ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1912 г. Москва

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

Учредитель —
Издательство «Холодильная техника»

Холодильная Техника

7 • 2004

Kholodilnaya Tekhnika

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

Министерства образования
и науки РФ
Международной академии холода

Главный редактор
Л.Д.Акимова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.М.Архаров
А.В.Бараненко
Г.А.Белозеров
Б.М.Бершицкий
О.В.Большаков
В.М.Бродянский
А.В.Быков
В.А.Выгодин
Л.В.Галимова
А.А.Гоголин
А.К.Грезин
И.М.Калнинь
А.А.Мифтахов
И.И.Орехов
И.А.Рогов
В.В.Румянцев
В.И.Смыслов
И.Я.Сухомлинов
О.М.Таганцев
Н.В.Товарас
Н.В.Фадеков
И.Г.Хисамеев
О.Б.Цветков
И.Г.Чумак
А.В.Шаманов

Ответственный секретарь
Е.В.Плуталова
Дизайн и компьютерная верстка
Т.А.Миансарова
Компьютерный набор
Н.А.Ляхова, И.В.Гераскина
Корректор ***Т.Т.Тилдыкина***

Ответственность за достоверность рекламы несут рекламодатели.
Рукописи не возвращаются.

Адрес редакции:
107045, Москва,
Уланский пер., д. 21, стр. 2, оф. 1
Тел.: (095) 207-2396, 207-2426,
207-1145
Тел./факс: (095) 207-2066

E-mail: holodtch@ropnet.ru
ht.info@ropnet.ru
http://www.holodteh.ru

Подписано в печать 21.07.2004.
Формат 60x88 1/8. Офсетная печать.
Усл. печ. л. 6,5.

Отпечатано в ООО «Сириус»

© Холодильная техника, 2004

В НОМЕРЕ: **IN ISSUE:**

НАУКА И ТЕХНИКА — **SCIENCE AND TECHNIQUE**

Роттольц Е.А., Оносовский В.В., Калюнов В.С., Акчурин И.К. **Выбор хладагента и схемы холодильной установки** — 2 — *Rotgolts E.A., Onosovsky V.V., Kalunov V.S., Akchurin I.K.* **Choosing the refrigerant and circuit of refrigeration plant**

ЙОРК **Мировой опыт производства с 1874 года! Поршневые компрессорные агрегаты** — 6 — *YORK* **World production experience since 1874! Reciprocating compressor units**

Кириллов Н.Г., Бреусов В.П. **Новые российские технологии: практика создания отечественных машин Стирлинга умеренного холода** — 10 — *Kirillov N.G., Breusov V.P.* **New Russian technologies: practice of development of domestic Stirling machines of moderate refrigeration**

ГЕА ГРАССО **Поршневые компрессоры фирмы "Грассо"** — 14 — *GEA GRASSO* **Reciprocating compressors from Grasso**

WESPER **обновляет модельный ряд чиллеров** — 16 — *WESPER* **renovates the range of chiller models**

ЭЙРКУЛ **Холодоснабжение крупных предприятий по производству быстрозамороженных продуктов** — 20 — *AIRCOOL* **Refrigeration supply to large enterprises for production of quick-frozen foods**

ACC **Технический семинар "Bitzer" в Санкт-Петербурге** — 24 — *ACC* **Technical workshop of "Bitzer" in Saint-Petersburg**

ДАНФОСС *Михайлов А.М.* **Системы газоанализации компании "Данфосс" для фреоновых холодильных установок** — 26 — *DANFOSS* *Mikhailov A.M.* **Systems of gas analyzing from Danfoss for freon refrigeration installations**

АРМАФЛЕКС **AF/Armaflex – лучший теплоизолятор для холодильных систем** — 28 — *ARMAFLEX* **AF/Armaflex best heat insulator for refrigeration systems**

ПИФАГОР **Развитие бананового бизнеса в России** — 30 — *PIFAGOR* **Development of banana business in Russia**

ДЛЯ ПРАКТИКОВ — **ASSISTANCE TO PRACTICAL WORKER**

ФАРМИНА *Шишов В.В.* **Размещение холодильного агрегата с воздушным конденсатором в техническом помещении** — 33 — *FARMINA* *Shishov V.V.* **Placing of refrigerating unit with air-cooled condenser in technical room**

ХОЛОДМАШ **Особенности монтажа и технического обслуживания холодильных машин с герметичными компрессорами производства Ярославского ОАО "Холодмаш"** — 35 — *HOLODMACH* **Peculiar features of mounting and technical service of refrigerating machines with hermetic compressors of Yaroslavl OAO "Holodmach"**

МУЛЬТИПЛАЗ *Ермишин Ю.М.* **Результаты практического применения портативного плазменного сварочного аппарата "Мультиплаз-2500"** — 38 — *MULTIPLAS* *Ermishin Yu.M.* **Results of practical application of portable plasma welding appatatus "Multiplas 2500"**

В ПОМОЩЬ ПРОЕКТИРОВЩИКАМ — **ASSISTANCE TO DESIGNER**

Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке (глава 17) — 40 — **Systems of ventilation and air conditioning. Recommendations on designing, testing and adjustment (Chapter 17)**

В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ ХОЛОДА — **AT INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION**

Из Бюллетеня МИХ — 44 — **From Bulletin of IIR**

КОНФЕРЕНЦИИ, СИМПОЗИУМЫ, ВЫСТАВКИ — **CONFERENCES, SYMPOSIUM, EXHIBITIONS**

X Международный симпозиум "Потребители–производители компрессоров и компрессорного оборудования-2004" — 46 — **10 th International Symposium "Consumers-producers of compressors and compressor equipment-2004"**

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА УНІВЕРСАЛЬНА НАУКОВА БІБЛІОТЕКА

УДК 621.564:621.565

Выбор хладагента и схемы холодильной установки

Канд. техн. наук **Е.А. РОТГОЛЬЦ**,
д-р техн. наук, проф. **В.В. ОНОСОВСКИЙ**,
канд. техн. наук **В.С. КАЛЮНОВ**,
И.К. АКЧУРИН
ЗАО «ОК», С.-Петербург

In the article are compared the characteristics of natural refrigerants: air, water, hydrocarbons, carbon dioxide and ammonia that are used in refrigeration technique. The assessment of energy efficiency of different circuits of refrigeration installation with CO_2 in the lower and NH_3 in the upper branch and of a two-stage ammonia installation is presented. Ammonia installations with boiling CO_2 as a pseudo coolant are also considered. For the version of installations with two evaporating temperatures a comparison of the cascade (CO_2/NH_3) circuit with a cascade-compound circuit proposed by the authors is given.

В последнее время в холодильной технике наблюдается тенденция к более широкому использованию так называемых природных хладагентов. К ним обычно относят воздух, воду, углеводороды (C_nH_{2n+2}), диоксид углерода и аммиак.

К сожалению, свойства этих веществ допускают только ограниченное их применение в технике умеренного холода.

Так, низкая критическая температура воздуха ($t_к$ = –140,61 °С) не позволяет использовать парожидкостный цикл с изменением агрегатного состояния в области умеренно низких температур. Использование в этих условиях цикла газовой (воздушной) холодильной машины связано с большим расходом рабочего вещества (воздуха) и сопровождается существенными необратимыми потерями. В результате при температурах охлаждаемого объекта выше $t_{об} \geq -70$ °С воздушная холодильная машина по энергетической эффективности заметно уступает парокомпрессионной, поэтому воздушные холодильные машины находят применение в области умеренно низких температур в основном в специальных холодильных установках для различных испытательных устройств либо в аппаратах для термической обработки технологических продуктов.

Вода имеет высокую температуру затвердевания и поэтому может использоваться в качестве хладагента только в абсорбционных и пароструйных холодильных установках систем кондиционирования воздуха.

Углеводороды (например, пропан C_3H_8 и бутан C_4H_{10}) горючи и взрывоопасны, что делает их применение возможным только при принятии определенных мер безопасности. В настоящее время намечаются два основных направления использования углеводородов в качестве хладагентов:

✓ в холодильных установках малой производительности (например, бытовые холодильники), в которых масса заполняемого хладагента не превышает нескольких десятков граммов. Это исключает возможность достижения его взрывоопасной концентрации при разгерметизации холодильной установки в помещении, в котором она размещена;

✓ в холодильных установках предприятий химической и нефтеперерабатывающей промышленностей, где технологическим продуктом также являются углеводороды. В данном случае использование углеводородных хладагентов не приводит к заметному повышению пожароопасности или взрывоопасности основного производства. При этом на предприятии в целом должно обеспечиваться строгое соблюдение требований противопожарной безопасности.

Диоксид углерода (R744) не получил широкого применения в качестве хладагента в парожидкостном холодильном цикле из-за низкого значения критической температуры ($t_{кр}$ = = 31,03 °С), не позволяющего в ряде географических районов страны осуществить в теплое время года процесс конденсации сжатого компрессором пара. В таких условиях возможно использование закритического цикла, где процесс конденсации заменен охлаждением перегретого пара, находящегося при давлении выше критического ($p_п \geq 7{,}4$ МПа). При этом плотность теплового потока в охладителе пара заметно меньше, чем при конденсации, что приводит к увеличению металлоемкости холодильной установки.

В связи с изложенным диоксид углерода в основном применяют при производстве сухого льда и жидкой углекислоты, а также в качестве хладагента нижней ветви каскадной холодильной установки.

Аммиак (R717) последний из перечисленных выше природных хладагентов, применимый в весьма широком и наиболее востребуемом интервале температур охлаждаемого объекта $t_{об} = \pm 0 \ldots -50$ °С и в диапазоне холодопроизводительностей от десятков киловатт до мегаватт. В зависимости от требуемой температуры охлаждаемого объекта схема используемой аммиачной холодильной установки может быть одно- или двухступенчатой. Аммиак обладает высоким термодинамическим совершенством и благоприятными для его использования в качестве хладагента теплофизическими свойствами, не разрушает озонового слоя земли и имеет нулевое значение потенциала глобального потепления. Это делает его применение желательным и безопасным с экологической точки зрения. Резкий, раздражающий запах, присущий аммиаку и проявляющийся на уровне предельно допустимой концентрации в рабочей зоне (ПДК), предупреждает персонал об опасности. Однако аммиаку присущ и ряд отрицательных свойств (ГОСТ 6221–90 Е): он горюч при объемной концентрации в воздухе свыше 11%, взрывоопасен при концентрации в пределах от 15 до 28 % и ток-

сичен. Предельно допустимое содержание R717 в рабочей зоне (ПДК) составляет 0,0028 объемного процента (20 мг/м^3), а опаснос для жизни объемное содержание составляет 0,05–0,1 объемного процента (350…700 мг/м^3).

Негативные свойства R717 заставляют принимать специальные меры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию аммиачных холодильных установок, в частности сокращать аммиакоемкость системы. Это может быть достигнуто либо применением более мелких технологических блоков (т. е. децентрализацией системы холодоснабжения), либо использованием системы косвенного охлаждения с помощью жидкого промежуточного хладоносителя. В последнем случае требуется поддержание более низкой температуры кипения по сравнению с системой непосредственного охлаждения, что существенно ухудшает энергетические показатели аммиачной холодильной установки.

В последнее время для обеспечения низких температур охлаждаемых объектов применяют каскадные холодильные установки (рис. 1), в нижней ветви которых в качестве хладагента используется диоксид углерода (R744), а в верхней – аммиак (R717). Такое решение позволяет существенно сократить аммиакоемкость холодильной системы, так как аммиак не подается к технологическим аппаратам, а находится только в верхней ветви каскада, отвод же теплоты от охлаждаемых объектов и технологических аппаратов осуществляется кипящим диоксидом углерода. Образующийся при кипении диоксида углерода пар сжимается компрессором нижней ветви каскада и нагнетается в конденсаторную часть конденсатора-испарителя, где переходит в жидкое состояние. Отвод теплоты от конденсирующегося пара R744 осуществляется аммиаком, кипящим в испарительной части межкаскадного конденсатора-испарителя.

Другой вариант получения низких температур – аммиачные двухступенчатые холодильные установки.

Энергетическая эффективность холодильной установки зависит от требуемой температуры кипения, схемы установки (каскадная или двухступенчатая), типа компрессоров (поршневые или винтовые), величины промежуточного давления конденсации диоксида углерода (в каскадной схеме) или промежуточного давления кипения аммиака (в двухступенчатой схеме).

Ниже приведена оценка энергетической эффективности различных схем установок по значению холодильного коэффициента, представляющего собой отношение полученной холодопроизводительности Q_0 к потребляемой двигателями компрессоров эффективной мощности N_e:

$$\varepsilon = \sum Q_0 / \sum N_e .$$

Для каскадной схемы расчеты проводили при температурах кипения и конденсации диоксида углерода

$$t_0^{R744} = -40,\ -45,\ -50\ ^\circ C;$$

$$t_к^{R744} = -5\ldots-25\ ^\circ C,$$

температурах кипения и конденсации аммиака

$$t_0^{R717} = -10\ldots-30\ ^\circ C;$$

$$t_к^{R717} = 35\ ^\circ C.$$

При расчете холодильного коэффициента каскадной холодильной установки учитывали разность температур конденсации диоксида углерода и кипения аммиака, поддерживаемую в конденсаторе-испарителе. Эта величина принималась во всех расчетах равной

$$\Delta t_{к-и} = t_к^{R744} - t_0^{R717} = 5\ ^\circ C.$$

Для двухступенчатой схемы расчеты выполняли для температур кипения аммиака

$$t_0^{R717} = -40,\ -45,\ -50\ ^\circ C$$

при промежуточной температуре

$$t_m^{R717} = -5\ldots-25\ ^\circ C$$

и температуре конденсации

$$t_к^{R717} = 35\ ^\circ C.$$

Холодильный коэффициент двухступенчатой холодильной установки находили из условия полного промежуточного охлаждения. Перегрев всасываемого компрессорами пара и переохлаждение жидкого аммиака после конденсатора принимали равными 5 °С.

Как для каскадной, так и для двухступенчатой схемы рассматривали следующие сочетания типов компрессоров:

- ✓ винтовые компрессоры в обеих ветвях каскада (в обеих ступенях установки);
- ✓ винтовой компрессор в нижней и поршневой компрессор в верхней ветвях каскада (в ступенях низкого и высокого давления соответственно);
- ✓ поршневой компрессор в нижней и винтовой в верхней ветвях каскада (в ступенях низкого и высокого давления соответственно);
- ✓ поршневые компрессоры в обеих ветвях каскада (в обеих ступенях).

Результаты расчетов, проведенных по реальным характеристикам компрессоров фирмы York, представлены

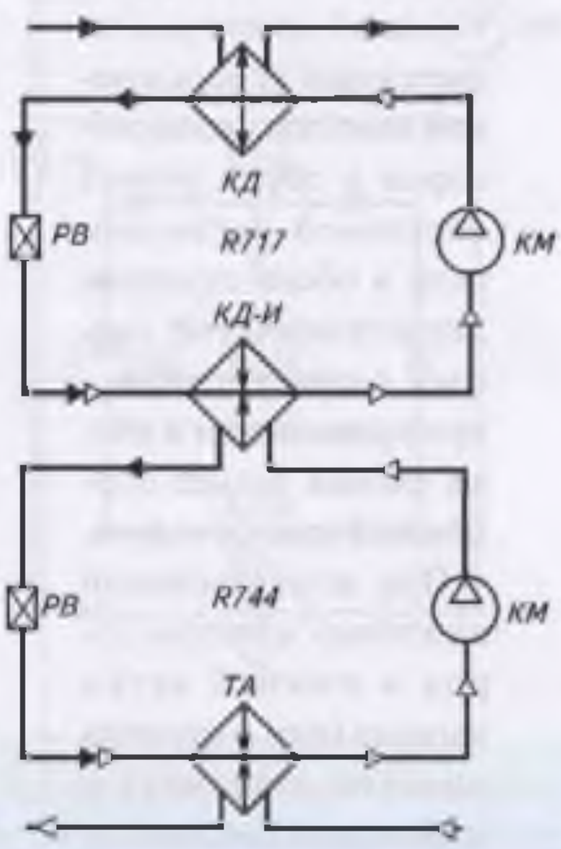


Рис. 1. Принципиальная схема каскадной холодильной установки, работающей на CO_2/NH_3: КМ – компрессор; КД – конденсатор верхней (аммиачной) ветви; РВ – регулирующий вентиль (дроссельное устройство); ТА – технологический аппарат (испаритель нижней ветви на CO_2); КД-И – межкаскадный конденсатор-испаритель

ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА

на рис. 2, *а* и *б*, где показано, что при температуре кипения $t_0 \geq -40$ °С двухступенчатая холодильная установка энергетически более совершенна, чем каскадная. При этом холодильный коэффициент в каскадной установке достигает максимума при промежуточной температуре конденсации диоксида углерода $t_к^{R744} \approx -12$ °С, а в двухступенчатой – при промежуточной температуре кипения аммиака $t_m^{R717} \geq -5$ °С.

При температуре кипения $t_0 = -50$ °С (см. рис. 2, *в*) большая энергетическая эффективность обеспечивается каскадной схемой холодильной установки. Максимальное значение холодильного коэффициента в каскадной схеме достигается при температуре конденсации диоксида углерода $t_к^{R744} \approx -13$ °С и промежуточной температуре кипения аммиака $t_m^{R717} \approx -12$ °С в двухступенчатой схеме холодильной установки.

Расчеты показывают, что наиболее высокая энергетическая эффективность цикла достигается при использовании винтовых компрессоров в обеих ветвях каскадной установки (или в обеих ступенях двухступенчатой схемы), а самая низкая – при применении в обеих схемах только поршневых компрессоров.

При использовании винтовых компрессоров в нижней ветви каскада (или в ступени низкого давления) и поршневых компрессоров в верхней ветви каскада (или в ступени высокого давления) показатели энергетической эффективности приближаются к полученным в системе с винтовыми компрессорами, работающими в обеих ветвях каскадной или обеих ступенях двухступенчатой установки.

Винтовые компрессоры, серийно выпускаемые фирмами в настоящее время и пригодные для работы на диоксиде углерода, обеспечивают холодопроизводительность нижней ветви каскадной холодильной установки $Q_0 \approx 400...5000$ кВт, что в ряде случаев превышает потребности пищевых производств в низкотемпературном холоде.

Стремление снизить холодопроизводительность нижней ветви каскада обусловило выбор варианта с поршневым компрессором в нижней ветви каскада и винтовым в верхней. Полученные при этом значения холодильного коэффициента оказались ниже, чем для варианта с винтовыми компрессорами, работающими в обеих ветвях каскада, но выше, чем в традиционном варианте с винтовыми компрессорами в нижней и поршневыми в верхней ветвях каскада.

В двухступенчатой аммиачной холодильной установке с поршневым компрессором в ступени низкого давления и винтовым в ступени высокого давления холодильный коэффициент незначительно превышает эту величину для установки с поршневыми компрессорами в обеих ступенях, но заметно ниже, чем в традиционном варианте с винтовым компрессором в ступени низкого давления.

Следует учитывать, что конденсация пара R744, образовавшегося в технологических аппаратах, происходит в конденсаторной части межкаскадного конденсатора-испарителя при температуре $t_к^{R744} \leq -5$ °С, соответствующей давлению конденсации $p_к^{R744} \leq 3{,}03$ МПа. Таким образом, эта часть каскадной системы работает при давлениях конденсации, близких к 3,0 МПа. При остановке всей системы давление в этой ее части может повыситься до 7,0...7,5 МПа из-за теплопритока от окружающей среды. Чтобы избежать этого, следует дополнить схе-

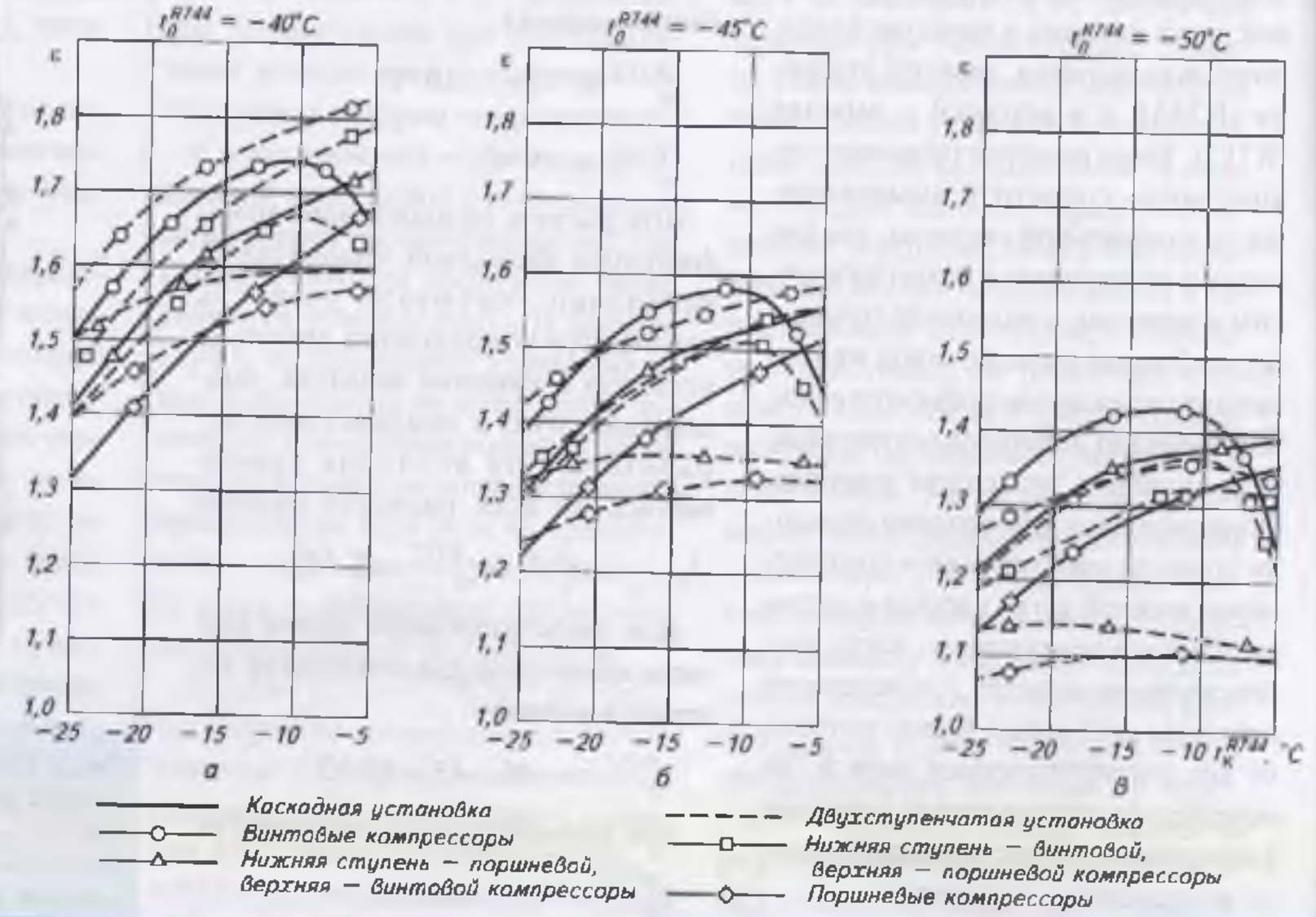


Рис. 2. Холодильный коэффициент каскадных и двухступенчатых холодильных установок

му вспомогательной термостатирующей автономной холодильной установкой для конденсации пара R744, образующегося в результате теплопритока от окружающей среды. Такая установка позволяет поддерживать давление диоксида углерода в каскадной системе на уровне, не превышающем расчетного. Если по каким-либо причинам вспомогательная холодильная установка не обеспечивает снижения давления CO_2 до заданных пределов, избыток R744 может быть сброшен в атмосферу через предохранительные клапаны, отрегулированные на соответствующее давление открытия. По сведениям фирмы Danfoss при нахождении в емкости насыщенного пара диоксида углерода с давлением выше 3,5 МПа на выходе из предохранительного клапана возможно образование твердого диоксида углерода.

Использование CO_2 в нижней ветви позволяет повысить температуру кипения в аммиачной (верхней) ветви каскада t_0^{R717} от –25 до –10 °С (при температурах кипения хладагента в нижней ветви t_0^{R744} = = –50...–40 °С), а следовательно, увеличить объемную производительность компрессоров верхней ветви каскада и соответственно сократить их число, снизив тем самым капитальные затраты на оборудование. В то же время в нижней ветви каскадной установки благодаря высокой удельной объемной производительности диоксида углерода также уменьшается потребная объемная производительность компрессоров, что снижает затраты на оборудование.

Применение диоксида углерода в качестве псевдохладоносителя в одно- или двухступенчатых аммиачных холодильных установках позволяет осуществлять косвенное охлаждение объектов с помощью кипящего жидкого промежуточного хладоносителя (рис. 3). Температура кипения аммиака в таких установках должна быть ниже температуры кипения хладоносителя, что ухудшает энергетические показатели системы, однако аммиакоемкость при этом снижается из-за охлаждения технологических аппаратов диоксидом углерода вместо аммиака.

Наряду с холодильными установками с одной температурой кипения t_0 = –50...–40 °С в реальных условиях широко используются схемы, предназначенные для отвода теплоты от охлаждаемых объектов на нескольких температурных уровнях, в частном случае при двух температурах кипения t_{01} = = –50...–40 °С и t_{02} = –10...–5 °С. В каскадных холодильных установках, использующих аммиак в качестве хладагента верхней ветви каскада и диоксид углерода в качестве хладагента нижней ветви каскада, температуры кипения t_{02} = –10... –5 °С могут быть получены при промежуточном давлении аммиачной двухступенчатой холодильной установки, обслуживающей верхнюю ветвь каскадной системы. В этом случае отвод теплоты от технологических аппаратов будет осуществляться за счет непосредственного кипения аммиака. Подача кипящего аммиака в технологические аппараты или другие охлаждаемые объекты неизбежно приведет к увеличению аммиакоемкости системы, что, в свою очередь, ухудшит показатели безопасной эксплуатации установки. Отвод теплоты от технологических аппаратов и других охлаждаемых объектов за счет создания системы косвенного охлаждения приведет к увеличению капитальных и эксплуатационных затрат и поэтому тоже не может быть рекомендован, хотя и позволит снизить аммиакоемкость системы по сравнению со схемой с непосредственным кипением аммиака. Точно так же к увеличению капитальных затрат и эксплуатационных расходов приведет создание системы косвенного охлаждения с жидким промежуточным хладоносителем, охлаждаемым кипящим диоксидом углерода.

С учетом сказанного, по нашему мнению, может успешно применяться каскадно-компаундная установка, принципиальная схема которой приведена на рис. 4. Верхняя ветвь такой каскадной компаундной установки представляет собой автономную автоматизированную холодильную машину (чиллер), работающую при температуре кипения t_{02} = –15... –18 °С.

Хладагентом может быть любой из применяемых в настоящее время: R22, R404A, R134a, в том числе и R717 (аммиак). Использование в чиллере конденсатора и испарителя пластинчатого типа, а также системы дозированной зарядки хладагента и отказ от емкостных аппаратов позволяют свести к минимуму аммиакоемкость системы и обеспечить безопасность ее эксплуатации.

Нижняя ветвь каскадной установ-

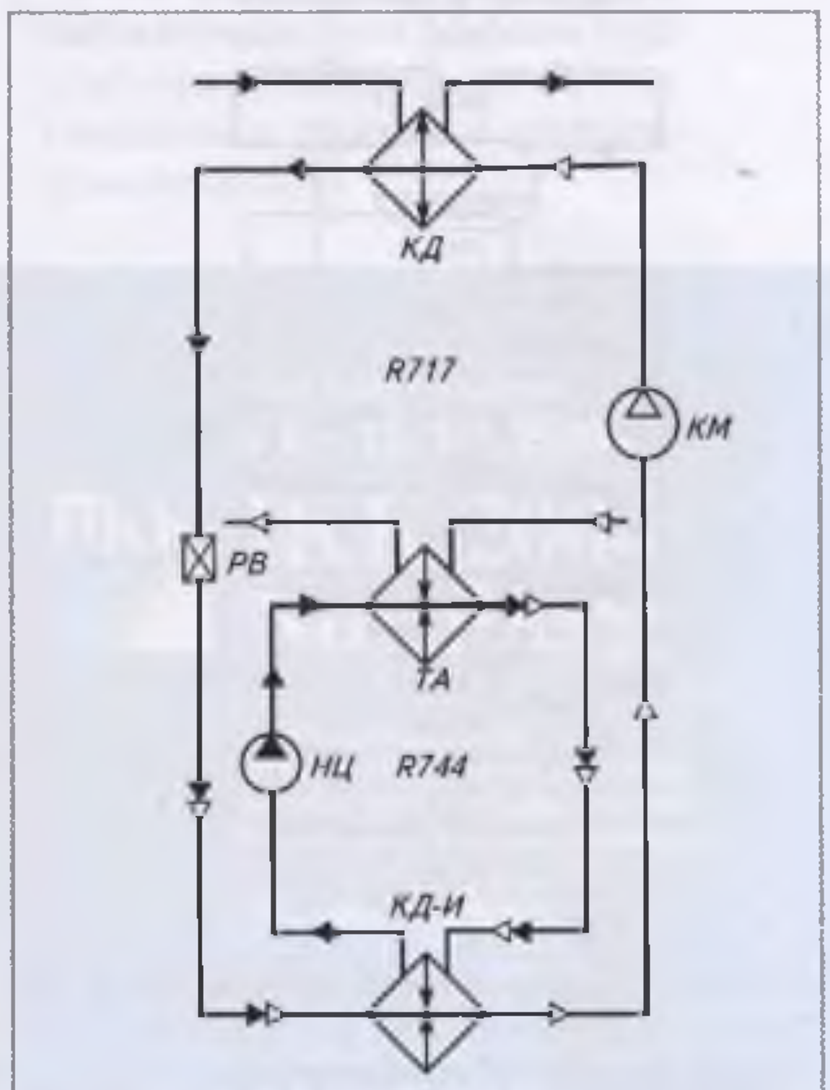


Рис. 3. Принципиальная схема аммиачной холодильной установки с использованием кипящего CO_2 в качестве псевдохладоносителя:
КМ – компрессор; КД – конденсатор; РВ – регулирующий вентиль (дроссельное устройство); ТА – технологический аппарат (кипение CO_2); КД-И – конденсатор-испаритель (конденсация CO_2 при кипении NH_3); НЦ – циркуляционный насос жидкого CO_2

ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА

ки представляет собой одноступенчатую холодильную машину, работающую на диоксиде углерода с температурой кипения $t_{01}^{R744} = -50...-40$ °С, оснащенную двумя ресиверами, в первом из которых (РКЦ-1) поддерживается давление p_{01}, соответствующее температуре насыщения $t_{01}^{R744} = -50...-40$ °С, а во втором (РКЦ-2) – давление p_{02}, соответствующее температуре насыщения $t_{02}^{R744} = -10...-12$ °С. При этом ресивер РКЦ-1 играет роль циркуляционного, а РКЦ-2 является компаундным. Давление, соответствующее требуемой температуре кипения в циркуляционном ресивере РКЦ-1, обеспечивается компрессором, работающим на диоксиде углерода, а давление, соответствующее заданной температуре кипения в компаундном ресивере РКЦ-2, – аммиачным компрессором, обеспечивающим работу термосифона, подводящего пар диоксида углерода к испарителю аммиачного чиллера. Пар диоксида углерода конденсируется в испарителе чиллера за счет отвода теплоты кипящим аммиаком и сливается в компаундный ресивер РКЦ-2, где накапливается.

Часть жидкого диоксида углерода из ресивера РКЦ-2 дросселируется в регулирующем вентиле *РВ* ветви CO_2 и направляется в циркуляционный ресивер РКЦ-1, где влажный пар, образовавшийся после регулирующего вентиля, разделяется на насыщенный пар и насыщенную жидкость. Жидкость насосом *НЦ-1* подается к технологическим аппаратам *ТА1*, которые охлаждаются за счет отвода теплоты кипящим диоксидом углерода. Полученная парожидкостная смесь диоксида углерода возвращается в циркуляционный ресивер РКЦ-1, где жидкость опять отделяется и снова насосом возвращается к охлаждаемым объектам, а от-

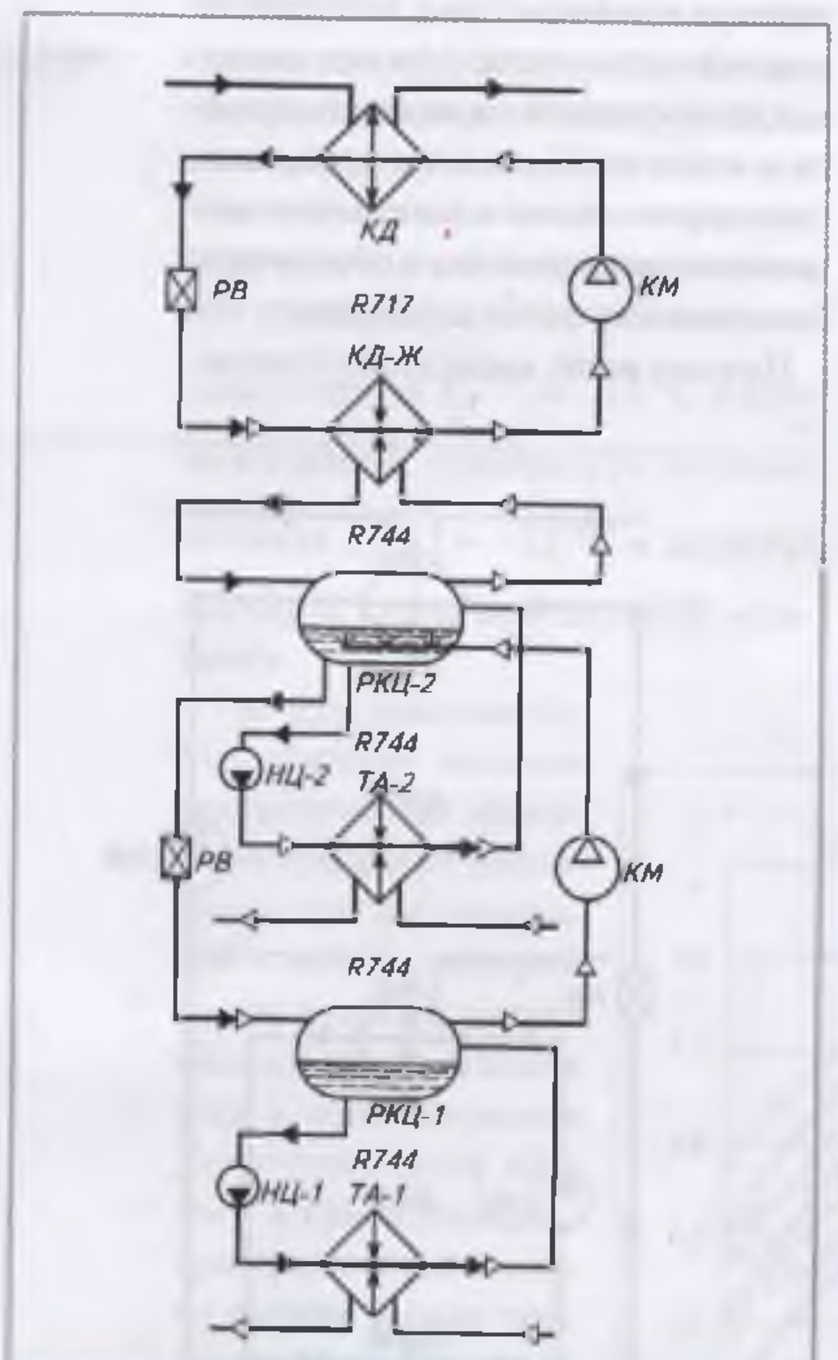


Рис. 4. Принципиальная схема каскадно-компаундной холодильной установки, обеспечивающей охлаждение на нескольких температурных уровнях:
КМ – компрессоры; КД – конденсатор; РВ – регулирующие вентили (дроссельное устройство); ТА-1 и ТА-2 – технологические аппараты на двух температурных уровнях; РКЦ-1 – циркуляционный ресивер ветви на CO_2; РКЦ-2 – компаундный ресивер; КД-Ж – испаритель аммиака – конденсатор CO_2; НЦ-1 – насос подачи жидкого CO_2 к технологически аппаратам ТА-1;
НЦ-2 – насос подачи жидкого CO_2 к технологическим приборам ТА-2

Сопоставление каскадных и двухступенчатых холодильных установок

Факторы, влияющие на выбор	Каскадная схема	Двухступенчатая схема
Аммиакосмкость системы	От десятков килограммов до сотен тонн (в зависимости от производительности)	От сотен килограммов до десятков тонн
Энергетическая эффективность	Выгоднее при температуре кипения ниже –40 °С	Выгоднее при температуре выше –40 °С
Целесообразность применения системы косвенного охлаждения	Не требуется	Обеспечение безопасности людей от токсического поражения при утечке аммиака через неплотности теплообменных аппаратов в охлаждаемых или производственных помещениях
Необходимость автономного термостатирующего холодильного агрегата для поддержания давления при остановках системы	Требуется, иначе аппараты нижнего каскада должны быть рассчитаны на давление не ниже 7,4 МПа	Не требуется
Оттаивание инея с поверхности охлаждающих приборов	Для оттаивания инея целесообразно использовать электрические нагреватели	Может быть использовано типовое решение по оттаиванию инея парами аммиака высокого давления
Эффективность работы компрессоров	Обе ветви каскада работают при избыточном давлении хладагента. Давление диоксида углерода в конденсаторе-испарителе выше давления аммиака	Аммиачный компрессор низкого давления работает при давлении ниже атмосферного
Возможность подбора оборудования	Выпускается всего несколько марок компрессорных агрегатов, предназначенных для работы на CO_2. Ограничен выбор технологических аппаратов	Фирмы выпускают широкий ассортимент компрессоров и технологических аппаратов, предназначенных для работы на аммиаке, что облегчает их подбор
Выбор предохранительных клапанов	Требуется разработка новой конструкции так как возможно снегообразование при некоторых условиях истечения пара диоксида углерода при давлении в аппарате выше 3,5 МПа	Используются типовые предохранительные клапаны

делившийся пар смешивается с паром, образовавшимся при дросселировании, всасывается компрессором, сжимается до давления, соответствующего температуре насыщения $t_{02}^{R744} = -10...-12$ °С, и возвращается в компаундный ресивер РКЦ-2.

Другая часть жидкого диоксида углерода из компаундного ресивера РКЦ-2 забирается циркуляционными насосами НЦ-2 и направляется к охлаждающим приборам *ТА2*, отвод теплоты от которых также осуществляется диоксидом углерода, кипящим при температуре $t_{02}^{R744} = -10...-12$ °С. Полученная парожидкостная смесь диоксида углерода после охлаждающих приборов возвращается в компаундный ресивер РКЦ-2.

Оставшаяся в компаундном ресивере часть жидкого диоксида углерода используется для охлаждения перегретого пара CO_2, поступающего в компаундный ресивер после сжатия в компрессоре. Для этого вдоль нижней образующей компаундного ресивера размещается барботер – перфорированная труба, обеспечивающая равномерное распределение потока перегретого пара, охлаждающегося при контакте со слоем жидкого диоксида углерода, поступающего из испарителя чиллера *КД-Ж*.

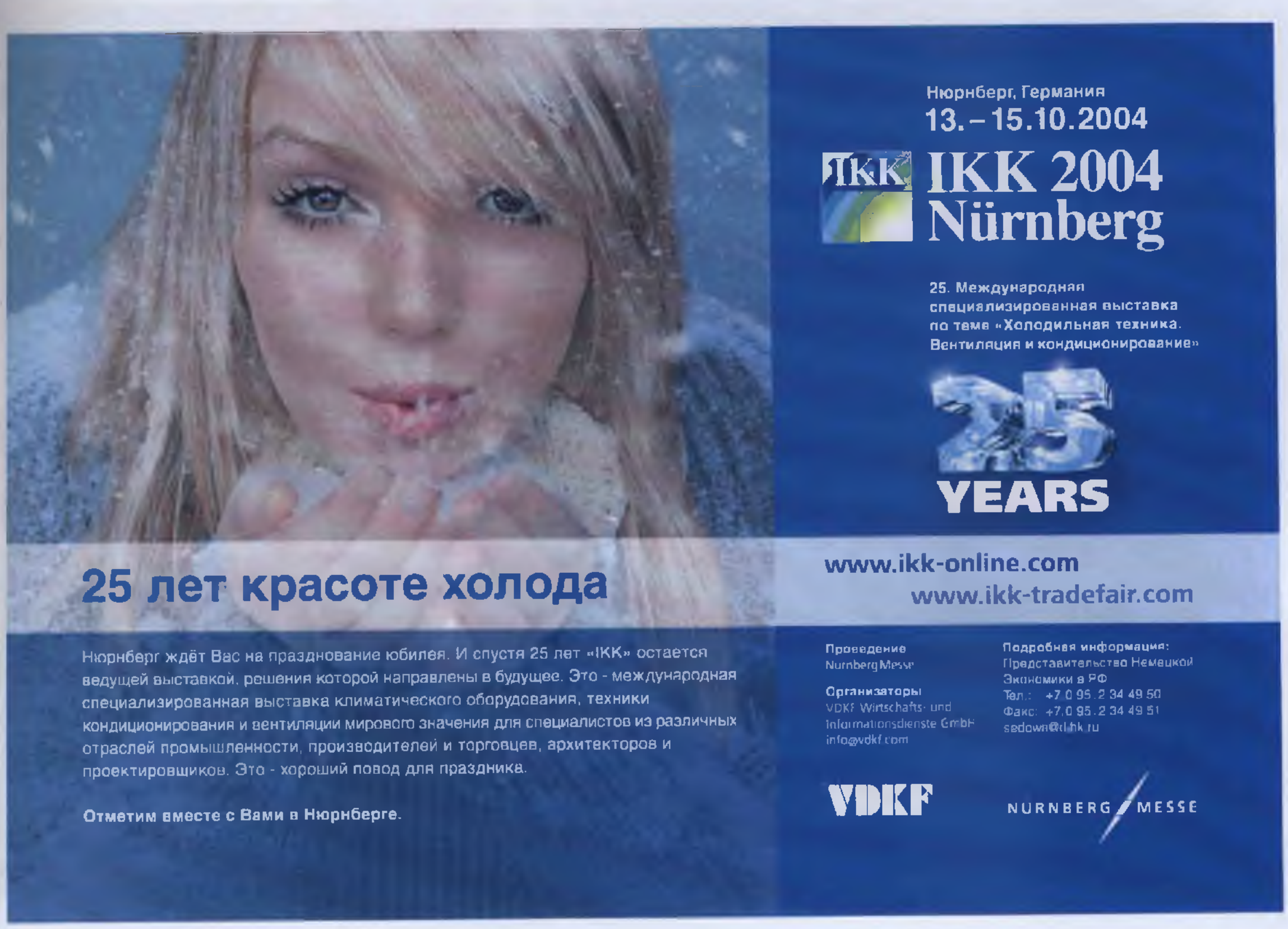
Предлагаемое решение обеспечивает работу системы при минимально допустимом количестве заправляемого аммиака, т. е. в условиях максимальной безопасности.

Диоксид углерода подается к охлаждаемым объектам с помощью насосов. Плотность пара диоксида углерода существенно (более чем на порядок) превышает плотность пара аммиака при сравнимых условиях, что приводит к снижению объемных расходов при тех же холодопроизводительностях и позволяет использовать трубопроводы меньших диаметров и компрессоры с меньшими объемными производительностями, что снижает металлоемкость установки.

В таблице приводятся достоинства и недостатки каскадных и двухступенчатых схем, оказывающие влияние на выбор того или иного схемного решения.

Приведенное сопоставление позволяет оценивать энергетическую эффективность двухступенчатых и каскадных холодильных установок и обоснованно подходить к выбору оборудования.

Однако для проектирования таких систем в Технический регламент, разрабатываемый под началом Госгортехнадзора, должны быть внесены требования безопасной эксплуатации каскадных холодильных установок. Учитывая противоречивость термодинамических и теплофизических свойств различных хладагентов, используемых в каскадных установках, отсутствие таких требований неизбежно будет создавать трудности при проектировании систем и согласовании проектов в контролирующих органах.



YORK®

МИРОВОЙ ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА с 1874 года!

ПОРШНЕВЫЕ КОМПРЕССОРНЫЕ АГРЕГАТЫ

Корпорация "Йорк Интернэшнл" основана в 1874 г. в г. Йорк (Пенсильвания, США).

"Йорк Интернэшнл" является ведущей в мире компанией в области холодильной техники и техники кондиционирования воздуха. Годовой оборот корпорации – более 4 млрд долл. США.

В течение последнего десятилетия лучшие европейские производители холодильного оборудования – Sabroe, Gram, Stal – успешно работают в объединенной команде YORK. Это позволило значительно усилить мировые позиции компании в производстве и поставке холодильного оборудования.

Сегодня "Йорк Интернэшнл" располагает производственными, сервисными, маркетинговыми и торговыми структурами более чем в 60 странах мира.

Дочерняя российская компания "Йорк Интернэшнл" ЗАО зарегистрирована в Москве в 1992 г.

В настоящее время она обеспечивает четыре направления работ – поставку техники кондиционирования, холодильного оборудования, систем автоматики, а также шеф-монтажные, пусконаладочные работы и сервисное обслуживание.

Наряду с московским головным офисом успешно функционируют офисы в Санкт-Петербурге и Нижнем Новгороде, а также представительства на Украине, в Белоруссии, Казахстане, Азербайджане.

Подразделение "Промышленный холод" осуществляет поставки холодильного оборудования (единичные, комплектные и "под ключ") для предприятий пищевой промышленности (мясо-, рыбо- и хладокомбинатов, птицефабрик, молочных, кондитерских, винно-водочных, пивобезалкогольных предприятий и др.), для химической, нефтеперерабатывающей и газоперерабатывающей промышленности, а также для создания искусственного льда на спортивных объектах и в других местах отдыха и развлечений.

Заказчикам предлагаются качественные и высокоэффективные поршневые и винтовые компрессорные агрегаты, охладители жидкости (чиллеры), скороморозильное оборудование и компоненты аммиачных, фреоновых установок и установок на CO_2.

Являясь мировым лидером в производстве холодильного оборудования, компания "Йорк" предлагает на рынок широкий ассортимент продукции:

- ✓ поршневые компрессорные агрегаты;
- ✓ винтовые компрессорные агрегаты;
- ✓ центробежные компрессорные агрегаты;
- ✓ спиральные компрессоры;
- ✓ холодильные машины на базе всех существующих типов компрессоров;
- ✓ скороморозильные аппараты;
- ✓ теплообменные аппараты;
- ✓ сосуды, работающие под давлением.

Вся продукция сертифицирована и имеет разрешение Госгортехнадзора на применение на территории РФ.

Поршневые компрессорные агрегаты производства компании "Йорк" предназначены для использования в самых тяжелых промышленных условиях как на суше, так и на морских судах. Область их применения – низко- и среднетемпературное охлаждение в производстве продуктов и напитков, в промышленных технологических процессах. Они используются в кондиционировании воздуха и в различных теплонасосных системах.

Поршневые компрессорные агрегаты отличаются высоким КПД, превосходными рабочими характеристиками при частичной нагрузке, а также малым уносом масла из компрессора.

Наиболее важные детали компрессоров, такие, как корпус, коленчатый вал, шатуны, гильзы цилиндров, крышки и т. д., компания "Йорк" производит на собственном современном литейном производстве, что позволяет осуществлять полный контроль их качества. Производственное подразделение имеет сертификат качества ISO 9001.

Управление работой компрессорных агрегатов осуществляется русифицированной микропроцессорной системой управления UNISAB II, автоматически обеспечивающей надежный контроль, мониторинг и оптимальный режим работы.

Ниже приведена номенклатура поршневых агрегатов, выпускаемых компанией "Йорк Интернэшнл" на заводе в г. Архус (Дания).

Поршневые одноступенчатые компрессорные агрегаты

Тип	Объемная производительность, м³/ч	Холодопроизводительность, кВт при $t_0/t_к$, °С						Габаритные размеры, мм			Масса без электродвигателя, кг
		Аммиак (R717)		R22		R407C		Длина	Ширина	Высота	
		–10/+35	0/+35	–10/+35	0/+35	–10/+35	0/+35				
CMO 24	116	53	85	53	81	45	72	1400...1750	690	1000	425
CMO 26	175	79	127	79	121	67	108				475
CMO 28	233	105	170	106	162	89	144				500
SMC 104S	226	129	209	129	196	109	175	1800...2300	995	1095	830
SMC 104L	283	167	266	132	199	113	179				
SMC 104E	339	206	324	–	–	–	–				
SMC 106S	339	194	313	193	295	163	263	1850...2450	995	1130	925
SMC 106L	424	251	398	198	299	169	268				
SMC 106E	509	309	486	–	–	–	–				
SMC 108S	452	259	417	257	393	217	351	1900...2500	1005	1125	990
SMC 108L	565	335	531	264	398	225	358				
SMC 108E	679	412	648	–	–	–	–				
SMC 112S	679	388	626	386	589	326	526	2425...3000	1095	1335	1660
SMC 112L	848	502	796	396	597	338	537				
SMC 112E	1018	618	972	–	–	–	–				
SMC 116S	905	517	834	515	785	435	701	2475...3200	1135	1335	1760
SMC 116L	1131	669	1062	528	796	450	716				
SMC 116E	1357	824	1297	–	–	–	–				
SMC 186	1283	779	1224	576	855	491	769	2800...3400	1705	1700	3300
SMC 188	1710	1039	1632	768	1140	655	1025	2800...3400	1730	1700	3600

Поршневые двухступенчатые компрессорные агрегаты

Тип	Объемная производительность, м³/ч	Холодопроизводительность, кВт при $t_0/t_к$, °С				Габаритные размеры, мм			Масса без электродвигателя, кг
		Аммиак (R717)	R22	R134a	R404A	Длина	Ширина	Высота	
		–40/+35	–40/+35	–40/+35	–40/+35				
TCMO 28	175	20	24	11	27	1400...1750	700	1000	500
TSMC 108 S	339	50	61	30	66	1900...2500	1050	1125	1000
TSMC 108 L	424	66	63	31	68	1900...2500	1050	1125	1000
TSMC 108 E	509	82	–	–	–	1900...2500	1050	1125	1000
TSMC 116 S	669	100	122	60	132	2475...3200	1150	1335	1800
TSMC 116 L	848	133	126	62	136	2475...3200	1150	1335	1800
TSMC 116 E	1018	163	–	–	–	2475...3200	1150	1335	1800
TSMC 188	1283	205	183	90	198	2800...3400	1750	1700	3600

ЗАО «ЙОРК Интернэшнл», Россия, 121170, г. Москва, ул. Поклонная, 14
Телефон: (095) 232 66 60; факс: (095) 232 66 61; e-mail: york@york.com.ru; http//www.york.ru

УДК 621.56:59

НОВЫЕ РОССИЙСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ:
практика создания отечественных машин Стирлинга умеренного холода

Д-р техн. наук **Н.Г. КИРИЛЛОВ**,
д-р техн. наук, проф. **В.П. БРЕУСОВ**
ООО "Инновационно-исследовательский центр "Стирлинг-технологии" ВКА им. А.Ф. Можайского

Results of the investigation of the first Russian prototype of Stirling refrigeration machine for moderate refrigeration are presented. A test facility is described, experimental characteristics of the machine are presented and factors influencing its operational efficiency are evaluated. Analytical relationships of refrigerating capacity, drive power and coefficient of performance from helium pressure in the internal loop of the machine are obtained.

Одним из наиболее перспективных направлсний развития холодильной техники в XXI веке является создание холодильных машин Стирлинга умеренного холода (ХМС) [1–4].

Теоретически эффективность холодильных машин Стирлинга умерешого холода равна эффективности идеальной холодильной машины, работающей по циклу Карно. Опыт проектирования криогенных машин Стирлинга показывает, что существующие в ХМС потери при внешнем и внутреннем теплообмене и потери на трение могут быть устранены или существенно снижены при рациональном конструировании и подборе термодинамичсских парамстров. Таким образом, достижение высокой эффективности ХМС определяется только оптимальностью конструктивных решений и точностью матсматического аппарата.

В качестве рабочих тел для машин Стирлинга обратного цикла могут применяться вещества, полностью отвечающие требованиям Венской конвенции по охране озонового слоя и Монреальского протокола по озоноразрушающим веществам. Поэтому широкое внедрение холодильных машин Стирлинга умеренного холода уже в ближайшее время позволило бы решить проблему создания систем холодоснабжения, соответствующих современным требованиям "эффективность + экологическая чистота". Сегодня диапазон холодопроизводительностей таких машин составляет 1…100 кВт, что обеспечивает широкие возможности их использования в различных областях промышленности и торговли [9].

Экспериментальные исслсдования первого российского опытно-промышленного образца ХМС были проведены совместно специалистами ООО "ИИЦ "Стирлинг-технологии", ВКА им. А.Ф. Можайского и конструкторского бюро "АРСМАШ", где был создан экспериментальный стенд для исследования холодильной машины Стирлинга умеренного холода.

На подготовительном этапе работ были конструктивно изменены теплообменник нагрузки (охладитель), регенератор и ряд других узлов машины, используемой в серийно выпускаемой ОАО "МЗ "Аресенал" воздухоразделительной установке "ЗИФ-1000". Это позволило в кратчайшие сроки и с минимальными материальными затратами создать работоспособную холодильную машину Стирлинга умеренного холода для проведения экспериментальных исследований (рис. 1).

Экспериментальный стенд включаст холодильную машину *10*, работающую по циклу Стирлинга, контур промежуточного теплоносителя (холодный контур), объект охлаждения (термоконтейнер *3*), систему охлаждения ХМС (горячий контур), систему контрольно-измерительной и преобразующей аппаратуры.

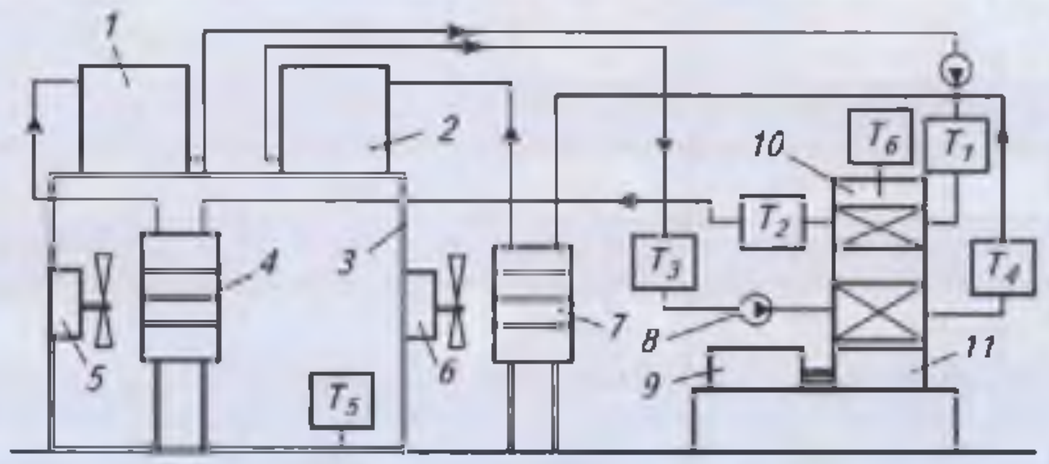


Рис. 1. Схема экспериментального стенда для исследования ХМС умеренного холода с местами установки датчиков:
1, 2 – пополнительные баки; 3 – термоконтейнер; 4, 7 – радиаторы холодного и горячего контуров; 5, 6 – вентиляторы; 8, 12 – насосы; 9 – электродвигатель ХМС; 10 – ХМС умеренного холода; 11 – привод ХМС;
Ti – места размещения датчиков

Холодильная машина Стирлинга выполнена по одноцилиндровой β-схеме с кривошипно-шатунным приводом и нагруженным картером. С учетом того что исследования холодильной машины проводили в температурном диапазоне –40…0 °С, холодный контур был заполнен тосолом. В горячем контуре использовали техническую воду. К охладителю масляного насоса подводили водопроводную воду (расход 0,9 м³/ч). Для снятия тепловых нагрузок с горячего и холодного контуров использовали воздушное охлаждение через радиаторы *4* и *7* с возможностью раздельного включения вентиляторов *5* и *6* горячего и холодного контуров, что позволяло ускорить выход холодильной установки на стационарный режим. Машину Стирлинга заправляли гелием с предварительной деаэрацией. Система заправки позволяла регулировать давление в рабочих полостях в пределах 1,5…3,5 МПа.

В ходе эксперимента отрабатывали методики исследований ХМС производительностью 1…100 кВт в диапазоне температур –40…0 °С и определяли:

- ✓ пусковые и действительные характеристики ХМС умеренного холода;
- ✓ время выхода машины на рабочие параметры;
- ✓ влияние заправочного давления гелия во внутреннем контуре на холодопроизводительность;
- ✓ скорость выхода машины на рабочие параметры;
- ✓ мощность электропривода и др.

Было проведено несколько серий испытаний. В качестве примера в таблице представлены результаты трех испытаний, что позволяет наглядно продемонстрировать характер работы и динамику проведения экспериментальных исследований в целом.

По результатам замеров построены графики изменения по времени температуры гелия во внутреннем контуре ХМС (T_6) и температуры воздуха в контейнере (T_5), представленные на рис. 2 и 3.

Полученные в ходе экспериментальных исследований данные позволяют сделать следующие выводы.

➢ Первый стендовый образец холодильной машины Стирлинга умеренного холода имеет недостаточно высокий эксергетический КПД. Это объясняется тем, что создание машин на основе их криогенных аналогов (простой перевод машины с криогенного уровня температур на умеренный с доработкой от-

Результаты трех серий испытаний ХМС умеренного холода

Номер испытания	$q_т$, м³/ч	$q_в$, м³/ч	$p_{вк}$, МПа	t_6, °С	t_5, °С	N, кВт	Q_0, кВт	ε	Время выхода на рабочий режим
1	3,58	2,99	2,5	–38	1	4,4	2,3	0,52	4 ч 53 мин
2	3,64	3,16	2,6	–38	–4	4,9	2,6	0,53	4 ч
3	3,64	3,12	3,0	–37	–11	6,0	3,5	0,58	2 ч 50 мин

$q_т$ – расход тосола; $q_в$ – расход воды в системе охлаждения ХМС; $p_{вк}$ – давление гелия во внутреннем контуре ХМС; t_6 – температура гелия во внутреннем контуре ХМС; t_5 – температура воздуха в контейнере; N – мощность ХМС; Q_0 – холодопроизводительность ХМС; ε – холодильный коэффициент.

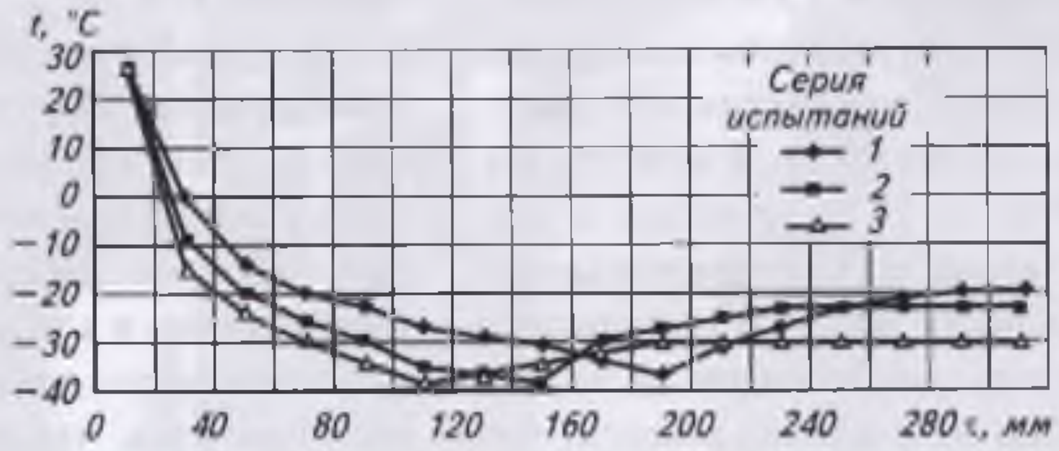


Рис. 2. Изменение температуры гелия во внутреннем контуре ХМС в ходе испытаний

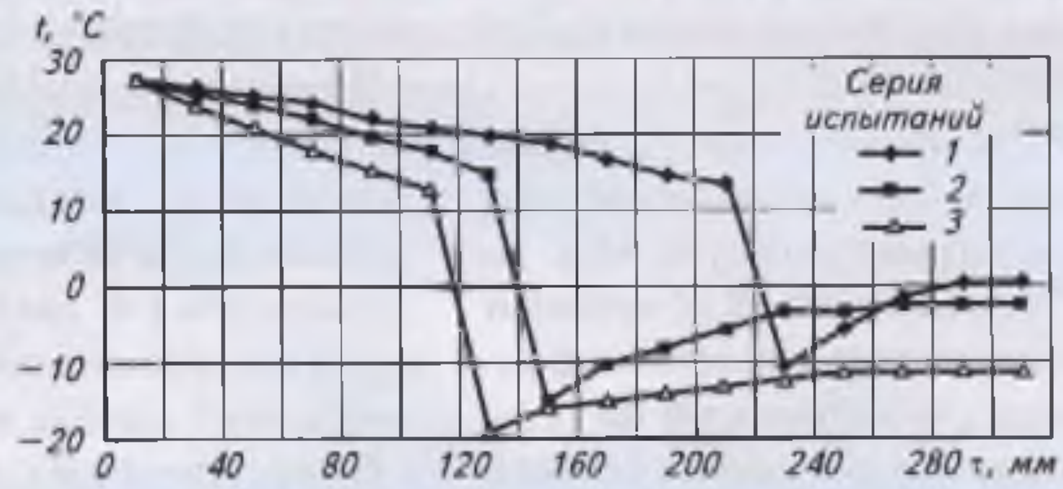


Рис. 3. Изменение температуры воздуха в термоконтейнере в ходе испытаний

ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА

дельных узлов) не позволяет достигнуть высоких показателей. Необходимо проведение многопараметрической оптимизации на этапе их проектирования.

В настоящее время специалистами ООО "ИИЦ "Стирлинг-технологии" разработан метод расчета машин Стирлинга обратного цикла с двухуровневой многопараметрической оптимизацией, который позволяет проектировать ХМС умеренного холода высокой эффективности и без проведения дорогостоящих экспериментальных работ, связанных с доводкой отдельных узлов. Это сокращает время создания машины от этапа разработки технического задания на проектирование до готового к серийному производству опытного образца до 1,5–2 лет [5–8].

➢ Экспериментально полученные зависимости холодопроизводительности и мощности электродвигателя ХМС от давления гелия во внутреннем контурс показывают, что увеличение давления во внутреннем контуре машины на 16 % приводит к увеличению ее холодопроизводительности на 28 % и мощности электродвигателя на 17 %. Это позволяет предположить, что мощность электродвигателя растет прямо пропорционально увеличению заправочного давления, а темп роста полезной холодопроизводительности выше темпа увеличения заправочного давления.

➢ Экспериментально установлено, что увеличение давления гелия во внутреннем контуре ХМС на 16 % (с 2,5 до 3,0 МПа) приводит к росту ее холодильного коэффициента (эффективности) на 11 %. Полученные результаты указывают на необходимость исследования возможности дальнейшего увеличения давления во внутреннем контуре машины с целью повышения эффективности.

➢ Давление во внутреннем контуре машины существенно влияет на скорость выхода ее на стационарный рабочий режим. Так, увеличение давления во внутреннем контуре на 16 % ускоряет достижение нужного потребителю температурного режима на 43 %.

* * *

Отсутствие в литературе каких-либо аналитических зависимостей выходных характеристик ХМС умеренного холода (холодопроизводительности, мощности электродвигателя, холодильного коэффициента и т. д.) от параметров цикла и конструктивных характеристик обусловливает необходимость математической формализации полученных экспериментальных результатов. Поскольку строгое математическое описание экспериментальных зависимостей достаточно сложно, целесообразно использовать приближенные формулы, т. е. подобрать такие выражения (функции), которые близки к полученным экспериментальным путем зависимостям и в то же время достаточно просты для использования. Учитывая, что экспериментальные зависимости представлены в табличной форме, наиболее целесообразно приближенные формулы искать в виде интерполяционных многочленов (полиномов) Лагранжа.

Полученные аналитические зависимости холодопроизводительности Q_0, мощности электропривода N и холодильного коэффициента ε от давления гелия $p_{вк}$ во внутреннем контуре ХМС умеренного холода имеют вид:

$$Q_0(p_{в.к}) \cong -14,95 + 10,65x - 1,5x^2;$$

$$N(p_{в.к}) \cong 37,65 + 27,95x - 4,5x^2;$$

$$\varepsilon(p_{в.к}) \cong 0,6 - 0,16x + 0,05x^2.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кириллов Н.Г.* Холодильные машины Стирлинга: особенности, области применения и тенденции развития отечественных технологий //Холодильная техника. 2003. № 9.

2. *Кириллов Н.Г.* От традиционных решений в холодильных машинах – к циклу Стирлинга// Вестник Международной академии холода. 2000. № 4.

3. *Кириллов Н.Г.* Новые технологии в производстве холода: холодильные машины Стирлинга умеренного холода// Индустрия. 2002. № 2 (28).

4. *Кириллов Н.Г.* Машины Стирлинга для высокоэффективных и экологически чистых систем автономного энергосбережения// Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2000. № 12.

5. *Кириллов Н.Г.* Пилотный проект высокоэффективной и экологически чистой холодильной установки на основе машины Стирлинга для подвижного боевого ракетного комплекса типа "Тополь-М" // Сб. тр. ВНК ВИКУ им. А.Ф. Можайского. Т. № 2. МО РФ, 2000.

6. *Кириллов Н.Г.* Применение высокоэффективных и экологически чистых машин Стирлинга в судовой энергетике //Тр. 2-й Межд. конфер. по морским интеллектуальным технологиям "Моринтех-97". Т. № 5. СПб. 1997.

7. *Кириллов Н.Г.* К вопросу создания холодильной машины Стирлинга умеренного холода// Сб. тр. Международной науч.-техн. конф. "Военно-морской флот и судостроение в современных условиях". СПб. 1996.

8. *Кириллов Н.Г.* Перспективы развития судовой энергетики на основе машин Стирлинга// Морской флот. 2002. № 2.

9. *Kagawa N.* Regenerative Thermal Machines (Stirling Vuilleumier Cycle Machines) for Heating and Cooling/ International Institute of Refrigeration, 2000.

Грассо Рефрижерейшн, ООО
Grasso International GmbH / B.V.

Поршневые компрессоры фирмы Грассо

Фирма «Грассо» на протяжении многих лет является одним из мировых лидеров в области холодильного машиностроения. Уже более 150 лет она занимается производством холодильных компрессоров. В настоящее время выпускаются как компрессоры открытого типа (серии Grasso 12E, Grasso 12, Grasso 10, Grasso 6), так и полугерметичные компрессоры (серии Grasso 7S, Grasso 8S). Всего фирма производит 44 типа компрессоров, а также компрессорные агрегаты и холодильные машины на их базе.

Уникальной особенностью компрессоров серий Grasso 10, Grasso 12, Grasso 12E является сварной картер, который обеспечивает наилучший отвод тепла от компрессора в окружающую среду, что позволяет отказаться от охлаждения масла и головок цилиндров водой.

Сварная конструкция картера является наиболее гибкой и позволяет производить компрессоры с числом цилиндров от 2 до 12 для одно- или двухступенчатого сжатия, максимально унифицируя конструкцию и применяемые комплектующие.

Более 40 тысяч поршневых компрессоров «Грассо» работают в холодильных машинах во всех уголках земного шара.

В оборудовании «Грассо» используются как традиционные хладагенты (аммиак, R22), давно зарекомендовавшие себя в холодильной технике, так и новые озонобезопасные хладагенты (R134a, R404A, R407C и др.)

Большой количество дополнительных опций позволяет предложить каждому клиенту оборудование, отвечающее его индивидуальным требованиям.

Серия Grasso10
- описанный объем 145...580 м³/ч в одноступенчатых моделях и 145...435 м³/ч в двухступенчатых моделях
- сварная конструкция картера
- специальная конструкция клапанов
- высокий КПД
- минимальный уровень капитальных затрат
- удобны в эксплуатации
- суперинзкий уровень шума

Серия Grasso12
- широкий диапазон моделей, обеспечивающий оптимальный выбор
- описанный объем 265...1592 м³/ч в одноступенчатых моделях и 265...1327 м³/ч в двухступенчатых моделях
- удобны в эксплуатации
- отсутствие потребности в дополнительном охлаждении
- высокие показатели КПД в режимах частичной и полной нагрузки
- встроенные экономайзеры (в двухступенчатом исполнении)
- возможность использования двух типов систем управления (Monitron и Simatic)
- самые крупные среди всего ряда поршневых компрессоров «Грассо»

Область применения поршневых холодильных компрессоров необычайно широка и охватывает пищевую, химическую, фармацевтическую и нефтяную промышленность, системы кондиционирования воздуха, индустрию автомобилестроения.

На все холодильное оборудование фирмы «Грассо» имеются сертификаты соответствия ГОСТР и Разрешение на применение Госгортехнадзора РФ.

Грассо Рефрижерейшн, ООО,
Grasso International, Представительство в Москве:
Семеновский вал, 6, строение 1, 105094, Россия, Москва
Тел.: (095) 787-20-11, 787-20-13, 787-20-14, 787-20-16. Факс: (095) 787-20-12
E-Mail: grasso@gea.ru. Адрес в Интернете: http://www.grasso.nl

RefComp

THERMOKEY

Компрессоры серии SP

Полугерметичные поршневые компрессоры мощностью 1...50 л.с. (3...155 м³/ч при 50 Гц), в 2-, 3-, 4- и 6-цилиндровом исполнении.

Компрессоры серии S

Полугерметичные винтовые компрессоры мощностью 40...240 л.с. (118...617 м³/ч). Возможно исполнение как с плавным, так и со ступенчатым регулированием производительности (100–75–50–25 %).

Паянные пластинчатые теплообменники

Паянные пластинчатые теплообменники мощностью 7,5...400 кВт для рабочих сред с температурами –160°C...+200°C и давлением до 30 бар.

Кожухотрубные конденсаторы и испарители

Серия кожухотрубных конденсаторов мощностью 27...1010 кВт с тремя вариантами длин труб. Кожухотрубные испарители мощностью 20...1500 кВт (t_0=2°C при Δt =5°C).

Адрес представительства RefComp и THERMOKEY в России:

109559, Москва, ул. Верхние Поля, д. 33, корп. 1. Тел. (095) 107-7555, 974-1700. Факс (095) 770-5555

refcomp@bk.ru thermokey@bk.ru

---

siesta REFRIGERATION

Группа компаний "СИЕСТА"
115409, Москва,
Каширское шоссе, 33
Тел. (095) 705 9935,
Факс (095) 324 8255
E-mail: ref@siesta.ru
www.siesta.ru

Фирма "Сиеста-Холод" осуществляет:

Проектирование, поставку, монтаж, гарантийное и сервисное обслуживание холодильного оборудования фирмы SCM FRIGO

WL 4÷40 кВт

компрессорно-конденсаторные агрегаты

SPS 1.5÷4.5 кВт

коммерческие сплит-системы

SP 3÷230 кВт

промышленные сплит-системы

SW 7÷435 кВт

водоохлаждающие машины с конденсатором

UMA 3÷230 кВт **UMCA** 9÷687 кВт

мотор-компрессорные агрегаты без конденсатора
холодильные централи без конденсатора

UMC 9÷687 кВт

компрессорные централи с конденсатором

MWA 3÷300 кВт

водоохлаждающие машины для установки в машинном отделении

STICE 65÷1500 кВт

льдоаккумуляторы

UTA 11÷54 кВт

водоохлаждающие машины для установки на улице

SCM FRIGO

HOWDEN COMPRESSORS

WESPER ОБНОВЛЯЕТ МОДЕЛЬНЫЙ РЯД ЧИЛЛЕРОВ

Мало что прогрессирует сегодня с такой быстротой, как рынок климатической техники. Еще совсем недавно, каких-то десять лет назад, сплит-система казалась чудом зарубежной техники, а сегодня рядовой потребитель с легкостью оперирует такими понятиями, как "чиллер", "фанкойл", "центральный кондиционер". Эти технические термины, знакомые раньше только специалистам, становятся настолько же привычными в обычной лексике, как и сами некогда "промышленные и полупромышленные" системы кондиционирования становятся привычными в оснащении квартир и коттеджей.

Системы "чиллер-фанкойл" появились на рынке еще несколько лет назад, но потребовалось время, чтобы они обрели определенную известность, хотя и сейчас до пика спроса еще далеко.

Очередной шаг в кондиционировании совершается не только потому, что достигнута некая критичеокая масса пользователей бытовых сплит-систем. Прагматичные требования к качеству жизни диктуют выбор современных, экологически безопасных и энергосберегающих технологий. Инженерным системам, особенно при строительстве современного жилья и административных зданий, сегодня уделяется большое внимание, несмотря на то, что они не являются инвестиционным приоритетом.

Не менее динамично совершенствуется и модернизируется само оборудование для подобных систем. Учитывая перспективные требования рынка, один из ведущих мировых производителей климатического оборудования, компания Wesper, планирует в этом году расширить типоразмерный ряд чиллеров, делая упор на внедрение экономичных винтовых и спиральных компрессоров.

Мини-чиллеры серии WMC. Серия мини-чиллеров WMC с воздушным охлаждением конденсатора представлена пятью типоразмерами холодопроизводительностью 5; 7; 7,5; 10,5; 12 и 16 кВт. Все модели выпускаются в двух модификациях: "только охлаждение" и "тепловой насос". Предусмотрены два варианта исполнения: базовое без гидравлического модуля и полнокомплектное со встроенным гидроциркуляционным модулем, который включает циркуляционный насос, аккумуляторный и расширительный баки, пластинчатый испаритель из нержавеющей стали. Благодаря компактности, малошумности, простоте монтажа и обслуживания мини-чиллеры WMC могут широко использоваться в системах "чиллер-фанкойл", применяемых в помещениях с площадью кондиционирования 50...150 м² (коттеджи, офисы, магазины, бары, рестораны). Являясь альтернативой сплит-системам и мультисплит-системам, мини-чиллеры более экологичны, так как используют гораздо меньше хладагента, полностью заправляемого на заводе-изготовителе.

Чиллер серии Aqu@Logic

Чиллеры серии Aqu@Logic. С прошлого года лидером продаж остаются производимые компанией чиллеры и тепловые насосы серии Aqu@Logic с воздушным охлаждением конденсатора. Их отличают высокая экономичность, оснащенность встроенным гидромодулем без аккумуляторного бака (необходимое количество воды в системе 2,5 л на 1 кВт мощности), возможность самодиагностики.

Чиллеры представлены 14 типоразмерами с диапазоном холодопроизводительности 20...130 кВт, предназначенными для небольших объектов, хотя их можно объединять в единую систему с общим управлением, состоящую из четырех агрегатов. Они имеют широкий температурный диапазон работы (–10...+46 °С).

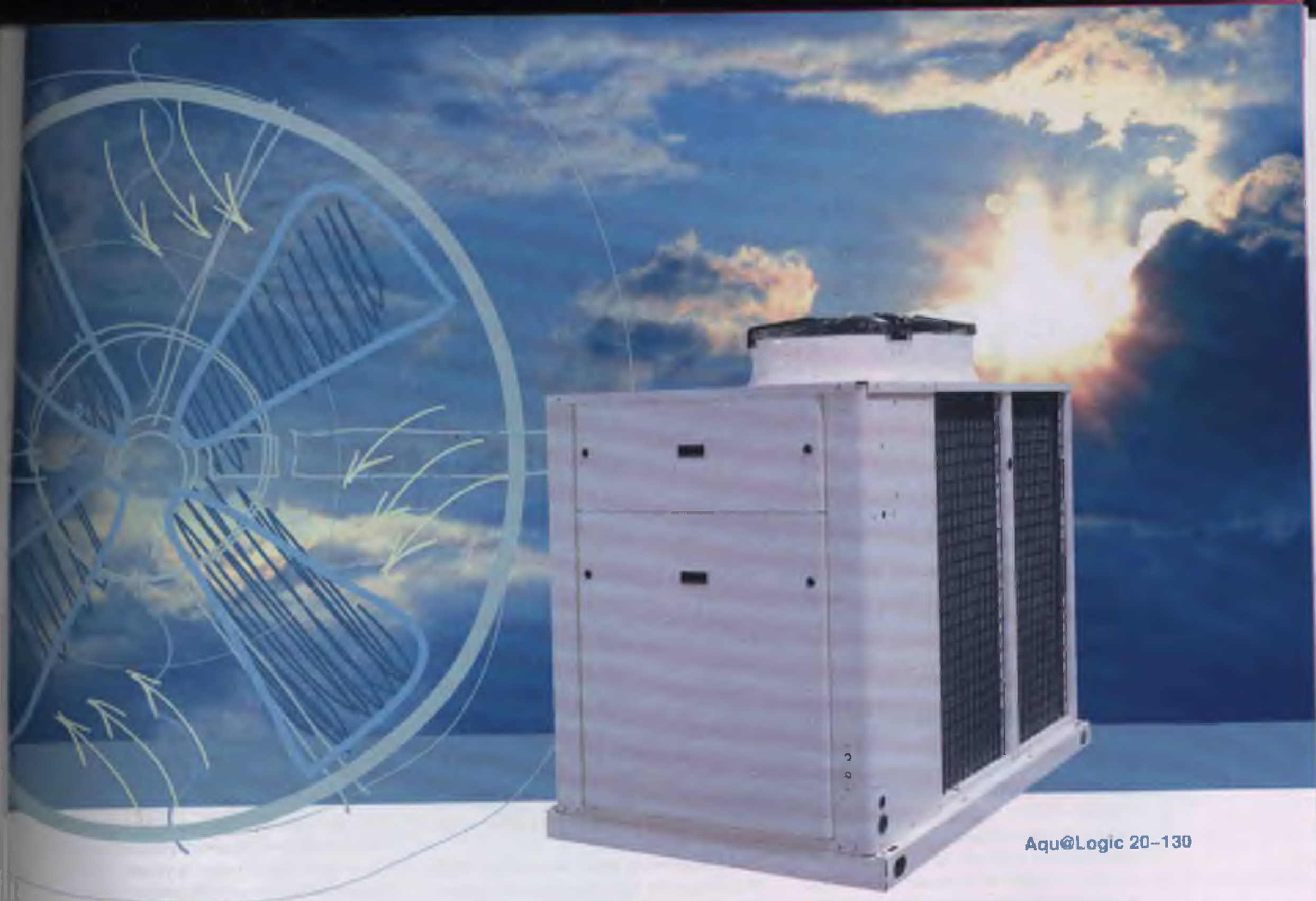
Чиллеры оснащены тандемом герметичных спиральных компрессоров, имеющих 2 или 3 ступени регулирования производительности. Оптимизацию работы чиллера в зависимости от тепловой нагрузки здания осуществляет микропроцессорная система интеллектуального управления и мониторинга ILTC (Intelligent Liquid Technology Control), которая входит в стандартную комплектацию. Система управления каждые 5 с снимает показания с датчиков температуры воды на входе и выходе водоохлаждающей машины, корректируя ее работу. Такая автоадаптация позволяет приспособиться к изменяющейся нагрузке, гарантируя наилучшие комфортные условия в помещениях.

Чиллеры Aqu@Logic созданы по принципу "plug&play", т. е. поставляются полностью готовыми к монтажу и эксплуатации, что сводит к минимуму установку и пусконаладочные работы. Все параметры пусконаладки и управления работой вводятся в микропроцессор на заводе-изготовителе. Необходимо только задать требуемую температуру охлаждаемой воды или водно-гликолевого раствора.

Чиллеры серии CLS/VLS. В серию чиллеров CLS/VLS с воздушным охлаждением конденсатора входят 14 типоразмеров (холодопроизводительностью 40...265 кВт), каждый из которых представлен тремя исполнениями: базовое ST, с рекуператором R, с частичной рекуперацией (с пароперегревателем) D. Для каждого исполнения, в свою очередь, предлагается три варианта, определяющие шумовые характеристики чиллера: стандартный вариант ST, низкошумное исполнение LN [–6 дБ(А)], суперизкошумное исполнение SLN [–12 дБ(А)]. Чиллеры адаптированы для работы с хладагентами R407C и R22.

В чиллерах применяются:

- ✓ два независимых контура хладагента;
- ✓ двух- и четырехступенчатое регулирование производительности;
- ✓ сдвоенные герметичные спиральные компрессоры;
- ✓ трехконтурный пластинчатый испаритель TRUE DUAL;
- ✓ микропроцессорная система управления на основе контроллера Pco (CAREL);
- ✓ плата компьютерного интерфейса RS 485 для системы диспетчеризации здания BMS;



Aqu@Logic 20–130

Мировые стандарты качества

Wesper®

- Номинальная хладопроизводительность – от 21 до 131 кВт, номинальная теплопроизводительность – от 23 до 141 кВт
- Использование озонобезопасного хладагента R 407C
- Спаренные герметичные спиральные (Scroll) компрессоры с высоким коэффициентом энергетической эффективности
- Паяный пластинчатый теплообменник испарителя из нержавеющей стали с защитой от замерзания
- Микропроцессорная система интеллектуального управления
- Антикоррозийное покрытие теплообменника конденсатора, высоконапорные вентиляторы, аккумулирующая емкость в комплекте от 112 до 294 л.

Направления деятельности:

Спектр климатической техники, выпускаемой под торговой маркой **WESPER**, чрезвычайно широк: сюда входят чиллеры, центральные кондиционеры, фанкойлы, воздухонагреватели, градирни и многое другое. Разнообразие типоразмеров и конфигураций позволяет найти оптимальное решение при проектировании системы обеспечения микроклимата как для небольших помещений, так и для крупных многофункциональных зданий.

Историческая справка:

Компания **WESPER** была основана в 1918 году. В течение последних 15 лет развитие производства шло высочайшими темпами. За это время заводы компании были оснащены самым современным оборудованием, включая устройства цифрового контроля качества, термическую и акустическую испытательные лаборатории. Управление процессом производства полностью компьютеризировано, а сертификация заводов **WESPER** по стандарту ISO 9002 подтверждает высокое качество выпускаемой продукции.

В результате оборудование **WESPER** заслужило прекрасную репутацию и активно экспортируется более чем в 50 стран мира.

VENTRADE

Дистрибьюторский центр климатического оборудования

123007, Москва, ул. 5-я Магистральная, д. 12
Телефон/факс +7 (095) 797-99-88

197022, Санкт-Петербург, проспект Медиков, д. 5, офис 313
Телефон/факс +7 (812) 336-20-26

E-mail:info@ventrade.ru
www.ventrade.ru

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Ольжича

Чиллер серии RLC

Чиллер серии RLS

✓ управление в режиме "ведущий/ведомый" ("master/slave") с одного контроллера (до четырех агрегатов).

В качестве опций предлагаются низкотемпературный комплект для работы при температуре наружного воздуха до –18 °С, встроенный циркуляционный насос или выносной гидроциркуляционный модуль в отдельном корпусе. Гидравлический модуль с аккумуляторным баком емкостью 300, 500, 750 или 1000 л оборудован всеми элементами, необходимыми для нормальной работы контура циркуляции жидкости и может монтироваться непосредственно вместе с чиллером или отдельно от него.

Чиллеры серии RLC для наружной установки. На базе чиллеров RLC с воздушным конденсатором производятся чиллеры с 50%-ной или 100%-ной рекуперацией теплоты RLC/R/P и тепловые насосы RLH.

Чиллеры серии RLC представляют собой двухконтурные холодильные машины, оснащенные двумя полугерметичными компрессорами DWM Copeland или RefComp. В состав чиллеров входят также двухконтурные кожухотрубные испарители, микропроцессорная система управления с возможностью подключения к системе диспетчеризации по линии RS422 или RS232. Расширен выбор применяемых хладагентов: R22, R407C, R134a. Максимальная холодопроизводительность при номинальных условиях составляет 750 кВт.

Отличительные особенности чиллеров: полностью звукоизолированный компрессорный отсек; холодильный контур с гибкими вставками и шумоглушителями; плавный пуск электродвигателей компрессоров, имеющих класс защиты IP54, – обеспечивают малый уровень высокочастотного шума, отсутствие колебаний и пульсаций. Еще одна немаловажная особенность: чиллер версии RLC/P может одновременно охлаждать и нагревать воду, циркулирующую в разных контурах, что позволяет заказчику установить один чиллер вместо двух и существенно сэкономить капитальные и эксплуатационные затраты.

В качестве опций предлагаются дополнительная ступень управления холодопроизводительностью и устройство контроля скорости вентиляторов конденсаторного блока, обеспечивающее постоянное давление конденсации хладагента до температуры наружного воздуха –18 °С.

Модельный ряд чиллеров RLS. Это результат модернизации и усовершенствования чиллеров серии RLC при применении винтовых полугерметичных компрессоров RefComp, которые обеспечивают компактность, энергоэффективность, низкий уровень шума, высокую надежность, удобство сервисного обслуживания.

Ресурс подшипников винтовых компрессоров, применяемых в чиллерах серии RLC, составляет 40 000 ч. Модельный ряд представлен семью типоразмерами холодопроизводительностью 270...730 кВт. Чиллеры этой серии полностью оптимизированы для работы на R 407C и R134a, но по заказу могут поставляться и на R22.

Новинка 2004 г. – чиллеры Wesper серии SLS (только "охлаждение") и SLH (с режимом работы "тепловой насос"). Они также разработаны на базе винтовых компрессоров. Холодопроизводительность чиллеров новой серии лежит в диапазоне 250...830 кВт, но уже до конца года планируется расширить его до 1200 кВт. Для чиллеров этой серии винтовые компрессоры были оптимизированы под хладагент R134a. Агрегаты выпускаются с двумя или четырьмя винтовыми компрессорами, с пластинчатым или кожухотрубным испарителем. Для чиллера с пластинчатым испарителем в качестве опции предусмотрен гидроциркуляционный модуль.

Чиллеры серий CWP и RWC для внутренней установки. Чиллеры этих серий выпускаются как с водяным охлаждением конденсатора и сухой градирней, так и с выносным воздушным конденсатором.

Чиллеры серии CWP представляют собой одноконтурные, а RWC – двухконтурные холодильные машины на базе герметичных компрессоров в звукоизолирующих кожухах, оснащенные микропроцессорной системой управления. В качестве испарителей применяются либо двухконтурные разборные кожухотрубные теплообменники, либо паяные пластинчатые из нержавеющей стали. Максимальная холодопроизводительность чиллеров серии CWP при номинальных условиях до 130 кВт, RWC – до 260 кВт. Применяемые хладагенты R22 или R407C.

С 2004 г. начался серийный выпуск чиллеров SWS/SWR для внутренней установки на базе винтовых компрессоров. Преимущество чиллеров серии SWS/SWR, объединяющей 12 типоразмеров, – высокая эффективность (холодильный коэффициент превышает 4,5), которая достигается благодаря использованию кожухотрубного теплообменника новой конструкции. Холодопроизводительность нового оборудования составляет 250...1100 кВт при использовании R407C и 500...1300 кВт в случае применения R134a.

Среди чиллеров, выпускаемых на заводах компании, особое место занимают чиллеры семейства Compact. Эти водоохлаждающие машины, предназначенные для установки внутри здания, оснащены высоконапорными центробежными вентиляторами для охлаждения воздушного конденсатора с выбросом воздуха вверх или горизонтально в воздуховодную сеть. Забор воздуха осуществляется из помещения, где установлен чиллер, поэтому при проектировании необходимо предусмотреть, а при установке обеспечить приток наружного воздуха. Максимальная холодопроизводительность чиллеров серии Compact при номинальных условиях до 230 кВт. Они являются одними из самых компактных в своем классе. Этот тип чиллеров лучше других подходит для северных областей нашей страны.

Все это – лишь небольшой перечень поставляемого на российский рынок оборудования Wesper, обладающего в настоящее время не только техническими, но и ценовыми преимуществами. Задача профессионалов – использовать эти преимущества на благо заказчиков, которые делают выбор в пользу доступной техники европейского качества.

Статья подготовлена техническим отделом компании VENTRADE

Холодоснабжение крупных предприятий по производству быстрозамороженных продуктов

При производстве быстрозамороженных продуктов на предприятиях пищевой промышленности применяют современные скороморозильные аппараты, тип которых зависит от производительности завода и вида замораживаемого продукта. ООО "Эйркул" выпускает аппараты туннельного и спирального типов, а также плиточные скороморозильные аппараты.

Для повышения теплоотдачи продукта в процессе замораживания специалисты фирмы предлагают максимизировать скорость обдува продукта холодным воздухом, при этом не подвергая продукт механической деформации под действием напора воздушной струи. Система оттайки снеговой шубы горячим паром хладагента обеспечивает максимально быстрый процесс очистки испарителей аппарата от снеговой шубы при минимальных затратах энергии. Эта система требует наличия двух и более потребителей, снабжаемых холодом от одной холодильной установки.

Кроме морозильного оборудования на крупных пищевых предприятиях, как правило, имеются склады для хранения сырья и готовой продукции, льдогенераторы, чиллеры и др. Чаще всего каждый из этих потребителей холода оснащается отдельной холодильной установкой, что в какой-то мере обусловлено желанием снизить риск остановки всего производства при выходе из строя холодильного оборудования, но в большей степени – легкостью монтажа и простотой системы. Между тем такое решение значительно усложняет эксплуатацию и требует гораздо большего штата обслуживающего персонала. ООО "Эйркул" предлагает решить эту задачу при помощи централизованных систем холодоснабжения с применением либо компаундных схем, либо отдельных низкотемпературных или среднетемпературных установок. В любом случае используются центральные компрессорные отделения с компрессорами большой производительности. При этом охлаждение на уровне потребителя может быть как непосредственным, так и с помощью промежуточного хладоносителя. Подача хладагента в испаритель осуществляется или дросселированием, или насосом (переохлажденный хладагент). Последняя схема чаще применяется при наличии разветвленной сети потребителей. Она обеспечивает наиболее эффективное использование теплообменной поверхности испарителей.

Конденсаторы испарительного типа, применяемые на крупных предприятиях, компактны и обеспечивают высокую плотность теплового потока, не требуя отдельной градирни для охлаждения воды.

Целесообразность использования той или иной системы холодоснабжения определяется при проектировании после анализа всех особенностей предприятия. В процессе проектирования учитываются все аспекты производства, регион, где находится предприятие, его возможности по энергоресурсам и т.п. Охватить все эти вопросы в комплексе могут только специалисты различного профиля, работающие сообща. Фирма "Эйркул" обладает такими возможностями.

Для централизованного холодоснабжения применяются холодильные установки на базе компрессорных агрегатов MAYCOM, BITZER, теплообменные аппараты фирм GUENTNER, ALFA-LAVAL, WTT, BALTIMORE и др., емкостное оборудование ведущих отечественных и зарубежных производителей, запорная арматура фирм DANFOSS и HERL.

По желанию заказчика в качестве хладагента могут быть использованы как фреоны, так и аммиак.

Неотъемлемой частью современного предприятия пищевой промышленности является автоматизированная система контроля параметров производственного цикла, температур хранения сырья и готовой продукции. Для нее фирма предлагает различные системы мониторинга с возможностью дистанционного контроля и изменения параметров работы оборудования.

Среди заказчиков, на предприятиях которых работает холодильное и морозильное оборудование ООО "Эйркул", можно отметить комбинат "Дарья", "Балтийский хладокомбинат", "Петродворцовый мясной двор", "Тихвинский мясокомбинат", "Морозко", "JFC-Петербург", "Парнас-М" и многие другие.

Скороморозильные плиточные аппараты уже установлены на специализированных предприятиях, таких, как "Рыбоперерабатывающий комбинат №1" (Санкт-Петербург), "Терибергский берег" (Мурманск), "Рыбная компания" (Магадан), "Таганьрыба" (Таганрог) и многих других.

ПРОЕКТЫ • ПРОИЗВОДСТВО • ПОСТАВКИ • МОНТАЖ • КРУГЛОСУТОЧНЫЙ СЕРВИС

ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
промышленное • климатическое • торговое

ФИРМА "ЭЙРКУЛ" ПРЕДСТАВЛЯЕТ

герметичные компрессоры и компрессорно-конденсаторные агрегаты TECUMSEH EUROPE/L'UNITE HERMETIQUE
• диапазон холодопроизводительности от 50 Вт до 30 кВт;
• малошумность и эргономичность;
• удобная программа расчета и подбора компрессоров.

ПОСЛЕДНИЕ РАЗРАБОТКИ ФИРМЫ TECUMSEH EUROPE:
• полный ряд торговых компрессоров THB;
• новое поколение компрессоров AEZ и AE в исполнении с шумопоглащающим кожухом и многофункциональной электрокоробкой;
• расширение ряда CAJ/TAJ в исполнении "SE" (свыше 20 новых моделей)
• уникальный ряд двухцилиндровых компрессоров TFH
• трехцилиндровые компрессоры TAG и тандемный ряд компрессоров и агрегатов TAGD
• агрегаты серии "Silensys":
  - диапазон холодопроизводительности от 368 Вт до 19010 Вт
  - наименьший уровень шума (применение специальных изолирующих материалов, повышенная толщина стенки корпуса, низкоскоростной вентилятор);
  - повышенная стойкость защитного корпуса (специальное эпоксидное покрытие);
  - высокая степень комплектации;
  - высокий уровень эргономичности и эстетики.
• Поставки компрессоров, адаптированных для параллельной работы в составе централей холодоснабжения

АВТОРИЗОВАННЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР И СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР "TECUMSEH-РОССИЯ"

НА ТЕРРИТОРИИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-МОНТАЖНОГО КОМПЛЕКСА ООО "ЭЙРКУЛ" РАСПОЛАГАЕТСЯ СЕРВИС ЦЕНТР "TECUMSEH РОССИЯ"

10 ЛЕТ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ НА РЫНКЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ООО "Эйркул" - победитель Всероссийского конкурса "1000 лучших предприятий России" 2002 и 2003 г.г.

Центральный офис
ООО "Эйркул"
191123
Санкт-Петербург,
ул.Шпалерная, 32 6Н
тел. +7(812) 327-3821,
факс +7(812) 327-3345
info@aircool.ru,
www.aircool.ru

Производственно-монтажный комплекс
196084 С-Петербург, ул.Заставская, 14а
тел.+7(812) 371-8821, 371 8822,
факс +7(812) 371-8820
proizvodstvo@aircool.ru

ООО "Эйркул-Дон"
г.Ростов-на-Дону, ул.Пушкинская, 54
тел./факс (8632) 40-3597, 99-9797
aircool@rost.ru, www.accdon.da.ru

ООО "Эйркул-Сибирь"
г.Омск, ул.Маяковского, 74, офис 211,
тел. (3812) 36-1161, факс (3812) 36-1162
aircoolsib@omskcity.com

ООО "Эйркул-Урал"
г.Ижевск, Якшур-Бодьинский тракт, 1
тел. (3412) 59-2553 факс (3412) 59-2554
aircool@udmnet.ru

К 175-летию МГТУ им. Н.Э. Баумана (МВТУ), 90-летию первой в России вузовской Лаборатории холодильной техники и 85-летию первой в России кафедры "Холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения" ("Э4")

Эти даты будут отмечаться в 2005 г. (ориентировочно в октябре–ноябре).
За годы своего существования **кафедра "Э4"** подготовила более 3300 инженеров, около 200 кандидатов и 18 докторов технических наук. Только за последние пять лет получили дипломы 207 молодых специалистов, по результатам научных исследований защищено 9 кандидатских и 4 докторские диссертации, опубликовано два сборника научных трудов, три учебника и 28 учебных пособий.
Ежегодно обучение на кафедре начинают 70 – 75 юношей и девушек. Учебный процесс обеспечивают 12 штатных преподавателей и 19 совместителей, в том числе 7 докторов технических наук.
Для обеспечения в дальнейшем высокого уровня подготовки выпускников учебный процесс, профессорско-преподавательский состав и лаборатория должны удовлетворять самым высоким требованиям, сохраняя при этом традиции русской инженерной школы.
Кафедра сегодня остро нуждается в коренной реконструкции и переоснащении лабораторной базы. Решить эти задачи полностью за счет госбюджетных средств невозможно!
Поэтому коллектив кафедры "Э4" обращается ко всем заинтересованным фирмам, компаниям и частным лицам с просьбой участии в переоснащении и материальной поддержке.
Некоммерческий учебно-научный центр **"Криоконсул"** при кафедре "Э4" открыл для этих целей счет, на который могут быть направлены средства дарителей и спонсоров:
ИНН 7702023949/КПП 770101001, р/с 40703810538000110028 в Центральном ОСБ № 8641 г. Москва Сбербанка России, г. Москва, к/с 30101810400000000225, БИК 044525225
Получатель: ННОУ "УНЦ МГТУ "Криоконсул"
Назначение платежа: "Целевое финансирование переоснащения лабораторной базы холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения".
Имена дарителей и спонсоров будут записаны на почетной доске кафедры.

Наш адрес: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д.5.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра "Э4".
Телефоны: 261-39-01 (зав. каф.),
263-62-97 (зам. зав. каф.)
263-68-25 (секретариат)
Факс: 263-61-27
E-mail: crio@power.bmstu.ru

От имени коллектива, заранее с глубокой благодарностью,
заведующий кафедрой и научный руководитель УНЦ "Криоконсул" заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат Государственных премий СССР и России, Почетный член и лауреат премии Парижского Международного института холода, д-р техн. наук, профессор ***А.М. Архаров***

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕМИНАР «BITZER» в Санкт-Петербурге

25 июня 2004 г. в Санкт-Петербурге состоялся технический семинар фирмы "Bitzer Kuhlmashinenbau". Организатором выступила компания "АСС" – молодая фирма, являющаяся комплексным поставщиком холодильного оборудования и его компонентов для российских оем-производителей коммерческого и промышленного холода.

В работе семинара приняли участие представители фирмы "Bitzer": руководитель технической службы г-н Рольф Блумхардт (Германия), ведущий технический специалист "Битцер СНГ" (Москва) Дмитрий Корнивец, сотрудники компании "АСС" и ее клиенты из Москвы, Саратова, Екатеринбурга и Краснодара.

На семинаре состоялось представление продукции "Битцер" с примерами ее использования. Особое внимание было уделено новинке: спиральным компрессорам серии ESH.

В результате интенсивных исследований в научно-исследовательском центре «Bitzer» в Зиндельфингене была разработана и запатентована собственная оригинальная конструкция спиральных компрессоров, которые в течение 2003 г. прошли успешные испытания.

Новая серия компрессоров «EuroScroll» включает в себя 3 модели: ESH725, ESH730 и ESH736 объемной производительностью соответственно 25, 30 и 36 м³/ч. Компрессоры этой серии предназначены для высокотемпературных холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.

В ближайшей перспективе будут запущены в производство еще 2 модели спиральных компрессоров ряда ESH7, затем 3 модели ряда ESH9, после чего 3 модели ряда ESH5. В результате реализации этой программы полный модельный ряд спиральных компрессоров «Bitzer» будет включать в себя 11 моделей с диапазоном объемной производительности 14...76 м³/ч. Компрессоры могут поставляться с различными вариантами исполнения электродвигателя:

- ✓ стандартное исполнение: трехфазное напряжение 400 В (50 Гц) или 460 В (60 Гц);
- ✓ исполнение по специальному заказу для напряжения 208...230 и 575 В.

Термисторная защита электродвигателей спиральных компрессоров серии ESH7 осуществляется с использованием реле INT69V/7-II или SE-B1.

Спиральный компрессор производства фирмы "Битцер"

Благодаря участию в семинаре технических специалистов "Битцер" из Германии и Москвы оказалось возможным обсудить с ними как особенности подбора и эксплуатации холодильной техники "Битцер", так и типичные проблемы, возникающие при неправильном проектировании холодильной установки и неквалифицированном монтаже.

Собравшиеся смогли поделиться своим опытом эксплуатации оборудования "Битцер", возникающими при этом проблемами и получить практические советы из "первых рук".

Прошедший семинар был первым для компании "АСС", но его успешное проведение и интерес, проявленный к нему клиентами и поставщиком, подтвердили, что этой компании многое по плечу!

ООО "АСС", 191123, Россия,
Санкт-Петербург,
ул. Шпалерная, д. 32, пом.10-Н
тел. +7 (812) 331-84-95, 331-84-96,
факс + 7 (812) 331-84-97
www.acc-oem.com,
info@acc-oem.com

ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ РОССИЙСКИМ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМ

ACC

- ПОСТАВКИ
- ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА
- СЕРВИС

191123, Санкт-Петербург,
ул. Шпалерная, 32 – 10Н,
телефон: (812) 331-8495,
331-8496,
телефакс: (812) 331-8497,
E-mail: info@acc-oem.com
http://www.acc-oem.com

Новые книги

Технические и химические средства для сервиса автомобильных кондиционеров и холодильных систем

Справочник

С.Б. БАБАКИН, М.В. ВЫГОДИН

(Рязань, издательство "Русское слово", 2004, 440 с., тираж 2500 экз.)

В справочнике приведена подробная информация по следующим разделам: оборудование для сбора и восстановления хладагентов (вакуумно-зарядные станции и зарядные цилиндры, манометрические коллекторы, шаровые вентили, зарядные шланги, весы и автоматические дозаторы, емкости для хладагентов); течеискатели и газоанализаторы различных типов для определения состава газа, природных и искусственных хладагентов (R12, R22, R134a, R404A, R407C, R410, R290, R600a, R717 и др.) в системах; измерительные приборы (термоанемометры, мультитестеры и др.); технические средства для пайки и сварки элементов холодильных систем; инструменты; химические средства для сервиса автомобильных кондиционеров и холодильных систем; вспомогательные элементы холодильных систем, повышающие надежность и эффективность эксплуатации оборудования.

Приведены приемы пайки, правила безопасности при сервисном обслуживании, возможные неисправности технических средств и порядок их устранения.

Справочник предназначен для специалистов, занимающихся сервисным обслуживанием автомобильных кондиционеров и холодильных систем.

Рекомендуется в качестве учебного пособия для студентов вузов и техникумов соответствующих специальностей.

По вопросам приобретения книги обращайтесь по тел.: 277-07-22, 277-03-43.

Системы газоанализации компании «Данфосс» для фреоновых холодильных установок

В современных холодильных установках используют в качестве хладагентов различные газообразные вещества: аммиак, гидрофторуглероды (HFC), гидрохлорфторуглероды (HCFC), пропан, CO_2. Все эти хладагенты довольно безопасны при должном уровне обслуживания холодильных установок и при комплектации их высококачественными компонентами (компрессорами, арматурой, автоматикой и т. д.). Но даже и в этом случае всегда остается вероятность утечки хладагента из системы вследствие ошибок обслуживающего персонала или возникновения проблем с оборудованием. Что же говорить, когда монтаж установок проводился на скорую руку и не на должном уровне.

Утечки хладагента создают опасность для обслуживающего персонала, негативно сказываются на окружающей среде, увеличивают эксплуатационные расходы. Для своевременного обнаружения утечек применяют системы газоанализации.

До недавнего времени в России системы газоанализации использовали практически только для аммиачных холодильных установок. Это обусловлено требованиями, предъявляемыми к ним Госгортехнадзором РФ. Главное внимание при этом уделяется обеспечению безопасности обслуживающего персонала, так как аммиак токсичен и считается горючим и взрывоопасным газом. Остальные аспекты остаются несколько в стороне.

Обязательных требований по применению систем газоанализации при эксплуатации фреоновых холодильных машин нет, хотя для них они не менее важны, чем для аммиачных. Рассмотрим основные причины, определяющие необходимость использования систем газоанализации для фреоновых холодильных машин.

- **Безопасность.** Согласно многим регламентирующим документам Европы и Америки (например, CSA B52 в Канаде, правила по безопасности ASHRAE в США, EN378 в Европе) применение систем газоанализации для фреоновых холодильных установок обязательно.

  Фреоны негорючи и невзрывоопасны, но токсичны и при высоких концентрациях опасны для жизни. В связи с тем, что они тяжелее воздуха, не имеют цвета и запаха, практически невозможно обнаружение утечек фреонов обслуживающим персоналом до того, как холодильная машина перестанет обеспечивать рабочие параметры, а это может быть уже слишком поздно. Особенно опасна такая ситуация в местах скопления людей (например, на мясокомбинатах).

- **Экономичность.** Важным аргументом, склоняющим чашу весов к применению систем газоанализации для фреоновых холодильных установок, может стать экономия эксплуатационных затрат. Большая разовая потеря даже при утечке R22 может привести к ощутимым финансовым затратам, не говоря уже о R404A, который имеет гораздо более высокую стоимость.

- **Защита окружающей среды.** Этому вопросу, к сожалению, в России еще не уделяют должного внимания. Независимо от того, являются фреоны основной причиной разрушения озонового слоя нашей планеты или нет, выброс большого их количества из холодильныхустановок в атмосферу серьезно нарушает экологию региона.

В начале этого года компания «Данфосс» представила на российский рынок свою систему газоанализации GD (от английского gas detection – газоанализация). Система газоанализации GD представляет собой набор независимых датчиков (рис. 1), способных работать как самостоятельно, так и при объединении в систему. Датчики отличаются друг от друга конструкцией корпуса и типом чувствительного элемента. Выбор и того, и другого зависит от свойств хладагента, утечку которого необходимо обнаружить, и от требований к температуре и классу электрозащиты в помещении, где устанавливают датчик. Важным преимуществом предлагаемой системы газоанализации является высокая устойчивость против ложных срабатываний. Во многом это обеспечивается правильным выбором типа чувствительного элемента (датчика).

Рис. 1. Внешний вид датчиков системы газоанализации GD

Система газоанализации GD выпускается с чувствительными элементами четырех типов (рис. 2):

Рис. 2. Виды чувствительных элементов (электрохимический, полупроводниковый, инфракрасный, каталитический)

- Электрохимический чувствительный элемент представляет собой электроды, погруженные в электролит и закрытые с одной стороны мембраной, проницаемой для измеряемой среды. Когда газ проникает через мембрану, датчик регистрирует изменение потенциала. Такой датчик обладает очень высокой чувствительностью и «разборчивостью» по отношению к хладагентам. Его недостаток – короткий срок службы и высокая стоимость.

- Полупроводниковый чувствительный элемент меняет свое электрическое сопротивление при контакте с хладагентом. Такой датчик очень надежен, относительно недорог и имеет длительный срок службы, однако он менее чувствителен, чем электрохимический датчик. Полупроводниковые датчики оптимальны для определения утечки фреонов.

- Инфракрасный чувствительный элемент похож на лампу дневного света: он просвечивает образец газа и измеряет интенсивность света и длину световой волны. Такой датчик очень точен и практически не имеет недостатков, кроме высокой цены.
- Каталитический чувствительный элемент используется в основном для определения утечек горючих газов и при высоких концентрациях газов.

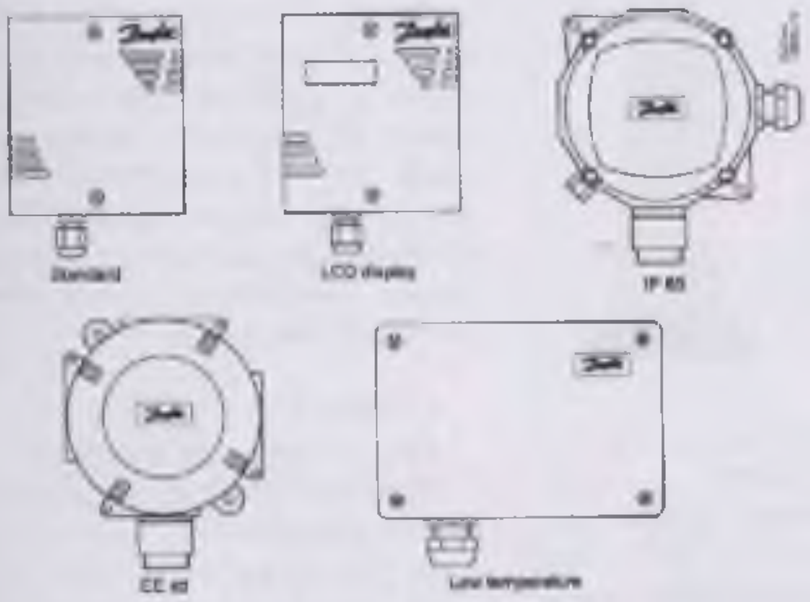


Рис. 3. Типы корпусов датчиков газоанализации

Датчики системы газоанализации GD размещают в одном из пяти типов корпусов (рис. 3): стандартный; стандартный с дисплеем; специального исполнения со степенью защиты IP65; взрывозащищенный и корпус для установки в помещениях с низкой температурой. Во всех корпусах имеется одинаковая материнская плата, на которую устанавливают плату с чувствительным элементом (рис. 4). Возможны различные комбинации корпуса и чувствительного элемента.

Рис. 4. Материнская плата с чувствительным элементом

Датчики системы газоанализации GD имеют аналоговый выход 4...20 мА, LON (RS485) и два цифровых выхода, соответствующие двум порогам срабатывания, значения которых зависят от диапазона измерения датчика и могут устанавливаться непосредственно на месте монтажа системы. К датчику подводится питание – переменный или постоянный ток напряжением 12/24 В.

При установке систем газоанализации число датчиков определяется объемом помещения, типом оборудования, а также видом хладагента. Как правило, датчики размещают либо по периметру помещения, либо возле основных элементов оборудования (компрессоров, испарителей и т. д.).

Для фреонов высота установки датчиков составляет около 300 мм от пола. Не рекомендуется располагать датчики против сильного потока воздуха (например, на выходе из испарителей).

При установке нескольких датчиков появляется возможность объединения их в систему (рис. 5). Для этого используется другой прибор компании «Данфосс» – блок мониторинга m2. Этот блок позволяет собирать данные об уровне загазованности и аварийных срабатываниях со всех датчиков системы и хранить их в течение длительного времени. При необходимости данные можно распечатать или перенести на персональный компьютер. В блоке m2 имеется пара цифровых контактов, на которые также можно вывести пороги аварийного срабатывания для включения аварийной сигнализации либо вентиляции. Общее число порогов срабатывания системы газоанализации GD с блоком m2 составляет 4.

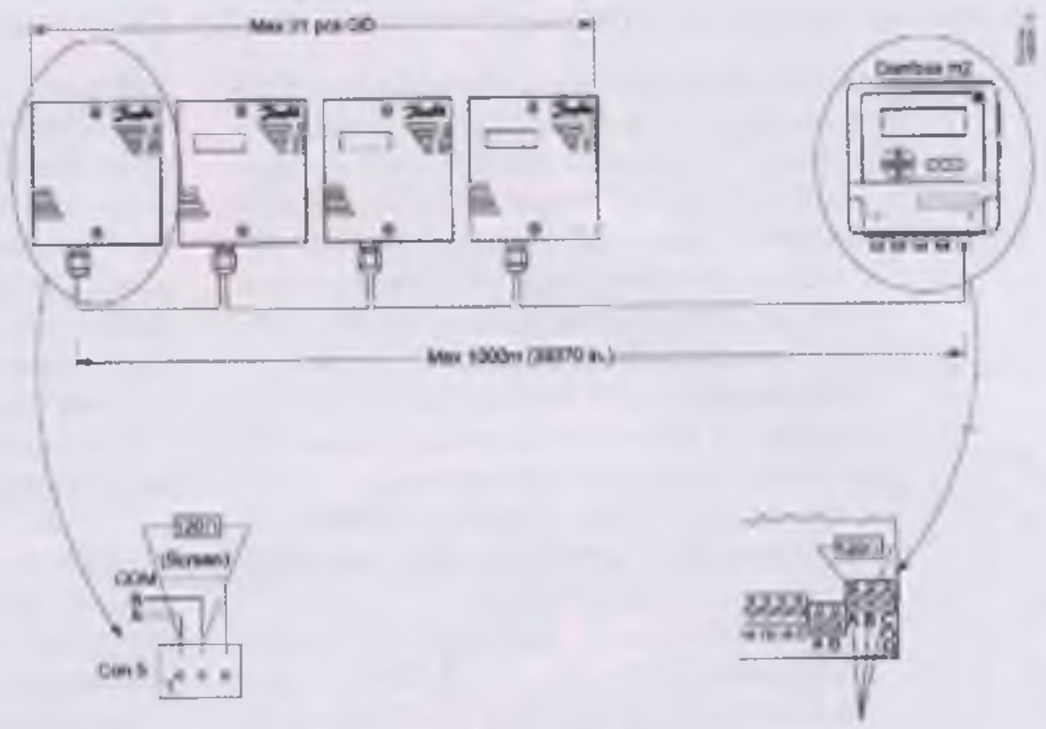


Рис. 5. Система газоанализации GD + m2

Таким образом, система газоанализации «Данфосс» позволяет обеспечить безопасность обслуживающего персонала холодильной установки, сократить эксплуатационные расходы и внести лепту в дело защиты окружающей среды.

Анатолий Михайлов,
инженер отдела холодильной техники
и кондиционирования

ЗАО «Данфосс»
127018, Москва,
ул. Полковая, 13
Тел.: (095) 792-5757
Факс: (095) 792-5760
E-mail: info@danfoss.ru
Internet: www.danfoss.ru

Филиал
194100, Санкт-Петербург,
Пироговская наб., д. 17, к. 1
Тел.. (812) 320-2099
Факс: (812) 327-8782
E-mail: Pavlov_V@danfoss.ru

Филиал
344006, Ростов-на-Дону,
проспект Соколова, 29,
офис 7
Тел.: (8632) 92-32-95
E-mail: Komarov@danfoss.ru

Филиал
620014, Екатеринбург,
ул. Антона Валека, 15,
офис 509
Тел.: (343) 365-8396
Факс: (343) 365-8385
E-mail: Holodov@danfoss.ru

Филиал
630099, Новосибирск,
ул. Советская, 37,
офис 405
Тел./факс: (3832) 22-58-60
E-mail: Efimov@danfoss.ru

Филиал
690087, Приморский край,
Владивосток,
ул. Котельникова, 2
Тел./факс: (4232) 20-45-10
E-mail: Yuferov@danfoss.ru

AF/ARMAFLEX – ЛУЧШИЙ ТЕПЛОИЗОЛЯТОР ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ

В марте 2004 г. на ключевой европейской выставке теплоизоляционных материалов ISO в немецком городе Висбадене, представлявшей 120 участников из 11 стран мира, компания ARMACELL была удостоена международной награды в области качества ISO Award 2004. Международное жюри признало теплоизоляционный материал ARMAFLEX® лучшим среди аналогов, объяснив свое решение так: "Изобретение материала ARMAFLEX® – первого гибкого изоляционного материала в мире – ознаменовало рождение целой отрасли гибкой технической теплоизоляции. ARMAFLEX® обладает превосходными техническими характеристиками, которые неизменно только улучшаются".

Сейчас теплоизоляция из вспененного синтетического каучука активно используется как в промышленности, так и в строительстве и даже в быту. Первой ласточкой на российском рынке стал родоначальник всех известных ныне марок теплоизоляции из вспененного синтетического каучука – материал *AF/Armaflex®*. Он появился в СССР более 20 лет назад, завозился мелкими партиями по внешнеторговым контрактам и только в 1993 г. с открытием представительства компании "Armstrong" в Москве начал регулярно поставляться в Россию.

Изоляционные материалы серии *Armaflex* широко известны и распространены во всем мире. Под этой торговой маркой компания ARMACELL (правопреемник теплоизоляционного отделения концерна Armstrong) производит несколько видов изоляционных материалов из вспененного синтетического каучука: *Armaflex AC®*, *AF/Armaflex®*, *HT/Armaflex®*, *NH/Armaflex®*, *SH/Armaflex®*, *Armaflex Solar®*, *Armaflex-Split®*.

Материал *AF/Armaflex®* уникален своим широким сортаментом, температурным диапазоном применения (–200...+105 °С), не имеющей аналогов надежностью. Многие объекты, изолированные этим материалом, успешно проработали 25 и более лет. Но главное его отличие – технически обоснованная толщина стенки труб, позволяющая вне зависимости от диаметра труб системы добиваться одинаковой температуры на их поверхности, а следовательно, оптимизировать энергосбережение (при использовании других материалов обычно приходится для каждого диаметра труб изолируемой системы производить отдельный расчет толщины ее стенки). Кроме того, данный материал имеет уникальные теплофизические параметры. В сертификатах, выданных независимыми авторитетными органами по сертификации MPA NRW и FIW (Германия), указаны следующие характеристики: коэффициент теплопроводности λ (0 °С) < 0,036 Вт/(м · К) и сопротивление паропроницанию μ > 7000. Каждая партия данного материала проходит контроль в заводской лаборатории и испытания независимыми институтами.

Благодаря закрыто-ячеистой структуре материалы AF *Armaflex* имеют λ (0 °С) = = 0,033 Вт/(м · К) (заключение НИИ МОСТРОЙ) и значение μ по официальному сертификату на уровне 19600, что соответствует почти трехкратному запасу прочности материала.

Другие материалы серии *Armaflex* – это высокотемпературный *HT/Armaflex®* (–50...+175 °С), *SH/Armaflex®* (–50...+105 °С) для теплозвукоизоляции санитарных систем и, конечно, *Armaflex AC®* (–50...+105 °С) – самый популярный теплоизоляционный материал благодаря своей универсальности и оптимальному соотношению цена/качество.

Теплоизоляция *Armaflex* имеет различные сферы применения. Эти материалы используются для изоляции холодильных систем и оборудования, криогенного оборудования, систем отопления и водоснабжения, воздуховодов, систем кондиционирования воздуха и во многих других областях.

Следует отметить, что ARMACELL – единственная в мире компания, производящая широкий спектр теплоизоляции как из вспененного синтетического каучука, так и из полиэтилена (известные материалы серии *Tubolit*). Это позволяет компании занимать объективную позицию, рекомендуя своим клиентам тот или иной материал.

СПРАВКА

Программа для расчета

При выборе теплоизоляции очень важно правильно рассчитать оптимальную толщину теплоизоляционного слоя. Это позволяет добиться максимального эффекта при минимальных затратах. Специалисты компании ARMACELL разработали специальную программу расчета теплоизоляции на русском языке, которая проста в обращении и не требует особых знаний или высокой компьютерной грамотности. Предназначена она в основном для проектировщиков и позволяет не только быстро рассчитать минимальную толщину теплоизоляционного слоя для предотвращения образования конденсата на его поверхности, но и просчитать основные теплофизические характеристики изоляции, построить наглядный график, а также произвести другие важные расчеты.

Тел.: (095) 956-77-93,
www.armacell.com,
www.armacell.ru,
office@armacell.ru

armacell
advanced insulation and engineered foams

THE MAKERS OF
Armaflex
Tubolit
Oka · Products

Вся продукция компании ARMACELL реализуется на территории стран СНГ через сеть официальных дистрибьюторов:

Москва (Россия)	
"Тепло Технолоджи"	(095) 777-42-32, 176-05-91, 176-16-85
"ЮкоВнешТорг"	(095) 234-30-50, 730-41-99
"Точка Росы"	(095) 937-22-61, 784-71-85, 128-98-88
С.-Петербург (Россия)	
"Тепло Изоляционные Материалы"	(812) 166-42-80, 167-15-41, 112-82-96
Астана (Казахстан) "Saulet"	+7 (3172) 32-39-48, 32-45-02
Киев (Украина) "Сивар"	+38 (044) 567-22-64/65

РАЗВИТИЕ БАНАНОВОГО БИЗНЕСА В РОССИИ

Один из самых вкусных и полезных фруктов в природе – это банан. Он очень богат витаминами. Например, по содержанию витамина С банан уступает только цитрусовым. Однако в России долгое время была неизвестна технология транспортировки, хранения и тем более дозревания этих фруктов. Еще в советские времена, когда начались первые поставки бананов в нашу страну, их перевозили и хранили в рефрижераторных вагонах, предназначенных для транспортировки овощной продукции, с соответствующими температурными условиями. В результате бананы перемораживались, а так как их привозили зелеными, то они в этих условиях не созревали, а из зеленых превращались в серые.

Со временем хранить бананы научились, но искусственно получать из зеленого банана желтый еще не умели. Поэтому в продажу бананы поступали зелеными, а созревали в домашних условиях: в темных шкафах на полках.

Когда в России стала развиваться коммерция, в том числе и фруктовый бизнес, были предприняты первые попытки продажи желтых, зрелых бананов.

Созревание бананов проводили в кустарных условиях – так называемых «парниках», состоящих из деревянного каркаса, обтянутого целлофановой пленкой, внутри которых устанавливали мощные вентиляторы для усиленной циркуляции воздуха.

Для начала созревания банану необходим первый толчок – порция газа этилена, после чего зрелый банан можно получить за 3–5 дней (без этого созревание идет долго).

Специального «банана-газа» тогда не было, в «парник» подавали чистый этилен, что было очень опасно из-за горючести и взрывоопасности.

Из «парников» бананы выходили «пережаренными», т. е. имели высокую температуру пульпы (мякоти) – до 18...21 °С. Срок хранения таких бананов не более 2 дней.

Тем не менее эти бананы пользовались спросом и хорошо реализовывались в торговой сети.

О применении холода для созревания бананов тогда в России ничего не знали.

Время шло, банановый бизнес развивался, и из придатка фруктового бизнеса он превратился в основной источник дохода для фруктовых компаний. И тогда настало время цивилизованного получения желтых бананов.

Вначале появились камеры созревания первого поколения – коробки из сэндвич-панелей с холодильным оборудованием внутри. Качество бананов по сравнению с «парниковыми» заметно улучшилось, хотя и было далеко от идеала: получались так называемые «светофоры» – бананы разного цвета в одной паллете или коробке. Стоимость камер первого поколения была невысокой, поэтому они достаточно широко распространились по территории стран СНГ.

Затем появились почти одновременно камеры второго и третьего поколений. В них упор делался на качество бананов. Так, после дозревания в камерах третьего поколения зрелые бананы могли храниться до 2 недель.

Процесс дозревания бананов в камерах состоит из трех этапов:

✓ *Подача этилена в камеру*

В течение суток камера находится «под газом», после чего проветривается. Банан получает толчок к созреванию. Температура банана в камере составляет 14...18 °С.

✓ *Усиленное охлаждение*

После газации банан начинает созревать. Причем процесс созревания длится всего несколько дней (в отличие от естественного природного созревания). При дозревании

Камера дозревания бананов 2-го поколения

Камера дозревания бананов 3-го поколения

Вариант размещения оборудования в машинном отделении

Камеры 3-го поколения с системой «Side-Wall»

Камера дозревания бананов 3-го поколения

происходит выброс большого количества тепла, которое нужно постоянно отводить. Поэтому «банановое» холодильное оборудование должно быть достаточно мощным, а воздухоохладитель иметь большую производительность по воздуху для обеспечения его хорошей циркуляции в камере.

Длительность процесса от 3 до 7 дней. Температура бананов 14...18 °С.

✓ *Хранение желтого банана*

По завершении процесса дозревания бананы хранят до момента продажи. При этом важно как можно чаще проветривать камеру, так как зрелый банан сам выделяет большое количество этилена.

Длительность хранения определяется ситуацией на рынке. Максимально возможный срок хранения 2 недели, температура хранения 13...15 °С.

Более точные значения параметров дозревания зависят от ряда причин: марки банана, климата на банановой плантации, времени года, температуры и внешнего вида поступившего банана, типа камеры дозревания, необходимого срока получения желтого банана и т. д.

Исходя из этого, оборудование должно иметь высокую холодопроизводительность, большую объемную производительность по воздуху, специальное внутреннее наполнение камеры для обеспечения циркуляции воздуха, идеальную ее герметичность во избежание утечек газа, систему вентиляции, специальный микропроцессор, управляющий процессом дозревания.

До недавнего времени в нашей стране оборудования такого класса не было, как не было компаний, занимающихся постройкой камер дозревания бананов.

Большинство камер закупалось в Европе, где на банановое оборудование существует относительная монополия. Поэтому технологичные, качественные камеры были безумно дороги, а в дешевых фирмами использовалось совершенно неподходящее оборудование, в результате чего качество реализуемых бананов оставляло желать лучшего.

Но жизнь меняется. Сейчас на рынке производства банановых камер успешно работает отечественная компания Бюро проектирования холода «Пифагор». Для холодоснабжения подобных камер используется адаптированное к эксплуатации в России оборудование немецкой компании «TEKO», специализирующейся на производстве компрессорных станций, компрессорно-конденсаторных агрегатов, компрессорно-ресиверных агрегатов, а также на поставках теплообменного оборудования. Семилетний опыт работы с оборудованием «TEKO» показал его высокую надежность и технологичность. Благодаря широкой гамме серийно поставляемых моделей имеется возможность использовать их для решения практически любых задач в области технологий хранения и дозревания бананов.

В результате удачного совмещения знаний, накопленных в области хранения и дозревания бананов компанией Бюро проектирования холода «Пифагор», и немецкого качества оборудования «TEKO» этот тандем вышел на уровень лучших европейских производителей камер для дозревания и хранения, а благодаря грамотной ценовой политике стоимость его продукции значительно ниже.

Компрессорно-ресиверный агрегат компании «TEKO»

У нас работают специалисты, занимающиеся банановыми камерами более десяти лет, прошедшие обучение и практику в Европе. При участии специалистов фирмы «Пифагор» было спроектировано и построено более ста камер дозревания бананов различной конфигурации: одно- и двухъярусных, второго и третьего поколений.

В области оборудования для дозревания бананов в России наступает новая эра – эра российских компаний – производителей камер дозревания бананов. И Бюро проектирования холода «Пифагор» – первая из них.

ООО «Бюро проектирования холода «ПИФАГОР»
115088, Россия, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 2-А
Тел./Факс: (095) 785-73-94; 786-68-00
Круглосуточная служба сервиса: (095) 505-75-64;
E-mail: pifagor@pisem.net;
Http: // www.PIFAGORBPR. ru

ПРОДАВЕЦ ХОЛОДА

Размещение холодильного агрегата с воздушным конденсатором в техническом помещении

В.В. ШИШОВ,
главный инженер компании «Фармина»

Холодильные агрегаты устанавливают в машинном или подсобном отделениях торгового зала, чтобы компрессор и конденсатор не переохлаждались в холодное время года, или когда другое решение невозможно (например, при размещении моноблоков или агрегатов непосредственно в торговом холодильном оборудовании с автономным обеспечением холодом).

Общеизвестны следующие рекомендации:

✓ объем помещения, в котором устанавливают холодильный агрегат с воздушным конденсатором, должен составлять не менее 17 м³ на 1 кВт холодопроизводительности. Если это условие невыполнимо, то помещение оборудуют системой приточно-вытяжной вентиляции производительностью по воздуху не менее 800 м³/ч на каждый киловатт холодопроизводительности машины;

✓ оборудование размещают на расстоянии не менее 1,5 м от нагревательных устройств. Оно не должно подвергаться действию прямых солнечных лучей;

✓ температура в помещении, где находится холодильное оборудование, должна быть не ниже 5°С и не выше 40 °С;

✓ для нормального доступа воздуха к воздушному конденсатору минимальное расстояние от агрегата до стены должно составлять 0,2 м;

✓ во избежание быстрого загрязнения воздушного конденсатора агрегат не рекомендуется устанавливать в пыльных помещениях и в помещениях с земляным полом;

✓ при эксплуатации следует периодически очищать от пыли поверхность воздушного конденсатора.

Очень часто холодильные агрегаты размещают в подвалах или на чердаках. При этом не учитывают, что часто в подвалах проходят отопительные трубы, выделяющие теплоту в зимний период, а современные чердаки "раскаляются" летом.

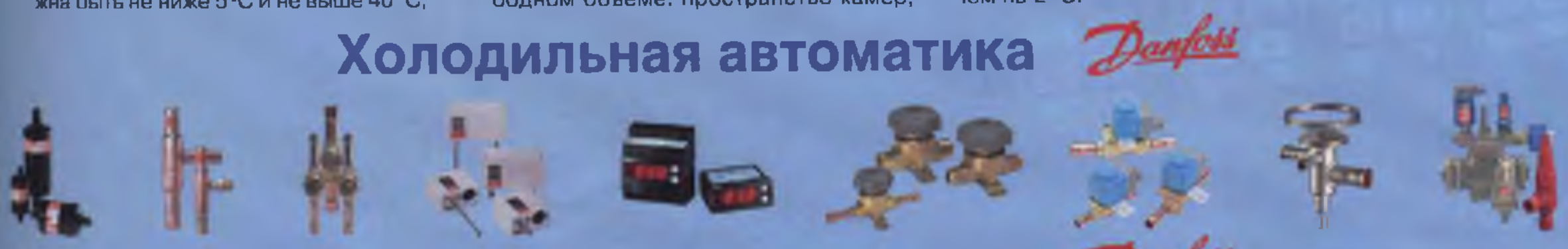
При расчете объема помещения следует учитывать расположение конденсатора. При верхнем его расположении условия работы компрессора ухудшаются, так как летом в помещении на высоте 2 м температура может быть на 5 °С и более выше, чем на уровне пола. В этих условиях требуемый объем помещения увеличивается.

Следует помнить, что речь идет о свободном объеме: пространство камер, занятое провизией, необходимо исключать из общего объема.

Нужно строго следить за достаточностью объема помещения при размещении в нем моноблоков. Очень часто в моноблоках конденсаторы имеют заниженную площадь теплообмена. В этом случае компрессоры могут отключаться из-за превышения давления при температуре поступающего к конденсатору воздуха выше 32 °С.

Проверить соответствие объема помещения размещенному холодильному агрегату довольно просто: во время работы замеряют температуру воздуха, поступающего к конденсатору. Эта температура не должна превышать 40 °С, а лучше 32 °С.

Часто механики, обслуживающие прилавки с автономным холодоснабжением, сталкиваются с проблемой перегрева компрессора. Это происходит при неправильной вентиляции машинного отделения (недостаточно вентиляционных отверстий или они неправильно расположены). Горячий воздух после конденсатора не должен застаиваться в машинном отделении: температура в нем не должна превышать температуру в торговом зале более чем на 2 °С.



Компания «Фармина»
101000, Москва, Сретенский бульвар, 6/1
Тел.: (095) 926-83-82, 195-85-03,
924-39-53, 195-86-03
Факс: (095) 928-31-54
Internet: www.farmina.ru
E-mail: info@farmina.ru

Представительства:
г. Санкт-Петербург, тел.: (812) 534-10-49, 534-38-09
г. Екатеринбург, тел.: (343) 339-95-70
г. Волгоград, тел.: (8442) 97-32-64, 97-86-28
г. Казань, тел.: (8432) 70-72-60

ХОЛОДНЫЙ РАСЧЁТ

РЕАЛЬНЫЙ УСПЕХ

ЛУЧШИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- компрессоры
- агрегаты
- холодильные машины
- испарители
- воздухоохладители
- котлы пищеварочные

ХОЛОДМАШ

150061, Ярославль, ул. Громова, 9
тел: (0852) 55•22•55, 57•57•24
e-mail: holod@median.ru
URL: holod.median.ru

Особенности монтажа и технического обслуживания холодильных машин с герметичными компрессорами производства Ярославского ОАО «Холодмаш»

Структурная гидравлическая схема холодильной установки *(рис. 1).* Холодопроизводительность установки на базе герметичного компрессора ПГС-4 составляет 4 кВт .

В состав холодильной машины входят: холодильный агрегат, воздухоохладители, приборы автоматики и регулирования, трубопроводы и шкаф управления.

Пары фреона из воздухоохладителя (испарителя) *ВО*, пройдя отделитель жидкости *ОЖ*, сжимаются в компрессоре *КМ*, затем конденсируются и переохлаждаются в конденсаторе *КД*, после чего жидкий фреон поступает в ресивер *Р* и через фильтр-осушитель *ФО*, соленоидный клапан *КС* и индикатор влажности *ИВ* попадает в терморегулирующий вентиль *ТРВ*, где дросселируется и направляется в воздухоохладитель *ВО*.

При достижении заданного температурного режима в охлаждаемом помещении (камере) датчик температуры дает импульс на закрытие соленоидного клапана *КС*, при этом компрессор и вентиляторные узлы конденсатора *ВК* и воздухоохладителей *ВВ* продолжают работать. При падении давления до 0...0,1 бар реле низкого давления *Р1* отключает холодильную машину. Дифференциал должен быть настроен на включение машины при подъеме давления не выше 1 бар для низкотемпературных и не выше 2 бар для среднетемпературных машин. Регулятор давления *РД* осуществляет как защиту компрессора от глубокого разрежения, так и (совместно с соленоидным клапаном) обеспечивает удаление фреона из испарительной системы. Если этих мер недостаточно и фреон перетекает со стороны нагнетания на сторону всасывания, дополнительно на выходе из компрессора перед конденсатором устанавливают обратный клапан *КО*.

Отделитель жидкости, обратный и соленоидный клапаны, а также электронагреватель *ЭНК* предназначены для защиты компрессора от натекания жидкого хладагента в картер.

Наличие жидкого хладагента в картере компрессора неблагоприятно сказывается на сроке его службы, понижает вязкость масла, способствует его вымы-

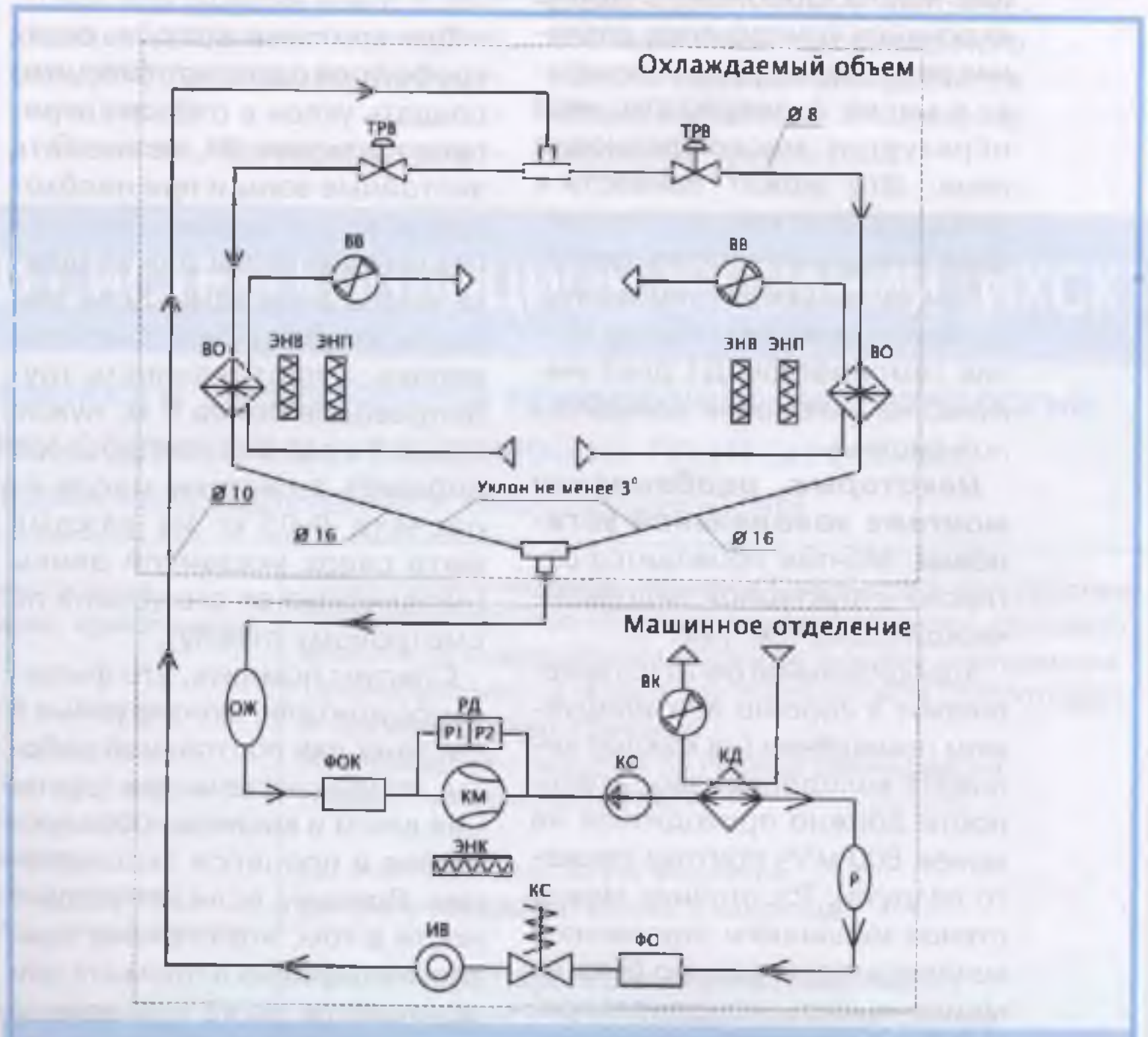


Рис. 1. Структурная гидравлическая схема холодильной установки: КМ – компрессор; ОЖ – отделитель жидкости; КД – конденсатор; ФО – фильтр-осушитель; ТРВ – терморегулирующие вентили; РД – датчик-реле давления; ИВ – индикатор влажности; ФОК – фильтр-осушитель кислотный; ВВ – вентиляторы воздухоохладителей; ВК – вентилятор конденсатора; Р – ресивер; ВО – воздухоохладители; КС – клапан соленоидный; КО – клапан обратный; ЭНВ – электронагреватели воздухоохладителей; ЭНП – электронагреватели поддонов; ЭНК – электронагреватель компрессора

ванию из пар трения и создает условия для интенсивного уноса масла, особенно при малом объеме картера, как у компрессоров ПГС-3 и ПГС-4.

Жидкий хладагент может поступать в компрессор при остановке холодильной системы, оттайке горячими парами и электрооттайке.

После отключения компрессора давление в системе выравнивается и фреон начинает конденсироваться в самых холодных участках холодильной системы. По истечении некоторого времени весь хладагент, находящийся в системе, может перетечь в компрессор.

При этом происходит насыщение масла фреоном, а после включения компрессора давление резко падает, фреон закипает в масле, в результате чего образуется маслофреоновая пена. Это может привести к уносу масла из кожуха компрессора и гидравлическому удару.

При повышении температуры в охлаждаемом объеме датчик температуры ДТ дает импульс на включение холодильной системы.

Некоторые особенности монтажа холодильной установки. Монтаж проводится согласно структурной гидравлической схеме (см. рис. 1).

Холодильный агрегат устанавливают в хорошо вентилируемом помещении (на каждый киловатт холодопроизводительности должно приходиться не менее 800 м^3/ч притока свежего воздуха). Расстояние между стеной машинного отделения и конденсатором должно быть не менее высоты конденсатора. Необходимо, чтобы поток воздуха беспрепятственно проходил через конденсатор в компрессор. Температура в машинном отделении не должна превышать 32 °С. Агрегат нельзя подвергать прямому воздействию лучистой энергии.

Рис. 2. Износ и разрыв шатуна

При монтаже всасывающих трубопроводов необходимо создать уклон в сторону агрегата не менее 3°, исключить застойные зоны и при необходимости установить маслоподъемные петли для возврата масла в систему. Если емкость холодильной системы велика, а протяженность трубопроводов более 6 м, нужно после 1 ч работы компрессора добавить в систему масло из расчета 0,05 кг на каждый метр сверх указанной длины (независимо от его уровня по смотровому стеклу).

Следует помнить, что фильтры-осушители, монтируемые в систему для постоянной работы, предназначены для удаления влаги и кислоты, образующейся в процессе эксплуатации. Поэтому, если нет уверенности в том, что система тщательно осушена и промыта при монтаже (а также при замене компрессора), необходимо использовать технологические фильтры-осушители, которые устанавливают на строго ограниченное время для осушки и нейтрализации кислоты и задержки продуктов разложения лаковой изоляции и парафинообразных продуктов, выделяющихся при "грязном" сгорании электродвигателя компрессора. Через несколько дней работы технологический фильтр-осушитель следует удалить и установить штатные фильтры-осушители, в том числе фильтр антикислотный *ФОК* (см. рис. 1).

После завершения всех операций, в том числе осушки и ва-

Рис. 3. Нагар на клапанах

Рис. 4. Сгорание статора

Рис. 5. Омеднение деталей

куумирования, систему включают в работу.

Невыполнение хотя бы одного из вышеуказанных требований может привести к поломке компрессора. Это и подтверждает анализ дефектов вышедших из строя компрессоров как отечественного, так и импортного производства:

✓*Повышенный износ и заклинивание.* Причиной повышенного износа пар трения и даже разрыва шатуна (рис. 2) является недостаточное количество смазочного масла, грязь в масле или превращение его в гель. Последнее может произойти в результате смешивания разных типов масел при замене компрессора в системе.

✓ *Потери холодопроизводительности.* Этот дефект возникает из-за нагара на клапанах (рис. 3) вследствие их перегрева при высоких температуре и давлении нагнетания. Причиной является засорение капиллярной трубки или *ТРВ*, а также недостаточное количество хладагента.

Перегрев компрессора может произойти из-за подачи фреона с повышенной температурой на всасывание, наличия воздуха в системе или если мощность компрессора не соответствует конденсатору и испарителю, а также при нарушении правил эксплуатации (повышена температура окружающего воздуха, загрязнен конденсатор).

✓ *Сгорание электродвигателя.* Это также результат перегрева или наличия влаги в системе, образования кислот, разрушения лакового слоя изоляции (рис. 4).

При этом, как правило, происходит омеднение деталей (рис. 5). Наличие влаги в системе – результат плохого вакуумирования и осушки.

✓ *Слом всасывающего клапана, пробой прокладки.* Гидравлический удар происходит в результате попадания жидкого хладагента на всасывание компрессора и в полость сжатия. Это вызывает слом всасывающего клапана, пробой прокладки.

Разрушенные осколки, как правило, попадают в зазор между цилиндром и поршнем, происходят задиры и заклинивание, возможна поломка шатуна.

Поэтому при правильных эксплуатации и монтаже (тщательно промытая и просушенная система, удален воздух, достаточное количество заправленного масла и т.д.) всех этих дефектов можно избежать и компрессор прослужит долгие годы.

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ (ИХСК)

Московского государственного университета прикладной биотехнологии
осуществляет прием студентов и слушателей на платной основе
по следующим направлениям и специальностям

• *Направление 651200.* Энергомашиностроение (**специальность 101700 «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование»**).

Срок обучения – 6 лет, форма обучения – заочная.

• *Направление 653300.* Эксплуатация наземного транспорта [специальность 230100 «Эксплуатация и обслуживание транспортных и технологических машин и оборудования» (**холодильные установки, оборудование и системы кондиционирования**)].
Срок обучения – 6 лет, форма обучения – очно-заочная (субботняя) и заочная.

• *Направление 552700.* Энергомашиностроение (бакалавры).
Срок обучения – 5 лет, форма обучения – очно-заочная (субботняя) и заочная.

Подготовка специалистов, имеющих высшее или среднее профессиональное образование (по профилю), осуществляется по сокращенным образовательным программам.
Срок обучения – 3–4 года при очно-заочной (субботней) и заочной формах обучения.
Иногородним студентам на период сдачи сессии предоставляется общежитие.

По окончании института выдается **диплом государственного образца**.

Занятия ведут высококвалифицированные преподаватели – профессора и доценты, авторы современных учебников по холодильной технике.
Студенты обеспечиваются учебно-методической литературой.

Вступительные испытания (собеседование) проводятся в сентябре 2004 г.
Начало занятий – октябрь.

Телефоны для справок: (095) 277-0343; 277-0722. Факс: (095) 277-0343

multiplaz

Результаты практического применения портативного плазменного сварочного аппарата «Мультиплаз-2500»

Канд. техн. наук **Ю.М. ЕРМИШИН**

Многочисленные публикации об аппарате «Мультиплаз-2500», которые до настоящего времени появлялись в различных изданиях, носили научно-популярный характер.

В этой статье мы знакомим читателей с результатами пробной эксплуатации портативного многофункционального плазменного сварочного аппарата «Мультиплаз-2500» на ремонтно-эксплуатационных предприятиях № 1 и № 4 Химкинского района Московской области.

С использованием этого аппарата были выполнены следующие работы:

✓ резка сталей марок Ст.3 и Ст.20, серого чугуна, высоколегированных сталей, керамических и асбоцементных плит толщиной до 8 мм;

✓ сварка сталей марок Ст.3, Ст.20 и серого чугуна толщиной до 8 мм.

В качестве рабочей жидкости для резки использовали обычную воду из системы центрального водоснабжения. Установленное сопло с диаметром отверстия 1 мм обеспечивало скорость истечения газоплазменной струи до 200...220 м/с при температуре ~8000 °С, что гарантирует качественную резку различных материалов толщиной до 10 мм.

Для сварки применяли растворы спиртов (этилового, пропилового, бутилового и т.п.) с концентрацией ~45%. При этом в горелку устанавливали сопло с диаметром отверстия 2...2,4 мм, что обеспечивает мягкий факел необходимого качества. В процессах сварки использовали присадочную проволоку СВ-08 и СВ-08Г2С.

Анализ результатов проведенных работ показал, что плазменный сварочный аппарат «Мультиплаз-2500» позволяет решить практически все проблемы указанных предприятий, связанные со сваркой и резкой различных материалов.

При резке сталей Ст.3 и Ст.20 толщиной 2 мм скорость резки составила 0,4 м/мин; при толщине 4 мм – 0,2 м/мин.

Очевидно, что резка с помощью аппарата «Мультиплаз-2500» является достаточно высокопроизводительной. При хорошем качестве ширина реза в обоих случаях была порядка 1,2...1,5 мм.

Большое преимущество состоит в возможности резки практически любых материалов – как металлов, так и неметаллов (сталей, в том числе и нержавеющих, чугуна, цветных металлов, керамической плитки, асбоцементных плит и т.д.), что невозможно при газовой резке.

Высокие температура и концентрация тепловой энергии в газоплазменной струе позволяют существенно увеличить скорость сварки, уменьшить зону термического влияния и практически исключить тепловые деформации, характерные для газовой сварки.

Сварку изделий из чугуна производят без предварительного нагрева с использованием присадочной проволоки СВ-08Г2С.

Сварка оцинкованных трубопроводов характеризуется узкой зоной сгорания цинка.

Полная взрывобезопасность и экологическая чистота рабочего процесса позволяют эксплуатировать аппарат в жилых и подвальных помещениях, в колодцах и т.п.

Как отмечается в отзыве о выполненных работах, применение аппарата «Мультиплаз-2500» дает возможность:

• снизить обычно высокие накладные расходы, связанные с

использованием газобаллонного оборудования и закупкой газов;

✓ быстро и без усилий доставить аппарат к месту проведения работ (масса аппарата ~6,5 кг, он умещается в небольшой наплечной сумке);

✓ увеличить производительность труда ремонтной бригады в 3–5 раз (если бригада из 2–3 человек с обычным газобаллонным аппаратом успевает выполнить работу по 3–4 вызовам за смену, то с аппаратом «Мультиплаз-2500» бригада из 1–2 человек за то же время обслуживает 12–15 точек).

По результатам проведенных работ был сделан вывод о возможности эффективной замены традиционного сварочного оборудования аппаратом «Мультиплаз-2500» для проведения соответствующих работ ремонтно-эксплуатационными предприятиями ЖКХ.

Главные преимущества плазматрона «Мультиплаз-2500» по сравнению с традиционными сварочными аппаратами таковы:

✓ многофункциональность (сварка, пайкосварка, пайка, резка, термообработка);

✓ наличие режимов косвенной и прямой дуги;

✓ полная электровзрывопожаробезопасность;

✓ абсолютная экологическая чистота рабочего процесса;

✓ высокая температура в факеле (до 8000 °С);

✓ возможность резки любого земного материала (!);

✓ высокая точечная концентрация энергии в рабочей зоне;

✓ маленькая зона термического влияния;

✓ возможность сварки «на воздухе» некоторых сортов нержавеющей стали, сплавов алюминия и чугуна (без термоподготовки обычной присадкой типа СВ-08, СВ-08Г2С);

✓ высокое качество сварного шва;

✓ высокое качество соединений, полученных методами пайки и пайкосварки;

✓ питание от бытовой электросети (220 В, 50 Гц);

✓ абсолютная общедоступность рабочей жидкости (вода или спиртовая смесь);

✓ малые габаритные размеры (размещается в наплечной сумке);

✓ маленькая масса (6,5 кг).

Таким образом, мировая практика сварочных технологий и их аппаратурного оформления обогатилась уникальным многофункциональным портативным плазменным сварочным аппаратом «Мультиплаз-2500»!

Цена аппарата 39 900 рублей.

Москва, отдел продаж,
125212, Москва,
Ленинградское ш., д.34, корп.1
Тел.: (095) 150-5304, 150-0509
Факс: (095) 156-4307
E-mail: sales2@multiplaz.ru
www.multiplaz.ru

ДИЛЕРЫ В РЕГИОНАХ

РОССИЯ

г. Санкт-Петербург,
Тел. (812) 259-92-32
(812) 259-15-92

г. Саратов,
Тел. (8452) 23-68-37
(8452) 23-56-57
(8452) 23-96-81

г.Казань,
Тел (917) 393-15-50
Тел./факс (8432) 92-45-90

г. Ростов-на-Дону
Тел.(8632)75-87-15

г. Оренбург,
Тел. (3532) 65-89-82
(3532) 29-24-21

г. Ставрополь,
Тел. (8652) 56-33-47
(8652) 23-05-57

г. Новосибирск,
Тел. (3832) 34-43-46
(3832) 32-40-68

г. Хабаровск,
Тел. (812) 542-07-53
(4212) 25-07-53
Тел./факс (4212) 70-27-24

г. Красноярск,
Тел. (3912) 34-89-77
(3912) 60-54-86

г. Каменск-Уральский,
Тел. (3439) 32-91-31
Тел./факс (3439) 39-99-22
(3439) 33-38-87

г. Иркутск,
Тел. (3952) 22-43-33
(3952) 68-05-68

г. Архангельск,
Тел. (921) 720-12-22
(8182) 62-57-26

г. Барнаул,
Тел./факс (385-2) 45-05-05
(385-2) 45-05-04

г. Липецк,
Тел. (0742) 28-37-62
(0742) 28-37-73

г. Орел,
Тел. (0862) 77-79-56
Факс: (0862) 43-80-40

г. Смоленск,
Тел./факс (0812) 33-96-01
(0812) 33-32-80

г. Нижневартовск,
Тел. (3466) 24-50-89
Факс (3466) 24-17-10

г. Тюмень,
Тел./факс (3452) 21-48-96,
21-21-07, 21-48-03

г. Уфа,
Тел. (3472) 74-61-16
Факс (3472) 36-23-09

г. Уфа,
Тел. (9272) 301-058
Тел./факс (3472)36-39-
(3472) 36-3973

г. Владивосток,
Тел. (4232) 26-12-85
(4232) 28-56-99

г. Нижний Новгород,
Тел./факс (8312) 65-16-44
(8312) 65-
-61

г. Таганрог,
Тел. (8634) 38-30-21
(8634) 36-22-69

г. Краснодар,
Тел. (8612) 43-30-92

г. Екатеринбург,
Тел. (343) 376-95-02

г. Южно-Сахалинск
Тел. (4242) 72-40-45
(4242) 72-13-96

г. Пермь
Тел. (3422) 44-53-17
(902) 790-06-02

г. Самара
Тел./факс (8462) 33-58-79
(8462) 33-69-05

БЕЛАРУСЬ
г. Минск,
Тел. 8-0296-592-387
Факс (17) 230-80-56

ЛИТВА
г.Вильнюс,
Тел. (698) 46-494,
(699) 81-924, (5) 234-60-30

УКРАИНА
г. Киев,
Тел. (044) 237-68-68
Тел./факс (044) 244-57-67

г. Кривой Рог,
Тел. (0564) 92-28-10,
(0564) 92-28-02

г. Харьков,
Тел./факс (057) 701-36-07

КАЗАХСТАН
г. Караганда
Тел./факс (3212) 47-50-90
(300) 544-53-36
(300) 599-97-84

Группа Компаний «ТермоКул» предлагает Вашему вниманию первую книгу из цикла справочников по проектированию и эксплуатации систем вентиляции, кондиционирования воздуха и холодоснабжения - **«Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке»**

Сборник предназначен для широкого круга специалистов, объединенных общей задачей создать на основе климатического оборудования, предлагаемого на российском рынке, наиболее эффективные и оптимальные по стоимости системы вентиляции и кондиционирования в помещениях общественных зданий различного назначения, правильно наладить и эксплуатировать эти системы.

Материалы справочника построены по классическому образцу определения теплового и воздушного баланса помещений на основе I-d диаграммы влажного воздуха и содержат обширный справочный материал для расчета систем вентиляции и кондиционирования воздуха, рассредоточенным по многочисленным техническим изданиям.

Компания «ТермоКул» и авторы сборника выражают надежду, что их труд будет востребован и станет настольной книгой для специалистов в области климатической техники.

ТермоКул
Группа Компаний

Центральный офис
Россия, 129344, Москва, ул. Енисейская, 2
Тел. (095) 105-34-76, факс (095) 105-34-75
E-mail: sale@thermocool.ru
http://www.thermocool.ru

Начиная с этого номера, в нашем журнале будут публиковаться отдельные главы (17, 11, 26) указанного выше справочника, изданного Группой Компаний "Термокул" в 2004 г. Материал печатается без изменений.

Системы вентиляции и кондиционирования

Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке

Глава 17

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА В ЗДАНИЯХ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ (ЛПУ)

Функциональные и медико-технологические особенности лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), рост внутрибольничных инфекций, близкое взаиморасположение в объеме одного здания помещений с различными категориями чистоты, приводящее к переносу вредностей между палатами, секциями, отделениями и этажами за счет потоков перетекающего воздуха, наличие ослабленного контингента больных – факторы, которые следует учитывать при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Таблица 17.1

Классификация помещений ЛПУ по категориям чистоты

Категория чистоты	Наименование помещения
ОЧ	Операционные, операционные-диализационные, послеоперационные палаты, роловые палаты, палаты на 1 и 2 койки для ожоговых больных, палаты для новорожденных, недоношенных, травмированных детей, палата интенсивной терапии, реанимационные залы, рентгеноперационные, барокамеры
Ч	Палаты для взрослых больных, палаты для родильниц и рожениц, манипуляционные для новорожденных, предродовые палаты, предоперационные, палаты для детей негрудного возраста, палаты на 3-4 койки для ожоговых больных, малые операционные, стерилизационные при операционных асептического отделения, припалатные шлюзы, активные шлюзы с подпором воздуха при входе в секции отделений, наркозные, палаты для больных гипотиреозом, палаты для больных тиреотоксикозом, кабинеты врачей, комнаты персонала, помещение для сцеживания грудного молока для кормления, комнаты для детей в возрасте до одного года, процедурные, перевязочные, смотровые, помещения для прививок, кабинеты иглотерапии, приемно-смотровые боксы, фильтры, помещения выписки родильниц, облучения детей кварцевыми лампами, комнаты отдыха для больных, пользующихся процедурами водолечения и грязелечения, регистратура, справочная, вестибюль, гардероб, помещения приема передач, ожидания
Г	Палаты для туберкулезных больных, палаты инфекционного отделения, палаты ВИЧ-инфицированных и иммунодефицитных больных, боксы, полубоксы, предбоксы инфекционного отделения, стерилизационные септического отделения. Шлюзы при боксах и полубоксах инфекционного отделения, помещения приема и выписки, гардероб, вестибюль септических отделений. Операционная, предоперационная, предродовая, родовая, наркозная, стерилизационная, палата интенсивной терапии, палата для новорожденных, недоношенных и травмированных детей обсервационного отделения родильного дома. Помещения для санобработки, душевые, клизменные, санитарные узлы, умывальные, помещения для мытья и стерилизации суден, клеенок, мытья и сушки клеенок, сортировки и временного хранения белья и твердых отходов, кладовые кислот и дезинфицирующих средств, помещений мойки носилок и помещения для обработки перчаток, мытья и стерилизации столовой посуды, кладовые хозяйственного инвентаря. Вещей больных, инструментов, запасов медикаментов, аптечные комнаты, приемные и "грязные" отделения дезинфицирующих камер. Помещения рентгеновских кабинетов, радиологического, паталогоанатомического отделений, фотолаборатория. Помещения грязелечения, сероводородных ванн и хранения реактивов, лаборатории. Помещения для производства анализов, лестничные клетки, лифтовые шахты, мусоропроводы
Г-1	Помещения "грязных" отделений (гинекологического, туберкулезного, гнойной хирургии, травматологического, урологического, и т.д.): операционные, предоперационные. Наркозные, стерилизационные, аппаратные, реанимационные залы, палаты интенсивной терапии, малые операционные, процедурные, перевязочные Помещения обсервационного отделения родильного дома: родовая, операционная, наркозная, стерилизационная, предродовая, палата интенсивной терапии, палаты для новорожденных детей. Манипуляционные детские, процедурные, смотровые
Г-2	Инфекционные палаты, боксы, полубоксы, палаты иммунодефицитных больных, палаты рожениц, матерей. Новорожденных детей обсервационного отделения

17.1. Категории чистоты помещений ЛПУ

При проектировании вентиляции в зданиях ЛПУ следует учитывать классификацию помещений по категориям чистоты: ОЧ – очень чистые, Ч – чистые и Г – грязные. В соответствии с нормами* к категории ОЧ отнесены помещения с особыми требованиями к обеспечению в них стерильной среды: все виды операционных, предоперационные, наркозные, палаты интенсивной терапии и реанимации, послеоперационные, родовые, предродовые палаты, палаты для ожоговых больных, новорожденных, недоношенных и травмированных детей.

К категории Ч отнесены помещения, в которых отсутствуют запахи, пары, влаговыделения и тепловыделения, которые создают необходимость устройства местных отсосов и подачи чистого воздуха в двукратном объеме; нет микробных загрязнений, способных вызвать вспышки внутрибольничных инфекций, а концентрация вредных примесей не превышает предельно допустимых значений.

К категории Г отнесены помещения, в которых может присутствовать хотя бы один вид вредных примесей, недопустимый для помещений категорий ОЧ и Ч.

Среди помещений категории Г следует выделить группу помещений, которые являются грязными для чистых помещений, но в то же время чистыми по отношению к некоторым помещениям своей категории (категория Г-1). Пример: помещения операционного бло-

** Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. – М.: Стройиздат, 1982. – 213 с.*

Таблица 17.2

Категории чистоты помещений лабораторий

№ п/п	Категория чистоты	Наименование лабораторий
1	Г	Клиническая для исследования мочи и кала
2		Биохимическая для исследования мочи
3		Микробиологическая для срочных анализов приемных отделений, отделений хронического гемодиализа, реанимации и интенсивной терапии
4		
5		Аллергологическая
6		Приготовления растворов сероводорода и радона
7		Гистологических исследований
8		Дозиметрии биологических сред
9	Ч	Гематологические
10		Биохимические крови
11		Серологические
12		Цитологические
13		Срочных анализов при операционных блоках
14		Эндокринологическая
15		Радиометрии
16		Дозиметрии
17		Контактных линз и глазного протезирования
18		Предварительных анализов
19		Пищевых молочных кухонь

ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Таблица 17.3

Классификация чистых помещений по федеральному стандарту FS 209D

Класс чистоты	Число частиц в 1 куб. футе				
	Больше или равно 0,1 мкм	Больше или равно 0,2 мкм	Больше или равно 0,3 мкм	Больше или равно 0,5 мкм	Больше или равно 5,0 мкм
1	35	7,5	3	1	н/о
10	350	75	30	10	н/о
100	н/о	750	300	100	н/о
1000	н/о	н/о	н/о	1000	7
10 000	н/о	н/о	н/о	10 000	70
100 000	н/о	н/о	н/о	100 000	700

Таблица 17.4

Классификация чистых помещений по федеральному стандарту США FS 209E

Предельно допустимые значения концентрации частиц										
Обозначение класса		Больше или равно 0,1 мкм		Больше или равно 0,2 мкм		Больше или равно 0,3 мкм		Больше или равно 0,5 мкм		Больше или равно 5 мкм	
		Единицы объема		Единицы объема		Единицы объема		Единицы объема		Единицы объема	
СИ	англ. сист.	куб. м	куб. фут	куб. м	куб. фут	куб. м	куб. фут	куб. м	куб. фут	куб. м	куб. фут
M 1		350	9,91	75,7	2,14	30,9	0,875	10,0	0,283	-	-
M 1,5	1	1240	35,0	265	7,50	106	3,00	35,3	1,00	-	-
M 2		3500	99,1	757	21,4	309	8,75	100	2,83	-	-
M 2,5	10	12 400	350	2650	75,0	1060	30,0	353	10,0	-	-
M 3		35 000	991	7570	214	3090	87,5	1000	28,3	-	-
M 3,5	100	-	-	26 500	750	10 600	300	3530	100	-	-
M 4		-	-	75 700	2140	30 900	875	10 000	283	-	-
M 4,5	1000	-	-	-	-	-	-	35 300	1000	247	7,00
M 5		-	-	-	-	-	-	100 000	2830	618	17,5
M 5,5	10 000	-	-	-	-	-	-	353 000	10 000	2470	70,0
M 6		-	-	-	-	-	-	1 000 000	28 300	6180	175
M 6,5	10 0000	-	-	-	-	-	-	3 350 000	100 000	24 700	700
M 7		-	-	-	-	-	-	10 000 000	283 000	61 800	1750

Таблица 17.5

Классификация чистых помещений и чистых зон по ISO 14644-1

Предельно допустимая концентрация частиц (частиц/м³ воздуха), размер которых равен или превышает указанный в таблице						
Класс по ISO	Больше или равно 0,1 мкм	Больше или равно 0,2 мкм	Больше или равно 0,3 мкм	Больше или равно 0,5 мкм	Больше или равно 1 мкм	Больше или равно 5,0 мкм
ISO 1	10	2				
ISO 2	100	24	10	4		
ISO 3	1000	23,7	102	35		
ISO 4	10 000	2370	1020	352	83	
ISO 5	100 000	23 700	10 200	3520	832	29
ISO 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8320	293
ISO 7				325 000	83 200	2930
ISO 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO 9				35 200 000	8 320 000	293 000

ка (категория Г-1) являются "очень чистыми" по отношению к помещениям палат своего отделения, но "грязными" по отношению к помещениям таких "чистых" отделений, как хирургия, терапия или офтальмология.

Также среди помещений категории Г есть группа так называемых "защищаемых" помещений, которые, являясь "грязными", должны быть защищены от перетекания в них воздуха из других "грязных" помещений (категория Г-2). Пример: палаты инфекционного отделения "грязные" по отношению к другим помещениям, но должны быть защищены от попадания в них воздуха из смежных палат или других помещений (табл. 17.1).

Классификация лабораторных помещений по степени их относительной чистоты приведена в табл. 17.2.

Примечание: лаборатории категории Г должны оборудоваться местными отсосами – вытяжными шкафами, перчаточными боксами и т.д.

Коридоры в зданиях с механической вентиляцией в стерильных и палатных отделениях следует рассматривать как "чистые" помещения.

Категория "очень чистое" или "особо чистое" помещение, принятая по отечественным нормам*, соответствует категории "чистое" помещение стандарта ISO 14644-1. Термин "чистое" помещение в настоящее время имеет специальное значение и согласно стандарту ISO 14644-1, разработанному Международной организацией стандартизации (ISO), чистое помещение (clean room) – это помещение, в котором контролируется счетная концентрация аэрозольных частиц и которое построено и используется так, чтобы свести к минимуму поступление, генерацию и накопление частиц внутри помещения, и в котором при необходимости контролируются другие параметры, например температура, влажность и давление.

В медицинской сфере к "чистым" помещениям кроме операционных и перечисленных выше помещений следует относить помещения, в которых производятся лекарственные средства в стерильных условиях.

Таблица 17.6

Соответствие классов по FS 209 и ISO 14644-1

Класс по 14644-1	Класс 3	Класс 4	Класс 5	Класс 6	Класс 7	Класс 8
Класс по 209	Класс 1	Класс 10	Класс 100	Класс 1000	Класс 10 000	Класс 100 000

"Чистые" помещения классифицируют в зависимости от чистоты воздуха.

Ранняя версия классификации находилась в основе федерального стандарта США 209. Его заменил стандарт 209D, затем последний вариант 209E, на смену которому пришел международный стандарт ISO 14644-1, принятый всеми странами Европейского сообщества, а теперь на него переходят и остальные страны.

Класс чистоты по стандарту 209D определяется путем измерения числа частиц диаметром 0,5 мкм и более в одном кубическом футе (1 куб. фут соответствует 28,3 л) воздуха в помещении и его сопоставления с верхним пределом для соответствующего класса.

В федеральном стандарте 209E концентрация частиц выражена в метрических единицах, то есть в числе частиц в 1 м^3, а класс определяется как логарифм концентрации частиц размером 0,5 мкм в 1 м^3 воздуха. Например, для помещения класса M 3 предельная концентрация частиц размером 0,5 мкм составляет 1000/м^3. Логарифм 1000 равен 3, что и соответствует значению присваиваемого класса (табл. 17.4).

Стандарт ISO 14644-1 "Классификация чистоты помещений" содержит классы и значения предельных концентраций частиц аэрозолей в чистом помещении. Эта классификация соотносится с классификацией по FS 209. Если концентрацию частиц в 1 м^3 из стандарта ISO разделить на 35,2, то получится концентрация в 1 куб. футе. Соответствующий класс по FS 209 находится в табл. 17.5 в колонке 0,5 мкм. Так, класс 5 по ISO эквивалентен классу 100 или M 3,5 по FS 209.

Для "чистых" помещений фармацевтической отрасли существуют собственные стандарты, разработанные Европейским союзом и США. Самый последний из них – "Руководство Европейского союза по надлежащей практике производства" – EU GGMP (Guide to Good Manufacturing Practice). Для производства асептической (стерильной) продукции медицинского назначения установлено четыре класса аэрозольного загрязнения воздуха (табл. 17.7).

Помещения классов чистоты A и B предназначены для производства стерильных лекарственных средств. Производство нестерильных лекарственных средств должно осуществляться в помещениях классов чистоты C и D. При этом предусматривается нормирование содержания жизнеспособных микроорганизмов в воздухе, нормирование содержания механических частиц, как правило, не предусматривается. В помещениях класса чистоты D при производстве стерильных лекарственных средств допускается не более 200 жизнеспособных микроорганизмов в 1 м^3 воздуха, в помещениях класса D производства нестерильных лекарственных средств – не более 500.

Таблица 17.7

Классификация чистых помещений в соответствии с EU GGMP

	Предельно допустимая концентрация частиц в 1 м^3 воздуха, размер которых равен или превышает указанный в таблице			
	в оснащенном состоянии		в функционирующем состоянии	
Класс	0,5 мкм	5 мкм	0,5 мкм	5 мкм
A	3500	0	3500	0
B	3500	0	350 000	2000
C	350 000	2000	3 500 000	20 000
D	3 500 000	20 000	не определено	не определено

Таблица 17.8

Примеры классов чистых помещений, необходимых для различных процессов

Класс	Примеры продукции, подвергающейся конечной стерилизации
A	Разлив продуктов при необычно высоком риске
C	Подготовка растворов при необычно высоком риске. Разлив продуктов
D	Подготовка растворов и компонентов для последующего разлива
Класс	Примеры процессов для продуктов, производимых асептически
A	Асептическая подготовка и разлив
C	Подготовка растворов, подвергающихся дальнейшей фильтрации
D	Работа с компонентами после мойки

Примеры производственных операций, требующих определенного класса чистоты, приведены в таблице 17.8.

В соответствии с нормативом по пищевым и лекарственным продуктам "Food and Drug Administration (FDA) США следует выделять два типа зон асептического производства, которые имеют особое значение для качества лекарственного вещества:

1) "критическая зона" – где стерилизованная готовая форма, контейнеры и крышки соприкасаются с окружающей средой и процессы, осуществляемые в этой зоне, включают действия с указанными материалами и продуктами до и во время разлива или укупорки;

2) "контролируемая зона" – зона, где контролируются условия окружающей среды, где производится подготовка нестерилизованных продуктов, смешение компонентов и где компоненты, полупродукты, лекарственные средства и соприкасающиеся с ними поверхности оборудования, контейнеры и крышки контактируют с окружающей средой.

Воздух в "критической зоне" должен соответствовать по чистоте классу 100, воздух в "контролируемой зоне" – классу 100 000.

В помещениях операционных за критическую зону следует принимать пространство, где размещаются операционный стол и персонал; за контролируемую зону – все остальное пространство.

Из Бюллетеня МИХ

КОНДЕНСАЦИЯ ХЛАДАГЕНТОВ ВНУТРИ ГЛАДКИХ ТРУБ

В статье приведена новая программа для расчета коэффициента теплоотдачи и падения давления при конденсации хладагентов внутри гладких труб при работе машины на чистых фреонах или их смесях. Программа основана на изучении моделей потоков, образующихся в процессе конденсации.

Коэффициенты теплоотдачи получены для конденсации R22, R134a, R125, R32, R236ea, R407C и R410A в гладкой трубе с внутренним диаметром 8 мм.

A.Cavallini, G.Censi, D.Del Coll et al. // HVAC&R Res., US, 2002.10, vol. 8, № 4. 429–451. БМИХ, 2003, № 4, с. 51.

КОНДЕНСАЦИЯ СМЕСИ R134a И ЭФИРНОГО МАСЛА ВНУТРИ ТРУБЫ

Проведено сравнительное исследование коэффициентов теплоотдачи при конденсации в гладкой трубе чистого хладагента R134a и его смеси со смазочным маслом "Castrol icematik sw" на базе синтетического полиэфира, обычно используемым для смазки компрессоров.

В диапазоне температур насыщения хладагента R134a (35...45 °С) были проанализированы две смеси с концентрацией масла 2 и 5 % по массе. Расход хладагента и смесей точно поддерживали равным 1 г/с. Экспериментально оценивали влияние паросодержания, скорости потока, температуры насыщения и разности температур между хладагентом и стенкой трубы на коэффициент теплоотдачи. Затем экспериментальные данные сравнивали с полученными при расчетах по существующим моделям. В результате были разработаны две новые эмпирические модели для прогнозирования коэффициента теплоотдачи в двухфазной среде при конденсации для чистого хладагента R134a и его смеси с маслом.

R.Bassi, P.K.Bansal // Int. J. Refrig., GB, 2003.06, vol. 26, № 4, 402–409. БМИХ, 2003, № 4, с. 52.

ПАДЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ВСЛЕДСТВИЕ ТРЕНИЯ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ХЛАДАГЕНТОВ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБАХ С МИКРООРЕБРЕНИЕМ

Приведено обстоятельное сравнение восьми ранее предложенных аналитических зависимостей с имеющимися экспериментальными данными по падению давления вследствие трения при конденсации хладагентов в горизонтальных трубах со спиральным микрооребрением.

Сравнивали расчетные и экспериментальные данные для семи хладагентов (R11, R123, R134a, R22, R32, R125 и R410A) и восьми вариантов труб при массовой скорости потока 78...459 кг/(м²·с).

Внутренний диаметр труб у основания ребра 6,41...8,91 мм; высота ребра 0,15...0,24 мм, шаг ребра 0,34...0,53 мм, а угол спирали 13...20°.

Выявлено наиболее точное аналитическое выражение, описывающее падение давления в трубах, – это уравнение, предложенное Гото и др.

H.S.Wang, J.W.Rose, H.Honda // Int. J. Refrig., GB, 2003.06, vol. 26, № 4, 461–472. БМИХ, 2003, № 4, с. 52–53.

КОНДЕНСАЦИЯ R404A В УСЛОВИЯХ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ПОТОКА ВНУТРИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ГЛАДКИХ ТРУБ, ТРУБ С МИКРООРЕБРЕНИЕМ И ТРУБ С ПЕРЕКРЕСТНОЙ НАСЕЧКОЙ

В опытах изменяли концентрацию полиэфирного смазочного масла в хладагенте в диапазоне 0–4 %. Испытания проводили при средних температурах конденсации 40 °С. Пар поступал в трубу в состоянии насыщения. Удельный массовый расход составлял 200...6[illegible] кг/(м²·с), а объемная плотность теплового потока, которая становилась равной 0 на выходе, изменялась в пределах 5...45 кВт/м³.

По сравнению с гладкой трубой теплоотдача улучшалась

ПРОМЫШЛЕННОЕ И ТОРГОВОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
Закрытое акционерное общество ИНФРОСТ
INFROST
МЫ ПРЕДЛАГАЕМ РЕШЕНИЯ!
КАМЕРЫ ДОЗАРИВАНИЯ БАНАНОВ
■ Проектирование
■ Поставка оборудования
■ Общестроительные и строительно-монтажные работы
ОТ ПРОЕКТА ДО СДАЧИ "ПОД КЛЮЧ"!
DORIN
BITZER
aspera
LU-VE CONTARDO
Danfoss
elwell
Тел./факс: (095) 787 0841
400 7649
http://www.infrost.ru
e-mail: info@infrost.ru
Дмитровское шоссе, 116, стр. 2
МЫ ОТВЕЧАЕМ ЗА СВОИ РЕШЕНИЯ!
Лицензировано

в 1,8–2,4 раза как для труб с микрооребрением, так и с перекрестными бороздками. Большие значения теплоотдачи соответствовали большим массовым расходам для труб с перекрестной насечкой и меньшим массовым расходам для труб с микрооребрением. Теплоотдача возрастала с повышением концентрации масла до 2 %. При более высоких концентрациях масла теплоотдача снижалась, особенно при высоких массовых потоках, причем трубы с перекрестной насечкой были менее чувствительны к загрязнению маслом.

С ростом концентрации масла от 0 до 4 % падение давления возрастало приблизительно на 25 %.

Результаты экспериментов сравнивали с рассчитанными по зависимостям, имеющимся в литературе. Для практического использования были предложены модифицированные математические выражения для коэффициента теплоотдачи при конденсации.

C.A.Infante Ferreira, T.A.Newell, J.C.Chato, et al. // Int. J. Refrig., GB, 2003.06, vol. 26, № 4, 433–441. БМИХ, 2003, № 4, с. 54.

ТЕПЛООТДАЧА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ R410A ВНУТРИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБ С ВНУТРЕННИМИ КАНАВКАМИ

Определяли коэффициенты теплоотдачи при конденсации R410A и R22 внутри пяти различных видов горизонтальных труб наружным диаметром около 8 мм с внутренними спиральными канавками и канавками в форме "селедочной кости".

Для измерения местных коэффициентов теплоотдачи опытная секция была разделена на 10 частей по 1 м. Испытания проводили при следующих условиях: удельный массовый расход хладагента 130...400 кг/(м^3·с) для обоих хладагентов; давление пара 2,41 МПа для R410A и 1,53 МПа для R22.

Как для R410A, так и для R22 местные коэффициенты теплоотдачи в трубах с канавками в форме "селедочной кости" почти в 2 раза выше, чем в трубах со спиральными канавками.

Результаты исследований хорошо описываются полученными другими авторами зависимостями и эмпирическим уравнением, предложенным авторами.

M.Goto, N.Inque, R.Yonemoto // Int. J. Refrig., GB. 2003.06, vol. 26, № 4, 410–416. БМИХ, 2003, № 4, с. 54.

ЗАПРАВКА ХЛАДАГЕНТОМ, ПАДЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И ТЕПЛООТДАЧА ПРИ КОНДЕНСАЦИИ В ПЛОСКИХ ТРУБАХ

Горизонтальные медные трубы диаметром приблизительно 9 мм, гладкие и с микрооребрением, превращали в плоские, чтобы определить изменения, происходящие при этом с характеристиками потока.

Исследовали хладагенты R134a и R410A в диапазоне массовых скоростей 75...400 кг/(м^2·с) и при изменении паросодержания в пределах 10–80 %. Результаты показывают, что в этих условиях можно значительно уменьшить заправку хладагентом. Падение давления и коэффициент теплоотдачи в плоских трубах выше, чем в круглых. Наилучшие результаты по теплоотдаче показали уплощенные трубы со спиральным оребрением (угол спирали 18°). Увеличение теплоотдачи гладких труб и труб с осевым микрооребрением было одинаковым.

M.J. Wilson, T.A. Newell, J.C.Chato, et al. // Int. J. Refrig., GB, 2003.06, vol. 26, № 4, 442–451. БМИХ, 2003, № 4, с. 54–55.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ УМЕНЬШЕНИИ РАСХОДА МАСЛА В АММИАЧНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Масло, уносимое потоком аммиака в систему, оседает внутри испарителей и конденсаторов, что снижает теплоотдачу и вызывает падение давления всасывания, повышение температуры конденсации и увеличение времени работы и энергопотребления компрессоров. Одна из компаний решила использовать гидратированное масло и высокоэффективный маслоотделитель. Эти меры привели к тому, что концентрация масла в паре, нагнетаемом компрессором, стала ниже 3 ppm. Это не только существенно экономит электроэнергию, но и значительно снижает расход масла.

Koude Luchtbehandel., NL, 2002.12; vol. 95, № 12, 28–30. БМИХ, 2003, № 4, с. 55.

ПРОВЕРКА РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДООХЛАДИТЕЛЕЙ

Хорошо известный метод общего теплового баланса широко используется для проверки рабочих характеристик водоохлаждающих машин на месте их установки. В условиях, когда в воду могут попасть загрязнения, недостаточная точность расходомеров воды делает этот метод ненадежным. Тогда характеристики должны быть проверены посредством подтверждающих измерений в закрытом контуре хладагента, где меньше вероятность загрязнения.

Описан точный метод выполнения такой процедуры для больших машин. Приведен пример, иллюстрирующий этот метод.

M.Bailey-McEwan // In. J. Refrig., GB, 2003.05, vol. 26, № 3, 275–283. БМИХ, 2003, № 4, с. 55.

X Международный симпозиум «ПОТРЕБИТЕЛИ–ПРОИЗВОДИТЕЛИ КОМПРЕССОРОВ И КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ-2004»

В десятый раз собрались в этом году в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете (СПбГПУ) специалисты в области производства и эксплуатации компрессорного оборудования для обсуждения широкого круга проблем, затрагивающих обе категории участников. Как и на предшествующих симпозиумах, приоритет был отдан интересам конечных потребителей, среди которых такие гиганты индустрии, как крупнейший мировой потребитель компрессоров ОАО "Газпром", являющийся генеральным спонсором симпозиума, организации, занимающиеся добычей, транспортировкой и переработкой газа, крупные химические и металлургические предприятия.

Организатором, как всегда, стала кафедра компрессорной, вакуумной и холодильной техники СПбГПУ. Поддержку в проведении симпозиума оказали администрация университета, Ассоциация компрессорщиков и пневматиков, Международная академия холода.

В работе симпозиума, проходившего с 26 по 28 мая 2004 г., приняли активное участие 143 специалиста из 88 организаций 46 городов России, Белоруссии, Украины, Австрии, Великобритании, Германии, Литвы, Польши, США, Франции, Швейцарии и Японии.

На пленарных заседаниях симпозиума было заслушано и обсуждено 15 докладов. В соответствии с приоритетами симпозиума в основном уделялось внимание разработке и эксплуатации современных компрессоров, отвечающих требованиям потребителей. Докладчиками выступили специалисты из ОАО "Казанькомпрессормаш" и ЗАО "НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа" (Казань); ОАО "Сумское НПО им. М.В. Фрунзе", ОА "Грейс" (г. Сумы, Украина); ООО "ВНИИгаз", ОАО "Газпром" (Москва); ОАО "Дальэнергомаш" (Хабаровск); ОАО "Кировский завод", ЗАО "Барренс" (С.-Петербург); ОАО "ППО "Искра" (Пермь).

Несколько докладов было сделано представителями таких известных на рынке компрессорного оборудования зарубежных фирм, как Siemens (Германия), MAN TURBO (Швейцария), Ariel (США), Mitsubishi Heavy Industries (Япония).

Дальнейшая работа симпозиума проходила на заседаниях двух секций. Были рассмотрены и обсуждены 18 докладов.

На секции "Опыт эксплуатации" были представлены доклады о результатах работы передвижной компрессорной азотной станции при освоении нефтяных скважин (ОАО "Уралкомпрессор" и НК "Юкос"), автомобильных газонаполнительных станций на базе поршневых компрессоров без смазки цилиндров и уплотнений штоков (ОАО "Кировский завод" и ЗАО "Барренс") и др. Было уделено внимание вопросам диагностики неисправностей клапанов поршневых компрессоров и системе мониторинга состояния поршневых и центробежных компрессоров (НПЦ "Динамика", Омск и ОАО "Лукойл-Волгограднефтепереработка").

Новые компрессорные установки со встроенными адсорбционными осушителями сжатого воздуха представила фирма "Атлас-Копко".

Доклад М.В. Головина, А.Е. Попова, Д.Л. Славуцкого (ОАО "ВНИИхолодмаш-Холдинг") и Ю.Г. Мутовина (ООО "ВНИИгаз") был посвящен выбору параметров холодильного турбокомпрессорного агрегата для станции охлаждения природного газа до –2 °С перед его транспортировкой на месторождении "Песцовое". Для конкретных условий эксплуатации на этом месторождении был предложен пропановый холодильный компрессор с приводом от газотурбинного двигателя мощностью 4 МВт (без редуктора).

На секции "Новое в компрессорной технике" рассматривались вопросы модернизации компрессорного оборудования (ОАО "Кировский завод" и ООО "Лентрансгаз"; ОАО "Триз" и ОАО "Укрнафта", Украина), разработки отечественных торцевых газодинамических уплотнений для центробежных компрессоров (ЗАО "НИИтурбокомпрессор", ГОУ КГТУ, Казань); оптимизации клапанов поршневых компрессоров (CPI, Великобритания и Taurus Ltd, Польша) и др.

Результаты оценки энергетической эффективности типоразмерного ряда холодильных центробежных компрессоров холодопроизводительностью 20...80 кВт со встроенным высокочастотным электроприводом, охлаждаемым парами хладагента, при работе компрессоров в цикле холодильной машины с однократным дросселированием были приведены в докладе И.Я. Сухомлинова, М.В. Головина, О.М. Таганцева (ОАО "ВНИИхолодмаш-Холдинг") и Б.С. Бабакина (МГУ ПБ).

С конструкцией и характеристиками спирального компрессора для систем кондиционирования воздуха специального назначения ознакомили слушателей Д.Г. Криницкий и Н.Г. Бурданов (ОАО "ВНИИхолодмаш-Холдинг").

Все представленные на симпозиуме доклады вызвали живой интерес и стали предметом заинтересованных дискуссий как во время заседаний, так и в неформальной обстановке.

Участникам симпозиума была также предоставлена возможность посетить с экскурсией г. Гатчину.