³/ч	350		175		100	
Расход охлаждающей воды, м³/ч	1250		650		420	
Габаритные размеры, мм: длина *L*	5180		3100		3650	
ширина *B*	2520		2520		1650	
высота *H*	4650		4635		2100	
Масса машины без хладагента, кг	15100		9050		4000	

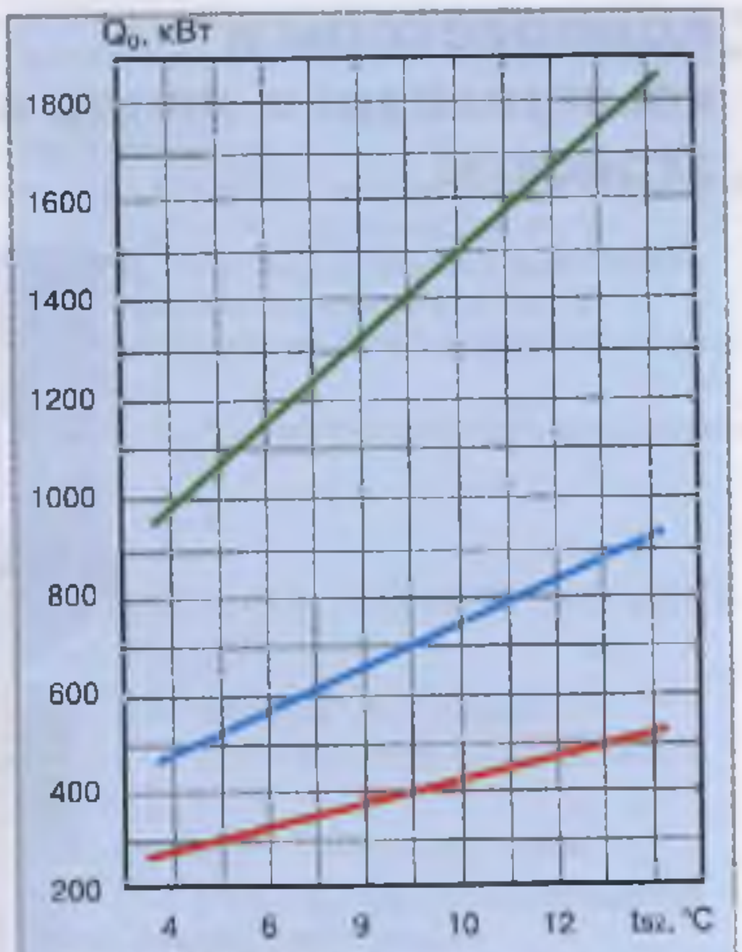


Рис.4. Зависимость холодопроизводительности Q_0 пароэжекторных холодильных машин от температуры хладоносителя на выходе из конденсатора t_{w2}
– машина 16ЭП (16ЭПМ);
– машина 17ЭП (17ЭПМ);
– машина 18ЭП (18ЭПМ)

ния конденсаторных трубок с интенсификаторами теплообмена снижен расход рабочего пара и повышено значение предельно допустимой температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор t_{w1}. Массо-габаритные характеристики при этом не изменились (см. «Холодильная техника», 1997, № 6).

По индивидуальному заказу возможно изготовление машин с конденсатором, охлаждаемым морской водой, а также использующих рабочий пар с параметрами, отличающимися от предусмотренных технической документацией.

В таблице приведены технические характеристики серийно выпускаемых пароэжекторных холодильных машин, а на рис. 4 – график зависимости холодопроизводительности Q_0 этих машин от температуры хладоносителя (рабочей воды) на выходе из испарителя t_{w2}.

Вся номенклатура серийно выпускаемых эжекторных холодильных машин сертифицирована в системе ГОСТ Р Сертификационным центром НП «СЦ НАСТХОЛ» (сертификат соответствия № РОСС.RU.АЯ45.В00900 от 29.01.99).

Для получения более подробной информации о технических характеристиках машин конкретных типоразмеров, а также об условиях заказа и ценах следует обращаться непосредственно на завод.

Адрес: 111024, Москва,
2-я ул. Энтузиастов, д.5.
Заместитель директора по производству – тел.: 273-5630, факс: – 273-1179.
Отдел сбыта – тел./факс: 273-3730, тел.: 273-5741.
Группа маркетинга – тел.: 273-3373, факс: 273-3730.
Конструкторский отдел – тел./факс: 273-5197, тел.: 273-3313, 273-5817.
Отдел сервисного обслуживания – тел./факс: 273-1448

(Продолжение в следующем номере)

Компрессоры и компрессорно-конденсаторные агрегаты

Термостаты и прессостаты

Фильтры-осушители

Запорные и шаровые вентили

Регуляторы давления

Терморегулирующие вентили

Соленоидные вентили

Электронные блоки управления

Индикаторы влажности

Холодильная техника и кондиционирование воздуха

Больше, чем Вы ожидаете

ЗАО «ДАНФОСС»
Россия, 127018, Москва, ул. Полковая, 13
Тел.: (095) 792-57-57 Факс: (095) 792-57-60
E-mail:info@danfoss.ru
Internet: www.danfoss.com

«Данфосс Т.о.в.»
Украина, 04136, Киев-136, Северо-Сырецкая, 3
Тел.: (044) 434-95-44, 434-88-32
Факс: (044) 434-95-33
E-mail:refriger@danfoss.com

Дозаправка масла в компрессоры MANEUROP

Возможные случаи дозаправки

Дозаправка масла может быть необходима в следующих случаях:

- **при утечках,**
- **при работе параллельно установленных компрессоров,**
- **когда конденсаторы или испарители находятся на достаточном удалении от компрессора (длина труб не должна превышать 20 м).**

Контроль уровня масла

Обязательно убедитесь, что дозаправка масла необходима. В правильно заполненной системе через небольшой промежуток времени после отключения компрессора уровень масла должен находиться на 1/4 ниже максимальной отметки и на 1/4 выше минимальной отметки.

В системе с параллельно установленными компрессорами и длинными трубопроводами необходимо использовать компрессоры, оборудованные смотровыми стеклами для контроля уровня масла.

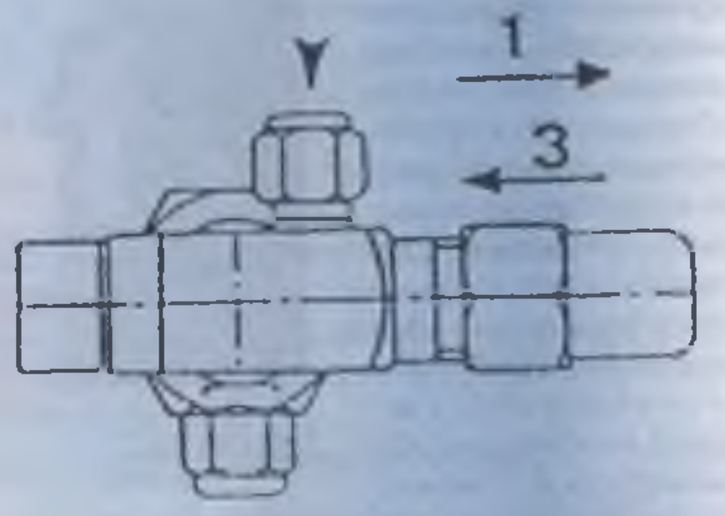
Для всех других случаев, когда нет реальной возможности контролировать уровень масла, а его объем меньше необходимого, мы рекомендуем использовать следующую процедуру:

отсоединить компрессор ▶ удалить оставшееся масло через всасывающий вентиль ▶ заправить компрессор маслом через тот же вентиль: 1 цил. компрессор: 0,92 л, 2 цил. компрессор: 1,92 л ▶ сменить фильтр-осушитель ▶ подсоединить компрессор и включить его в режиме откачки ▶ включить компрессор в режиме нормальной работы.

Процедура заправки

Для проведения заправки рекомендуется провести следующие операции:

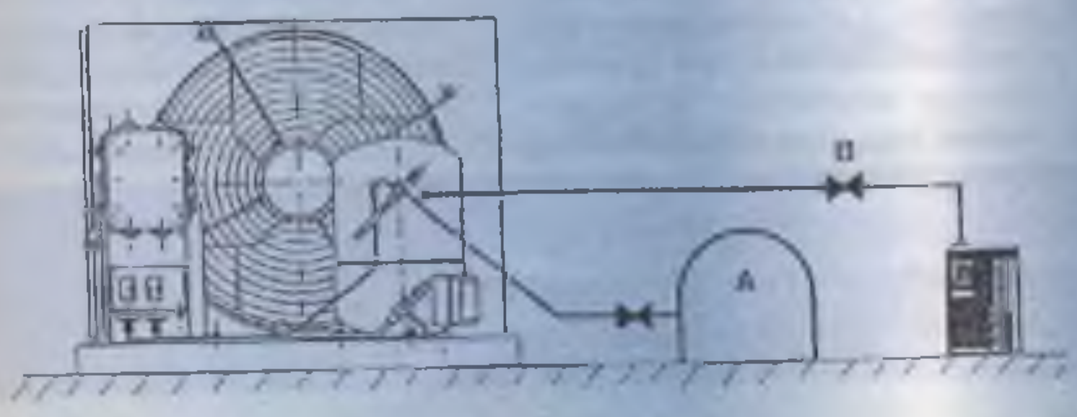
1 Перекройте линию давления, чтобы она не была связана со всасывающим вентилем (как показано на рисунке внизу).



2 Подсоедините к этому вентилю вакуумный насос (А).

3 Закройте всасывающий вентиль, оставив компрессор работающим, и дождитесь, пока давление на линии всасывания не станет чуть выше давления воздуха (при необходимости отключите реле низкого давления).

4 Подсоедините трубку размером 1/4 дюйма с закрытым вентилем (В) к патрубку картера со Шредер-клапаном.



5 Подготовьте банку с маслом MANEUROP и слегка откройте вентиль (В), чтобы продуть трубку. Опустите трубку в банку и закройте вентиль.

6 Включите вакуумный насос.

7 Как только давление в картере упадет, откройте вентиль (В) и масло потечет в компрессор. Когда будет достигнут требуемый уровень масла, закройте вентиль.) Выключите вакуумный насос и верните всасывающий вентиль в первоначальное состояние. Отсоедините вакуумный насос и трубку для заправки масла.

9 Включите холодильную установку (не забудьте подключить реле низкого давления).

Подогреватели картера ленточного типа

Компания DANFOSS - MANEUROP выпускает подогреватели картера ленточного типа для 1, 2, и 4-х цилиндровых компрессоров.

Эти вспомогательные элементы предназначены:

- **1) для установки на компрессоры, уже оборудованные саморегулируемыми терморезисторными подогревателями PTC, в дополнение к ним. Это, например, требуется, когда компрессор холодильной установки нуждается в дополнительном подводе тепла - см. типовые примеры применения.**
- **2) для послепродажного обслуживания при замене внешних подогревателей картриджного типа, используемых в компрессорах, выпущенных до марта 1985 года и имеющих серийный номер ниже 500 000.**

Кодировка подогревателей

Модель	Код	Электрические характеристики
1 цил. MT/MTZ18...40 — LTZ 22...28	7773002	54 Вт - 240 В*
2 цил. MT/MTZ44...80 — LTZ 40, 44	7773003	50 Вт - 240 В*
4 цил. MT/MTZ100...160 — LTZ 50, 100	7773004	75 ВТ-240 В*

** Подогреватели предназначены для работы от однофазного источника питания напряжением 240 В ±10% и частотой 50/60 Гц.*

Инструкция по установке подогревателей картера ленточного типа

Типовые случаи применения

Использование данных дополнительных элементов рекомендовано в следующих случаях:

- **когда система охлаждения включает в себя два или более установленных параллельно компрессора и необходимо исключить натекание хладагента в неработающий компрессор (работа с неполной нагрузкой),**
- **когда холодильная установка содержит большое количество заправленного хладагента, превышающее 2,5 кг на один цилиндр компрессора,**
- **когда компрессор эксплуатируется при очень низких температурах окружающей среды или когда температура компрессора в неработающей установке намного ниже температуры испарителя,**
- **когда в установке неожиданно возникают проблемы избыточного натекания хладагента.**

Порядок эксплуатации

Подогреватели необходимо включать, когда компрессор отключается, и выключать, когда компрессор включается.

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гончара

GEA

Grasso

УСТАНОВКИ С ЛЬДОГЕНЕРАТОРАМИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО ЧЕШУЙЧАТОГО ЛЬДА

Одноступенчатый компрессорный агрегат типа MEDIUM

Льдогенератор типа F

Фирма «ГЕА Грассо Интернэшнл ГмбХ/Б.В.» (далее «Грассо»), Германия/Голландия, в течение ряда лет проектирует, комплектует, а также осуществляет в ряде стран монтажные, пусконаладочные работы и сервис установок для получения сухого чешуйчатого льда с использованием льдогенераторов семейства GENEGLACE.

Все компоненты производятся на предприятиях, входящих в мультинациональный немецкий концерн GEA .

Испарительный конденсатор

Мощные центральные установки, преимущественно аммиачные, на базе винтовых компрессорных агрегатов выпускаются заводом «ГЕА Грассо» в г. Берлине (Германия). Установки средней мощности на базе поршневых компрессорных агрегатов изготавливает завод «ГЕА Грассо» в г. Хертогенбош (Голландия). Льдогенераторы GENEGLACE типа F, а также автономные фреоновые установки типа PACK производятся заводом «ГЕА Фригофранс» (Франция).

Предлагаемые льдогенераторы представляют собой аппараты барабанного типа, обеспечивающие получение чешуйчатого льда с толщиной чешуек до 2,5 мм температурой –6 °С, т. е. сухого переохлажденного льда, обладающего высокой охлаждающей способностью. Чешуйчатый лед имеет большую поверхность соприкосновения с охлаждаемым продуктом, не смерзается при хранении в приемных емкостях, легко транспортируется, в том числе и с помощью пневмотранспорта.

Основные элементы льдогенератора – неподвижный вертикальный теплоизолированный барабан с рубашкой, заполненной кипящим хладагентом, центральный вал и вращающаяся винтовая фреза. Вода подается насосом в верхний лоток и распределяется по хромированной внутренней поверхности цилиндра в виде непрерывной водяной пленки (за исключением участка, где скалывается лед). Избыток воды собирается в основании цилиндра и поступает на рециркуляцию. Скорость вращения винтовой фрезы составляет 50–120 об/ч. Фреза скалывает с внутренней поверхности цилиндра лед, который собирается в контейнере, расположенном под машиной.

Значительное улучшение работы льдогенератора достигается добавлением к воде соли. Это облегчает образование чешуек и скалывание льда, снижает содержание пудры и снега, а также обеспечивает плавную и бесшумную работу машины. Льдогенераторы комплектуются насосами-дозаторами для добавления соли.

Льдогенератор типа PACK

Простота конструкции и применение высокотехнологичных материалов обеспечивают высокую надежность аппаратов и удобство в эксплуатации.

Льдогенераторы могут быть поставлены в комплекте с холодильными установками или без них (подключаются к центральной фреоновой или аммиачной холодильной установке).

Льдогенераторы, поставленные фирмой «Грассо», успешно эксплуатируются на многих крупных мясоперерабатывающих предприятиях Москвы и Московской области, а также в других регионах России.

Специалисты фирмы дают рекомендации по правильному подбору, монтажу и эксплуатации оборудования, а также выполняют по желанию клиента пусконаладочные работы, гарантийное и постгарантийное обслуживание.

На льдогенераторы имеются: Гигиенический сертификат Минздрава РФ, Сертификат Соответствия ГОСТ Р, Разрешение на применение ГОСГОРТЕХНАДЗОРа РФ в составе аммиачных холодильных установок.

Тип	Холодильный агент	Производительность, т/24 ч	Габаритные размеры, мм
F15	R22	0.5	520×400×600
F30	R22	0,65–1.0	650×500×700
F90	R22	1.6–3.5	950×800×1050
F200	R717/R22	4,5–6,5	1200×950×1750
F250	R717/R22	6.5–10.0	1300×1000×2050
F450	R22	8.0–10.0	1450×1200×2050
F600	R717/R22	10,0–14,0	1500×1200×2050
F800	R717/R22	15,0–20,0	1550×1550×3000
F900	R717/R22	20,0–30,0	1950×1950×3100

Температура воды на входе 15 °С.
Температура льда на выходе –6 °С, толщина льда до 2,5 мм.

Grasso International, Представительство в Москве:

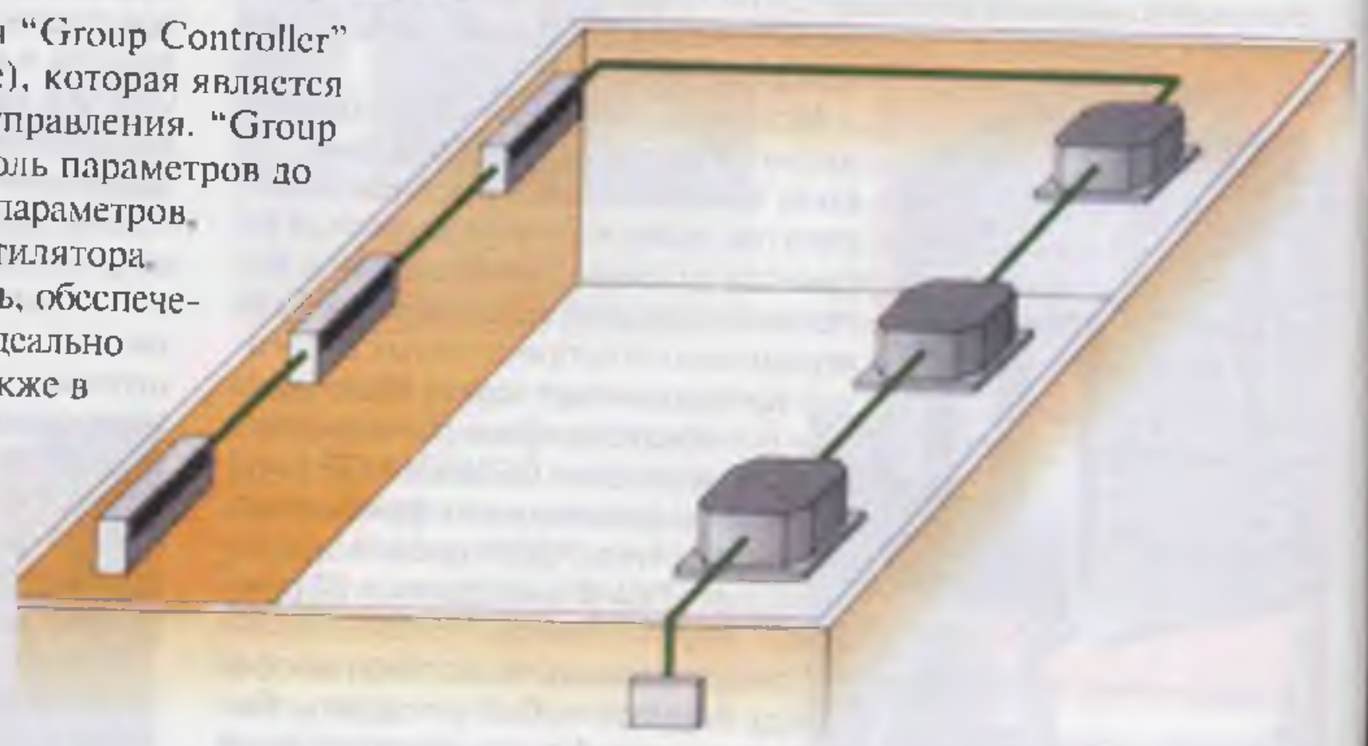
Семеновский вал, 6, строение 1, 105094,Россия, Москва.
Телефон: /095/787-20-11, 787-20-13. Факс: /095/ 787-20-12.
E-mail: grasso@gea.ru. Адрес в Интернете: http://www.grasso.nl

24 часа

1 зон x 6 установки

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА "GROUP CONTROLLER"

Компания «Керриер» представляет систему контроля "Group Controller" (проводный блок управления, монтируемый на стене), которая является альтернативой для дистанционного инфракрасного управления. "Group Controller" обеспечивает программирование и контроль параметров до шести различных внутренних блоков, уставку рабочих параметров, таких как температура, режим работы и скорость вентилятора. Данная система, сочетая высокоэффективный контроль, обеспечение комфорта в помещении и гибкость при монтаже, идеально подходит для использования в жилых помещениях, а также в промышленных зданиях небольшой площади.



"ДРУЖЕСТВЕННАЯ" К ПОЛЬЗОВАТЕЛЮ

система "Group Controller" имеет следующие отличительные признаки:

1. настенный монтаж, проводное соединение
2. наличие системы сохранения уставок в случае отключения электропитания
3. обеспечение контроля параметров до шести различных внутренних блоков с одинаковыми рабочими характеристиками
4. отображение параметров на жидкокристаллическом дисплее
5. эргономичный дизайн, удобный и несложный в использовании
6. выбор рабочих режимов: охлаждение, нагрев, осушение, только вентилятор или автоматический
7. выбор скорости вентилятора: высокая, средняя, низкая или автоматически регулируемая
8. выбор режима воздухораспределения: постоянная подача воздуха или автоматический режим
9. высокоточный контроль микроклимата в помещении
10. автономное продолжение заданного режима работы в течение 2 ч в случае отключения электропитания

Система «Group Controller» для ежедневного контроля микроклимата (до шести уставок с одинаковыми рабочими параметрами)

Пульт дистанционного управления с инфракрасным излучением для обеспечения индивидуального комфорта

ZONE MANAGER: ПОЛНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИИ

Система контроля "Zone Manager" представляет собой следующий шаг к максимальному обеспечению комфорта в помещении и энергосбережении. "Zone Manager" позволяет контролировать параметры до 32 внутренних блоков в 8 независимых зонах. Данная система позволяет устанавливать рабочие параметры (такие как температура, рабочий режим и скорость вентилятора) индивидуально для каждой зоны. Встроенный режим программирования на неделю, предусматривающий четыре пуска/остановки в день, обеспечивает контроль параметров в каждой из 8 зон. Данная система, сочетая высокоэффективный контроль, обеспечение комфорта в помещении и исключительную простоту программирования, идеально подходит для использования как в жилых помещениях, так и в промышленных зданиях большой площади.

8 зон x 32 установки

МАКСИМАЛЬНЫЙ КОМФОРТ

Кроме признаков, характерных для системы "Group Controller", «Zone Manager" обеспечивает:

1. программирование на неделю с возможностью пуска/остановки индивидуально в каждой зоне четыре раза в день
2. уставку температурного режима индивидуально в каждой зоне от 13 до 32 °C
3. выбор рабочего режима и скорости вентилятора индивидуально в каждой зоне
4. выбор режима воздухораспределения индивидуально в каждой зоне
5. режим работы в выходные дни
6. диагностику установки
7. уставку режима работы в ночное время с защитой от обмерзания и в утренние часы «Smart Start"
8. индикацию текущего времени
9. временное программирование максимально возможных уставочных значений
10. автономное продолжение заданного режима работы в течение 20 ч в случае отключения электропитания

Внимание! Одновременно с системой контроля "Zone Manager» необходимо обязательное использование или инфракрасного дистанционного управления, или «Group Controller».

Одновременно с системой контроля "Zone Manager» возможно использование инфракрасного дистанционного управления или «Group Controller» для каждой индивидуальной установки

СЕРВИС•ЦЕНТР BITZER РОССИЯ
СЕРВИС•ЦЕНТР Alfa Laval РОССИЯ

СОБСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО: АККУМУЛЯТОРЫ ХОЛОДА

На прошедшей выставке "Агропродмаш-2000" фирма *"Эйркул"* представила новые изделия собственного производства – аккумуляторы холода (льдоаккумуляторы), предназначенные для получения ледяной воды с температурой 1...2 °С, необходимой для охлаждения молока, пива и других напитков в процессе производства и розлива.

Льдоаккумуляторы целесообразно использовать при неравномерной тепловой нагрузке в течение суток – утренние/вечерние приемки молока, посменные варки пивного сусла и т.д.

Применение льдоаккумулятора позволяет:

• обеспечить постоянную температуру воды на выходе из аппарата по мере таяния льда;

• уменьшить расход электроэнергии на выработку холода, так как намораживание льда обычно происходит в ночные часы, когда холодильная установка работает при более низкой температуре конденсации;

• выравнять суточный график тепловых нагрузок на холодильную установку, что повышает надежность системы в целом.

Льдоаккумуляторы выполнены в виде теплоизолированного бака с погруженным в него змеевиковым испарителем, на поверхности которого в период отсутствия нагрузки намораживается лед толщиной до 50 мм. Толщина льда контролируется специальным датчиком.

Для увеличения эффективности работы льдоаккумулятора предусмотрена воздухораспределительная система из пластиковых труб, расположенных на дне бака, в которые нагнетается воздух с помощью воздушного насоса. Таким образом создается эффект "кипящей воды", что значительно повышает эффективность работы в период снятия тепловой нагрузки.

Отличительные особенности льдоаккумуляторов фирмы *"Эйркул"*:

• полная заводская готовность – при монтаже необходимо только подвести электрокабель и подключить водяные трубопроводы;

• антикоррозийная защита – поверхность испарителя обработана методом горячего цинкования; внутренняя поверхность бака облицована пластиком;

• компактное расположение на единой раме – льдоаккумулятор поставляется укомплектованным компрессорно-конденсаторным агрегатом, щитом управления, приборами защиты и автоматики;

• возможность установки выносного конденсатора;

• льдоаккумулятор тщательно проверяется, испытывается в заводских условиях и заправляется хладагентом (при выносном воздушном конденсаторе используется инертный газ под избыточным давлением);

• полная автоматизация работы, благодаря чему не требуется специально подготовленный персонал для обслуживания;

• возможна работа на озонобезопасных хладагентах.

Техническая характеристика льдоаккумуляторов фирмы "Эйркул"

Модель льдоаккумулятора	Аккумулирующая способность, кВт·ч	Потребляемая мощность, кВт		Тип компрессора	Размеры (длинахширинахвысота), мм
		Воздушный насос	Холодильный агрегат		
AX102	118	2×0,3	7,8	Полугерметичный поршневой	4700×1800×1700
AX204	227	2×0,3	13,5	То же	6600×2200×1900
AX224	260	1,0	16,7	"	3890×2300×2350
AX408	474	1,5	28,3	"	5150×2300×2250
AX448	521	1,5	35,4	"	5630×2300×2350
AX672	781	2,2	46,7	Полугерметичный винтовой	7800×2300×2350
AX896	1042	2,2	2×36,4	То же	9290×2300×2350

Специалисты ООО "Эйркул" ответят на любые вопросы, связанные с конструкцией и применением льдоаккумулятора, а также разработают по требованию заказчика льдоаккумулятор специального назначения.

ЭЛЕКТРОСТАР

Холодильное оборудование компании Dunham-Bush International для энергосберегающих технологий

Дефицит топливно-энергетических ресурсов в мире начал ощущаться уже давно и с развитием техники постоянно обостряется. Холодильное оборудование по принципу своей работы не только обеспечивает охлаждение какой-либо среды, но и выделяет тепло, которое в большинстве случаев рассеивается в окружающую среду (передается либо атмосферному воздуху, либо охлаждающей воде). Рациональное использование этого тепла дает ощутимую экономическую выгоду. Компания Dunham-Bush International представляет широкую гамму оборудования различной теплопроизводительности и температурных уровней нагреваемой среды, позволяющего решить эту задачу.

Машины для охлаждения жидких хладоносителей с воздушными конденсаторами серии ACDS-Z имеют модификацию ACDS-ZH для работы в режиме теплового насоса типа «воздух-вода». При температуре окружающего воздуха –5...+15 °С тепловой насос подогревает воду до 35...55 °С и обеспечивает теплопроизводительность от 6 до 78 кВт. Машины выполнены на базе малошумных спиральных компрессоров, обладающих высокой надежностью и хорошей уравновешенностью. В качестве хладагента используется R22. Режим работы машин (охлаждение или нагрев теплоносителя) определяется положением электромагнитного четырехходового клапана (рис.1).

Теплообменник «хладагент-вода» (испаритель в режиме охлаждения) представляет собой эффективный, легкий и компактный цельнопаяный пластинчатый аппарат из нержавеющей стали. Малая емкость по хладагенту сокращает затраты на первоначальную заправку. Аппарат теплоизолирован и оборудован нагревателем для защиты от замерзания. Теплообменник «хладагент-воздух» (конденсатор в режиме охлаждения) выполнен из бесшовных медных труб диаметром 9,5 мм и толщиной 0,4 мм и алюминиевых ребер толщиной 0,2 мм. Для обдува конденсатора используются осевые вентиляторы, скорость вращения которых (1000 об/мин) в сочетании с высоким КПД и качеством сборки обеспечивает хорошие акустические показатели.

Основные технические характеристики оборудования этой серии даны в табл.1.

Машины серии Modulo-Z теплопроизводительностью 100...200 кВт, выполненные на базе спиральных компрессоров, имеют конструкцию, предусматривающую различные технические решения подогрева воды. Теплонасосные модификации Modulo-ZH переключаются на режим подогрева с помощью четырехходового клапана. Модификации Modulo-ZR имеют два параллельно подсоединенных конденсатора (водяной и воздушный), каждый из которых рассчитан на полную тепловую нагрузку от конденсации хладагента. Машины указанных модификаций нагревают воду до 55 °С. Модификация Modulo-ZD укомплектована дополнительным форконденсатором для охлаждения перегретых паров хладагента до температуры конденсации (что составляет ~20 % полной тепловой нагрузки), с последующей конденсацией в воздушном аппарате. В этом случае вода нагревается парами хладагента до 75 °С, но количество нагретой воды меньше, чем при использовании Modulo-ZH и Modulo-ZR. Модификации Modulo-ZD применяют в тех случаях, когда необходимо получение холода и тепла одновременно. В этих машинах теплообменные аппараты «хладагент-воздух» выполнены из медных труб и алюминиевых ребер, а теплообменники «хладагент-вода» представляют собой кожухотрубные аппараты с внутритрубным кипением. Под слоем теплоизоляции стального кожуха расположен ленточный нагреватель, защищающий аппарат от замерзания (например, при отключении машины в холодное время года). Технические характеристики этой серии машин даны в табл.2. По требованию заказчика могут быть поставлены машины малошумного и сверхмалошумного исполнения. В них снижен уровень звукового давления соответственно на 9 и 17 дБ А по сравнению с базовой модификацией.

Кроме того, компания Dunham-Bush International выпускает холодильные машины и тепловые насосы «воздух-вода» типа Modulo-S с поршневыми бессальниковыми компрессорами. В машинах этого типа используются от 2 до 6 компрессоров. Ряд машин состоит из 25 типоразмеров и охватывает диапазон производительности от 150 до 1100 кВт. По диапазонам работы и конструктивному оформлению теплообменных аппаратов они совпадают с описанными выше моделями серии Modulo-Z.

Особого внимания заслуживает оборудование серии АСХНР, которое также может работать в режиме охлаждения жидкого хладоносителя с воздушным охлаждением конденсатора и в режиме теплового насоса «воздух-вода».

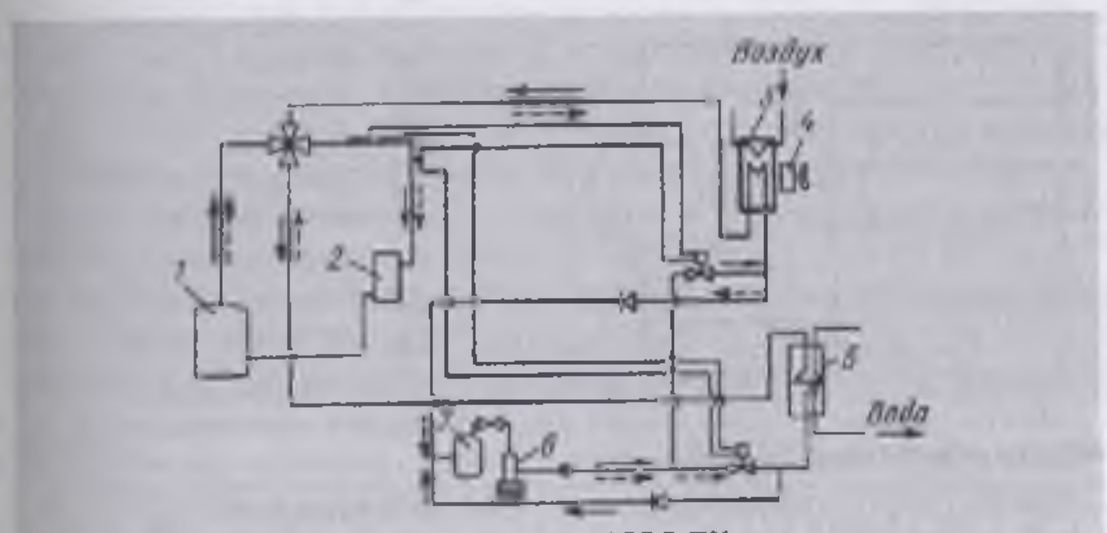


Рис. 1. Принципиальная схема машины типа ACDS-ZH:
1 – компрессор; 2 – отделитель жидкости; 3 – теплообменник "хладагент-воздух"; 4 – вентилятор; 5 – теплообменник "хладагент-вода"; 6 – фильтр-осушитель; 7 – ресивер;
– электромагнитный четырехходовый клапан; – обратный клапан; – терморегулирующий вентиль; – запорный вентиль; – смотровое стекло;
направление потока: в режиме теплового насоса; в режиме холодильной машины

Таблица 1

Основные технические характеристики машин серии ACDS-ZH

Типоразмер	16	17	18	110	112	114	116	121	125	130	138	241	250	260	275	285
Холодопроизводительность, кВт	5,5	6,7	8,0	9,6	11,1	14,2	15,5	19,8	25	28,6	37,3	40,5	50,2	56,6	73,1	84
Потребляемая мощность в режиме охлаждения, кВт	1,45	1,85	2,35	2,4	3,0	3,9	4,6	6,0	7,4	7,7	9,7	11,6	14,3	15,1	20,1	24,2
Теплопроизводительность, кВт	5,9	7,1	8,5	9,3	11,6	14,5	16,3	21,3	25,5	30	36,9	42,7	50,1	59,7	73,5	77,5
Потребляемая мощность в режиме нагрева, кВт	1,75	2,25	2,65	3,2	3,9	4,8	5,5	7,35	8,5	10,3	12,4	14,7	16,8	19,3	23,8	28,6
Габаритные размеры, мм	960×430×680			960×430×1330			960×583×1330	1200×583×1330		1750×1100×1250				2175×1150×1350		
Масса, кг	68	68	71	100	110	115	130	200	207	412	428	434	440	628	668	697

Примечание. Холодопроизводительность и потребляемая мощность в режиме охлаждения даны при температуре окружающего воздуха 30 °С и температуре воды на выходе из машины 7 °С.
Теплопроизводительность и потребляемая мощность в режиме нагрева даны при температуре окружающего воздуха 5 °С и температуре воды на выходе из машины 50 °С.

Основные технические характеристики машин серии MODULO-Z *Таблица 2*

Типоразмер		285	4100	4116	4135	4170
Холодопроизводительность, кВт		90	105.9	122.8	149,3	182.9
Потребляемая мощность в режиме охлаждения, кВт		24,0	27,2	34,7	38,2	46,1
Теплопроизводительность, кВт						
Модификация H		96,1	115.2	131.5	164.7	198.7
Модификация R		102,1	120.2	143,4	169.1	204,5
Модификация D		18,1	21,3	25,1	30,0	36,1
Потребляемая мощность, кВт						
Модификация H		29,6	34.8	42.9	48.4	57,8
Модификация R и D		29,1	33.1	43,6	48.0	57,8
Габаритные размеры, мм		2740×1500×2350				3350×1500×2350
Масса, кг	модификация H	1876	1902	1938	1971	2074
	модификация D	1930	1964	2000	2033	2166
	модификация R	2068	2090	2164	2197	2308

Примечание. Холодопроизводительность и потребляемая мощность в режиме охлаждения даны при температуре окружающего воздуха 30 °С и температуре охлаждаемой воды на выходе из машины 7 °С.
Теплопроизводительность и потребляемая мощность в режиме нагрева даны:
для модификации H – при температуре окружающего воздуха 10 °С и температуре подогреваемой воды на выходе из машины 50 °С; для модификации R – при температуре охлаждаемой воды на выходе из машины 7 °С и температуре подогреваемой воды 50 °С;
для модификации D – температуры охлаждаемой и подогреваемой воды, такие же, как для модификации R. Температура окружающего воздуха 35 °С.

Основные технические характеристики машин серии АСХНР *Таблица 3*

Типоразмер	80	100	125	160	180	200	225	250
Холодопроизводительность, кВт	284,3	350,3	448,0	568,5	634,6	700,6	798,3	894,0
Потребляемая мощность в режиме охлаждения, кВт	88,2	108,2	125,1	171,6	194,0	216,1	231,3	246,2
Теплопроизводительность, кВт	282,6	342,7	388,4	565,2	625,3	675,3	732,1	778,9
Потребляемая мощность в режиме нагрева, кВт	996	119,8	141,2	194,2	216,1	237,6	259,5	282,5
Габаритные размеры, мм	5387×2235×2438			6414×2235×2438	7188×2235×2438		8903×2235×2438	
Масса, кг	3636	4318	4770	8182	9091	10000	10227	10458

Примечание. Холодопроизводительность и потребляемая мощность в режиме охлаждения даны при температуре окружающего воздуха 30 °С и температуре охлаждаемой воды на выходе из машины 7 °С.
Теплопроизводительность и потребляемая мощность в режиме нагрева даны при температуре окружающего воздуха 10 °С и температуре нагреваемой воды на выходе из машины 50 °С.

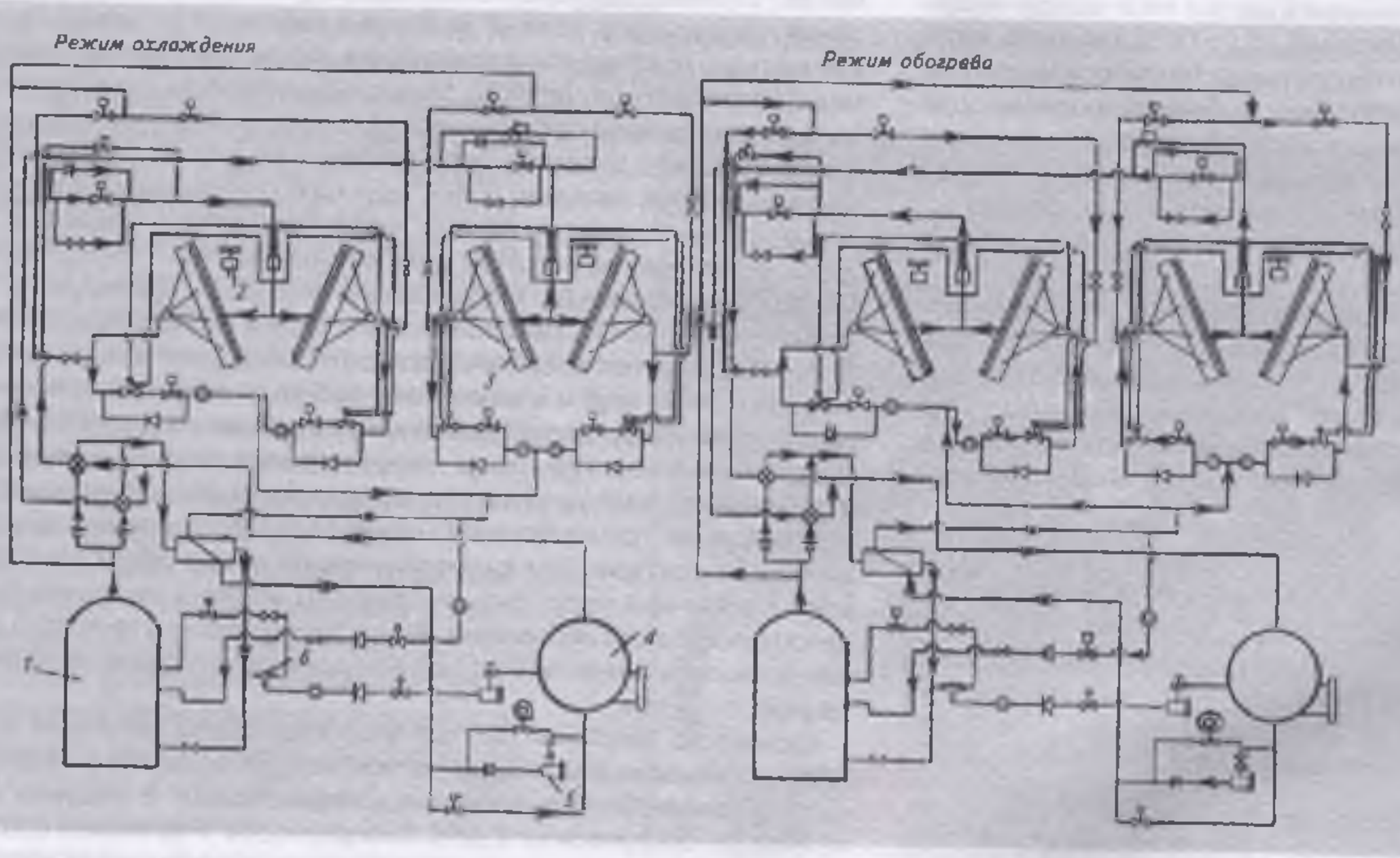


Рис. 2. Принципиальная схема машины типа АСХНР:
1 – компрессор;
2 – вентилятор;
3 – теплообменник "хладагент-воздух; 4 – теплообменник "хладагент-вода"; 5 – фильтр осушитель; 6 – инжектор;
– электромагнитный четырехходовый клапан;
– регулирующий клапан с электрическим приводом;
– обратный клапан;
– терморегулирующий вентиль;
– соленоидный вентиль;
– автоматический регулятор давления;
– запорный вентиль;
– смотровое стекло

Основные технические характеристики машин серии FLEXI-H *Таблица 4*

Типоразмер	16 Z	17 Z	18 Z	110 Z	112 Z	114 Z	116 Z	121 Z	125 Z	130 Z	135 Z	241 Z	250 Z	260 Z	275 Z	285 P	2100 E	2116 E	2135 E	2120 S	2140 S	2170 S	2200 S	2225 S
Холодопроизводительность, кВт	5,6	6,7	8,0	9,6	11,1	14,2	15,5	19,8	25,0	28,8	37,3	40,5	50,2	56,6	73,1	89,1	108,2	123,6	144,1	125	149	176	200	234
Потребляемая мощность в режиме охлаждения, кВт	1,8	2,2	2,7	2,6	3,7	4,6	5,3	6,3	7,8	8,7	11,9	13,7	17,8	18,4	23,4	32,4	36,7	42,8	51	41,2	48,4	58,3	66,3	72,9
Теплопроизводительность, кВт	6,6	8,0	9,6	10,4	13,1	16,4	18,2	24	28,7	33,9	41,6	47,9	56,2	67,2	82,6	83,4	109,6	130,3	152	129	153	188	225	243
Потребляемая мощность в режиме нагрева, кВт	2,3	2,6	3,0	3,4	4,6	5,5	6,3	7,7	8,9	11,5	14,7	17,1	20,4	20,8	27,3	36	40,1	44,9	52,3	45,0	53,0	65,9	79,4	83,4
Тип компрессора	Спиральный герметичный															Поршневой герметичный				Поршневой бессальниковый				
Свободный аэродинамический напор, Па	80		100		80			70		100														
Габаритные размеры, мм	750×650×1125				1150×750×1245					2000×850×1427				2350×850×1602		2750×1150×1940				4110×2100×1695			5100×2100×1695	
Масса, кг	88	102	116	142	168	188	216	252	294	418	433	488	613	809	865	1014	1038	1058	1083	1700	1890	2160	2332	2491

Примечание. Холодопроизводительность и потребляемая мощность в режиме охлаждения даны при температуре окружающего воздуха 30 °С и температуре охлаждаемой воды на выходе из машины 7 °С.
Теплопроизводительность и потребляемая мощность в режиме нагрева даны при температуре окружающего воздуха 10 °С и температуре нагреваемой воды на выходе из машины 50 °С.

Основные технические характеристики машин серии EASY-Z

Таблица 5

Типоразмер	17	19	110	113	115	121	126	130	140	240	245	255	265	280
Холодопроизводительность, кВт	6,8	8,4	9,8	12,6	14,7	21,2	25,5	30,2	38,7	36,7	43,6	53,0	61,5	75,5
Потребляемая мощность в режиме охлаждения, кВт	1,6	1,9	2,1	2,6	3,2	4,8	5,6	6,4	7,9	7,7	9,4	11,1	12,7	15,9
Теплопроизводительность, кВт	7,4	9,1	10,5	13,4	15,8	23,2	27,7	32,4	41,0	38,7	47,1	56,7	65,5	80,9
Потребляемая мощность в режиме нагрева, кВт	2,1	2,5	2,9	3,6	4,5	6,7	7,9	9,1	11,2	10,3	13,3	15,6	17,9	22,4
Габаритные размеры, мм	550×450×830					600×600×1240				1000×600×1446				
Масса, кг	78	82	87	100	120	271	282	335	360	404	420	460	500	556

Примечание. Холодопроизводительность и потребляемая мощность в режиме охлаждения даны при температуре воды на выходе из испарителя 7 °С и температуре воды на входе в конденсатор 30 °С.
Теплопроизводительность и потребляемая мощность в режиме нагрева даны при температуре воды на выходе из испарителя 5 °С и температуре воды на выходе из конденсатора 50 °С.

Существует восемь типоразмеров этой серии теплопроизводительностью от 250 до 900 кВт. Такие машины работают при температуре окружающего воздуха –10...+15 °С и нагревают воду до 57 °С. Они выполнены на базе герметичных винтовых компрессоров серии MSC с ротором диаметром 127 мм (конструкция и технические характеристики этих компрессоров описаны в журнале «Холодильная техника», № 8, 2000, с.16–18) и водоохлаждающих машин с воздушными конденсаторами серии ACFX (см. журнал «Холодильная техника», № 9, 2000, с. 28–30). Благодаря применению герметичных винтовых компрессоров эти машины по надежности своей работы и компактности не имеют аналогов в мировой практике. В них могут применяться один или два компрессора, каждый из которых работает на свой независимый фреоновый контур. В этих машинах применены испарители межтрубного кипения и V-образные секции воздушного конденсатора. Режим работы (охлаждение или нагрев) определяется положением четырехходового вентиля. Схема машины с двумя компрессорами приведена на рис.2. Основные технические характеристики оборудования даны в табл.3. Машины ACXHP 125 применяются для холодо- и теплоснабжения системы кондиционирования воздуха здания Центральной избирательной комиссии Российской Федерации.

Машины для охлаждения жидких хладоносителей серии FLEXI (оборудованные центробежными вентиляторами для охлаждения конденсатора) также имеют теплонасосную модификацию FLEXI-H. По принципу работы и конструктивному оформлению теплообменных аппаратов она аналогична модификации ACDS-ZH. Эти машины работают в одинаковых диапазонах температур окружающего воздуха и нагреваемой воды. Применение центробежных вентиляторов позволяет размещать машины внутри помещения и соединять их с наружным воздухом системой воздуховодов. Такая конструкция обеспечивает возможность использования теплоты конденсации хладагента для отопления помещений в холодное время года. Для этого воздушный тракт конденсатора отсекается от наружного воздуха полностью или частично с помощью заслонок и соединяется с обогреваемым помещением. Теплопроизводительность машин составляет от 6 до 220 кВт. Ряд состоит из 24 типоразмеров. Основные технические характеристики оборудования даны в табл.4.

Машины для охлаждения жидких хладоносителей с водяным охлаждением конденсатора серии EASY-Z могут быть использованы как тепловые насосы типа «вода-вода» для нагрева воды до 55 °С. При этом в конструкцию не вносится каких-либо изменений, за исключением системы автоматического управления. Эта серия машин состоит из 14 типоразмеров теплопроизводительностью от 7 до 80 кВт.

В машинах серии EASY-Z испаритель и конденсатор представляют собой компактные пластинчатые теплообменные аппараты с высокими теплотехническими и гидродинамическими характеристиками. Машина выполнена на базе одного или двух спиральных компрессоров. Двухкомпрессорные машины имеют два фреоновых контура. Основные технические характеристики машин серии EASY-ZH даны в табл.5.

В теплонасосных модификациях машин серии CWCH/E теплопроизводительностью от 100 до 160 кВт (4 типоразмера) используются аналогичные аппараты и поршневые герметичные компрессоры. В этих машинах предусмотрена возможность реверсирования водяных контуров. В режиме охлаждения испаритель подключается к системе потребителя, а конденсатор – к системе оборотного водоснабжения. В режиме нагрева испаритель подключается к источнику низкопотенциального тепла (артезианская вода, грунтовой теплообменник и пр.), а конденсатор – к системе потребителя. Арматура для подключения входит в состав машины.

Большую теплопроизводительность (от 175 до 1600 кВт) имеют теплонасосные модификации машин серии CWCH/...S (16 типоразмеров), выполненные на базе поршневых бессальниковых компрессоров и кожухотрубных теплообменных аппаратов с медными трубками в стальном корпусе. Машины выпускаются в нескольких исполнениях:

CWC/HS – аналогичном водоохлаждающей машине, но рассчитанном на повышенные температуры конденсации;

CWC/RS – с реверсированием водяного контура;

CWC/DS – с дополнительным форконденсатором для нагрева воды перегретыми парами фреона.

Модификации H и R нагревают воду до 55°С, модификация D – до 70 °С.

Работа всех машин полностью автоматизирована с применением микрокомпьютера.

Машины всех приведенных в статье типоразмеров по требованию заказчика могут оснащаться гидравлическим модулем.

Кроме того, в номенклатуре оборудования компании Dunham-Bush International имеются абсорбционные холодильные машины (теплоиспользующие) и аппараты для использования естественного холода. Информация об этих видах оборудования будет дана в следующих номерах журнала.

Официальным дистрибьютором оборудования компании Dunham-Bush International в России, странах СНГ и Балтии является ЗАО «Электростар», которое осуществляет полный комплекс услуг: разработку технических решений, поставку оборудования, монтаж или шеф-монтаж, пусконаладочные работы, гарантийное и постгарантийное обслуживание.

Концентрат противокоррозионных и окрашивающих добавок для теплоносителей на основе пропиленгликоля

Канд. техн. наук **Л.С.ГЕНЕЛЬ**,
канд. техн. наук **М.Л.ГАЛКИН**,
ООО "Спектропласт"
канд. техн. наук **С.С.СОРОКИН**,
ОАО "Альфа Лаваль Поток"

В пищевой, фармацевтической, косметической и других отраслях промышленности, использующих теплообменное (холодильное) оборудование с температурным диапазоном эксплуатации от –50...+120 °С, в качестве теплоносителя (хладоносителя) с учетом токсикологических, взрывопожаробезопасных и экологических норм все чаще применяют водные растворы пропиленгликоля (взамен традиционных теплоносителей на основе водных растворов аммиака, хлорида кальция и др.).

Благодаря низкой токсичности пропиленгликоля попадание небольшого количества (до 0,25 %) теплоносителя на его основе в результате случайных протечек в пищевой продукт не вызывает порчи последнего. Пропиленгликоль разрешен к применению в качестве пищевой добавки (Е1520) во всех странах мира.

Пропиленгликоль (1,2-пропиленгликоль, пропандиол) – бесцветная густая жидкость со слабым характерным запахом – смешивается с водой и спиртом, обладает гигроскопическими свойствами. Его температура кипения при атмосферном давлении 187,4 °С, температура замерзания –60 °С, плотность при 20 °С 1,037 г/см^3.

Увеличение объемов использования водных растворов пропиленгликоля в качестве теплоносителя во вторичном контуре холодильного оборудования соответствует мировой тенденции.

Однако водный раствор пропиленгликоля с концентрацией менее 50 % обладает значительной коррозионной активностью по отношению к черным и некоторым другим металлам и сплавам, используемым в теплообменном (холодильном) оборудовании. Кроме того, пропиленгликоль – сильный растворитель накипи, образующейся на стенках оборудования. Поэтому в случае подключения к вторичному контуру старого оборудования, ранее работавшего, например, на хлориде кальция, продукты растворения накипи переходят в теплоноситель, в несколько раз увеличивая его коррозионную активность.

ООО "Спектропласт" по техническому заданию, уточненному специалистами ОАО "Альфа Лаваль Поток", разработало и изготовляет концентраты противокоррозионных и окрашивающих добавок для теплоносителей на основе пропиленгликоля. Концентраты существенно повышают срок службы теплообменного оборудования за счет предотвращения или уменьшения скорости коррозионных процессов, а также замедления скорости уже начавшейся коррозии в несколько раз.

С учетом условий эксплуатации разработаны и внедрены в производство различные комплексы добавок для защиты от коррозии холодильного оборудования:

- нового оборудования с новым теплоносителем на основе пропиленгликоля;
- старого оборудования с продуктами коррозии от теплоносителя на основе пропиленгликоля;
- старого оборудования со смешанными продуктами коррозии и с растворенной накипью от теплоносителей на основе $CaCl_2$ или пропиленгликоля.

Теплоноситель на основе пропиленгликоля с введенным в него концентратом в рекомендованном количестве относится к 4-му классу веществ – малоопасных (ГОСТ 12.007–76).

Концентрат вводится в состав теплоносителя в количестве 2...6 мас. % с учетом диапазона температуры эксплуатации теплоносителя и материалов, используемых в теплообменном оборудовании. Концентраты выпуска-ются ООО "Спектропласт" по ТУ 2422-001-11490846–99 и имеют гигиенический сертификат соответствия №770130242Т30583089.

ОАО "Альфа Лаваль Поток" приступило к следующему этапу работы – изучению возможности совместного использования в ряде случаев более дешевых материалов для снижения стоимости теплообменного оборудования.

ООО "Спектропласт" по желанию заказчиков осуществляет периодический контроль состояния теплоносителя: анализ состава проб теплоносителя, выявление возможных нарушений коррозионного состояния холодильного оборудования и их причин; разрабатывает и применяет комплекс практических мер для нормализации коррозионного состояния вторичного контура теплообменного оборудования и состава теплоносителя.

ООО "Спектропласт"
111123, Москва, 2-я Владимирская ул., 11.
Тел.: (095) 305-43-70, 176-01-74

ОАО "Альфа Лаваль Поток"
141070, Королев, ул.Советская,73.
Тел.: (095) 232-12-50

ОСНАЩАЙТЕСЬ!

ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ КОЛЛЕКТОРЫ, ШЛАНГИ, ВЕНТИЛИ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕЧЕИСКАТЕЛИ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПАЙКИ

МАНОМЕТРЫ ВАКУУММЕТРЫ

ЗАРЯДНЫЕ СТАНЦИИ

СЕРВИСНЫЕ ВЕНТИЛИ

КЛАПАНЫ ШРЕДЕРА, ШТУЦЕРЫ

МАСЛОПОДЪЕМНЫЕ ПЕТЛИ, МЕДНЫЕ ФИТИНГИ

МЕДНАЯ ТРУБА, ТЕРМОИЗОЛЯЦИЯ

KS Tools ТРУБОРЕЗЫ

KS Tools ВАЛЬЦОВКИ

KS Tools ТРУБО-РАСШИРИТЕЛИ

KS Tools ТРУБОГИБЫ

У НАС ЕСТЬ ВСЕ ДЛЯ МОНТАЖА И ОБСЛУЖИВАНИЯ, ХОЛОДИЛЬНОГО И КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

siesta

Ваш поставщик: фирма «Сиеста-Инструмент»
115409 Москва, Каширское шоссе, 33
Телефон: (095) 322 9737, 324 6575; факс: 324 8255
www.siesta.ru

Фирма ZANOTTI S.p.A. представляет новое холодильное оборудование для камер объемом до 485м³

БИ-БЛОКИ СЕРИИ DB-S. С ПОНИЖЕННЫМ ДО 38 дБ(А) УРОВНЕМ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

Главная особенность этих холодильных машин заключается в том, что они выполнены из двух частей: компрессорно-конденсаторного агрегата, устанавливаемого снаружи камеры, и воздухоохладителя, расположенного внутри нее. Такое исполнение позволяет решить проблемы, связанные с невозможностью использования моноблока, поскольку в данном случае две части холодильной машины могут быть установлены на расстоянии друг от друга. Как правило, компрессорно-конденсаторный агрегат устанавливают на полу или площадке, а воздухоохладитель подвешивают под потолком камеры.

Каждая серия DB-S для камер малого и среднего объема состоит из 3 моделей: DB235-S, DB335-S, DB340-S холодопроизводительностью от 2600 до 22000 Вт, работоспособных при температуре окружающей среды от –25 до +45 °С. В качестве хладагентов применяются R22 или R404A. Эти модели имеют две версии, обеспечивающие различные температурные режимы:

Гамма "М"	**Гамма "В"**
Средняя температура	Низкая температура
от +10 до –5 °С	от –15 до –25 °С
R22 или R404A	R404A

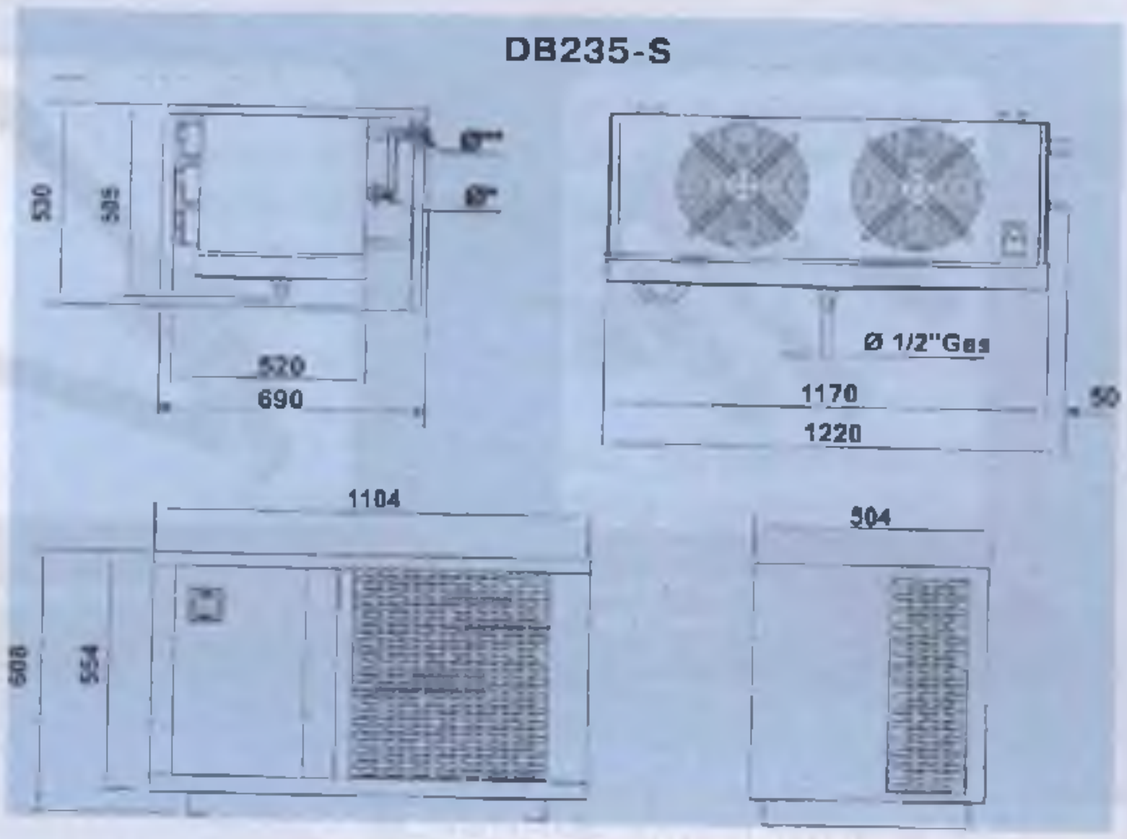
Холодильные машины могут быть использованы:

- для поддержания требуемых температур в камерах хранения охлажденных и замороженных продуктов питания;
- для охлаждения или замораживания небольшого количества продуктов питания.

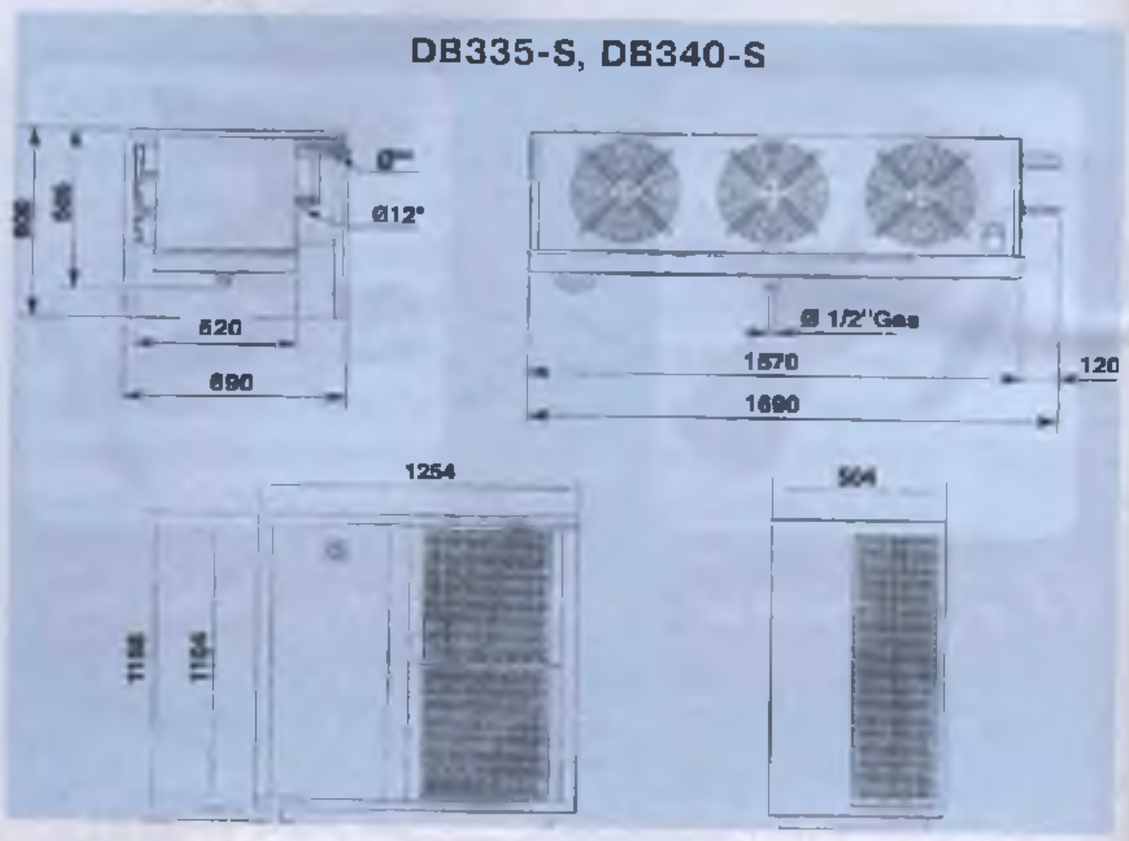
Холодильные машины изготовлены в соответствии с принятыми Международными стандартами качества. В их состав входят:

➢ **Компрессоры** типа scroll (спиральные) герметичные или полугерметичные, охлаждаемые всасываемым газом, в комплекте с единой защитой двигателя.

DB235-S



DB335-S, DB340-S



➢ **Терморегулирующий вентиль** для расширения хладагента.

➢ **Испаритель и конденсатор** с большой площадью поверхности теплообмена.

➢ **Электровентиляторы** осевые с высоким КПД и низким уровнем шума: на конденсаторе – регулируемые от вариатора скорости вращения, для получения постоянной температуры конденсации; на испарителе – полностью герметичные.

➢ **Ресивер** жидкости.

➢ **Фильтр-осушитель** для эффективной защиты холодильной установки от влаги и кислоты.

➢ **Глазок-индикатор** для визуального наблюдения за движением жидкого хладагента.

➢ **Реле контроля** минимального и максимального давлений и давления масла, если на компрессоре имеется масляный насос.

➢ **Электрические нагреватели**, размещенные в трубках из нержавеющей стали, для оттайки.

➢ **Дистанционная электронная панель управления** всеми функциями холодильной установки. Программируется в зависимости от различных требований к работе. Имеет разъем для подключения к различным внешним коммуникационным устройствам.

Всего имеется 38 программируемых функций, основные из них следующие:

- Регулировка дифференциала термостата.
- Установка рабочих параметров с настройкой максимального и минимального значения.
- Возможность выбора:
  типа оттайки (автоматическая или ручная),
  интервала между оттайками,
  длительности оттайки,
  температуры окончания оттайки.
- Задержка включения вентиляторов испарителя после оттайки.
- Время задержки включения холодильной машины после оттайки для стока талой воды.
- Аварийный сигнал при выходе из строя датчиков температуры.
- Возможность включения света в камере с помощью кнопки или микропереключателя на двери камеры с последующим выключением холодильной машины.
- Максимально допустимое число включений (в час) реле давления.

Каркас машины изготовлен из профилей оцинкованного железа и имеет съемные панели для удобства проведения контроля и обслуживания. Паяные соединения упрощают присоединение трубопроводов в момент установки.

Представительство фирмы ZANOTTI S.p.A.

123056, г. Москва, Электрический пер., д. 8, стр. 5
Многоканальный тел./факс (095) 796-9614
E-mail: zanotti@aha.ru

Ассоциация производителей и продавцов мороженого "Столичное мороженое",
Правительство г. Москвы, Департамент потребительского рынка и услуг, Департамент продовольственных ресурсов

Столичное мороженое – 2000

Городская выставка товаров и услуг

Москва, Мэрия, Новый Арбат, 36
30 октября – 1,2 ноября 2000 г. (10.00 – 18.00)

Цель выставки: поддержка отечественных производителей, продвижение товаров и услуг Ассоциации «Столичное мороженое» и участвующих фирм на московский и региональные рынки сбыта, установление долгосрочных деловых связей, пролонгация и заключение договоров.

Тематика выставки:

- мороженое;
- свежезамороженные овощи, фрукты, ягоды;
- мясные и рыбные полуфабрикаты;
- газированная вода, напитки, соки;
- холодильное оборудование;
- торговое оборудование;
- упаковка.

В программе выставки предусмотрены:
пресс-конференция, круглый стол, маркетинговый семинар, презентация товаров и услуг, холодильной техники и торгового оборудования, дегустация продукции, деловые встречи, заключение договоров о долгосрочном сотрудничестве.

- Круглый стол: "Столичный рынок мороженого - состояние, проблемы, перспективы".
- Маркетинговый семинар: "Стратегия формирования потребительского спроса на выделенную группу и вид продукции в условиях современного рынка".

Продукцию столичных производителей мороженого в каждую московскую семью!

Информационная поддержка:

Холодильная техника · Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов · Refrigeration Ltd · Досуг в Москве · Вечерняя Москва · Тверская, 13

Устроителями выставки будут созданы благоприятные условия для взаимовыгодных контактов, налаживания деловых связей и сделаны предложения по эффективному развитию бизнеса.
За дополнительной информацией обращаться в исполнительную дирекцию Ассоциации «Столичное мороженое» по тел. 207-32-35, 207-34-21, ф. 207-36-55.

Из Бюллетеня МИХ

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СМЕСЕЙ R410A, R507, R404A, R407C

Теплопроводность насыщенного пара смеси можно определить путем простого сложения молярных масс чистых компонентов, теплопроводность насыщенной жидкости — с помощью формулы энергии. Из изученных хладагентов смесь R410A обладает самой высокой теплопроводностью в состоянии насыщения, имея то же значение, что и R22. Теплопроводность R407C примерно на 3 % ниже, а R507 и R404A – на 22 %. Что касается теплопроводности насыщенного пара, она приблизительно на 20 % выше по сравнению со значениями теплопроводности для R22 и R502.

K.Dpindler, N.Hoffmann, E.Hahne // DKV-Tagungsber.23, Leipzig, DE, 1996.11.20-22, vol.2, No.1, 243 – 259.
БМИХ, 1998, № 1, с.37.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АММИАКА КАК ХЛАДОНОСИТЕЛЯ В СУПЕРМАРКЕТАХ

В супермаркете (Дания) обычную фреоновую установку непосредственного охлаждения заменили двухступенчатой аммиачной установкой с промежуточным охлаждением. При этом испарители в холодильных камерах и витринах не модернизировали.

Приведены результаты сравнительных испытаний по старой и новой схеме, которые показали, что такая модернизация целесообразна, так как расход энергии не увеличивается, несмотря на теоретические расчеты. Окончательные результаты такого решения будут опубликованы позже.

N.Jesper, S.Lund. Sotto Zero., IT., 1997.03., vol.6, No.2, 114 – 121.
БМИХ, 1998, № 1, с.38.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ И ПАДЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ХЛАДАГЕНТА, КИПЯЩЕГО В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТРУБКЕ С ВНУТРЕННИМ ОРЕБРЕНИЕМ

Известно небольшое число исследований, в которых анализируется кипение потока в трубах с глубоким спиральным оребрением для повышения теплоотдачи. Цель эксперимента заключалась в том, чтобы определить локальный коэффициент теплоотдачи и величину падения давления кипящего потока R12 и R134a в горизонтальной медной трубе с глубоким спиральным оребрением. Исследовали влияние профиля выполнения трубы, массового и теплового потоков. Результаты опытов указывают на пузырьковый характер парообразования и в широком диапазоне нагрузки. Полученные результаты сравнивали с данными для гладких труб с эквивалентным диаметром.

Теплоотдача в гладких трубах была представлена корреляцией Кандликара (1989 г.) , а падение давления в гладкой трубе было определено по гомогенной модели.

Результаты показывают, что в трубе с оребрением имело место повышение эффективности теплоотдачи при кипении R12 от 1,5 до 2,7 раза, при использовании R134a – от 1,4 до 2,5 раза. При конвективном (без парообразования) теплообмене наблюдалось более существенное увеличение теплоотдачи: в 3,5 – 7,6 раза для R12 и в 3,3 – 7,1 раза для R134a.

Обнаружено, что падение давления было в 6 – 20 раз больше, чем в гладкой трубе, при использовании R12, и в 11 – 19 раз больше – для R134a.

S.M.Mcbain, A.E.Bergles, S.Raina // HVAC&R Res., US., 1997.01, vol.3, No.1, 65 – 80.
БМИХ, 1998, № 1, с.38 – 39.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ ЗМЕЕВИКОВ

Существующие в настоящее время процессы проектирования змеевиковых испарителей для охлаждения воздуха предполагают использование чистых хладагентов и наличие термодинамического равновесия между фазами. Проведенные эксперименты с современными испарителями показали термодинамическое неравновесие между жидкой и паровой фазами. Наличие масла и термодинамическое неравновесие способствуют уменьшению разности температур кипящей жидкости и воздуха, что приводит к снижению давления кипения. Представленная модель учитывает эти аспекты. Разработана компьютерная программа, воплощающая эту модель, которая в будущем поможет усовершенствовать конструкцию испарителей.

M.R.Conde // Proc. 5th IEA Heat Pump Conf., Toronto, Ontario, CA, 1996.09.22-26, vol.2, 403 – 413.
БМИХ, 1998, № 1, с.48.

ТЕРМОВЕНТИЛЬ (ЭЖЕКТОР): УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДРОССЕЛИРОВАНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ОДНОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛА

Холодильный коэффициент циклов компрессионных холодильных машин и тепловых насосов может быть повышен путем замены регулирующего вентиля так называемым тепловым вентилем или вихревой трубкой. Это устройство, в котором сжатая рабочая жидкость, поступающая при температуре окружающего воздуха, частично расширяется. Генерированный насыщенный пар перегревается рабочей жидкостью, поступающей вслед за ней. Затем пар направляется в вихревую трубку Ранкина-Хилша, где он расширяется до величины давления в испарителе. Поток горячего пара, выходящего из вихревой трубки, охлаждается в другом теплообменнике, после этого он или смешивается с холодной частью потока, выходящего из трубки, и расширенным потоком жидкости низкого давления, или направляется обратно в компрессор. Для циклов холодильных машин и тепловых насосов, использующих R22 или R134a, энергетическая эффективность может повыситься на 5 – 10 %. Однако, если в качестве хладагента применяется CO_2, эффект может составлять около 15 % для холодильного цикла и 25 % для тепловых насосов.

J.U.Keller, M.U.Goebel // Luft Källetech, DE, 1997.02, vol.33, No.2, 57 – 60.
БМИХ, 1998, № 1, с.49.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРОПАНОВЫХ УСТАНОВОК

При использовании углеводородов в качестве хладагентов следует обращать особое внимание на вопросы безопасности. Необходимо иметь точную информацию о возможных источниках опасности, для того чтобы оценить риск в конкретных условиях эксплуатации. С учетом этих требований был создан опытный образец установки для охлаждения молока холодопроизводительностью около 15 кВт при температуре кипения –5 °С, который затем был пущен в эксплуатацию.

E.Timm, M.Arnemann // DKV-Tagungsber.23, Leipzig, DE, 1996.11.20-22, vol.2, No.1, 15 – 26.
БМИХ, 1998, № 1, с.35.

ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
гарантия 2 года

Фирма "ТЕХНОБЛОК"
ПРЕДЛАГАЕТ СО СКЛАДА
В МОСКВЕ:

- МОНОБЛОКИ и БИ-БЛОКИ производства фирмы "Technoblock", Италия.
Комплектация: Bitzer, Danfoss, Maneurop, Siemens
Заводской уровень готовности, сертификат ISO 9001
Сертификат соответствия Госстандарта России.
- ПОЛНЫЙ КОМПЛЕКТ ЗАПЧАСТЕЙ ко всем моделям агрегатов по самым низким ценам (всегда в наличии).
- СБОРНЫЕ КАМЕРЫ до 4000 куб.м., а также:
- МОНТАЖ, СЕРВИС, РЕМОНТ во всех регионах России.
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ
- торгово-складских комплексов
- установок для охлаждения жидких пищевых продуктов

Адрес: Москва, 123610, Краснопресненская наб., 12
Совинцентр, гостиница "Международная-2", офис 720
Тел/факс: (095) 258-1303, 258-2236, 258-2237, 258-2262

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЛЬДОГЕНЕРАТОРА ХОЛОДИЛЬНИКА-МОРОЗИЛЬНИКА

Приводятся результаты испытаний автоматического льдогенератора при различных рабочих режимах. Испытывали холодильник-морозильник объемом 0,566 м³ с одним испарителем, работающим при принудительной конвекции воздуха (хладагент R12). Исследовали ежедневное потребление холодильником электроэнергии в зависимости от работы льдогенератора. На первом этапе испытаний льдогенератор был отключен, на втором этапе – включен. Лед производился непрерывно. На третьем этапе испытаний ("режим отказа") вручную был прекращен подвод воды, однако льдогенератор оставался включенным. Приведены подробные данные по расходу энергии.

I.Haider, H.Feng, R.Radermacher // ASHRAE Trans., US., 1996, vol.102, No.2, 541 – 545.
БМИХ, 1998, № 1, с.59.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХЛАДАГЕНТОВ, АЛЬТЕРНАТИВНЫХ HCFC-22

На основе расчета термодинамических циклов и испытаний машин с учетом будущих изменений конструкций систем кондиционирования воздуха и теплонасосных установок оценивали R134a и азеотропную смесь R32 – R125 – R134a. Результаты анализа указывают на то, что можно превзойти энергетическую эффективность R22, используя смесь R32 – R125 или смесь R32 – R125 – R134a при условии соответствующих изменений конструкции машин. Возможности повышения энергетической эффективности смеси R32 – R125 несколько лучше.

D.Bivens, C.Denison // Proc. 5th IEA Heat Pump Conf., Toronto, Ontario, CA, 1996.09.22-26, vol.2, 303 – 310.
БМИХ, 1998, № 1, с.35.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ХЛАДАГЕНТА И МАСЛА В СИСТЕМАХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫЕ СМЕСИ И ЭФИРНЫЕ МАСЛА

Анализируются влияние масел на термодинамические свойства озонобезопасных смесевых хладагентов и характеристики работающих на них схем. Рассмотрены азеотропные, близкие к азеотропным и зеотропные бинарные и тройные смеси R32 – R143a – R125 и R134a в сочетании с ISO/VG-32 полиолэфиром. Расчеты показывают, что изменение концентрации масла на 1 – 2 % может влиять на холодопроизводительность и холодильный коэффициент установки.

J.D.Morrison, K.Schwennesen // DKV-Tagungsber.23, Leipzig, DE, 1996.11.20-22, vol.2, No.2, 105 – 118.
БМИХ, 1998, № 1, с.36.

ВЯЗКОСТЬ ЖИДКИХ ХЛАДАГЕНТОВ И ИХ СМЕСЕЙ

Была определена вязкость жидких хладагентов R32, R125, R134a, R143a и R152a; бинарных смесей R32–R125, R32 – R134a, R125 – R143a, R125 – R134a, R125 – R152a, R143 – R134a и R134a – R152a и выпускаемых промышленностью тройных смесей R404A и R407C в диапазоне температур от –50 до 60 °С. Для расчета вязкости бинарной и тройной смеси на основе вязкости чистых хладагентов было проверено несколько формул. Наилучшее совпадение между экспериментальными и расчетными значениями достигнуто с помощью молярной логарифмической формулы смеси.

R.Heide // DKV-Tagungsber.23, Leipzig, DE, 1996.11.20 –22, vol.2, No.1, 225 – 241.
БМИХ, 1998, № 1, с.37.

«Моторшоу-2000»

С 23 по 27 августа 2000 г. в выставочном комплексе ЗАО «Экспоцентр» на Красной Пресне проходила 6-я московская международная автомобильная выставка «МОТОРШОУ-MIMS-2000». Организаторы выставки – ОАО «Автосельхозмаш-Холдинг», ITE Group Pil (Лондон) и ЗАО «Экспоцентр».

Рис. 4. Торговый прицеп: две ставни, мебель из ламинированной ДСП, две холодильные витрины, освещение 12 В/220 В
Внутренние размеры 4,0×2,0 × 2,0 м

Рис. 1. ЗИЛ 5301 «Бычок».
***КИ 4022**, серия «Супер-люкс», внутренние размеры 3,9×2,1×2,0 м; грузоподъемность 3000 кг; объем 16,4 м³.*
***КИ 3729**, серия «Супер-люкс», внутренние размеры 3,7×2,1×1,8 м; грузоподъемность 3200 кг; объем 13,5 м³.*
***КГ 4022**, серия «Люкс».*
***КГС 3729**, серия «Стандарт», внутренние размеры 3,9×2,1×2,1 м; грузоподъемность 2400 кг; объем 17,1 м³*

Рис. 2.МАЗ 53363/53366.
***КИ 6226**, серия «Супер-люкс», внутренние размеры 6,1×2,4×2,4 м; грузоподъемность 7000 кг; объем 35,6 м³; масса кузова 1700 кг*

Рис. 3. Торговый прицеп: одна ставня, мебель из ламинированной ДСП, одна холодильная витрина, освещение 12 В/220 В.
Внутренние размеры 3,2×2,0 × 2,0 м

В работе выставки принимали участие около 600 предприятий, организаций и фирм из России, стран ближнего и дальнего зарубежья. В экспозиции были представлены легковые и грузовые автомобили, автобусы, полуприцепы, комплектующие изделия, в том числе для автомобильных кондиционеров, запчасти, аксессуары, масла и сервисное оборудование, необходимые для нормального функционирования автомобильного рынка.

Кондиционеры установлены на большинстве моделей зарубежных легковых автомобилей и туристических автобусов. Российские фирмы *«Алькор Инжиниринг ООО»* и *«Эль-Сервис»* предлагали импортные кондиционеры и их монтаж на отечественных моделях легковых автомобилей и микроавтобусов.

Изотермические фургоны различных конструкций на шасси ЗИЛ, МАЗ, ГАЗ, УАЗ и КАМАЗ демонстрировали предприятия из разных регионов России и Беларуси. Стенки фургонов изготовлены из алюминиевых сэндвич-панелей с ППУ-изоляцией толщиной 40...100 мм либо заполнены пенополистирольными блоками. Серии «Супер-люкс» и «Люкс» на шасси ЗИЛ 5301 «Бычок» и МАЗ 53363/53366 (рис. 1 и 2) предназначены для

Рис. 5. Автомагазин. Торговый прилавок, рама остекления, автономное водоснабжение, стеллажи, шкаф для одежды. Возможна комплектация автономным водоснабжением, холодильными витринами, холодильным шкафом.
КТ-400 (ГАЗ 3302 «Газель»).
Внутренние размеры 4,0×2,0×2,0 м.
Масса кузова 715 кг

перевозки скоропортящихся продуктов. Фургоны могут быть оборудованы холодильными агрегатами фирм THERMO KING и CARRIER TRANSICOLD.

Интерес вызвали торговые автоприцепы и автомагазины (рис. 3–5) фирмы *«КУПАВА»* (г. Минск). По желанию заказчика они могут быть оборудованы холодильными шкафами вместимостью 580, 1000 или 1250 л и витринами объемом 210 и 350 л, обеспечивающими температуру хранения 2...8 °С.

Несмотря на положительную тенденцию развития этого сегмента рынка, отечественная автомобильная холодильная техника, к сожалению, не была представлена.

Ф И Р М А
«НОРД»

113186, Москва, Севастопольский проспект, 25. Internet: http://nord.cjb.net
Тел./факс: 913-96-85, 913-96-94, 124-10-96, 127-22-04, 127-46-11. E-mail: nord@orc.ru

ХОЛОД БЕЗ ПРОБЛЕМ!

Все, что необходимо для промышленного и коммерческого холода!

Прямые поставки!

КОМПРЕССОРЫ И АГРЕГАТЫ

DORIN (Италия)
Используются в холодильных камерах, централях, системах кондиционирования

MRAZ (Болгария)
Применяются в холодильных шкафах, прилавках, камерах небольших и средних размеров

ASPERA (Италия)
Используются в бытовых холодильниках, витринах, шкафах, камерах

ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ И КОНДЕНСАТОРЫ ФИРМЫ LU-VE (ИТАЛИЯ)

Широкая область применения: в холодильных камерах, шкафах, охлаждаемой мебели, мини-барах

Выпускаются серии для коммерческого и промышленного холода любой производительности

ПРИБОРЫ АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ФИРМ DANFOSS, CARLY, CASTEL, ELIWELL, ABB, FACH, TECNOLOGIC

Входят в состав холодильных систем и установок и обеспечивают их бесперебойную работу

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ПАНЕЛИ

Панели предназначены для сборных щитовых холодильных камер, складов и охлаждающих конвейеров