

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1912 г. Москва

Выходил под названиями:

1912 - 1917 - "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1924 - "Холодильное и боенское дело"

1936 - "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

"Холодильная промышленность"

"ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА"

"Холодильная техника"

# Холодильная техника

9 • 2003

Kholodilnaya Tekhnika

## В НОМЕРЕ:

## IN ISSUE:

### .XI МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО ХОЛОДУ

### НАУКА И ТЕХНИКА

Кириллов Н.Г. Холодильные машины  
Стирлинга: особенности, области  
применения и тенденции развития  
отечественных технологий

ГЕА ГРАССО  
Поршневые компрессоры фирмы  
Grasso

ХИМХОЛОДСЕРВИС  
Сурков С.В., Товарас Н.В., Хоменко С.В.,  
Лобов О.В. Новый блок комплексной  
автоматики ПУМ-2000

LEDERLE-HERMETIC  
Герметичные центробежные насосы  
компании HERMETIC-Pumpen GmbH

КРИОТЕК  
Жемойдо С.В. Комплексная автомати-  
зация холодильных установок с  
применением компьютерных мони-  
торинговых систем

ЙОРК ИНТЕРНЭШНЛ  
Центральные кондиционеры и  
приточно-вытяжные установки York

ЭЙРКУЛ  
Тепловые насосы

ФАБС  
Ахметзянов М.Т., Лазарев А.Г. Холо-  
дильные установки с промежуточным  
хладоносителем

ТЕРМОКОУЛ  
Термокул представляет: ADAP-KOOL –  
надежный помощник в эксплуатации  
холодильного оборудования

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Продукция, прошедшая сертифика-  
цию в НП «СЦ НАСТХОЛ» в августе  
2003 г.

### ДЛЯ ПРАКТИКОВ

Бабакин Б.С., Выгодин В.А., Плещанов С.А.  
Основные возможные неисправности  
спиральных компрессоров

МУЛЬТИПЛАЗ  
Многофункциональный малогабарит-  
ный плазменный аппарат для пайки,  
пайкосяварки, сварки и резки

### ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!

Владимиру Яковлевичу Янюку  
70 лет

### В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ ХОЛОДА

Из Бюллетеня МИХ

2 XXI INTERNATIONAL CONGRESS  
OF REFRIGERATION

### SCIENCE AND TECHNIQUE

Kirillov N.G. Stirling refrigerating  
machines: peculiarities, fields of  
application and trends in development  
of domestic technologies

10 GEA GRASSO  
Reciprocating compressors of Grasso  
company

12 KHMOKHOLODSERVICE  
Surkov S.V., Tovaras N.V., Khomenko  
S.V., Lobov O.V. New block of complex  
automation PUM-2000

16 LEDERLE-HERMETIC  
Hermetic centrifugal pumps of  
HERMETIC-Pumpen GmbH

20 CRYOTECH  
Zhemoido S.V. Complex automation  
of refrigerating installations with the  
use of computer monitoring system

26 YORK INTERNATIONAL  
Central air conditioners and plenum-  
exhaust installations of York

29 AIRCOOL  
Heat pumps

30 FABS  
Akhmetzyanov M.T., Lazarev A.G.  
Refrigerating installations with  
intermediate coolant

34 THERMOCOOL  
Thermocool presents: Adap-Kool –  
reliable assistant in operation of  
refrigeration equipment

### STANDARDISATION AND CERTIFICATION

38 Products having passed certification at  
NP «СЦ НАСТХОЛ» in August of the  
year 2003

### ASSISTANCE TO PRACTICAL WORKER

40 Babakin B.S., Vygodin V.A., Pleshakov  
S.A. Main possible faults of scroll  
compressors

44 MULTIPLAZ  
Multifunctional small-size plasma  
apparatus for soldering, soldering-  
welding, welding and cutting

### CONGRATULATIONS ON JUBILEE!

47 Vladimir Yakovlevich Yanyuk  
is 70 years old

### AT INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION

49 From Bulletin of IIR



# XXI МЕЖДУНАРОДНЫЙ



С 17 по 23 августа 2003 г. в Вашингтоне (США) состоялся очередной XXI Международный конгресс по холоду, проведенный Международным институтом холода (МИХ) совместно с Американским национальным комитетом МИХ под девизом «Холод для блага человечества». Организационные спонсоры конгресса: Американский институт холода и кондиционирования воздуха (ARI), Американская ассоциация инженеров отопления, охлаждения, вентиляции и кондиционирования воздуха (ASHRAE), Международный институт по проблемам охлаждения с применением аммиака (IIAR), Национальный институт стандартов и технологий (NIST), Департамент сельского хозяйства США (USDA), Департамент по энергетике США. Спонсорами от промышленного сектора выступили американские и международные компании и институты: Carrier Corporation, Danfoss, York International Corporation, McQuay, Evapco Inc., York Refrigeration, Intertek Testing Services, Technibel, Termo King Corporation, Trane Company. В работе конгресса приняли участие около 800 делегатов из 54 стран мира, в том числе 10 представителей России. Всего на конгрессе было зарегистрировано 424 доклада по тематике 10 научно-технических комиссий МИХ (криофизика, криогеника; сжижение и разделение газов; термодинамика и процессы теплопереноса; холодильное машиностроение; криобиология, криомедицина; пищевая наука и технология; холодильное хранение; холодильный транспорт; кондиционирование воздуха; тепловые насосы и регенерация энергии). От Российского национального комитета по сотрудничеству с МИХ в программу конгресса были включены 10 докладов.

Техническая программа конгресса отражала следующие направления в холодильной науке и технике:

- достижения в газоразделении и криогенике;
- новые хладагенты и энергосберегающие процессы в новых холодильных технологиях;
- новые хладагенты, новые системы и система интеграция;
- достижения в понимании механизмов естественного и искусственного замораживания и повреждения биоматериалов при охлаждении;
- холод для сохранения качества и защиты от порчи пищевых продуктов;
- холод для сохранения хорошего качества пищевых продуктов и безопасности их потребления;
- защита пищевых продуктов от порчи и сохранение их качества при транспортировке;
- техника микроклимата;
- энергосберегающие системы тепло- и ходоснабжения зданий.

Было заслушано 6 пленарных докладов по тематике:

- исследования в области сверхнизких температур – д-р Уильям Филлипс, лауреат Нобелевской премии 1997 г. в области физики (Национальный институт по стандартам и технологиям, США);

➤ безопасность и эффективность питания растущего населения планеты – д-р Эльза А. Муррано (Департамент по проблемам безопасности сельскохозяйственных продуктов, США);

➤ прошлое, настоящее и будущее хладагентов – Ф. Пирсон (Великобритания);

➤ вклад МИХ в использование холода на благо человечества – Франсуа Бийяр (директор МИХ, Франция);

➤ проблемы холодильного обеспечения Международной космической станции – Дэвид Хербек (Управление космическими полетами, NASA);

➤ роль холодильной промышленности и холода в целом для человечества, его развития – Уильям Саттон (президент Института по кондиционированию воздуха и охлаждению, США). Этот доклад был прочитан на банкете, где вручались премии МИХ.

Начиная с конгресса в Сиднее (Австралия), стало традицией представлять по каждой теме установочные (keynote) доклады, предваряющие последующие выступления. Всего было сделано 10 установочных докладов.

➤ Криогеника и разделение сжиженных природных газов на службе человечества – В.Ф. Касл (Великобритания).

➤ Процессы тепломассопереноса, новые жид-

# КОНГРЕСС ПО ХОЛОДУ

кости и газы и современная холодильная промышленность – **Д. Горенфло** (Германия).

► Обеспечение безопасности и качества пищевых продуктов при перевозках – **Дж. Паноццо** (Италия).

► Значение понимания механизмов повреждения при замораживании и криохранение банков клеток и тканей – **П. Меричка** (Чехия).

► Холод в пищевой холодильной цепи – **Р. П. Валлорт** (США).

► Криогеника как ключ к передовой науке и технологиям – **П. Лебрен** (Швейцария).

► Роль холода в сохранении качества растительных пищевых продуктов и безопасности их использования – **Ф. Артес Калеро** (Испания).

► Кондиционирование воздуха и охлаждение в эпоху распределения – **Я. Хванг** (США).

► Энергоэффективные системы отопления и охлаждения для зданий – **Х. Халозан** (Австрия).

► Внедрение стандарта 90.1 ASHRAE – **Дж. Р. де Бюлле** (США).

Для молодых специалистов – участников конгресса были организованы краткие курсы-лекции по различным темам – бесшумное оборудование для холодильного транспорта, охлаждение электронного оборудования, регенерация энергии в криогеннике, безопасность при работе с криогенными жидкостями, основные холодильные циклы, повышение энергоэффективности в холодильной промышленности, сохранность качества пищевых продуктов при транспортировке, новые требования к уровню квалификации техников, методы тестирования оборудования для холодильного транспорта, новые методы регулирования влажности с помощью твердых поглотителей влаги (в системах кондиционирования воздуха), достижения в области использования холодильных систем в супермаркетах.

Участникам конгресса были предложены технические экскурсии в Национальный институт стандартов и технологий (NIST), где специалисты могли увидеть оборудование для исследований двухфазного потока, современные системы моделирования процессов, камеры тестирования теплообменников и др.; на один из самых крупных заводов по производству винтовых компрессоров York Refrigeration/Frick в Уэлсборо

(Пенсильвания); на крупный холодильник-распределитель в Ландовере и завод по производству теплообменного холодильного оборудования в Тайнитауне (Мэриленд), в ветеринарную лечебницу Национального зоопарка в Вашингтоне, где состоялась пресс-конференция по проблемам сохранения биоразнообразия животного мира планеты. При посещении регентства Хайят на Капитолийском холме делегаты имели возможность ознакомиться с современной централизованной системой кондиционирования воздуха, использующей водоохладители с центрифугированием, аккумуляцию тепла, низкотемпературную систему распределения воздуха.

В ходе конгресса состоялись заседания руководящих органов МИХ: Генеральной конференции, Исполнительного комитета, Научного совета.

В заседании Генеральной конференции стран – членов МИХ приняли участие представители российской делегации: проф. **В. А. Выгодин**, делегат России в Исполкоме МИХ, президент ОАО РТПК «Росмясомолторг»; проф. **Б. С. Бабакин**, член комиссии В1 МИХ, декан Московского государственного университета прикладной биотехнологии, **Н. И. Комарова**, генеральный секретарь Российского национального комитета по сотрудничеству с МИХ.

Были заслушаны отчетные доклады президентов Научного совета, Исполнительного комитета и директора МИХ о деятельности организации в 1999 – 2003 гг. О выполнении стратегического плана развития на 1999 – 2003 гг. и рекомендациях на будущее доложил директор МИХ **Франсуа Бийяр**. Он отметил необходимость работы администрации МИХ по созданию в каждой стране – члене МИХ национального комитета по сотрудничеству с Институтом.

На конференции было утверждено новое название Научного совета – *Совет по науке и технологиям*.

На Генеральной конференции состоялись также выборы президента Генеральной конференции, президента и вице-президентов Исполнительного комитета, президента и вице-президентов Научного совета, президентов комиссий на 2003 – 2007 гг.

Президентом Генеральной конференции избран проф. **Эрик Гранрид** (Швейцария).

Президентом Исполнительного комитета стал проф. **Хенк ван дер Ри** (Нидерланды).

Вице-президентами Исполнительного комитета избраны:

проф. **В.А Выгодин** (Российская Федерация);

проф. **Андрэ Пилатт** (Бельгия);

проф. **Арнэ Бредсен** (Норвегия);

г-н **Пан Кью Ченг** (КНР);

г-н **Филипп Мбессе Боломики** (Камерун).

Президентом Научного совета избран **Роберт Хип** (Великобритания).

Вице-президентами Научного совета стали:

Секция А (криогеника) – д-р техн. наук **В.Л. Бондаренко** (Российская Федерация, МГТУ им. Н.Э. Баумана).

Секция В (термодинамика и машиностроение) – **К. Ватанабэ** (Япония).

Секция С (биология, пищевая наука и здравоохранение) – **Д. Клеланд** (Новая Зеландия).

Секция D (холодильное хранение, холодильный транспорт) – **Ван дер Слуис** (Нидерланды).

Секция Е (кондиционирование воздуха и регенерация энергии) – **Джеральд Грофф** (США).

Прерогатива Генеральной конференции – установление членского взноса в МИХ на последующие 4 года. По единогласному решению делегатов расчет взноса стран – членов МИХ остается таким же, как и в предыдущие годы, т.е. увеличивается только на процент инфляции в странах, где МИХ расходует свои основные средства (Франция и Бельгия).

На заседании Исполнительного комитета состоялось назначение вице-президентов научно-технических комиссий и избрание почетных членов МИХ.

Вице-президентами комиссий от Российской Федерации назначены:

комиссия В1 – д-р техн. наук, проф. **О.Б. Цветков** (Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий);

комиссия С1 – канд. биол. наук **В.И. Ананьев** (Межведомственная ихтиологическая комиссия).

Почетными членами МИХ стали:

**Артес Калеро** (Испания)

**Уолтер Касл** (Великобритания)

**Эндрю Клеланд** (Новая Зеландия)

**Павел Меричка** (Чехия)

**Питер Новак** (Словакия).

Представителями от Исполкома в Административном комитете назначены **Д. Колон** (Франция),

**М. Менцер** (США), **А.Пилатт** (Бельгия).

На Исполкоме были приняты скорректированный бюджет на 2003 г. и предварительный бюджет на 2004 г.

Исполком избрал нового директора МИХ. Им стал **Дидье Колон** (Франция).

На конгрессе были проведены рабочие заседания всех 10 научно-технических комиссий МИХ, на которых обсуждались планы работы до 2007 г. Основное внимание на заседаниях было уделено изданию нового словаря по холоду, так как это касается всех комиссий. Была отмечена работа российской группы по переизданию словаря (проф. **О.Б. Цветков**, проф. **А.М. Архаров**, канд. техн. наук **И.А. Архаров**, **Н.И. Комарова**).

Также была отмечена работа групп по ледяной шуге (руководитель **Питер Эгольф**), по переизданию "Красной книги по пищевым продуктам" (руководитель **Лейф Бегх Соренсен**), по кондиционированию воздуха в автомобилях (руководитель **Габриэль Халлер**).

Традиция МИХ – вручать на очередном конгрессе премии и медали за заслуги в области холодильной науки, техники и технологии.

На XXI конгрессе наград МИХ были удостоены следующие ученые и специалисты: медаль им. Густава Лоренцена была вручена **С. Форбсу Пирсону** (Великобритания), медаль за заслуги в области науки и технологии – **П. Домански** (США).

Молодые исследователи были удостоены следующих наград:

им. Петра Капицы – **Таuno Кнууттила** (Финляндия)

им. Алексиса Карела – **Эрик Маркуардт** (США)

им. Кларенса Бердси – **Браэн Фрайк** (США)

им. Карла фон Линде – **Йонглин Ю** (Китай)

им. Джеймса Джоуля – **Трэвис Хортон** (США)

им. Джеймса Харрисона – **Дэвид Таннер** (Австралия)

им. Уилиса Каррье – **Игорь Крайчи** (Словакия)

Почетной медалью МИХ награждены **Рэй Коэн** (США) и **Лино Маттароло** (Италия)

Конгресс проходил в деловой дружеской атмосфере. Делегаты имели возможность общаться в неофициальной обстановке. Конгресс по холоду – это место встречи старых друзей, возможность обрести новых. Организаторы конгресса сделали все возможное, чтобы гости чувствовали себя как дома.

**Следующий XXII Международный конгресс по холоду состоится с 21 по 27 августа 2007 г. в Пекине (КНР).**

**Н.И. КОМАРОВА**

# ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ СТИРЛИНГА: ОСОБЕННОСТИ, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Канд. техн. наук **Н.Г. КИРИЛЛОВ**

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского

*Созданная за последнее столетие руками человека система искусственного охлаждения оказывает на окружающую среду значительное негативное воздействие. Основными проявлениями этого воздействия стали всеобщие проблемы XXI в. (уменьшение озонового слоя Земли, усиление «парникового эффекта», глобальное потепление и т.д.), требующие срочного решения.*

*Одними из заслуживающих внимания способов решения этих проблем являются альтернативные парокомпрессионному способы получения холода: абсорбционные, воздушные, солнцеиспользующие холодильные машины, машины на основе цикла Стирлинга и др.*

## Особенности машин

### Стирлинга

Производство и использование холодильных машин Стирлинга для умеренного холода являются одним из перспективных направлений развития холодильной техники в XXI в., что обусловлено экологической чистотой применяемых рабочих веществ и высокой эффективностью цикла Стирлинга [5].

Принципиальные особенности этих холодильных машин – совмещение в одном устройстве процессов сжатия и расширения рабочего вещества, теплообмена между его прямым и обратными потоками, а также внешнего теплообмена с охлаждаемым объектом и с окружающей средой – обуславливают их компактность и высокую термодинамическую эффективность.

Холодильные машины Стирлинга экологически чистые: в качестве рабочего вещества в них могут использоваться гелий, азот, водород и воздух, полностью безвредные для окружающей среды, что позволяет удовлетворять самым жестким требованиям Монреальского и Киотского протоколов.

Термодинамический цикл Стирлинга был предложен в 1816 г. шотландцем Робертом Стирлингом. С середины XIX в. словосочетание “машина Стирлинга” стало широ-

ко употребляться как в классической термодинамике, так и в бытовом обиходе. Машины Стирлинга работают по замкнутому термодинамическому циклу, в котором циклические процессы сжатия и расширения происходят при различных уровнях температур, а управление потоком рабочего вещества осуществляется путем изменения его объема.

Цикл Стирлинга состоит из двух изотерм и двух изохор. Наличие изотермических процессов определяет равенство термодинамической эффективности идеального цикла Стирлинга и цикла Карно [4].

Особенности машин Стирлинга:

- нестационарность (во времени) параметров рабочего вещества в каждой точке системы. Практически это означает, что машина Стирлинга, рабочие полости которой заключены в едином объеме, неизбежно должна быть машиной с периодическим чередованием объемов сжатия и расширения, т.е. поршневой машиной. Ввиду этого преимущественные области применения таких машин – малые и средние мощности;

- работа только на газообразном рабочем веществе. Чтобы размеры машин при заданной мощности были приемлемы, а внешний и внутренний теплообмен рабочего вещества в этих условиях проходил

*In the article of the review nature the peculiarities of refrigerating machines based on Stirling cycle are considered as well as their benefits, possibility of use in the technique of moderate refrigeration, experience of use in cryogenic engineering and for development of heat pumps. Current level and prospects of development and use of a domestic refrigerating Stirling machine are considered.*

достаточно эффективно, давление в машине должно быть существенно выше атмосферного. По тем же причинам рабочее вещество должно иметь малую вязкость, возможно большие теплопроводность и теплоемкость, мало зависящие от давления (иначе возникнут большие собственные потери в регенераторе вследствие различных тепловых эквивалентов теплообменяющихся потоков);

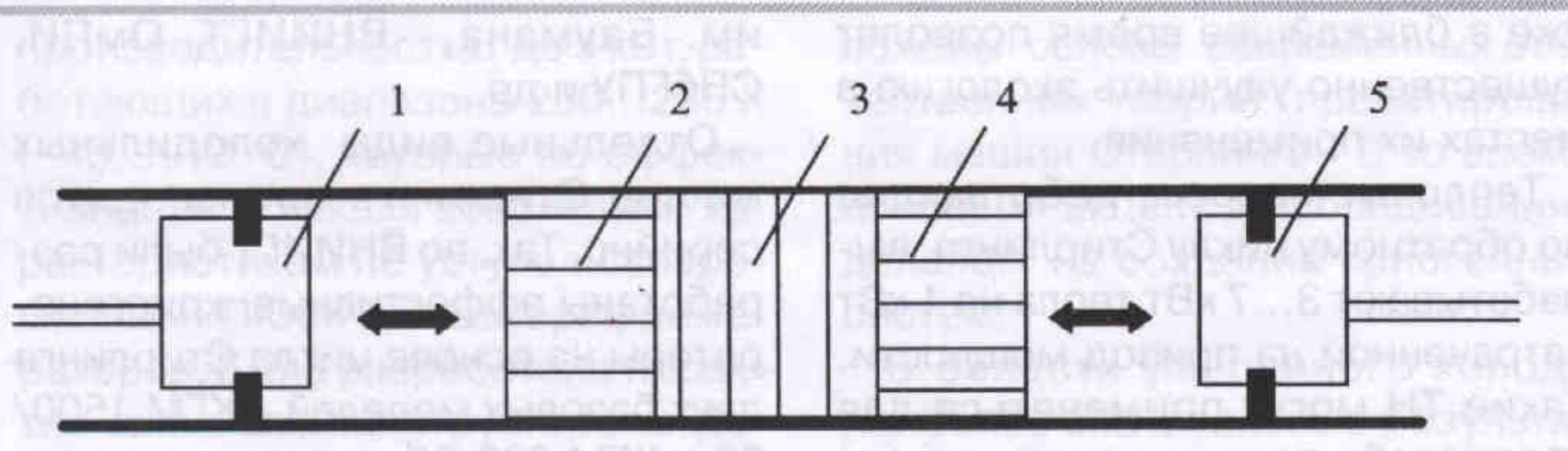
- возможность получения большой разности между верхней и нижней температурами цикла при относительно малых отношениях давлений в процессах сжатия и расширения (благодаря регенерации тепла);

- использование в качестве рабочих веществ водорода, гелия, азота воздуха и других газов. Газы с высоким значением газовой постоянной  $R$  (например, водород или гелий) позволяют получать в машинах Стирлинга эксергетический КПД выше 60%;

- универсальность. Возможно создание машин, работающих как по прямому, так и по обратному циклам (криогенные машины, холодильные машины умеренного холода и тепловые насосы).

Обобщенная принципиальная схема машины Стирлинга представлена на рисунке.

В настоящее время разработано большое число компоновочных схем и вариантов конструктивного исполнения отдельных узлов ма-



Принципиальная схема машины Стирлинга:

- 1 – рабочий поршень;
- 2 – холодильник;
- 3 – регенератор;
- 4 – теплообменник нагрузки;
- 5 – поршень-вытеснитель

шин Стирлинга. Так, только одних приводов известно более 18 типов. Однако наиболее широкое распространение получили машины Стирлинга, выполненные по  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -схемам.

### Области применения холодильных машин Стирлинга

#### Техника умеренного холода

Идея использования цикла Стирлинга для создания холодильных машин умеренного холода не нова. В 1834 г. Дж. Гершелем были изготовлены опытные образцы холодильных машин Стирлинга, которые впоследствии получили широкое распространение. Такие машины успешно эксплуатировались в пищевой промышленности. Ими были оснащены многие промысловые суда Англии (для замораживания рыбы). С 1876 г. холодильные машины Стирлинга применялись в Шотландии на фабриках по производству парафиновых мастик. Однако из-за своего тогдашнего несовершенства к началу XX в. они были полностью вытеснены компрессионными холодильными машинами.

Нынешнее возрождение интереса к машинам Стирлинга в области умеренного холода связано в ос-

новном со значительными успехами, достигнутыми в последнее время в создании двигателей и криогенных машин Стирлинга.

За рубежом уже начато серийное производство холодильных машин Стирлинга для умеренного холода, по своей эффективности и экологической чистоте превосходящих машины, работающие по другим циклам. Табл. 1 дает представление о характеристиках холодильных машин Стирлинга производства некоторых зарубежных фирм [11].

Современный уровень науки и технологий позволяет создавать холодильные машины Стирлинга для умеренного холода холодопроизводительностью до 100 кВт с эффективностью в 1,5 раза выше, чем у лучших образцов парокомпрессионных машин. При этом массогабаритные характеристики сокращаются на 20–30%.

Ведущими странами в области проектирования и создания машин Стирлинга являются США, Великобритания, Япония, ФРГ, Швеция и Нидерланды. В последнее время начались интенсивные исследования в данной области в Китае, ЮАР, Австралии, Израиле, Канаде,

Индии и ряде других стран, что подтверждается результатами патентных исследований. Недавно в Международном институте холода создана рабочая группа, деятельность которой направлена на изучение, пропаганду и широкое внедрение в практику холодильных машин Стирлинга для умеренного холода.

#### Техника глубокого холода (криогенная техника)

Криогенные газовые машины Стирлинга (КГМ Стирлинга) получили наиболее широкое распространение в микрокриогенике и при сжижении технических газов. Однако особый интерес представляет разработка новейших технологий (Стирлинг-технологий) сжижения и хранения природного газа, получения жидкого кислорода и азота, улавливания легких фракций углеводородов при хранении нефтепродуктов, долговременного хранения криогенного топлива, быстрого замораживания и хранения продуктов питания, автономного криогенного холоснабжения и др.

Возможность применения КГМ Стирлинга для указанных целей определяется значительным опытом серийного производства данных машин зарубежной и отечественной промышленностью (табл. 2).

Одним из наиболее перспективных направлений является использование КГМ Стирлинга для производства на гаражных заправочных станциях сжиженного природного газа (СПГ), используемого как экологически чистое моторное топливо. Это связано с тем, что существующие КГМ Стирлинга наиболее эффективны при температурах около  $-160^{\circ}\text{C}$ , т.е. в области фазового перехода газообразного природного газа в жидкость. На этом температурном уровне охлаждение природного газа с использованием цикла Стирлинга практически в 2–2,5 раза эффективнее, чем в дроссельных и детандерных циклах [3, 9].

В настоящее время по разработкам автора статьи создана опытно-промышленная серия гаражных заправочных станций СПГ на основе КГМ Стирлинга. Станции под названием "Газотрон" производятся по ТУ РШФА.027239.002ТУ, имеют заключение о промышленной безопасности, сертифицированы Госстандартом и допущены Госгор-

Таблица 1.  
Холодильные машины Стирлинга для умеренного холода

Фирма-изготовитель	Холодопроизводительность, кВт ( $t_0$ , $^{\circ}\text{C}$ )	Эффективность в сравнении спарокомпрессионными холодильными машинами
Институт холодильной техники г. Эссен (Германия)	10 ( $-35$ )	Такая же
"Stirling Thermal Motors (SMT)"	25 ( $-30$ )	Выше
"Stirling Power Systems (SPS)"	3, 10 ( $-30$ )	"
"Sunpower Inc."	0,25 ( $-25$ )	"
"General Electric" (США)	0,3 ( $-20$ )	Выше на 16 %
"Global Cooling B.V."	0,3 ( $-20$ )	Выше на 30 %

технадзором РФ к применению (разрешение на изготовление и применение №РРС-56-000104).

Результаты эксплуатации и технико-экономические расчеты показали, что стоимость 1 л СПГ, полученного на серийно производимых заправочных станциях СПГ с КГМ Стирлинга, в несколько раз ниже стоимости бензина. При этом окупаемость самих станций составит от 2,5 до 3 лет.

## Тепловые насосы для систем декомплексированного теплоснабжения

Наиболее перспективным направлением в развитии децентрализованного теплоснабжения, предполагающего максимальное приближение источников тепла к потребителям, является применение тепловых насосов (ТН). За рубежом ТН, использующие низкопотенциальное бросовое тепло, позволяют ежегодно на 10 % сокращать потребление топливных ресурсов.

Стремительно растет массовое производство и использование ТН в США, Японии, ФРГ, во Франции, в Швеции, Дании, Австрии, Канаде и других развитых странах. В настоящее время в мире эксплуатируется более 50 млн тепловых насосов различной мощности.

По прогнозам Международного энергетического комитета по тепловым насосам, их доля в производстве тепловой мощности для отопления и горячего водоснабжения к 2020 г. в передовых странах составит 75%. В результате предлагаемое снижение расхода топлива составит 90%. Кроме того, ТН

уже в ближайшее время позволяют существенно улучшить экологию в местах их применения.

Тепловые насосы, работающие по обратному циклу Стирлинга, вырабатывают 3...7 кВт тепла на 1 кВт затраченной на привод мощности. Такие ТН могут применяться для теплоснабжения как вновь строящихся, так и реконструируемых зданий и сооружений. Особенно они подходят для рассредоточенных объектов, например фермерских хозяйств, таможенных и пограничных пунктов, коттеджей и отдельных строений [10].

В отличие от парокомпрессионных, абсорбционных и других типов ТН в тепловом насосе Стирлинга рабочее вещество в процессе всего цикла не меняет своего фазового состояния, что позволяет использовать в качестве источника низкопотенциальной теплоты окружающий воздух даже при температуре ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ , а также нагревать теплоноситель до температур выше  $100^{\circ}\text{C}$ .

# **Современный уровень и тенденции развития отечественных холодильных машин Стирлинга**

В России существует достаточно много фирм-производителей холодильного оборудования на базе машин Стирлинга: ОАО "Машиностроительный завод "Арсенал", НПО "Гелиймаш", ОАО "Сибкриотехника", ГУП "НПО "Орион", ФГУП "КБ "Арсенал", ЗАО "НПО "СтирлингЭкомаш" и ряд других.

Серьезные научные исследования машин Стирлинга проводились в ВКА им. А.Ф.Можайского, МГТУ

им. Баумана, ВНИИГТ, ОмПИ,  
СПбГПУ и др.

Отдельные виды холодильных машин Стирлинга производятся серийно. Так, во ВНИИГТ были разработаны эффективные криогенераторы на основе цикла Стирлинга двух базовых моделей – КГМ 1500/80 и КГМ 900/80 с несмазываемыми поршневыми уплотнениями и ромбическим приводом, обеспечившим полную уравновешенность машин, в результате чего отпала необходимость в фундаментах. Позднее эти машины были переданы НПО "Гелиймаш" для серийного производства. На этом предприятии был разработан параметрический ряд КГМ на два температурных уровня – 20 и 80 К и на его базе налажен выпуск широкой номенклатуры высокоэффективного холодильного оборудования: азотодобывающих станций, охладителей воздуха и т.д. Это оборудование отличалось компактностью, транспортабельностью, при монтаже не требовало установки специальных фундаментов, в обслуживании нуждалось лишь в периоды пуска и остановки. Однако в последнее десятилетие из-за отсутствия в России платежеспособных заказчиков его производство было прекращено.

Уникальные технологии, разработанные ГУП "НПО "Орион", позволили создать новое поколение фотодиодов с интегрированной микрохолодильной схемой на основе свободно-поршневой криогенной машины Стирлинга для портативных тепловизионных систем. Использование микрохолодильных сплит-Стирлинг систем позволяет уменьшить потребление энергии, а также обеспечивает особую компактность и надежность систем наблюдения, тепловизионной техники, лазерных дальномеров и т.д.

В области создания холодильного оборудования для умеренного холода на основе машин Стирлинга Россия имеет пока небольшой опыт. Первые исследования по этой тематике начали проводиться в России с 1990 г. Так, на АОЗТ "АРСМАШ" в результате анализа холодильных установок для автотрефрижераторной техники наиболее перспективной была названа холодильная машина Стирлинга. Были созданы опытные образцы таких холодильных машин холода-

Таблица 2.

*Криогенные газовые машины Стирлинга*

Фирма-изготовитель	Модель КГМ	Холодопроизводительность, кВт, при $t_0 = 77$ К
Philips	PLA-107 (1); PLA-433 (4); PPG-2500	0,87; 3,5; 25
Stirling Cryogenics	SGL-1 (1); SGL-4 (4)	0,7; 3,0
Werkspoor	Werkspoor (1); (2); (3)	9,2; 18,4; 36
North American Philips	Модель В(4); Модель С(1); Модель D	3,4; 11,6; 46,9
МЗ "Арсенал"	ЗИФ-1000; ЗИФ-2002	1,0; 2,0
Гелиймаш	КГМ-9000/80; КГМ-15; КГМ-1500/80	9,6; 6,0; 1,5

производительностью до 5 кВт, работающих в диапазоне 230...285 К (-43...+12 °C), которые по эффективности и массогабаритным характеристикам не уступали современным ПКХМ для авторефрижераторов. Была разработана проектно-сметная и конструкторская документация на серийное изготовление этой техники, однако в связи с общим спадом в экономике дальнейшие работы были остановлены.

В настоящее время холодильные машины Стирлинга для умеренного холода производит ОАО "Сибкриотехника". Они обеспечивают холодопроизводительность 1 кВт при температуре 190...210 К (-83...-63 °C) и 1,5 кВт на температурном уровне 240...250 К (-33...-23 °C). Этими машинами оснащаются комплексы вакуум-сублимационной сушки и холодильные шкафы для медико-биологической, пищевой и других отраслей промышленности [1].

Крупномасштабное серийное производство машин Стирлинга для умеренного холода может быть наложено на ОАО "Машиностроительный завод "Арсенал", имеющем более чем 40-летний опыт проектирования и производства криогенных машин Стирлинга для воздушоразделительных установок ЗИФ-700, ЗИФ-1002, ЗИФ-2002.

Создание высокоэффективных холодильных машин Стирлинга для умеренного холода возможно только при наличии точной математической модели процессов в машине, без которой доводка проектируемых машин превращается в многолетнее дорогостоящее экспериментирование. Однако создание такой модели осложнено некоторыми особенностями реализации идеального цикла Стирлинга в реальных машинах. Это стало одной из главных причин неудач практически всех, как зарубежных, так и отечественных фирм, пытавшихся без серьезной научной проработки решать вопросы создания как двигателей, так и холодильных машин Стирлинга.

Россия в настоящее время обладает достаточным научным потенциалом для создания высокоэффективных холодильных машин Стирлинга. В период с 1956 по 1980 г. в МВТУ им. Баумана и Омском политехническом институте были за-

ложены основы современных отечественных теорий проектирования машин Стирлинга. В то время основной акцент в исследованиях делался на создание криогенных систем.

В области умеренного холода наиболее значительные результаты были достигнуты в Военно-космической академии им. А.Ф.-Можайского, специалистами которой только с 1994 по 2002 г. получено около 120 патентов на различные технические решения, касающиеся как самих машин Стирлинга, так и систем с их использованием. За последние 5 лет в академии по данной тематике защищены 3 кандидатские и 1 докторская диссертации. Основные направления работ связаны с применением холодильных машин Стирлинга в системах ходоснабжения и терmostатирования стационарных и подвижных боевых ракетных комплексов РВСН и другой специальной техники Министерства Обороны РФ [2, 6, 7].

В ВКА им. А.Ф.Можайского разработаны современные методологические основы расчета и проектирования машин Стирлинга, включающие в себя: методики многопараметрической оптимизации машин Стирлинга; структурный синтез машин Стирлинга на основе метода функционально-эксергетического анализа сложных тепломеханических устройств; оптимальное конструирование на основе теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и др. Полученные результаты позволяют проектировать машины Стирлинга с высокой эффективностью и без проведения дорогостоящих экспериментальных работ, связанных с доводкой отдельных узлов машин, что сокращает время на разработку машин Стирлинга (от составления технического задания на проектирование до создания готового к серийному производству опытного образца) до 1,5 – 2 лет [8].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Громов А.В., Ляпин В.И. и др. Результаты разработки и испытаний экологически чистых бесфреоновых холодильных установок на температурный уровень до -80 °C// Тезисы докладов Международной науч.-техн. конф. "Холод и пищевые производства". – СПб., 1996.
- Кириллов Н.Г. К вопросу создания холодильной машины Стирлинга умеренного холода// Сб. трудов Международной науч.-техн. конф. «Военно-морской флот и судостроение в современных условиях». – СПб., 1996.
- Кириллов Н.Г. Концепция создания инфраструктуры производства сжиженного природного газа для городского автомобильного транспорта //Холодильная техника. 2002, №7.
- Кириллов Н.Г. Машины Стирлинга для высокоэффективных и экологически чистых систем автономного энергоснабжения//Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2000. №12.
- Кириллов Н.Г. Новые технологии в производстве холода: холодильные машины Стирлинга умеренного холода//Индустр. 2002. № 2(28).
- Кириллов Н.Г. Пилотный проект высокоэффективной и экологически чистой холодильной установки на основе машины Стирлинга для подвижного ракетного комплекса типа "Тополь"// Сб. трудов ВНК ВИКУ им. А.Ф. Можайского. Т.2. МО РФ. 2000.
- Кириллов Н.Г. Применение высокоэффективных и экологически чистых машин Стирлинга в судовой энергетике//Труды 2-й Межд. конфер. по морским интеллектуальным технологиям «Моринтех-97». Т.5.– СПб. 1997.
- Кириллов Н.Г. Результаты экспериментальных исследований холодильной машины Стирлинга умеренного холода//Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2001. №11.
- Кириллов Н.Г. Стирлинг-технологии на службе автотранспорта // Холодильная техника. 2002. №10.
- Кириллов Н.Г., Сударь Ю.М. и др. Децентрализованные системы теплоснабжения с тепловыми насосами, работающими по обратному циклу Стирлинга//И информационный бюллетень. «Теплоэнергетические технологии». 1997. №1.
- Kagawa N. Regenerative Thermal Machines (Stirling Vuilleumier Cycle Machines) for Heating and Cooling// International Institute of Refrigeration, 2000.

# 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 фреоны (R134a, R404A, R407 и др.)

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

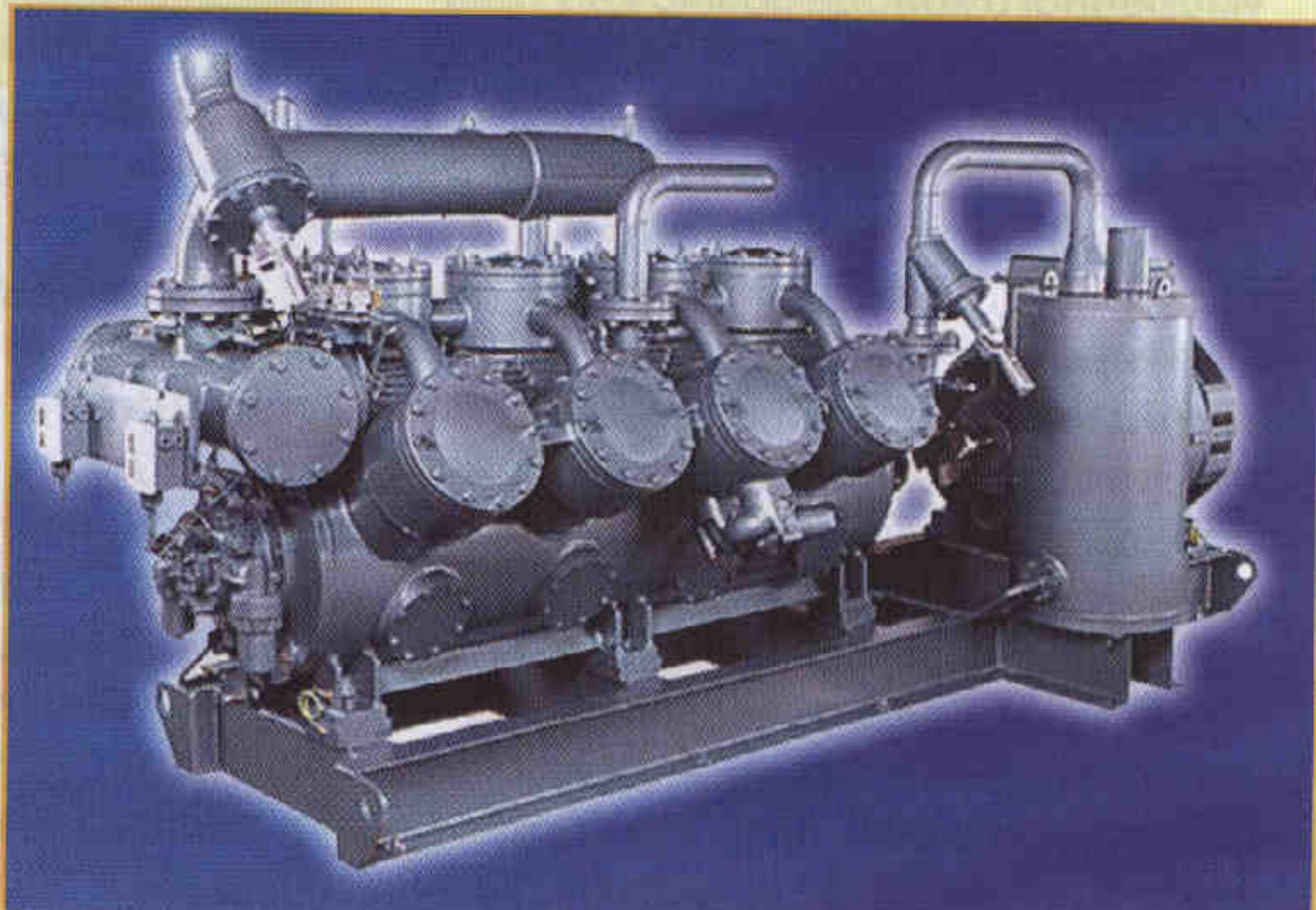


## Серия Grasso 10

- описанный объем 145...580 м<sup>3</sup>/ч в одноступенчатых моделях и 145...435 м<sup>3</sup>/ч в двухступенчатых моделях
- сварная конструкция картера
- специальная конструкция клапанов
- высокий КПД
- минимальный уровень капитальных затрат
- удобны в эксплуатации
- супернизкий уровень шума

## Серия Grasso 12

- широкий диапазон моделей, обеспечивающий оптимальный выбор
- описанный объем 265...1592 м<sup>3</sup>/ч в одноступенчатых моделях и 265...1327 м<sup>3</sup>/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 ГОСТ Р и Разрешение на применение Госгортехнадзора РФ.

Грассо Рефрижерейшн, ООО

Grasso International GmbH/B.V. Представительство в Москве:

105094, Россия, Москва, ул. Семеновский вал, д.6, стр.1.

Тел.: (095) 787-20-11, 787-20-13, факс (095) 787-20-12.

e-mail: [grasso@gea.ru](mailto:grasso@gea.ru), адрес в Интернете: <http://www.grasso-global.com>



# Новый блок комплексной автоматики ПУМ-2000

**С.В. СУРКОВ, Н.В. ТОВАРАС, С.В. ХОМЕНКО, О.В. ЛОБОВ**

Научно-производственная фирма "Химхолдсервис" разработала и успешно внедряет **новый блок комплексной автоматики ПУМ-2000** для управления холодильными машинами и агрегатами на базе отечественных и зарубежных винтовых компрессоров.

Он создан на базе современных микропроцессорных технологий, являющихся самыми передовыми в современном приборостроении.

**ПУМ-2000** предназначен для автоматического контроля, регулирования, защиты и управления холодильными машинами и агрегатами. Он обладает большими возможностями по сравнению с существующими системами КСА и А-80 с точки зрения точности измерения параметров контролируемых рабочих режимов и сохранения информации о параметрах технологических процессов.

Конструктивно ПУМ-2000 вы-

полнен в виде герметичного шкафа с габаритными размерами 400×400×200 мм и имеет гермовводы для кабельных планов. Корпус прибора, изготовленный из стального листа с многослойным лакокрасочным покрытием, выдерживает высокие механические нагрузки в процессе эксплуатации.

Внутри шкафа находятся программируемый контроллер с разъемами для подключения входных и выходных каналов, блоки питания, создающие напряжения 5 В и 24 В для питания микроконтроллера и активных датчиков; входные и выходные модули; адаптер тока электродвигателя.

На передней панели прибора расположены клавиатура пленочного типа (внешняя антибликовая сторона устойчива к истиранию и воздействию агрессивных сред); светодиоды индикации состояния объекта контроля (норма, предупреждение о возможной аварии, авария); кнопка "Аварийный стоп"; два цифровых индикатора, отражающих положение золотника, а также двухстрочный жидкокристаллический экран для вывода на просмотр текущих значений параметров работы машин и параметров настройки. Функциональное назначение клавиш управления указано на русском языке. При нажатии клавиши загорается зеленый светодиод, что позволяет визуально удостовериться в активации соответствующей функции. Русскоязычное меню и наличие светодиодов в клавишах значительно облегчают работу обслуживающего персонала, не требуя от него специальной подготовки для работы с ПУМом.

## Технические характеристики ПУМ-2000:

Напряжение питания, В	220
Степень защиты	IP55
Режим работы	Ручной или автоматический
Число универсальных входов	32 (4 модуля по 8 каналов)
Число дискретных выходов	24 (3 модуля по 8 каналов)

Прибор обладает следующими функциональными особенностями:

- Между входными и выходными цепями и системами питания предусмотрена гальваническая развязка.

- При отключении питания все настройки сохраняются.

- Программное обеспечение имеет функцию самодиагностики с выводом информации на русском языке (по требованию заказчика может быть на английском), что позволяет на месте быстро определить характер неисправности.

- Возможна корректировка установок параметров и выбор режима работы холодильной машины.

- В процессе эксплуатации можно дистанционно контролировать все параметры работы агрегата (холодильной машины),вести статистику как аварийных событий, так и нормальной работы с распечаткой протоколов событий в буквенно-цифровом и графическом виде.

- Прибор может работать как один, так и совместно с другими аналогичными приборами, общаясь по шине RS 232/485.

- Все входы прибора защищены оптическими радиоэлементами.

В новом приборе была учтена возможность применения датчиков и исполнительных устройств как отечественного, так и импорт-



ного производства. Универсальные входы позволяют конфигурировать систему автоматики по желанию заказчика программным способом, что значительно снижает эксплуатационные расходы, так как в процессе модернизации производства не требуется замены оборудования.

ПУМ непрерывно измеряет и контролирует следующие параметры работы холодильной машины:

- давления всасывания, нагнетания масла после маслоохладителя, в коллекторе подачи масла в компрессор, в первой секции маслоотделителя, во второй секции маслоотделителя;
- температуры нагнетания, в коллекторе подачи масла в компрессор, хладоносителя на входе в испаритель, хладоносителя на выходе из испарителя;
- ток электродвигателя компрессора;
- аварийные уровни хладагента в испарителе и масла в маслоотделителе.

Отслеживаются также внешние блокировки (возможность взаимодействия холодильной машины с другим оборудованием, например с насосной группой хладоносителя); состояние датчиков реле высокого давления (включено, выключено), реле низкого давления (включено, выключено); потери давления масла в фильтрах грубой и тонкой очистки; разность давлений в первой и во второй секциях маслоотделителя.

Для всех аналоговых сигналов существуют предупреждающие значения, при достижении которых запрещается дальнейшее увеличение нагрузки компрессора, и аварийные значения, при которых происходит остановка холодильной машины.

При достижении номинального значения тока электродвигателя компрессора  $I_{dn}$  запрещается увеличение нагрузки на компрессор. При повышении тока выше максимального значения ( $I_{dn} > 105\%$ ) выдается сигнал на разгрузку компрессора. При уменьшении тока до 95%  $I_{dn}$  выдается разрешение

на дальнейшую загрузку компрессора.

Регулирование производительности холодильной машины может осуществляться по одному из трех параметров: давление всасывания, температура хладоносителя на входе в испаритель, температура хладоносителя на выходе из испарителя.

В случае неполадок в машине на встроенным дисплее можно увидеть, по какому параметру произошло предупреждение или отключение машины (при нажатии на клавишу "Расшифровка аварии" расшифровывается параметр, по которому произошла авария).

Процесс монтажа и наладки значительно упрощается благодаря удачной компоновке прибора, применению современных разъемов с легким доступом как для монтажа, так и для проверки универсальных входов. При разработке прибора была учтена российская специфика проведения монтажных и пусконаладочных работ.

ПУМ-2000 дешевле, чем импортные аналоги с тем же набором функций. Срок службы прибора не менее 12 лет. Он выпускается в соответствии с техническими условиями ТУ4218-003-35937536-02, согласованными УМО Госгортехнадзора России, имеет сертификат № РОСС RU.ME20.H00617 и разрешение Госгортехнадзора РФ на применение.

ПУМ-2000 позволяет запускать холодильную машину в автоматическом режиме с помощью микропроцессорной системы управления, ограничивающей нагрузку при достижении предупредительных значений параметров, и ограничителя тока электродвигателя компрессора.

ПУМ-2000 управляет работой маслонасоса и обеспечивает постепенное включение электродвигателей вентиляторов воздушного маслоохладителя и воздушного конденсатора в зависимости от заданных величин давления конденсации и температуры масла.

Научно-производственной фирмой

"Химхолодсервис" разработаны и производятся также **силовые шкафы** с защитной и коммутационной аппаратурой для управления исполнительными устройствами холодильной машины. Силовые шкафы обеспечивают включение и выключение ТЭНов подогрева масла при остановке холодильной машины, включение и выключение маслонасоса, вентиляторов воздушного маслоохладителя и конденсатора, пуск и остановку электродвигателя компрессора по командам, поступающим с ПУМ-2000.

Для снижения пускового тока электродвигателя компрессора применяют схемы с переключением со "звезды" на "треугольник" или устройства плавного пуска (софт-стартеры), использование которых дает возможность снизить пусковые токи до 150–220% от номинального (вместо 600–700% при прямом запуске), что позволяет значительно уменьшить ударные и механические нагрузки и продлить срок службы оборудования.

В течение трех лет приборы ПУМ-2000 и силовые шкафы успешно эксплуатируются в составе винтовых агрегатов и холодильных машин, изготовленных фирмой "Химхолодсервис", на ряде крупных объектов, в том числе на Щелковском мясокомбинате в Московской области, Останкинском молочном комбинате в Москве, Вологодском молочном комбинате, на катке "Сокольники" в Москве, на Уральском электрохимическом комбинате в Новоуральске.

Эксплуатационники по достоинству оценили высокие технические характеристики ПУМ-2000, его удобство и надежность.

Последняя разработка фирмы – ПУМ-2000(2) для оснащения двухступенчатых винтовых агрегатов – проходит в настоящее время эксплуатационные испытания. Ее серийный выпуск намечен в 2004 г.

В лице НПФ «Химхолодсервис» заказчик найдет надежного партнера, осуществляющего не только поставку оборудования, но и его монтаж, пусконаладку, гарантийное и сервисное обслуживание.



*Hermetic*®

## Герметичные центробежные насосы компании HERMETIC-Pumpen GmbH

Компания HERMETIC-Pumpen GmbH является членом промышленной группы LEADERLE-HERMETIC (Германия) и занимает в мире ведущее место по производству бессальниковых насосов.

HERMETIC-Pumpen посвятила производству и совершенствованию насосов различных типов более 130 лет. Насосы HERMETIC сконструированы специально для применения в тяжелых условиях химической и нефтехимической промышленности. Опыт работы в этой сфере компания успешно применяет и при производстве насосов для холодильной промышленности. Во всем мире установлено более 50 000 холодильных насосов HERMETIC, области применения которых весьма разнообразны и включают охлаждаемые склады, морозильные комплексы, мясокомбинаты, скотобойни, пивоваренные и молочные заводы, рефрижераторные суда и железнодорожный транспорт, системы кондиционирования воздуха и др.

Герметичные насосы HERMETIC обеспечивают безопасную и регулируемую подачу хладагентов, их отличает большой ресурс, низкие эксплуатационные затраты и простота обслуживания. Насосы HERMETIC соответствуют требованиям Госстандарта России, имеют все необходимые сертификаты и разрешение ГОСГОРТЕХНАДЗОРА на применение в РФ.

Насосы HERMETIC могут использоваться для подачи агрессивных, ядовитых, взрыво- и пожароопасных, радиоактивных, а также крайне летучих сред, например фреонов, аммиака, серной, азотной, плавиковой, синильной кислот, фосгена, диметилсульфата, винилхлорида, эфира, этиленхлорида, аминов, пропана, бутана, хлора, метанола, раствора бромистого лития и др.

Насосы фирмы HERMETIC-Pumpen представляют собой полностью закрытые центробежные насосы без какого-либо уплотнения вала, привод которых осуществляется на основе действия электромагнитных сил посредством так называемого экранированного двигателя.

Общий вал насоса и двигателя опирается на одинаковые по размерам радиальные подшипники скольжения. Подшипники смазываются перекачиваемой средой. Опора воспринимает нагрузку только при пуске или остановке насоса, так как по достижении экранированным двигателем номинальной частоты вращения эта функция переносится на ротор. Осевой сдвиг ротора компенсируется гидравлически.

Экранированные двигатели изго-

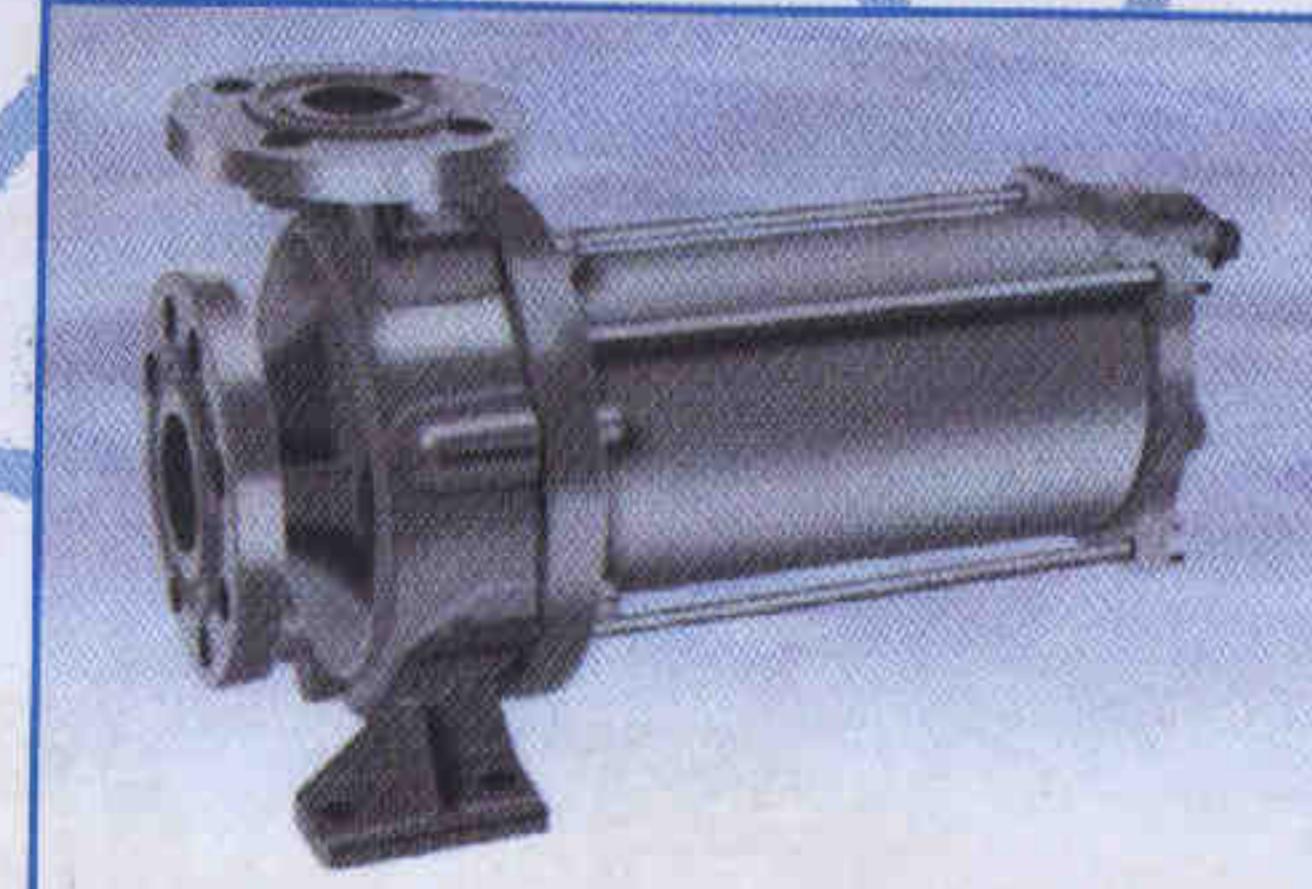
тят со специальной защитой от проникновения пыли и влаги и во взрывобезопасном исполнении.

Разработанный компанией прибор контроля уровня и температуры NTS 30 обеспечивает возможность неограниченной и безопасной эксплуатации насосов во взрывоопасных зонах.

Весь спектр возможных требований к рабочим параметрам обеспечивается насосами моделей CNF (одноступенчатые) и CAM (многоступенчатые).

### Насосы модели CNF

Производительность до 50 м<sup>3</sup>/ч.  
Напор до 57 м жидкостного столба.



Насос модели CNF

Насосы модели CNF, запатентованные во многих странах мира, разработаны для подачи сжиженных газов с рабочими температурами -120...360 °C. Существенным преимуществом насосов данной конструкции является отсутствие необходимости возврата частично го потока в подпорную емкость и снижение, таким образом, монтажных затрат, а также полная независи-

мость состояния частичного потока, проходящего через двигатель, от высоты подачи и компоновки насоса в составе установки, что обеспечивает достаточное охлаждение двигателя и смазку подшипников скольжения.

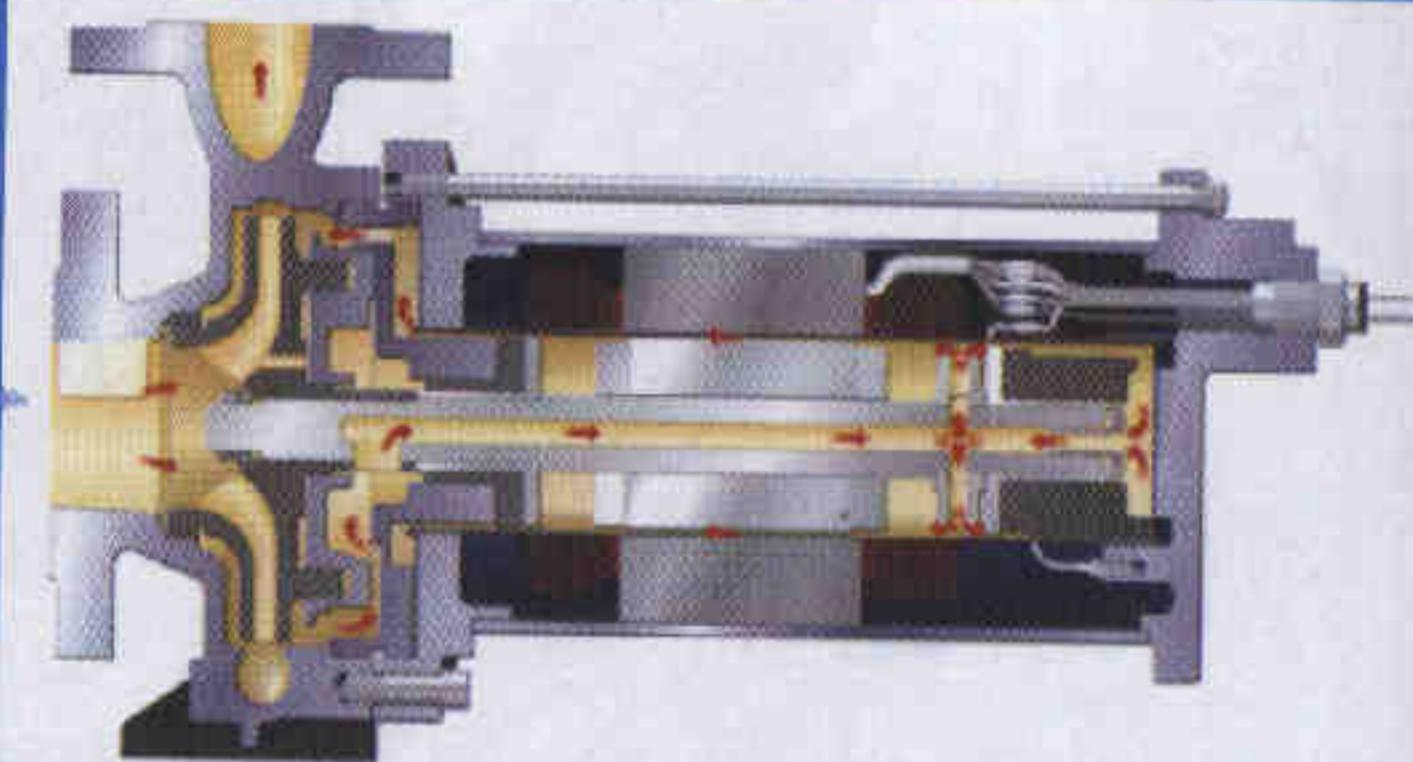
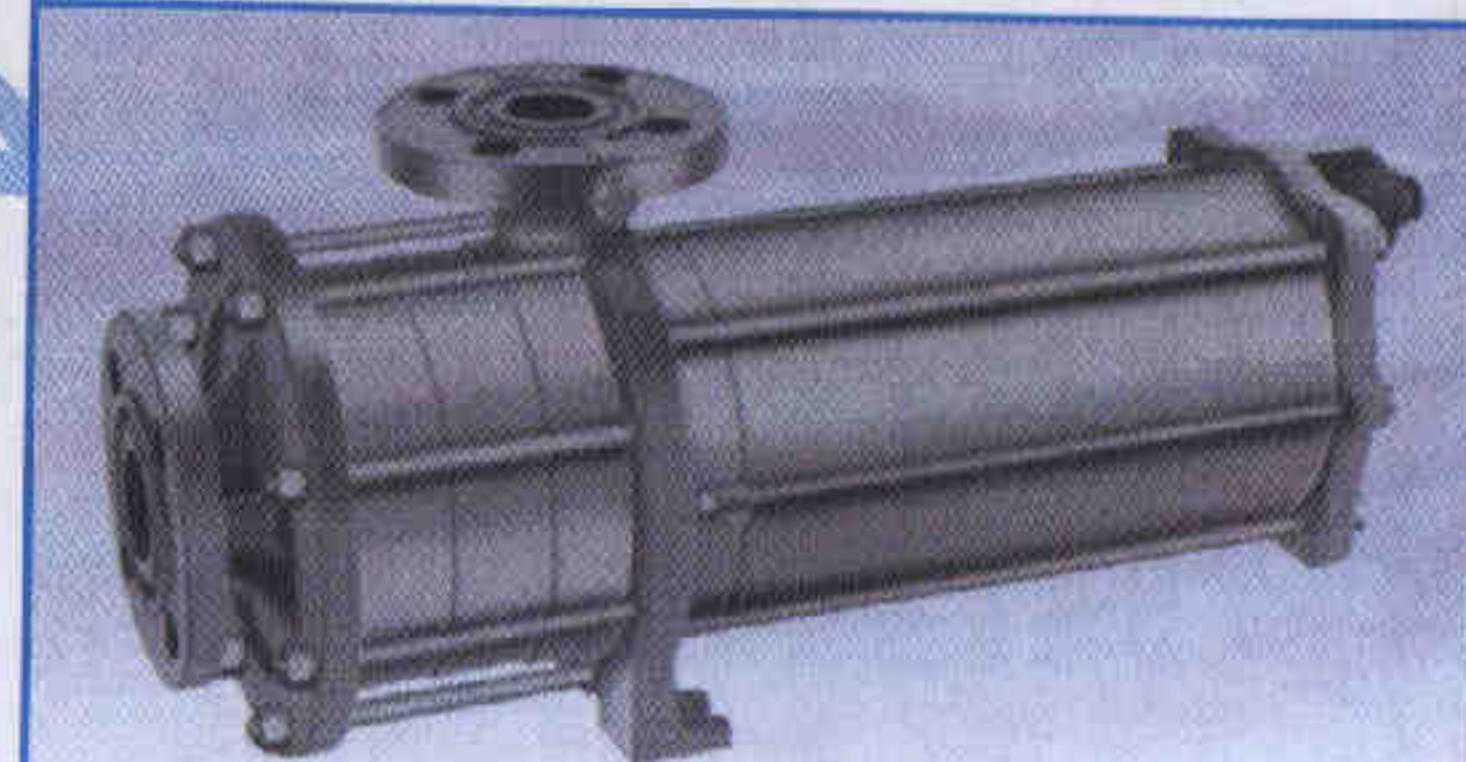


Схема охлаждения двигателя и смазки подшипников скольжения

### Насосы модели CAM

Производительность до 35 м<sup>3</sup>/ч.  
Напор до 130 м жидкостного столба.



Насос модели CAM

Многоступенчатые насосы модели CAM разработаны специально для нужд холодильной промышленности и применимы для жидкостей с температурами -120...+100 °C, а в высокотемпературном исполнении могут использоваться для жидкостей с температурой до 360°C. Исключительно удачные антикавитационные характеристики позволяют в зависимости от размеров насоса перекачивать до 14 м<sup>3</sup>/ч при высоте подпора всего лишь 1,0 м. Насосы могут поставляться в виде 2-, 3-, 4- и 5-ступенчатых агрегатов и использоваться для подачи как аммиака, так и фреонов. Система охлаждения и смазки аналогична используемой в одноступенчатых насосах HERMETIC.

Насосы CAM прошли экспертизу во многих Технических обществах и допущены к эксплуатации на судах.

### Насосы модели CNF

Тип насоса	Двигатель	Подача, м <sup>3</sup> /ч		Мощность двигателя, кВт	Ток, А	Масса, кг
		минимальная	максимальная			
CNF 40-160	AGX 3,0	4	20...23	3,0	7,5	58
	AGX 4,5	4	20...23	4,5	11	66
	AGX 6,5	4	20...23	6,5	16	69
	AGX 8,5	4	20...23	8,5	20	80
CNF 40-200	AGX 4,5	4	20...22	4,5	11	74
	AGX 6,5	4	20...22	6,5	16	77
	AGX 8,5	4	20...22	8,5	20	90
	CKPx 12,0	4	20...22	12,0	27,5	122
CNF 50-160	AGX 4,5	6	50	4,5	11	77
	AGX 6,5	6	50	6,5	16	80
	AGX 8,5	6	50	8,5	20	91
	CKPx 12,0	6	50	12,0	27,5	118
CNF 50-200	AGX 6,5	6	50	6,5	16	82
	AGX 8,5	6	50	8,5	20	96
	CKPx 12,0	6	50	12,0	27,5	125

### Насосы модели CAM

Тип насоса	Двигатель	Подача, м <sup>3</sup> /ч		Мощность двигателя, кВт	Ток, А	Масса, кг
		минимальная	максимальная			
CAM 1/2	AGX 1,0	0,5	3,5	1,0	2,9	27
CAM 1/3	AGX 1,0	0,5	4	1,0	2,9	28
CAM 1/4	AGX 1,0	0,5	4	1,0	2,9	29
CAM 1/5	AGX 1,0	0,5	4	1,0	2,9	30
CAM(R) 2/2	AGX 3,0	1	10	3,0	7,5	48
CAM(R) 2/3	AGX 3,0	1	10,5	3,0	7,5	52
CAM(R) 2/3	AGX 4,5	1	10,5	4,5	11	60
CAM(R) 2/4	AGX 3,0	1	11,5	3,0	7,5	56
CAM(R) 2/4	AGX 4,5	1	11,5	4,5	11	68
CAM(R) 2/5	AGX 3,0	1	12,5	3,0	7,5	60
CAM(R) 2/5	AGX 4,5	1	12,5	4,5	11	74
CAM(R) 2/5	AGX 6,5	1	12,5	6,5	16	77
CAM 3/2	AGX 8,5	6	30	8,5	20	120
CAM 3/2	CKPx 12,0	6	30	12,0	27,5	150
CAM 3/2	CKPx64r2	6	30	19,0	40	195
CAM 3/3	AGX 8,5	6	30	8,5	20	138
CAM 3/3	CKPx 12,0	6	30	12,0	27,5	168
CAM 3/3	CKPx64r2	6	30	19,0	40	213
CAM 3/4	CKPx 12,0	6	35	12,0	27,5	186
CAM 3/4	CKPx64r2	6	35	19,0	40	231

Для повышения эффективности и облегчения эксплуатации насосов компания HERMETIC-Pumpen разработала целый ряд аксессуаров: диафрагмы минимального и максимального расхода, регулятор постоянного расхода, индуктор и др.

#### Диафрагмы минимального и максимального расхода

Для предотвращения воздействия каких-либо внешних факторов (например, неправильных действий персонала) рекомендуется оснащать насосы HERMETIC диафрагмами минимального и максимального расхода.

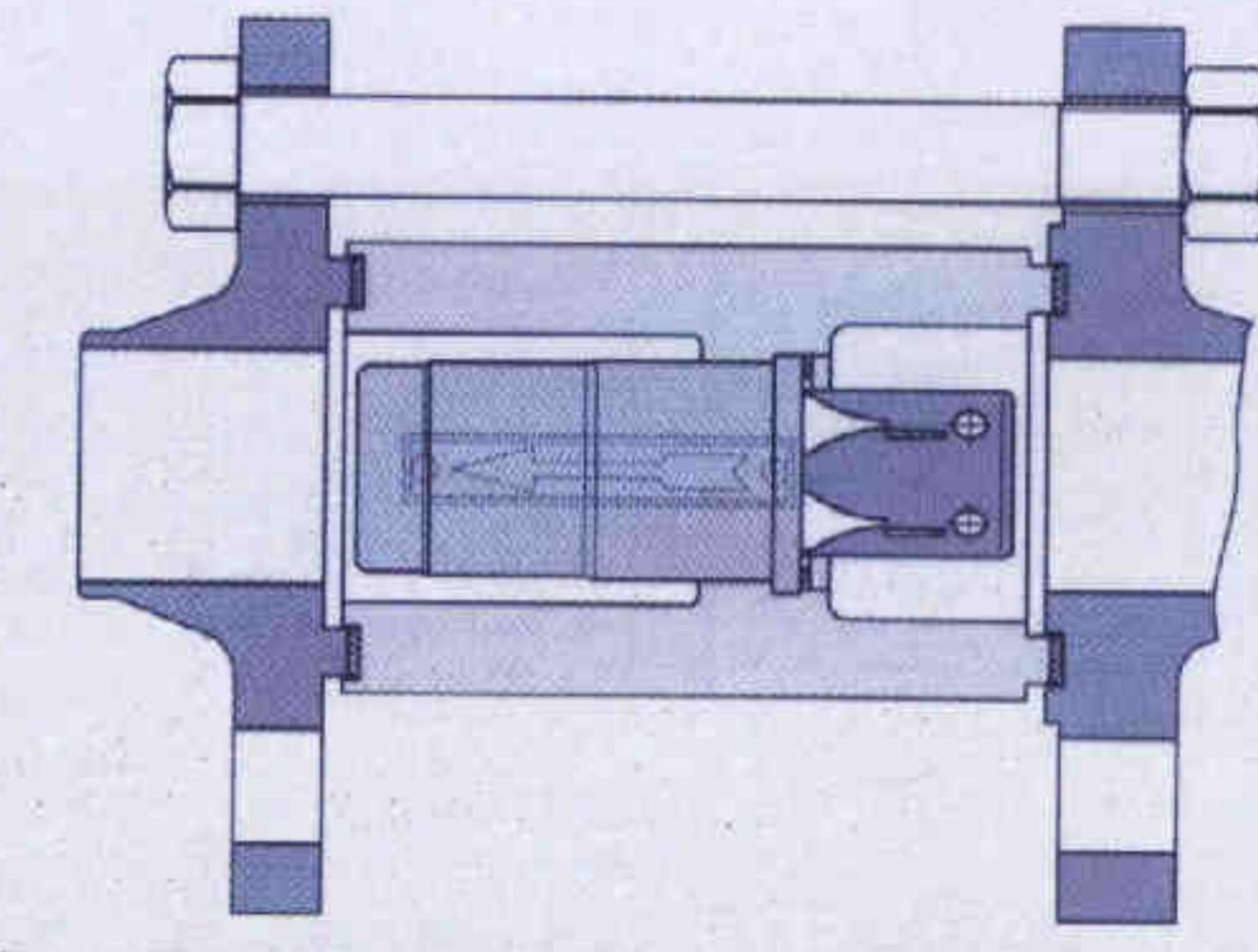
Диафрагма минимального расхода

обеспечивает поток среды, необходимый для отвода теплоты, выделяемой двигателем.

Диафрагма максимального расхода позволяет поддерживать минимальный перепад давлений среды в полости ротора, необходимый для гидравлической компенсации осевого сдвига и циркуляции частичного потока. Кроме того, эта диафрагма препятствует разрыву струи при минимальном подпоре (для сжиженных газов).

#### Регулятор постоянного расхода

Регулятор постоянного расхода, устанавливаемый на выходе из на-



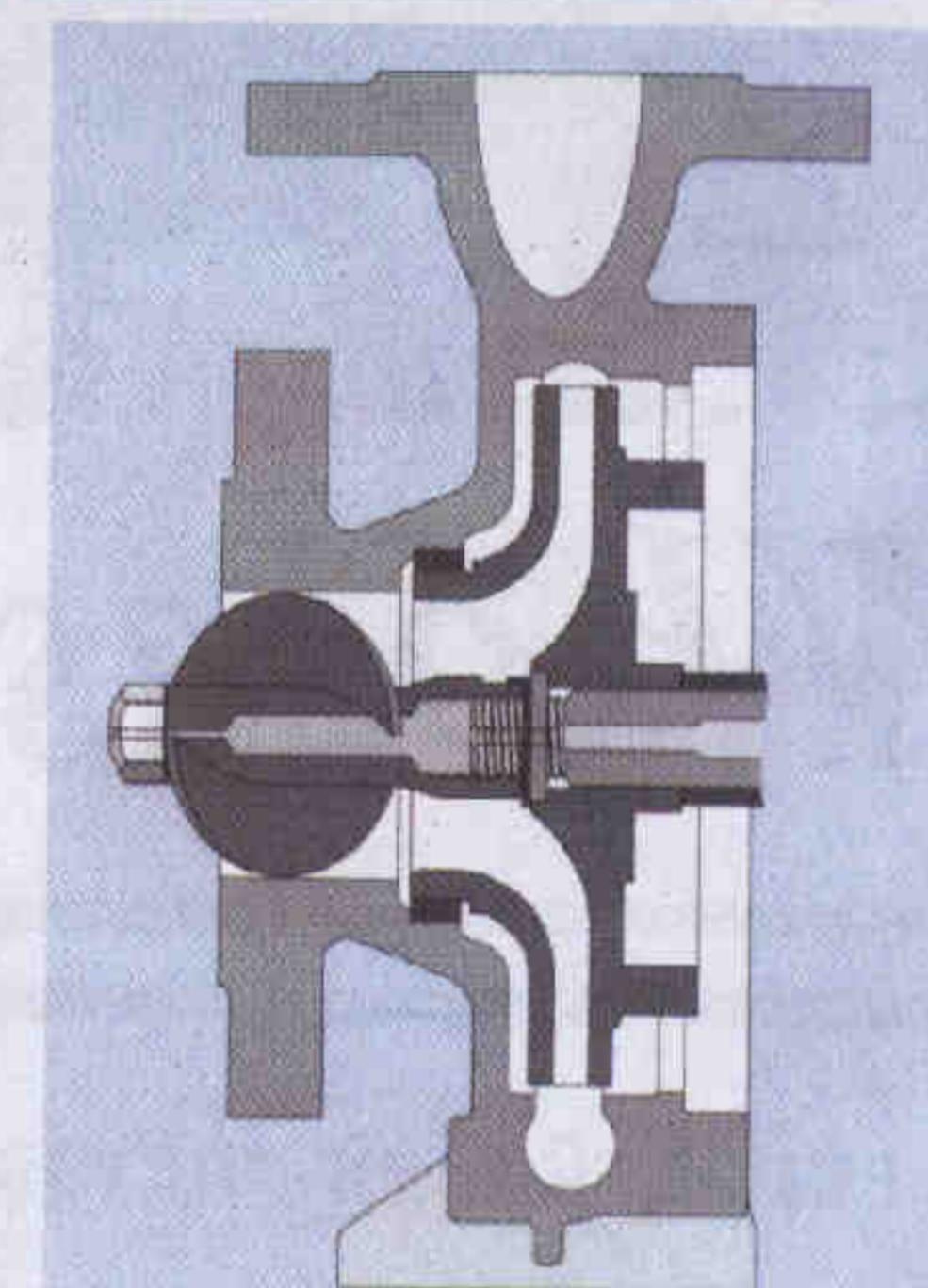
Регулятор постоянного расхода

сона, поддерживает постоянный расход и обеспечивает безопасную работу насоса в расширенном диапазоне параметров (недопустимых при нормальных условиях для насосов с нагнетательной диафрагмой).

Регулятор позволяет насосу работать ближе к области неограниченного расхода, не допуская в тоже время превышения установленной величины. Он предохраняет насос от работы в диапазонах, не соответствующих мощности двигателя и требуемой величине подпора.

#### Индуктор

Индуктор представляет собой осевую крыльчатку, устанавливаемую перед первым рабочим колесом цен-



Индуктор

тробежного насоса (на тот же вал) и создающую перед ним дополнительное статическое давление.

Индуктор служит для предотвращения кавитации и повышения производительности насоса.

Эксклюзивный представитель компании «HERMETIC-Pumpen GmbH» в России – ООО «Култек»  
194017, Санкт-Петербург, пр.Энгельса, дом 65,  
оф.109, 110, 116  
Тел.: (812) 553 67 89, (812) 553 86 74,  
Факс: (812) 553 67 89, (812) 553 86 74, (812) 553 55 87  
E-mail: sabroe@sabroe.ru · Http:// www.lederle-hermetic.ru



# КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОНИТОРИНГОВЫХ СИСТЕМ

С.В. ЖЕМОЙДО, начальник отдела электронных систем

Современные тенденции развития техники требуют все шире применять электронику в устройствах холодильной автоматики и управления. Без этого сегодня уже невозможно создавать конкурентоспособные системы.

Но с увеличением числа контроллеров возрастает трудоемкость их настройки. Растет и число параметров, которые необходимо одновременно отслеживать для нормальной работы холодильной установки, усложняются взаимосвязи между параметрами и алгоритмы регулирования, что может привести к нулю все преимущества контроллеров. Во избежание этих проблем необходим переход от отдельных контроллеров разных фирм к комплексным компьютерным мониторинговым системам.

Инженеры фирмы "Криотек" уверены, что только комплексная автоматизация на базе мониторинговых систем может обеспечить качественный скачок в управлении холодильными установками и раскрыть все преимущества электронных контроллеров.

## Что представляет собой компьютерная мониторинговая система?

Основным компонентом системы является мониторинговый сервер – электронный блок, который обеспечивает связь с электронными контроллерами, связанными в сеть единой информационной магистралью. Сервер хранит журналы параметров, измеряемых контроллерами (температура, давление и т.д.), выполняет обработку сигналов аварий и обеспечивает возможность подключения оператора к системе мониторинга с помощью модема из локальной компьютерной сети, а в наиболее современных системах и через Интернет.

При такой конфигурации системы можно из одного центра получить доступ к настройкам всех электронных контроллеров и отслеживать все рабочие параметры холодильных установок на экране компьютера. Кроме того, параметры будут сохраняться за длительный период времени, т.е. можно проанализировать, как работала

холодильная установка неделю, месяц или полгода назад.

Все вышесказанное в полной мере относится к мониторинговой системе фирмы ALCO CONTROLS, обладающей следующими преимуществами:

- применение электронных ТРВ фирмы ALCO CONTROLS расширяет возможности регулирования температуры;
  - мониторинговый сервер имеет встроенный Веб-сервер, что позволяет управлять системой через Интернет;
  - для связи контроллеров между собой и с сервером используется открытый стандарт LonWorks®, что позволяет присоединять к системе контроллеры других производителей (например, для контроля электропитания, систем охраны, кондиционирования и т.д.), которые поддерживают этот стандарт.
- Практика показывает, что применение мониторинговых систем наиболее целесообразно для разветвленных систем охлаждения; в установках для быстрого замораживания продуктов; при обслужи-

вании одним диспетчерским пунктом сети объектов.

## Разветвленная система охлаждения

Применение мониторинговой системы ALCO CONTROLS удобно и выгодно на большом предприятии с децентрализованными системами охлаждения, расположеннымными на разных этажах и в разных зданиях. Дистанционный контроль с единым диспетчером позволяет следить за работой установок и осуществлять диагностику с рабочего места диспетчера, накапливать и обрабатывать данные о причинах отказов и неполадок, а также прогнозировать выход установок из строя по мелким и зачастую незаметным даже глазу специалиста отклонениям в работе. Электронные системы ALCO CONTROLS дают возможность вести подробный календарный отчет, включающий большое количество параметров. В результате всегда можно точно установить время возникновения неполадок, проанализировать работу установки, а в случае разногласий между эксплуатирующей и обслуживающей оборудованием сторонами иметь документальную объективную фиксацию процессов.

## Установки для быстрого замораживания продуктов

Применение электронных систем ALCO CONTROLS может быть целесообразным, на наш взгляд, в сложных системах с применением конвейерных и спиральных скороморозильных аппаратов. Для установок характерны экстремальные режимы работы компрессоров и регулирующих устройств подачи фреона. Именно здесь электронные ТРВ имеют преимущества по сравнению с механическими. В ре-

жимах с резким изменением тепловой нагрузки происходит быстрое вскипание хладагента в испарителе, в связи с чем необходимо оптимизировать работу системы не только и не столько с целью снижения затрат, сколько для устранения нежелательных последствий этого явления, а именно влажного хода или выхода машин за допустимые пределы давлений и температур.

#### **Обслуживание одним диспетчерским пунктом сети объектов**

Это относится, например, к сети супермаркетов, которым невыгодно как содержать каждому своим специалистом, так и пользоваться традиционной системой обслуживания с ее инертностью, пренебрежением к профилактическим работам и не всегда высокой квалификацией вызываемых специалистов. Система дистанционного контроля с единым квалифицированным и опытным диспетчером

позволила бы в ряде случаев проводить диагностику без выезда на объект. Остаются в силе и все преимущества мониторинга, указанные для разветвленных систем охлаждения.

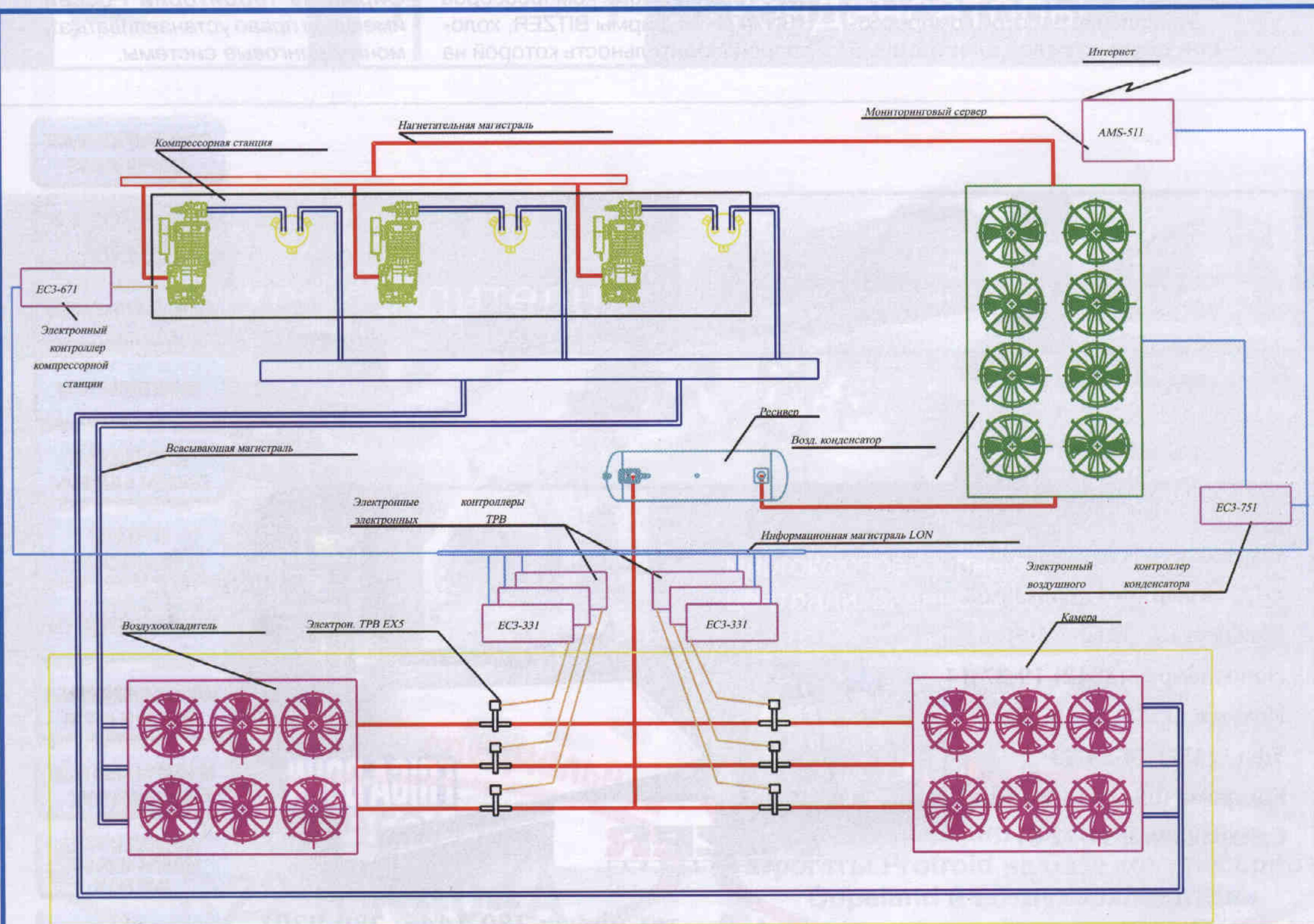
Как аргумент против электронных систем ALCO CONTROLS иногда приводят меньшие затраты на традиционные системы управления. Чаще всего этот довод связан со склонностью наших бизнесменов оценивать стоимость системы, игнорируя эксплуатационные расходы. Снижение издержек благодаря улучшению некоторых параметров работы установок чаще всего представляется нынешним руководителям незначительной мелочью по сравнению с ценой системы.

Действительно, дешевизна рабочей силы и электроэнергии определяет неподготовленность российского рынка к массовому внедрению электронных систем.

То, что подключение сервера выполнено в открытом протоколе, позволяющем легко обеспечить его взаимодействие с системой комплексной автоматизации всего объекта, где холодильные установки составляют лишь небольшую часть, также редко привлекает потребителя, привыкшего мыслить сегодняшним днем.

Гораздо убедительнее для него будет тот факт, что при обычном обслуживании, даже если на предприятии есть штатная сервисная служба, постоянно наблюдающая за установками, вмешательство в их работу чаще всего происходит уже после аварии, т.е. выхода оборудования из строя, что связано с весьма внушительными потерями из-за порчи продуктов.

Прогрессивно мыслящие руководители предприятий хорошо понимают, что мониторинговые системы – не роскошь, а необходимость сегодняшнего дня.



Фирмой "Криотек" уже установлены и успешно работают мониторинговые системы ALCO CONTROLS на различных предприятиях мясной и молочной промышленности. Приведем некоторые примеры.

➤ Две идентичные установки для замораживания сосисок были смонтированы на Микояновском мясокомбинате. Замораживание происходит в камере из сэндвич-панелей, где смонтированы два постаментных воздухоохладителя (шок-фростеры) по 75 кВт. Каждый из них подсоединен к трем холодильным контурам (соответственно установлены шесть электронных ТРВ типа EX5). Холодоснабжение обеспечивается централизованной установкой на базе трех винтовых компрессоров HSN7471-75 фирмы BITZER, ходопроизводительность которой на расчетном режиме (температуры кипения -40 °C, конденсации +40 °C) составляет 148,5 кВт. Установка работает на R22.

Управление работой компрессоров осуществляется электронный

блок EC3-671. Вентиляторами на выносном воздушном конденсаторе управляет блок EC3-751, электронными ТРВ – шесть блоков EC3-331. Все блоки установлены в электроощите и подсоединены к серверу, доступ к которому возможен из локальной компьютерной сети или через Интернет.

С помощью мониторинговой системы контролируют следующие параметры: давления нагнетания и всасывания; температуры в камере, на поверхности испарителя, хладагента на входе в испаритель для каждого контура, хладагента на выходе из испарителя для каждого контура; перегрев в каждом контуре; степень открытия каждого ТРВ и т.д.

➤ Скороморозильный аппарат спирального типа для замораживания котлет был установлен на предприятии "Нижнемяспищепром" в Нижнем Новгороде. Холодоснабжение аппарата обеспечивается централизованной установкой на базе трех винтовых компрессоров HSN7471-75 фирмы BITZER, ходопроизводительность которой на

расчетном режиме (температуры кипения -40 °C, конденсации +40 °C) составляет 130 кВт (хладагент – R22). В состав установки входит один двухконтурный воздухоохладитель (шок-фростер) производительностью 130 кВт и соответственно два электронных ТРВ типа EX6. Схема мониторинговой системы аналогична описанной в первом примере, отличие состоит в том, что применены два более мощных электронных ТРВ.

Как видно из приведенных примеров, фирмой "Криотек" уже накоплен определенный практический опыт использования электронных ТРВ и мониторинговой системы ALCO CONTROLS.

Специалисты "Криотека" прошли обучение в Германии, имеют сертификаты фирм ALCO CONTROLS для работы с системами на основе мониторингового сервера AMS-5XX. В настоящее время "Криотек" – единственная фирма на территории России, имеющая право устанавливать эти мониторинговые системы.

Смоленск (0812) 22-37-33  
Краснодар (8612) 69-30-05  
Красноярск (3912) 64-96-61  
Новосибирск (3812) 19-27-14  
Иркутск (3952) 36-36-95  
Уфа (3472) 74-53-83  
Кострома (0942) 39-00-16  
Самара (8462) 51-72-61

БИЗЕР  
BITZER INTERNATIONAL

Сореланд  
Copeland

Фрига-Вонн  
FRIGA-VOHN

Криотек

тел./факс: 280-1446, 280-8201  
www.kriotek.ru, e-mail: info@kriotek.ru  
129110, г. Москва, ул. Каланчевская, д. 32/61

- СКОРОМОРОЗИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- ВОДООХЛАЖДАЮЩИЕ УСТАНОВКИ
- МОЛОКООХЛАДИТЕЛИ
- ЛЬДОГЕНЕРАТОРЫ
- ХОЛОДИЛЬНЫЕ СКЛАДЫ И КАМЕРЫ
- АГРЕГАТЫ И КОМПРЕССОРЫ
- ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ
- ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПАНЕЛИ И ДВЕРИ
- ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИКИ
- МЕДНАЯ ТРУБА, ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ, ФИТИНГИ
- ХЛАДАГЕНТЫ И МАСЛА
- ИНСТРУМЕНТ



# ПОСОБИЕ для холодильщиков-практиков



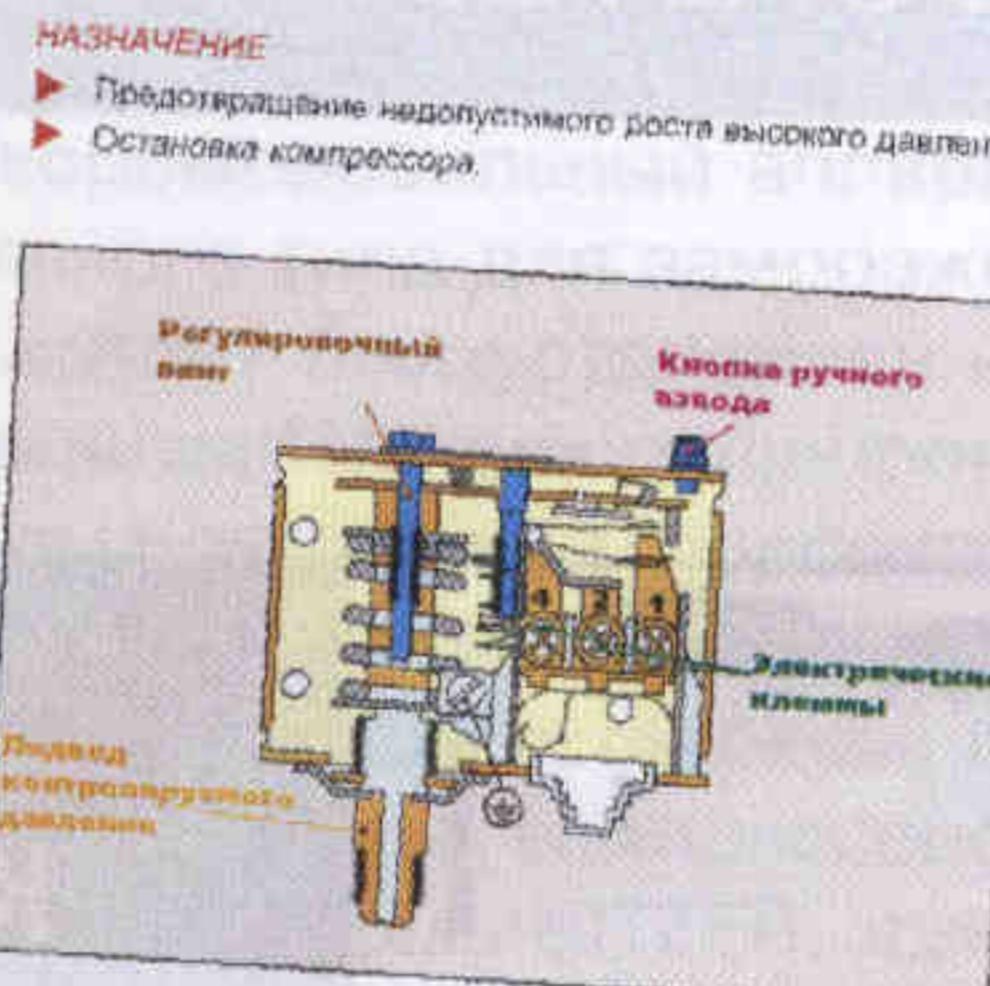
## 100 ПРАКТИЧЕСКИХ СОВЕТОВ

Часть материалов данной книги ранее была опубликована в журнале "Revue Pratique du Froid" (Практическое холодильное обозрение).

Отдельные рекомендации и материалы издаются впервые

### Настройка

#### Предохранительное реле высокого давления



##### НАЗНАЧЕНИЕ

- Предотвращение недопустимого роста высокого давления.
- Остановка компрессора.

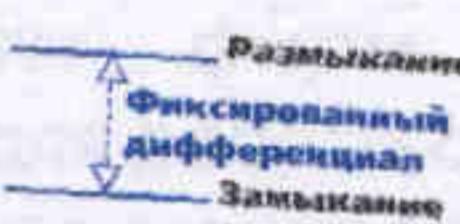
##### ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА

Контактная группа реле задействована в схеме управления работой компрессора следующим образом:

##### НАСТРОЙКА

Необходимое оборудование:  
1 манометрический коллектор

- 1 - Установить требуемую величину давления срабатывания с помощью регулировочного винта.
- 2 - Проверить настройку.



Настройка предохранительных реле высокого давления производится, как правило, на работающей установке.

##### НАСТРОЙКА ВЕЛИЧИНЫ ДАВЛЕНИЯ СРАБАТЫВАНИЯ

Выполните предварительную настройку (используя шкалу давления, имеющуюся на реле), установка работает.

- Остановить вентилятор конденсатора или перекрыть доступ воздуха к оребрению конденсатора.
- Дождаться выключения компрессора в результате срабатывания предохранительного реле ВД.
- Зафиксировать величину давления срабатывания.
- Дождаться падения давления конденсации.
- Взвесить реле ВД.
- Откорректировать величину давления срабатывания с помощью регулировочного винта.

При необходимости, повторите описанный выше порядок действий, до достижения требуемого значения величины давления срабатывания.

##### ДИАПАЗОН НАСТРОЙКИ

Давление срабатывания от 8 до 32 бар.  
Фиксированный дифференциал: 3 или 4 бара в зависимости от типа реле.

Величина давления срабатывания зависит от:

- марки хладагента;
- типа конденсатора;
- района (места) размещения установки.

##### МЕРЫ НАСТРОЙКИ

Хладагент	Давление срабатывания
R134a	12 бар
R22	18,5 бар
R134a	16 бар
R22	23 бар

Время выхода –  
октябрь 2003 года

## холодильные агенты

Характеристики

## общие сведения

Основные понятия/Обозначения

## измерения

Типовые значения параметров

Процесс непрерывной модернизации холодильного оборудования и правил его монтажа и эксплуатации приводит к тому, что специалисты-холодильщики постоянно испытывают потребность в обновлении своих профессиональных знаний и навыков. Неоценимую помощь в удовлетворении этой потребности может оказать выполненный ЗАО "Остров" перевод на русский язык книги "La Pratique du Froid", подготовленной высококлассными французскими инженерами П. Жаккаром и С. Сандром.

В русском переводе книга называется "Пособие для холодильщиков-практиков" и представляет собой сборник практических советов и рекомендаций, изданный в виде справочника по различным аспектам монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта современных парокомпрессионных холодильных машин, использующих в качестве хладагентов, так называемые галогенсодержащие углеводороды, то есть хладоны (фреоны).

Справочник отличает простая и легкодоступная даже неподготовленному читателю форма изложения материала в виде цветных схем,

## ПРЕДПУСКОВЫЕ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ

Оборудование/Порядок действий/  
Настройка

## ремонт

Общие положения/Неисправности/  
Операции, выполняемые при ремонте

рисунков, графиков и таблиц, снабженных соответствующими комментариями. Даётся краткая характеристика современных хладонов (R22, R134a, R404A, R407C). Приводятся типовые значения параметров разнообразных холодильных установок, работающих на этих хладагентах.

Описывается технология предпусковых и пусконаладочных работ. Перечисляются типовые неисправности холодильных установок, методы их диагностирования и способы устранения.

Основу справочника составляют более 100 публикаций по вопросам монтажа, эксплуатации и ремонта холодильной техники, опубликованные во французском журнале "Revue Pratique du Froid" (Практическое холодильное обозрение) в период с 1998 по 2002 год. Кратко оформленный справочник является прекрасным подспорьем для учащихся, студентов и специалистов, желающих повысить свою квалификацию и быть в курсе современных достижений холодильной техники.

**Наш адрес:** 141011, Московская обл., г. Мытищи, ул. Коммунистическая, д. 23

**Тел.:** (095) 726-5353, 582-6322, 582-6011. **Факс:** (095) 726-5366. **E-mail:** ostrov@ostrov.ru

**Наш сайт в Интернет:** [www.ostrov.ru](http://www.ostrov.ru)



## ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ И ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫЕ УСТАНОВКИ YORK

В конце 2000 г. корпорация YORK International – мировой лидер в области технологий кондиционирования воздуха – открыла в Зеленограде (Москва) завод по производству центральных кондиционеров и приточно-вытяжных установок. Основные компоненты кондиционеров – теплообменники, вентиляторы, электродвигатели – поставляются из-за рубежа, но ряд комплектующих (алюминиевый профиль, панели, фильтры) изготавливается в России.

Выпускаемые заводом YORK центральные кондиционеры обладают отличными акустическими характеристиками и соответствуют самому высокому стандарту качества. Диапазон их производительности – от 0,25 до 70 м<sup>3</sup>/с, полное статическое давление – до 4000 Па.

Благодаря постоянному совершенствованию производственных процессов на заводе в Зеленограде удалось добиться существенного снижения себестоимости производства, что, в свою очередь, позволяет снижать цены на реализуемую продукцию. В настоящее время при неизменно высоком качестве уровень цен на приточно-вытяжные установки и центральные кондиционеры YORK, производимые в

Зеленограде, является самым низким среди иностранных производителей аналогичного оборудования. Это позволяет успешно конкурировать с такими отечественными производителями, как «ВЕЗА», «Воздухотехника» и др.

Оптимизацию стоимости оборудования помогает провести специальная компьютерная программа по подбору центральных кондиционеров NEXUS-1 – ноу-хау компании YORK.

Компьютерная программа имеет 2 модуля:

- инженерный, осуществляющий подбор и компоновку кондиционера в соответствии с техническими условиями заказчика;
- производственный, выдающий спецификацию и полный комплект чертежей, необходимых для изготовления данного кондиционера на заводе.

Достоинства технологии производства всех компонентов центрального кондиционера с помощью данной программы особенно проявляются в тех ситуациях, когда проектировщику системы кондиционирования здания ставится жесткая задача – вписаться в отведенные под вспомогатель-

ное оборудование площади. Минимальный размерный шаг, с которым можно подбирать элементы кондиционера, составляет всего 50 мм по всем трем измерениям. В результате обеспечивается чрезвычайная гибкость конструкции кондиционеров ЙОРК. В соответствии со спецификой требований конкретных заказчиков кондиционеру может быть придана любая конфигурация: в виде колонки, горизонтальная, с переменным сечением и т.д.

В отличие от продукции большей части конкурентов и сами кондиционеры YORK типа YSS, и компьютерная программа NEXUS-1 для их подбора сертифицированы в системе EUROVENT на соответствие реальных технических характеристик заявленным (стандарт EN1886). Потребитель может быть уверен в том, что реальный кондиционер, изготовленный в соответствии с компьютерным

подбором, гарантированно выдаст те самые параметры, которые указаны в компьютерной распечатке.

В ходе испытаний в лаборатории, сертифицированной EUROVENT, кондиционеры YORK типа YSS показали отличные результаты.

При определении механической прочности относительный прогиб корпуса со стенкой толщиной 60 мм составил 0,92 мм/м, что в 4 раза лучше требований наивысшего класса 2A стандарта EN1886 и является рекордным показателем за всю историю сертификации в системе EUROVENT.

Измеренные утечки через корпус со стенкой толщиной 60 мм составили 0,15 л/(с·м<sup>2</sup>), что в 3 раза лучше требований наивысшего класса В стандарта EN1886.

Утечки по байпасу вокруг фильтра составили 0,33%, что на 33% лучше требований наивысшего класса F9 стандарта EN1886.

Измеренная величина суммарной теплопроводности корпуса равна 0,84 Вт/(м<sup>2</sup>·К), что соответствует классу T2 стандарта EN1886. Всего классов 4, наилучший класс – T1 [0,5 Вт/(м<sup>2</sup>·К)].

Относительные тепловые потери через тепловые мости корпуса равны 0,64, что соответствует классу TB2 стандарта EN1886 (всего классов 4, наилучший класс – TB1- 0,75).

Конструктивно центральные кондиционеры YORK имеют блочную структуру, формируемую из соединенных между собой функциональных секций. Герметичность установки обеспечивают уплотнения по всему периметру контакта между секциями. Основные секции: входная (смесительная), фильтров, теплообменников, ув-

лажнения, вентиляторная, рекуперации тепла, шумоглушителя.

**Смесительная секция.** Клапаны позволяют обеспечивать требуемое соотношение наружного и рециркуляционного воздуха в воздухосмесительной камере, а при необходимости – перекрывать его поток через кондиционер. Клапаны состоят из корпуса и поворотных лопаток, имеющих специальный аэродинамический профиль, способствующий снижению потерь давления воздуха при прохождении через клапан. Особенности конструкции воздухосмесительной камеры позволяют минимизировать эффект расслоения потоков воздуха.

**Секция фильтров.** Для предварительной очистки подаваемого воздуха используют панельные фильтры из синтетического или стекловолокнистого материала класса G2 – G4. В качестве главных фильтров применяют карманные фильтры класса G4– E9, а для тонкой очистки – компактные ячеистые фильтры класса H10– H13.

**Секция теплообменников.** В нагревательных теплообменниках из медных труб с алюминиевым оребрением теплоносителем являются горячая вода или пар. При использовании горячей воды с температурой выше 100 °C применяют трубы с увеличенной толщиной (0,7 или 1 мм). Охладители могут работать как на фреоне, так и на холодной воде или водогликолевом растворе.

Все теплообменники оснащены воздухоотводчиками и дренажными патрубками, проходят заводской тест на герметичность при давлении 30 бар, могут быть оснащены медными коллекторами и фланцами на патрубках.

**Секция увлажнения.** Наряду с поверхностными, форсуночными и паровыми увлажнителями в секциях увлажнения кондиционеров YORK применяют роторно-пластинчатый увлажнитель, который осуществляет адиабатный процесс увлажнения. Он не требует водоподготовки, регулярной замены насадки (как поверхностный увлажнитель), гораздо реже нуж-

дается в обслуживании, чем паровой или форсуночный.

**Вентиляторная секция.** В зависимости от режимных параметров секция оснащается одним или двумя центробежными вентиляторами с двухсторонним либо односторонним всасыванием, с лопастями, загнутыми вперед или назад. Охлаждаемые электродвигатели полностью закрыты типа размещены в корпусе с классом защиты IP55 и изоляцией класса F. Предусмотрена возможность регулирования натяжения ремней привода. Электродвигатели могут поставляться в пожаробезопасном, водонепроницаемом или другом специальном исполнении. Вентиляторный узел смонтирован на отдельной раме, изолированной от общего корпуса установки пружинными вибропоглощителями.

Может быть применен также так называемый вентилятор-пробка, создающий компактную камеру статического давления, к корпусу которой можно присоединять приточные воздуховоды в любой точке.

**Секция рекуперации тепла.** Для рекуперации тепла могут быть использованы пластинчатые перекрестно-точные (воздух/воздух) теплообменники, тепловые колеса или теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем, тепловые трубы. Рекуперация тепла позволяет снизить затраты на нагрев или охлаждение свежего воздуха.

**Секция шумоглушителя.** Стандартные звукоглушители шести вариантов длины (от 500 до 2400 мм) выполняются из оцинкованной стали и гигроскопичного материала.

**Корпус.** Высокая прочность и устойчивость установки в целом обеспечивается конструкцией корпуса. Сдвоенная рама выполнена из легкого, коррозионностойкого сплава алюминия. Панели



корпуса толщиной 30 или 60 мм изготовлены из оцинкованной стали с пенополиуретановым наполнением, что обеспечивает хорошую теплоизоляцию и механическую прочность. По желанию заказчика могут быть поставлены стальные окрашенные или пластифицированные панели, панели из нержавеющей стали или из алюминиевого сплава. Двери и люки облегчают доступ к элементам установки, требующим регулярного технического обслуживания и проверки. Любая панель при необходимости может быть легко демонтирована.

\*\*\*

Наряду со стандартными модификациями существует множество опций и вариантов исполнения, позволяющих удовлетворить самым разнообразным требованиям заказчика.

При поставке центральных кондиционеров компания YORK предлагает заказчику оборудование собственного производства для автоматического управления и контроля, систему диспетчеризации с возможностью интегрирования в единый комплекс управления инженерными системами здания, а также создание такого комплекса в целом на базе аппаратного и программного обеспечения YORK.

**YORK International**  
Россия, 121170, Москва, Поклонная ул., 14.  
Тел.: (095) 232 66 60. Факс: (095) 232 66 61  
[www.york.ru](http://www.york.ru) E-mail: [hvac.russia@york.com](mailto:hvac.russia@york.com)



# Тепловые насосы

В последнее время все более распространенным становится получение тепла и горячей воды с помощью тепловых насосов.

Наиболее выгодно применение бивалентных систем, т. е. уже имеющейся котельной с дополнительной комплектацией тепловым насосом.

ООО «Эйркул» производит тепловые насосы (в том числе для бивалентных систем) с тепловыми аккумуляторами. Имеется возможность учета потребления электроэнергии как в полном объеме, так и на любой из стадий получения теплоты.

В состав тепловых насосов фирмы «Эйркул» входят:

- компактные винтовые компрессоры фирмы BITZER (Германия);
- кожухотрубный конденсатор и испаритель фирмы ONDA (Италия);
- автоматика ведущих мировых производителей – фирм Danfoss, ALCO, Herl, Ranco и др.
- электрический щит управления, который собирается на производственной базе фирмы «Эйркул» из комплектующих ведущих фирм-производителей электротехнической продукции. Щит имеет сертификат соответствия ГОСТ Р.

Отличительные особенности тепловых насосов фирмы «Эйркул»:

- основные компоненты подобраны в строгом соответствии с техническим заданием заказчика, что обеспечивает работу в оптимальном режиме;
- компактное расположение составных частей на единой раме;
- испытание давлением в заводских условиях и заправка азотом;
- полная автоматизация (не нужен специально подготовленный персонал);
- возможность подключения к системе мониторинга и дистанционного управления;
- максимальная заводская готовность;
- простота монтажа и эксплуатации;
- экологическая чистота (отсутствие сжиженного топлива и вредных выбросов в атмосферу).

Полный комплекс услуг, предлагаемый потребителям теплонасосного оборудования, включает:

- экспресс-обследование (выезд специалиста на место, разработка рекомендаций по применению теплового насоса на конкретном объекте, технико-экономическое обоснование эффективности использования тепло-

го насоса, оценка рентабельности);

- проектирование технологической части, генпроект привязки;
- изготовление изделий из импортных комплектующих и поставка теплового насоса в состоянии полной заводской готовности;
- монтажные и пусконаладочные работы;
- обучение обслуживающего персонала;
- сервисное и абонементное обслуживание.

Срок окупаемости теплового насоса 1,5 – 2,5 года. Выбор оптимального теплового насоса при известных параметрах низкотемпературного источника теплоты (НИТ) и высокопотенциальной теплоты (ВПТ) зависит от величины тепловых нагрузок (на отопление и горячее водоснабжение объекта), типа установленной отопительной системы, наличия дифференцированного тарифа на электрическую энергию ночью и днем и др.

По желанию заказчика могут быть изготовлены парокомпрессионные тепловые насосы тепловой мощностью от 100 кВт до 3 МВт, работающие на озонобезопасных хладагентах.



**Фирма "Эйркул" представляет герметичные компрессоры и агрегаты TECUMSEH EUROPE/L'UNITE HERMETIQUE**



- диапазон холодопроизводительности от 50 Вт до 30 кВт
- малошумность и эргономичность
- удобная программа расчета и подбора компрессоров



## Наиболее интересные новые разработки фирмы TECUMSEH EUROPE

- серия компрессоров THB на хладагенте R600a
- компрессоры серии AEZ и AE оснащаются новыми кожухами и корпусами, позволяющими существенно снизить уровень шума
- расширение серии CAJ/TAJ "SE" компрессоров на все напряжения.

Наличие широкого модельного ряда на складе в Санкт-Петербурге

Центральный офис  
ООО "Эйркул"  
191123  
Санкт-Петербург,  
ул.Шпалерная, 32-6Н  
тел. +7(812) 279-9865,  
тел. +7(812) 327-3821,  
факс +7(812) 327-3345  
[info@aircool.ru](mailto:info@aircool.ru),  
[www.aircool.ru](http://www.aircool.ru)

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

ООО "Эйркул-Дон"  
г.Ростов-на-Дону, ул.Пушкинская, 54  
тел./факс (8632) 40-3597, 99-9797  
[aircooldon@mail.ru](mailto:aircooldon@mail.ru), [www.accdon.da.ru](http://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](mailto:aircoolsib@omskcity.com)

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

Авторизованный  
дистрибутор  
и сервисный центр  
"Tecumseh-Россия"



# Холодильные установки с промежуточным хладоносителем

М.Т. АХМЕТЗЯНОВ, А.Г. ЛАЗАРЕВ

**Как известно, одним из основных требований к безопасности эксплуатации аммиачных холодильных установок является снижение аммиакоемкости. Однако сокращение объемов хладагента представляется актуальным и для холодильных установок, работающих на фреоне. Это направление реализует на практике фирма «ФАБС Инжиниринг», спроектировавшая и запустившая в эксплуатацию несколько крупных холодильных систем, в которых холодоснабжение потребителя осуществляется с помощью промежуточного хладоносителя.**

Основные достоинства систем с промежуточным хладоносителем:

- отсутствие ограничений по высоте подачи жидкости и по предельному расстоянию между охладителем жидкости и охлаждаемыми помещениями.

Требуемые параметры обеспечиваются выбором соответствующего напора насосной станции и толщины теплоизоляции трубопроводов;

- простота регулирования температуры воздуха в камерах, возможность независимо-

го регулирования температур воздуха одновременно в большом числе помещений (даже при существенных различиях в поддерживаемых температурах);

- компактность конструкции фреоновой части холодильной машины и минимальная потребность во фреоне;
- большая аккумулирующая способность хладоносителя, а следовательно, более продолжительный межпусковой период и снижение частоты включения-выключения компрессоров;
- в несколько раз меньшая стоимость хладоносителя по сравнению с хладагентами, что снижает финансовые потери в случае нарушения герметичности системы.

В последние годы на роль хладоносителей все активнее стали претендовать водные растворы этилен- или пропиленгликоля, спирта и глицерина.

Фирма «ФАБС Инжиниринг», в частности, использует водный раствор этиленгликоля с комплексом присадок, имеющий гигиеническое заключение, разрешающее его применение в системах кондиционирования, холодо- и теплоснабжения. Этот хладоноситель не оказывает агрессивного воздействия на сантехническую резину и прокладки, что уменьшает возможность протечек и повышает надежность работы жидкостных циркуляционных контуров. По желанию заказчика и в



Рис. 1. Чиллер холодопроизводительностью 475 кВт ( $t_o = -19^{\circ}\text{C}$ ,  $t_k = 44^{\circ}\text{C}$ ) на базе компрессоров HSN7471-75 (Bitzer)

зависимости от конкретных условий может быть применен любой другой хладоноситель.

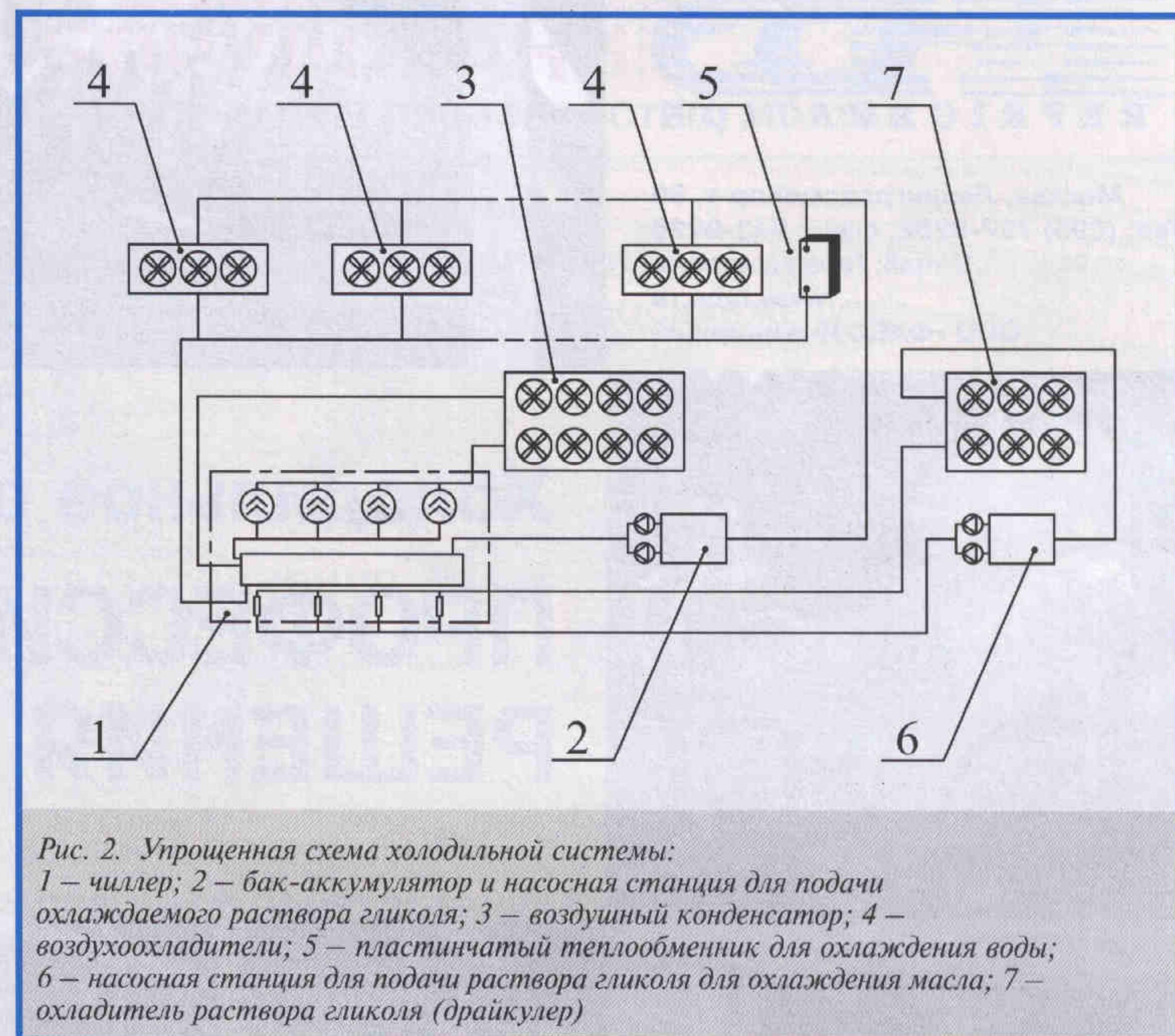
Фирмой «ФАБС Инжиниринг» создана холодильная установка с промежуточным этиленгликолевым хладоносителем на мясоперерабатывающем комбинате «МПК Пензенский».

Комбинату для охлаждения куттеров, четырех камер хранения (с поддержанием в них температуры  $-3\ldots-6^{\circ}\text{C}$ ) и др. необходима была холодильная система. При этом все перечисленные выше объекты были расположены в различных местах вытянутого на 150 м одноэтажного производственного здания. Холодильную систему надо было подключить к действующему оборудованию без его длительной остановки.

Было решено расположить компрессорное оборудование в непосредственной близости от самых крупных охлаждаемых камер. В установке применена схема с единым циркуляционным контуром хладоносителя и двумя параллельно работающими чиллерами одинаковой конструкции суммарной холодопроизводительностью 950 кВт.

Главное достоинство такой схемы – возможность поэтапного ввода оборудования в эксплуатацию. В первую очередь на Пензенском мясокомбинате были смонтированы циркуляционный контур и один чиллер холодопроизводительностью 475 кВт. Это позволило включить в работу куттеры, две камеры хранения и другие объекты.

Чиллер, разработанный для «МПК Пензенский» (рис. 1), включает 4-компрессорный блок с общим фреоновым контуром (R22) и кожухотрубный испаритель. Температура раствора этиленгликоля на выходе из испарителя  $-14^{\circ}\text{C}$ . Установка имеет выносной конденсатор с воздушным охлажде-



нием. Упрощенная схема холодильной системы представлена на рис. 2.

К особенностям чиллера следует отнести систему охлаждения масла в пластинчатом маслоохладителе раствором этиленгликоля, который в свою очередь охлаждается в «сухой» градирне (драйкулере). Подобное решение явилось ответом на пожелание заказчика не портить внешний вид здания размещением перед ним маслоохладителя с воздушным охлаждением. Маслоохладитель был уменьшен в размерах и помещен в компрессорный блок, а охладитель гликолового контура охлаждения масла размещен на крыше. В результате не только сохранился дизайн здания, но и улучшился внешний вид компрессорного блока, упростился доступ к нему для обслуживания и ремонта, так как с прохода были убраны трубы отвода-подвода масла.

Система холоснабжения с использованием промежуточного хладоносителя для Пензенского мясокомбината требует заправки 300 кг R22 при холодопроизводительности установки 475 кВт и 600 кг при работе с полной нагрузкой (950 кВт). Для заправки равной по холодопроизводительности системы непосредственного охлаждения потребовалось бы более 4000 кг фреона. Только одно предположение о возможной утечке такого количества фреона в результате разгерметизации системы вызывает неприятные ощущения.

(Продолжение следует)

За более подробной информацией обращайтесь по тел. (095) 737-82-52 или зайдите на наш сайт [www.fabs.ru](http://www.fabs.ru).



®  
**ТермоКул**  
Группа Компаний

представляет:

# ADAP-KOOL® – надежный помощник в эксплуатации холодильного оборудования

Даже самое современное холодильное оборудование не может быть настолько надежным, чтобы работать безотказно длительное время без сервисного обслуживания. Рано или поздно возможны сбои и аварийные ситуации, причем это может произойти, когда на предприятии отсутствует обслуживающий персонал. Для оперативного устранения неисправности необходимо своевременно получить сигнал о сбое в системе холоснабжения с информацией о характере неисправности.

С этой целью компания Danfoss разработала систему ADAP-KOOL® для удаленного мониторинга и управления холодильным оборудованием, работающим в области коммерческого и промышленного холода.

Электронная система управления ADAP-KOOL® – это:

- **Качество.** Оптимальное сохранение качества продуктов питания и увеличение срока их содержания в холодильных камерах в соответствии с санитарными правилами достигаются благодаря поддержанию требуемых параметров технологических режимов, а также функциям адаптивного управления и точной работе систем контроля и управления.

- **Надежность.** Система управления позволяет моментально (“on-line”) информировать обслуживающих объект сервисных диспетчеров при возникновении аварийных ситуаций в любое время суток. Неисправности, возникающие в холодильной установке, устраняются сервисной службой дистанционно до того, как ситуация станет критической. Если диспетчер не может дистанционно устранить проблему, то он вызывает сер-

висную бригаду. Бригадиру выдается вся информация по возникшей проблеме, что способствует скорейшему устранению неисправностей.

- **Компьютерное обеспечение.** Специальное компьютерное обеспечение “AK Монитор” дает возможность получать информацию о рисках и условиях, приводящих к их возникновению, и параметрах, имеющих существенное значение для безопасности хранения продукции, в том числе данные о температурных режимах в камерах, прилавках или витринах, а также план холодильного объекта. Система имеет простой интерфейс и удобна в обслуживании. Может в реальном времени представлять показания датчиков в виде гистограмм, таблиц, наглядных макетов.

- **Мониторинг и диспетчеризация.** Специалисты сервисной службы имеют мобильные телефоны и портативные компьютеры (ПК), при помощи которых осуществляются мониторинг и диспетчеризация холодильных установок из любого места: офиса, машины, дома и т.д. При этом ПК можно подключать непосредственно к интерфейсному модулю или дистанционно при помощи модема и телефонной линии, GSM-модема или через Интернет.

- **Энергосбережение.** Экономия электроэнергии составляет до 30 % благодаря оптимизации всех параметров холодильной установки.

- **Сокращение издержек.** Уменьшаются эксплуатационные затраты. Время простоя холодильного оборудования сокращается до минимума из-за минимизации времени на поиск и устранение неисправности. Срок

службы холодильного оборудования увеличивается благодаря совершенным алгоритмам управления, использованию электронных расширительных вентилей, "плавающему" давлению кипения/конденсации, расширенным функциям аварийной сигнализации.

За последние два года специалисты Группы Компаний "ТермоКул" оснастили системами ADAP-KOOL® с использованием электронных ТРВ ведущие предприятия АПК, оптово-розничной торговли и медицинские учреждения, в том числе:

- ✓ Мясокомбинат "ОСТАНКИНСКИЙ" (Москва) – система технологического кондиционирования цеха приготовления фарша ( $t_{возд} = 12^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{возд} = 100\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $Q_0 = 440 \text{ кВт}$ , с использованием систем непосредственного охлаждения).
- ✓ Мясокомбинат "СНЕЖНА+Д" (Москва) – скороморозильный аппарат спирального типа "FRIGOSCANDIA" производительностью 450 кг/ч с системой холодоснабжения.
- ✓ Мясокомбинат "СЕРГИЕВО-ПОСАДСКИЙ" (Московская обл.) – скороморозильный аппарат спирального типа "FRIGOSCANDIA" производительностью 450 кг/ч с системой холодоснабжения.
- ✓ Мясокомбинат "ЦАРИЦЫНСКИЙ" (Москва) – система холодоснабжения для скороморозильного аппарата спирального типа "FRIGOSCANDIA" производительностью 600 кг/ч ( $Q_0 = 112 \text{ кВт}$ ).
- ✓ Колбасный завод "ВЕГУС" (Москва) – система холодоснабжения камер интенсивного охлаждения продукции ( $Q_0 = 406 \text{ кВт}$ ).
- ✓ Птицефабрика "РУССКО-ВЫСОЦКАЯ" (Ленинградская обл.) – установка получения ледяной воды "BUCO" ( $V_{воды} = 24 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $Q_0 = 224 \text{ кВт}$ ) для охлаждения тушек птицы в линии убоя фирмы "LINCO" производительностью 8 000 голов в час.
- ✓ Птицефабрика "МОССЕЛЬПРОМ" (Тульская обл.) – камеры замораживания тунNELьного типа общей производительностью 18 т/ч и хранения птицы с суммарным объемом охлаждаемых помещений 6 470 м<sup>3</sup>; установка получения ледяной воды "BUCO" ( $V_{воды} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $Q_0 = 373 \text{ кВт}$ ) для охлаждения тушек птицы в линии убоя фирмы STORK производительностью 6 000 голов в час.
- ✓ Пивоваренный завод "ПЯТЫЙ ОКЕАН" (Московская обл.) – установка получения ледяной воды "BUCO" ( $V_{воды} = 68,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,

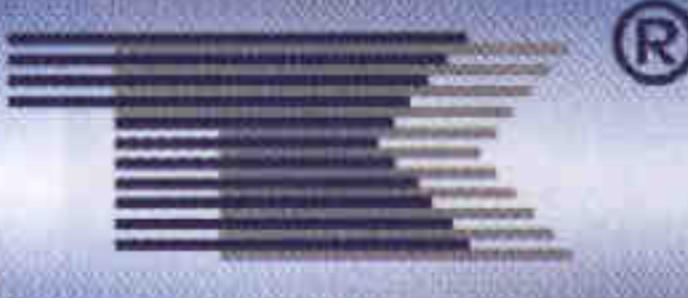
$Q_0 = 199,6 \text{ кВт}$ ) для охлаждения пивного сусла и продукции в бродильных аппаратах и аппаратах дображивания.

✓ Плодоовощная база "НОВЫЕ ЧЕРЕМУШКИ" – 24 камеры хранения фруктов и овощей условной емкостью 9 200 т. Суммарный объем охлаждаемых помещений 93 312 м<sup>3</sup>.

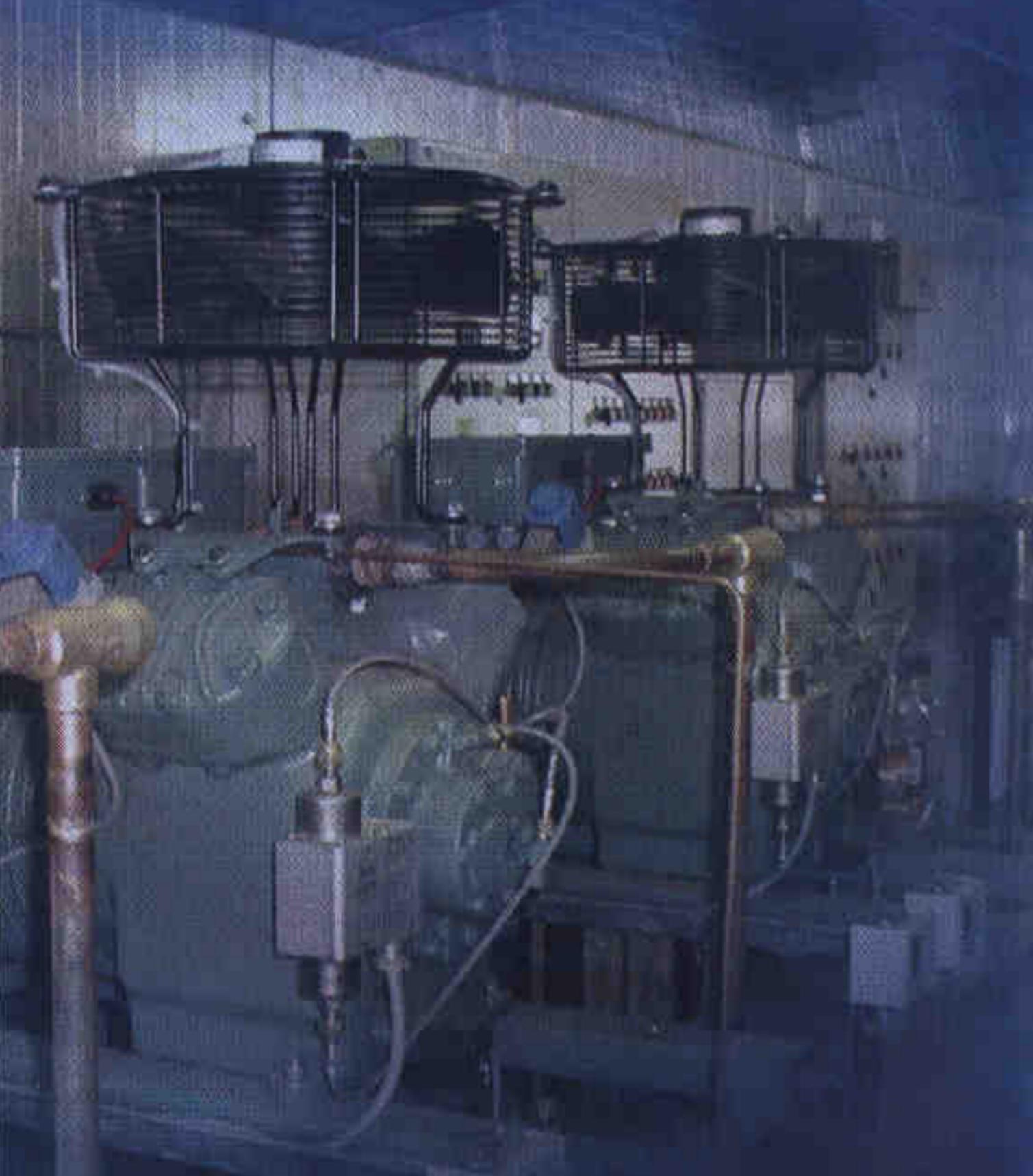
✓ Областная клиническая больница, ожоговое отделение (Тюмень) – система кондиционирования и вентиляции операционного блока, палат интенсивной терапии и послеоперационных палат, хозяйствственно-административного блока.

Применяя электронную систему управления ADAP-KOOL® для оптимизации работы систем холодоснабжения, кондиционирования и вентиляции, специалисты "ТермоКул" обеспечат многолетнюю безопасную и экономическую работу вашей техники.

Мы гарантируем качество и надежность сервиса.

 **ТермоКул**  
Группа Компаний

**Оборудование и комплектующие  
для систем холодоснабжения  
кондиционирования и вентиляции**



**BITZER**  
**Danfoss**  
**DAIKIN**  
**eco**  
**GÜNTNER**  
**KME**  
**LU-VE**  
**MITSUBISHI**  
**RIVACOLD**  
**Schultze**  
**SANHA**  
**KAIMANN**  
**MENNEKES**  
**LAPP KABEL**

Россия, 129344, Москва, Енисейская, 2  
Факс: (095) 105-3475, тел.: 105-3476  
[www.thermocool.ru](http://www.thermocool.ru), e-mail: [sale@thermocool.ru](mailto:sale@thermocool.ru)  
Сервис Центр Bitzer Москва:  
Лихоборская наб., 9  
тел./факс: (095) 153-7098, 153-7118

# Основные возможные неисправности спиральных компрессоров

Д-р техн. наук, проф. **Б.С. БАБАКИН**,  
д-р техн. наук, проф. **В.А. ВЫГОДИН**,  
**С.А. ПЛЕШАНОВ**

Московский государственный университет прикладной биотехнологии

*В настоящее время широкомасштабные исследования в области спиральных компрессоров ведут многие фирмы-производители компрессоров для холодильной промышленности. Холодильные спиральные компрессоры успешно выдержали испытания временем и активно начали вытеснять другие типы компрессоров. Это обусловлено тем, что спиральные компрессоры надежны в эксплуатации, содержат на 40% меньше деталей, чем поршневые, производят меньше шума и имеют больший эксплуатационный ресурс.*

*Сpirальные компрессоры используются во всех основных системах воздушного кондиционирования, включая сплит- и мультисплит-модели, напольные версии, руф-топы (крышные кондиционеры), в тепловых насосах, в компрессорно-конденсаторных агрегатах, в централизованных системах холодоснабжения супермаркетов, в промышленном холода и в транспортных установках, включая контейнеры. Диапазон холодопроизводительности спиральных компрессоров постоянно расширяется, и в настоящее время его верхняя граница приближается к 200 кВт (при использовании многокомпрессорной станции).*

*В указанных областях холодильной техники спиральные компрессоры активно конкурируют с поршневыми и винтовыми. Очевидно, что у каждого типа компрессоров есть свои недостатки и преимущества.*

Конструкция спирального компрессора обеспечивает улучшенные эксплуатационные качества: низкий уровень шума, высокую надежность, увеличенный срок службы по сравнению с поршневыми и винтовыми компрессорами. Однако, как и у любой современной техники, при их работе могут возникать всевозможные неисправности.

Как показывает многолетний опыт эксплуатации, большинство неисправностей герметичных компрессоров любого типа — следствие внешних причин (так называемого человеческого фактора). Это могут быть: неправильный подбор компрессора или других элементов холодильной установки; грубые ошибки при монтаже; неправильная эксплуатация; несоответствие условий работы и параметров электросети допустимым. Проблема усугубляется бытующим среди монтажников и инженеров-холодильщиков неверным мнением о том, что спиральный компрессор является "неубиваемым", т.е. его очень трудно вывести из строя.

Рассмотрим подробнее наиболее часто встречающиеся неисправности спиральных компрессоров. Среди них есть как присущие только этому типу компрессоров, так и общие для герметичных холодильных компрессоров (сгорание электродвигателя, разрушение подшипников и т.д.).

Легче всего идентифицируются повреждения, связанные с внешними ударами, которые условно можно поделить на две группы: повреждение внешних и повреждение внутренних деталей.

## Повреждение внешних деталей:

- вмятины на корпусе компрессора вследствие неправильного обращения или повреждения при транспортировке или из-за непрочной конструкции упаковки;
- разрушение крышки клеммной коробки или отделение/поломка опоры компрессора.

Эти повреждения, как правило, связаны с неправильным обращением с компрессором. Кроме того, их причиной может быть нарушение производственного процесса на предприятии-изготовителе — несоблюдение рабочих параметров сварки при приварке клеммной коробки к корпусу.

## Повреждение внутренних деталей:

- риск повреждения внутренних деталей в результате внешних ударов сведен к минимуму. Это относится как к движущимся элементам компрессора — ротору, подвижной спира-

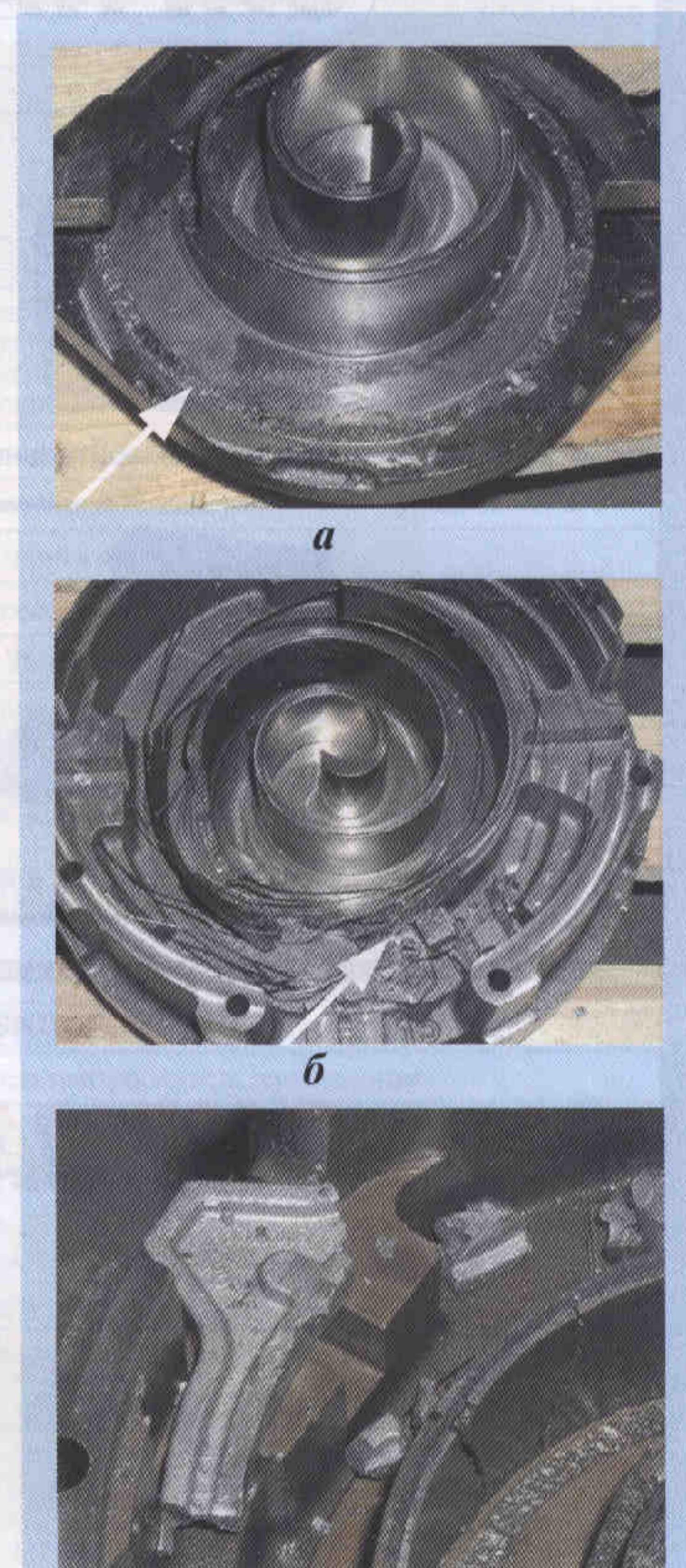


Рис. 1. Повреждения деталей спирального компрессора вследствие гидравлического удара:  
а — разрушение подвижной спирали;  
б — разрушение неподвижной спирали;  
в — разрушение муфты Ольдгейма

ли, коленчатому валу, так и к электродвигателю, прочно закрепленному в корпусе. Тем не менее возможность таких повреждений нельзя полностью сбрасывать со счетов.

Очень часто приходится слышать мнение о том, что одна из самых страшных по своим последствиям неисправностей поршневых компрессоров – **гидравлический удар** – спиральным компрессорам не грозит. Это неправильное мнение. Спиральный компрессор может нормально работать при попадании небольшого количества смеси жидкого хладагента и масла в полость сжатия на короткий период, но возможность гидравлического удара для него тоже вероятна. Результатом гидравлического удара может стать разрушение спиралей компрессора – сначала подвижной, потом неподвижной (рис. 1, а, б), а затем муфты Ольдгейма (рис. 1, в). Если компрессор немедленно не остановить, то будет продолжаться дальнейшее разрушение этих деталей. Кроме того, в результате появления металлических частиц может произойти повреждение электродвигателя (в частности, его статора и обмоток).

Наиболее вероятными причинами гидравлического удара могут быть: попадание жидкого хладагента в компрессор или конденсация хладагента в трубопроводе при неработающем компрессоре; использование горячего газа (пара) для оттаивания испарителя; заправка компрессора слишком большим количеством хладагента. Кроме того, гидроудар может быть вызван неправильным выбором терморегулирующего вентиля или технически неграмотным исполнением трубопроводов (неправильная конструкция, отклонения диаметров трубопроводов от расчетных величин). Наиболее редкими, но все же встречающимися причинами гидравлического удара являются плохая циркуляция воздуха у испарителя и перетекание хладагента в самую холодную точку системы.

Для предотвращения гидравлического удара необходимо:

- установить отделитель жидкости на стороне низкого давления холодильной системы и обратный клапан на линии нагнетания;
- проверить расход в терморегулирующем вентиле, конструкцию трубопроводов и наличие циркуляции

воздуха у поверхности испарителя (при необходимости следует прочистить испаритель);

- поставить компрессор в более теплое место либо установить подогреватель картера или дополнительный ленточный подогреватель.

Как видно из вышесказанного, причины гидравлического удара в спиральном компрессоре и методы борьбы с ним такие же, как и у поршневых компрессоров.

Уже давно было выявлено, что различные **загрязнения системы** уменьшают надежность холодильного оборудования и сокращают срок службы компрессора.

Описанные ниже повреждения связаны в основном с наличием в системе механических загрязнений или с большим содержанием воды, растворенной в хладагенте и масле. Но они могут инициироваться также присутствием в системе свободной воды или воздуха.

Возможность возникновения повреждений вследствие загрязнения увеличивается с повышением температуры компрессора. Наиболее опасным является участок на нагнетательной стороне компрессора, где повышение температуры возможно из-за наличия неконденсирующихся газов в линии нагнетания.

При неправильной регулировке реле низкого давления появление течи на стороне всасывания может способствовать проникновению в систему воздуха. К такому же к нежелательному результату может привести работа системы под вакуумом.

Появление **ржавчины** в спиральном компрессоре может быть следствием:

- несвоевременной установки компрессора в систему (компрессор чашами стоит открытый на воздухе, что является недопустимым при использовании полиэфирного масла);
- нарушение работы воздухоохладителя и трубопроводов низкого давления.

Увеличение уровня кислотности является следствием большого содержания влаги в системе (в основном в масле) либо наличия мест перегрева, способствующих разрушению молекул масла или хладагента.

Появление **медной пленки** на поверхности деталей является результатом совместного действия высокой температуры, значительного влагосодержания и присутствия в системе кис-

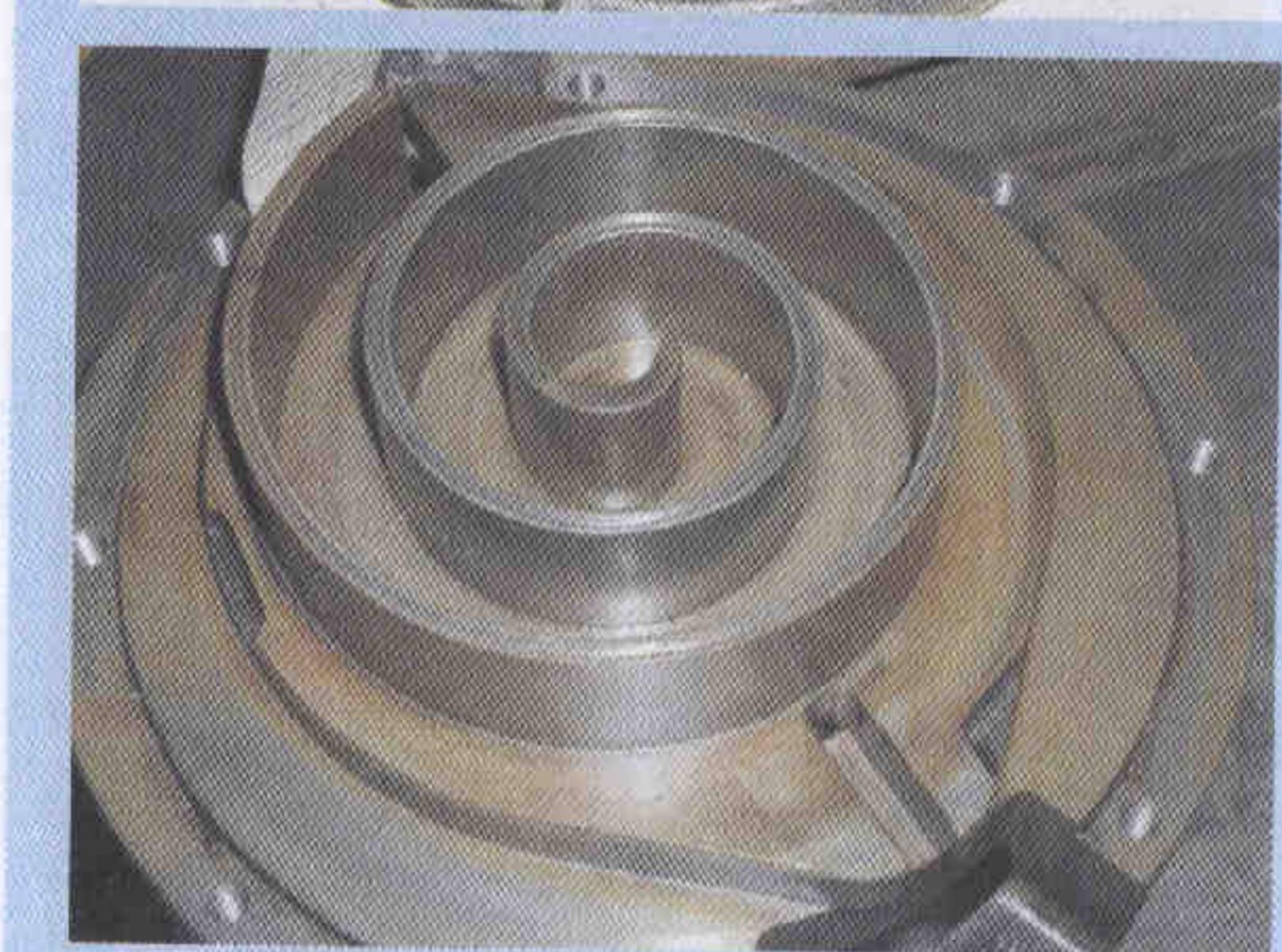


Рис. 2. Медная пленка на поверхности спиралей

лот. Медная пленка последовательно уменьшает рабочие зазоры в подшипниках и трущихся деталях, приводя к увеличению трения и повышению температуры в них (рис. 2).

Чтобы избежать рассмотренных нежелательных последствий загрязнения, проверяют:

- температуру кипения и перегрев на линии всасывания (они должны соответствовать оптимальному режиму работы системы);
- температуру жидкости и величину переохлаждения.

Также необходимо проверить содержание влаги в системе (с помощью индикатора) и ее герметичность.

Попадание **твердых частиц** в компрессор происходит в процессе монтажа системы или при наличии грязи и других посторонних частиц в одном из элементов контура, что влияет на работу механических частей компрессора.

Элементы контура чаще всего засторяются при монтаже системы, например: картер компрессора не был отвакуумирован во время установки в систему; паяльные работы проводились без использования инертного газа; вакуумирование не доводилось до заданного уровня; при мон-

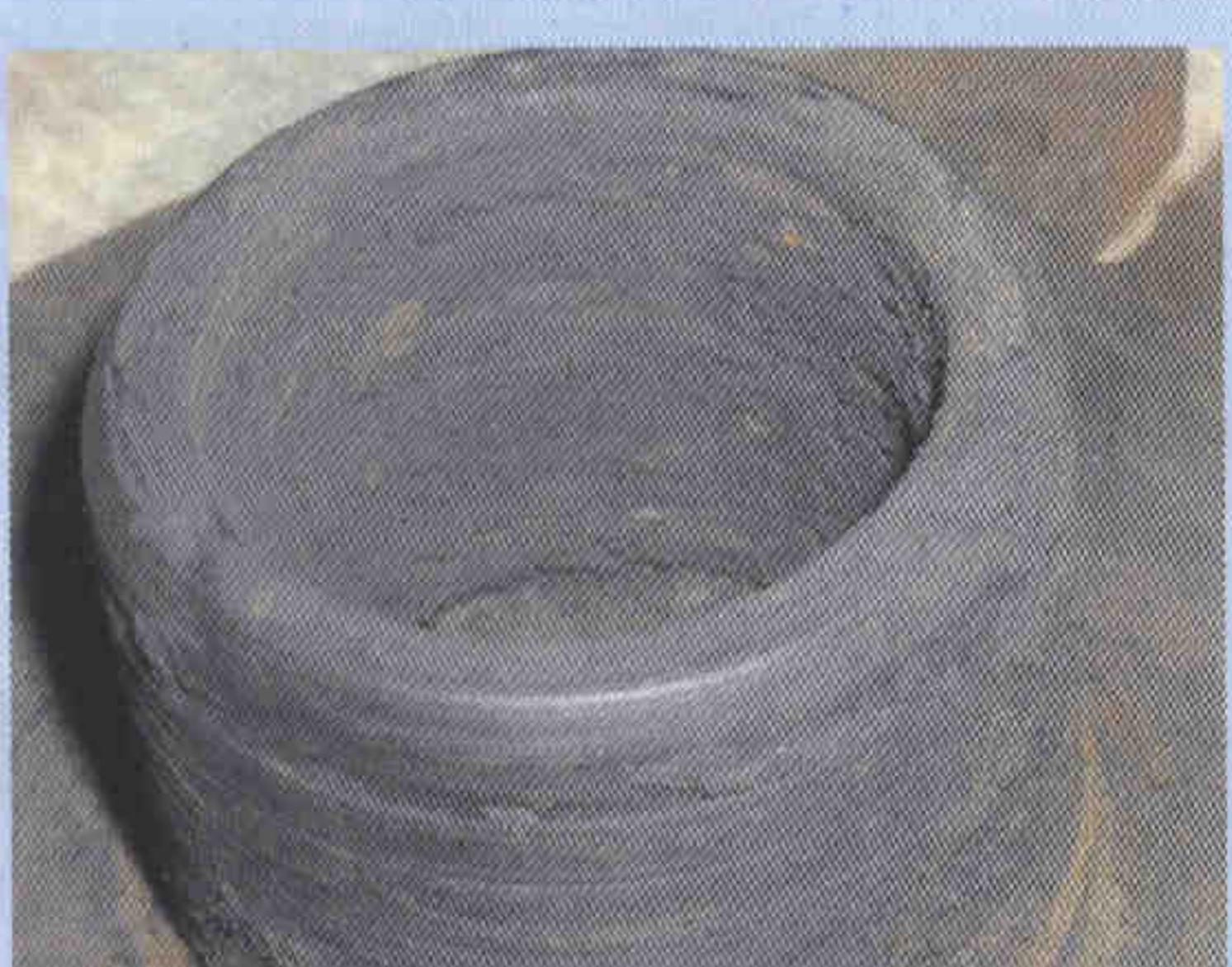


Рис. 3. Разрушенный упорный подшипник подвижной спирали



Рис. 4. Нарушение рабочей поверхности шейки вала из-за люфта подшипника

также не работал или не был установлен вакуумный манометр; испытания под давлением и на утечку проводились с использованием неразрешенного газа.

Наличие загрязнений в системе приводит к отклонению от оптимальных рабочих параметров компрессора и способствует неустойчивой работе подвижной спирали. При работе под вакуумом может произойти полное разрушение ее упорного подшипника, как это показано на рис. 3. Для предупреждения такого рода повреждений необходимо:

- в процессе проведения паяльных работ всегда применять инертный газ. Отклонения от оптимальных рабочих параметров являются причиной высоких температур, уменьшающих массовый расход хладагента, что ведет к снижению эффективности охлаждения электродвигателя;
- при вакуумировании использовать двухступенчатые вакуумные насосы. Уровень вакуумирования и методика откачки должны соответствовать рекомендациям производителей компрессоров;

- для испытаний под давлением по возможности применять газообразный азот. При использовании сухого воздуха его влагосодержание (точка росы) должно соответствовать влагосодержанию, рекомендованному для окончательно собранной системы;

- удостовериться, что холодильная система имеет правильно подсоединенные устройства защиты по давлению.

Чтобы компрессор работал в благоприятных условиях, следует регулярно контролировать рабочие параметры системы.

Необходимо следить за правильной установкой подшипников: при возникновении люфта в верхнем подшипнике могут появиться задиры в результате касания ротора и статора электродвигателя и нарушение рабочей поверхности шейки коленчатого вала (рис. 4).

Повреждения, связанные с **плохой смазкой**, – это задиры, заклинивание сопрягаемых деталей, выкрашивание и износ подшипников и т.д. (рис. 5). Причинами плохой смазки могут быть: нарушения герметичности в контуре; унос масла из компрессора; недостаточный возврат масла в компрессор; наличие мест скопления масла в системе; продолжительная работа компрессора с неполной нагрузкой на испаритель.

Избежать недостаточности смазки можно, проконтролировав: объем заправки и герметичность холодильной системы; наличие циркуляции масла в контуре и возврат достаточного количества масла в компрессор; разводку трубопроводов и их размеры; число пусков компрессора в заданный период времени; рабочие параметры при неполной нагрузке на испаритель (если используются параллельно соединенные испарители).

**Всасывание компрессором масла, растворенного в хладагенте**, возможно при перетекании хладагента из системы в картер компрессора (при неработающем компрессоре), растворении его в находящемся там масле, при размещении компрессора в самом холодном месте контура, при отсутствии подогревателя картера или его малой мощности.

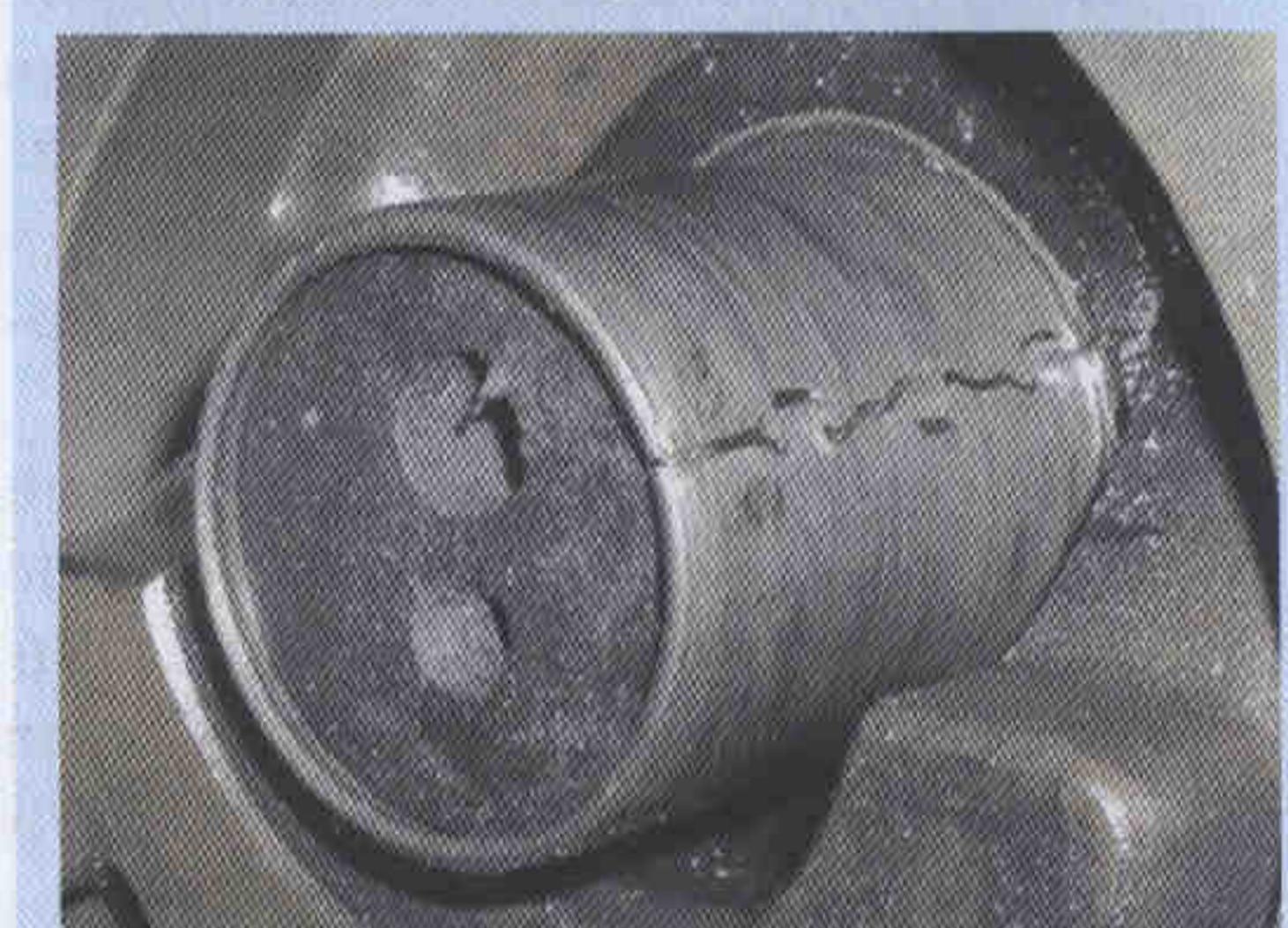
Рекомендуется: проверить работу подогревателя картера (установить дополнительный ленточный подогреватель, если это необходимо) и рабо-



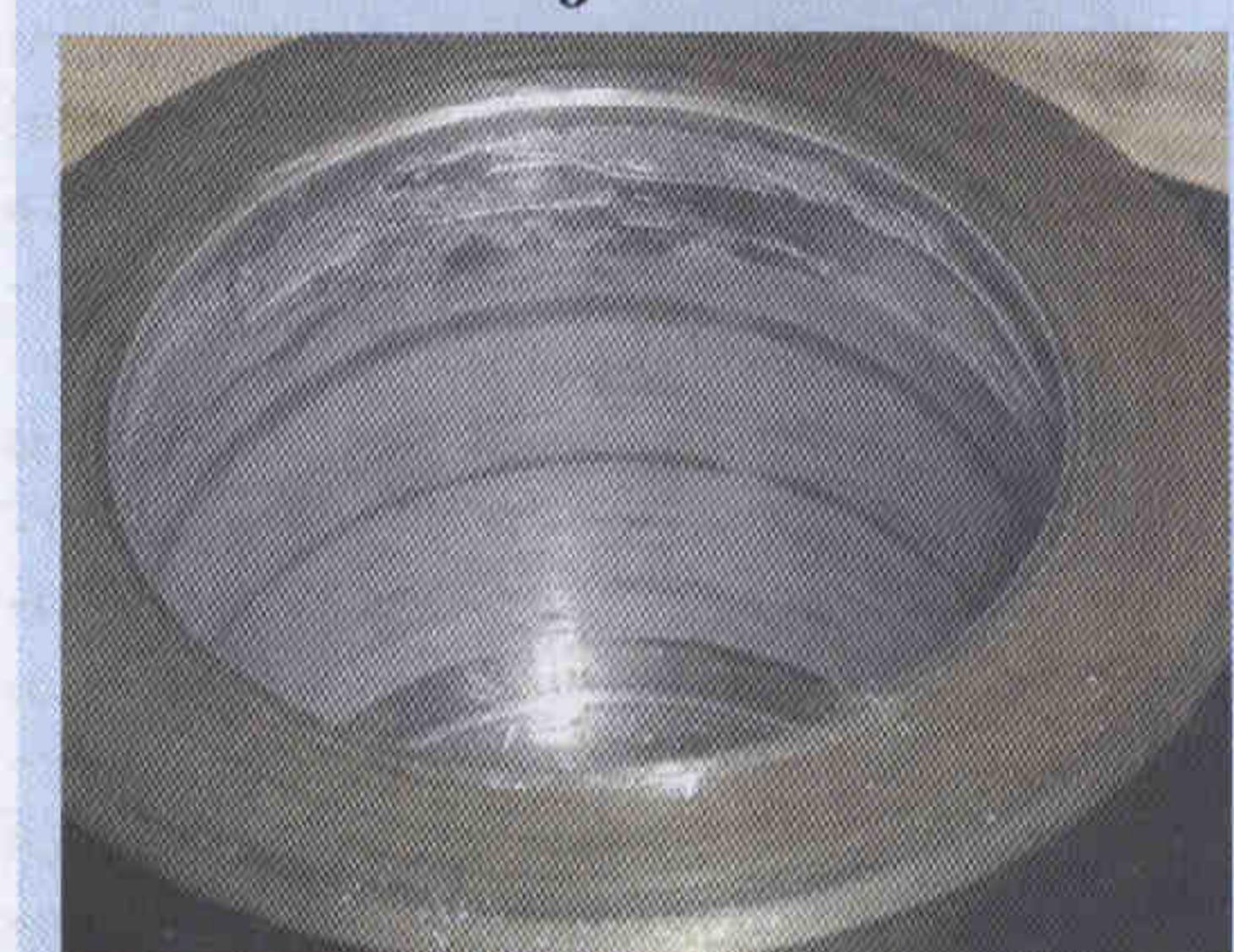
а



б



в



г

Рис. 5. Повреждения деталей спирального компрессора из-за плохой смазки:  
а – изношенный упорный подшипник;  
б – следы заклинивания на верхнем подшипнике коленвала;  
в – выкрашивание подшипника;  
г – задиры опорного подшипника подвижной спирали.

ту соленоидного вентиля (если он используется); оснастить установку системой регулирования подачи хладагента в испаритель; защищать компрессор от воздействия низких температур.

Наиболее распространенными причинами **повышенной рабочей температуры** в компрессоре являются: работа за пределами расчетной области со слишком большой степенью повышения давления; слишком высокая температура всасывания из-за большого перегрева пара. Излишний перегрев может быть следствием многих факторов: неправильного монтажа линии всасывания, что создает большой перепад давлений; отсутствия теплоизоляции на трубопроводах линии всасывания; частичной утечки хладагента; плохой настройки терморегулирующего вентиля; несоответствия рабочих параметров расчетным при эксплуатации установки с неполной нагрузкой на испаритель; низкого уровня масла в картере компрессора.

Для предупреждения повышения рабочей температуры сверх допустимых значений проводят следующие операции: сначала проверяют и чистят змеевик конденсатора; затем проверяют объемы заправленного масла и хладагента; далее покрывают теплоизоляцией трубы на линии всасыва-

ния и после этого проверяют все рабочие параметры системы охлаждения.

**Неполадки в электрооборудовании** (рис. 6) могут возникнуть, например, при сбое в электропитании, вследствие некачественного изготовления электродвигателя, а также при работе системы на нерасчетных режимах (высокая температура или снижение расхода хладагента, в результате чего не обеспечивается надлежащее охлаждение электродвигателя). Кроме того, они могут быть вызваны сверхнормативными отклонениями электрических параметров сети (напряжения, силы тока) или повреждениями элементов электрооборудования (контактора, пускового реле, конденсатора). Меры предотвращения электрических неполадок включают проверку рабочих параметров компрессора (особенно температуры и перегрева хладагента), а также узлов и параметров электропитания (величины напряжения и его перекос). Напряжение должно находиться в пределах, указанных в паспорте на изделие, а перекос напряжения должен быть менее 2%. Рассогласование напряжения ведет к изменению рабочего тока, что, в свою очередь, влияет на рост температуры обмотки электродвигателя.

Необходимо соблюдать осторож-

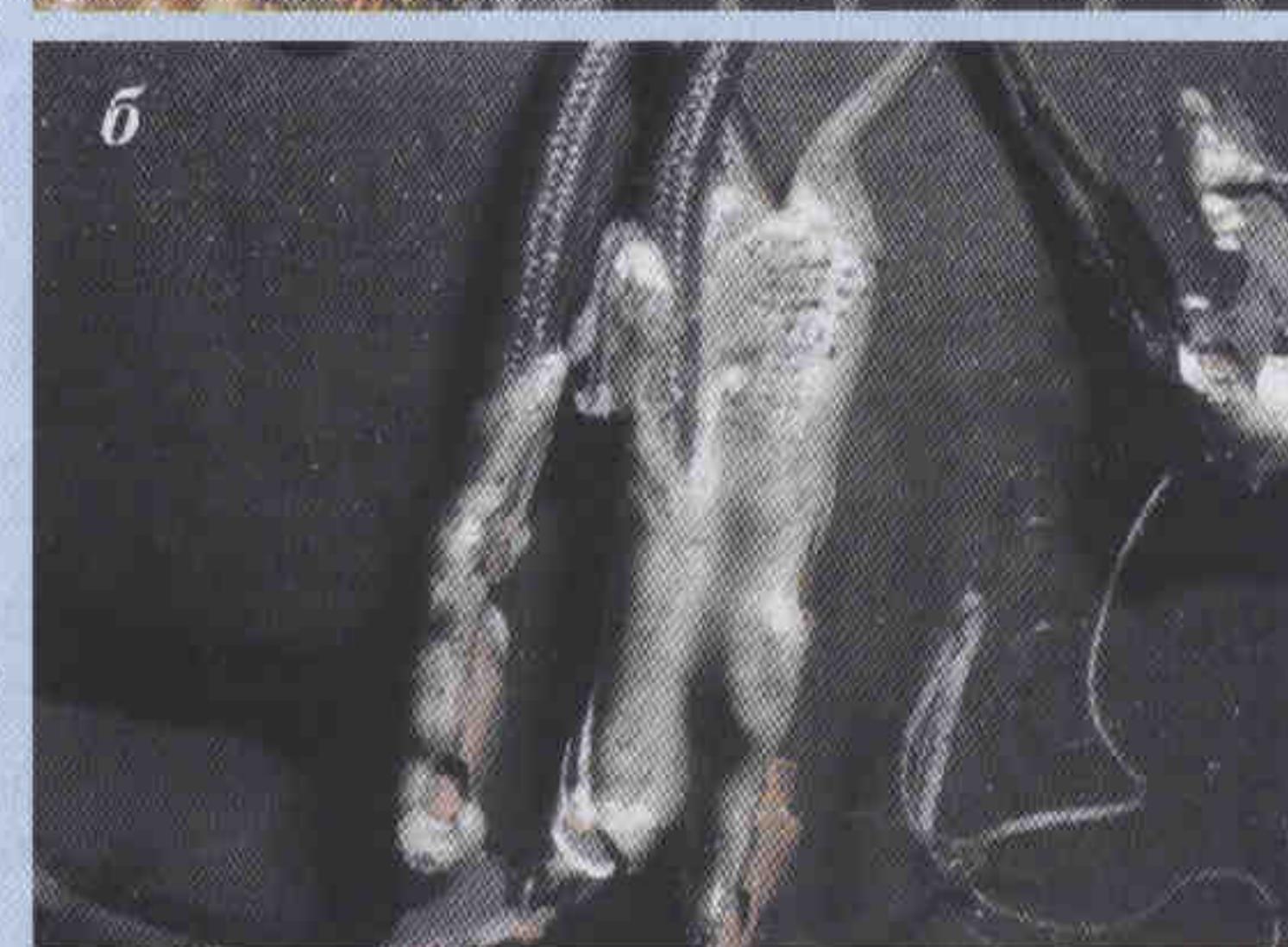
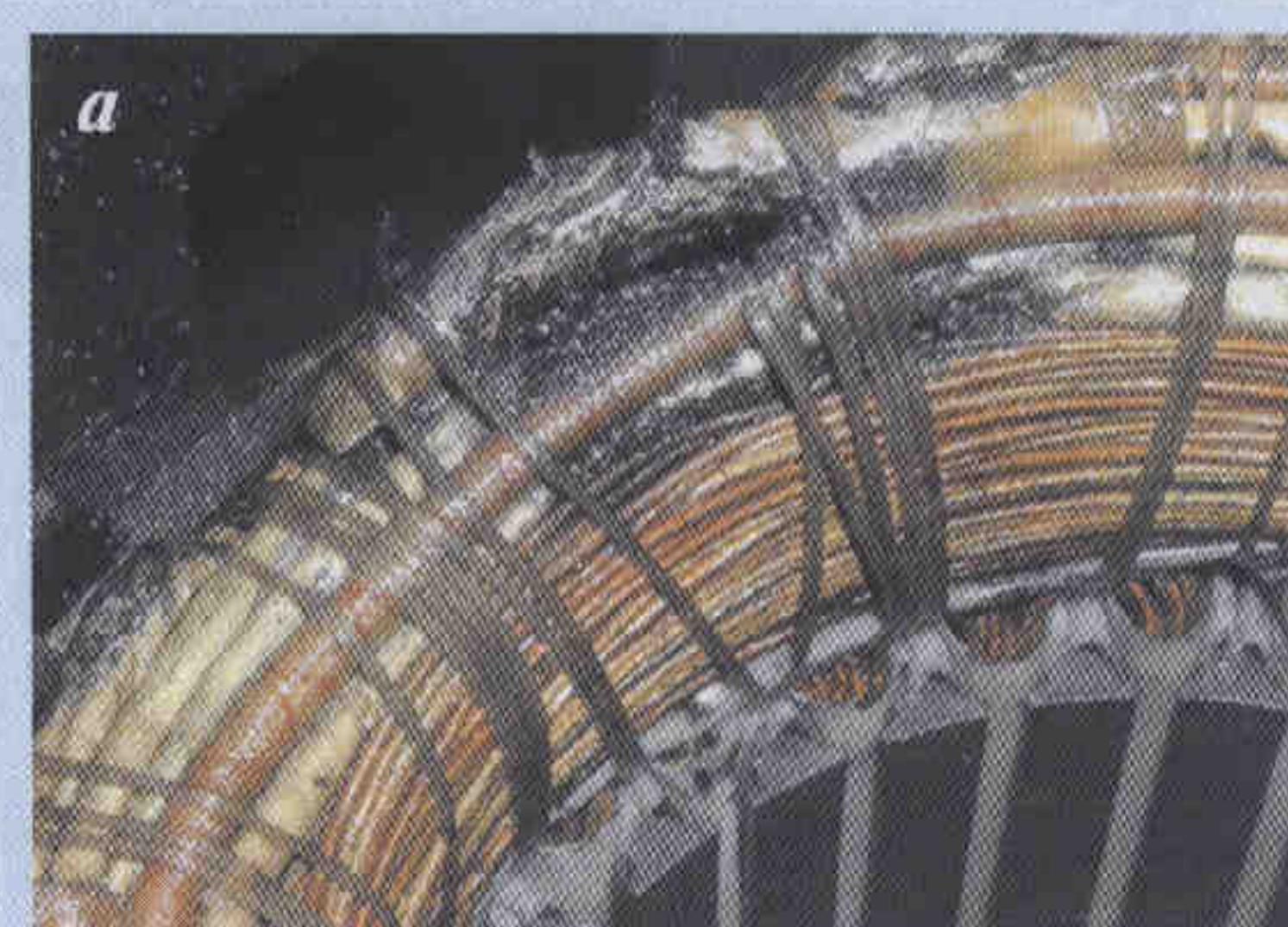


Рис. 6. Неполадки в электрооборудовании:  
а – сгоревшие обмотки электродвигателя;  
б – расплавленный электрический разъем

ность при сборке компрессора. Иначе может произойти касание токопроводящим проводом внутренних деталей, повреждение токопроводящего провода или перегорание обмотки электродвигателя при приварке картера компрессора.

## Критика и библиография

### «СПИРАЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ В ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМАХ»

#### МОНОГРАФИЯ

Д-р техн. наук, проф. Б.С. БАБАКИН, д-р техн. наук, проф. В.А. ВЫГОДИН  
(2003 г., 379 с., тираж 2000 экз.)

В монографии отражены результаты исследований спиральных компрессоров. Детально рассмотрены принципы действия и конструктивные особенности спиральных компрессоров ведущих фирм-производителей, а также многокомпрессорные станции на их основе. Освещены вопросы интенсификации наружного теплообмена компрессоров, в том числе с помощью электроконвекции.

Значительное внимание удалено монтажно-сервисному обслуживанию спиральных компрессоров, рассмотрены возможные неисправности и методы их устранения.

Приведены свойства и обозначены области применения альтернативных хладагентов и масел для холодильных систем со спиральными компрессорами.

Описаны технические средства и оборудование для сервиса холодильных систем.

В приложениях приведены технические характеристики спиральных компрессоров, даны диапазоны применения различных хладагентов, их  $I_{gp}$ - $h$ -диаграммы.

Монография предназначена для инженерно-технических работников, а также может быть использована студентами вузов соответствующих специальностей.

По вопросам приобретения книги обращаться по тел.: 277-07-22, 207-77-67, 277-03-43, 207-35-72.

Б.С. Бабакин, В.А. Выгодин

Сpiralnye kompressory  
v khodil'nykh sistemakh



# Многофункциональный малогабаритный плазменный аппарат для пайки, пайкосварки, сварки и резки

Если вы посмотрите с безопасного расстояния непосредственно в сопло плазменной горелки аппарата «Мультиплаз-2500», то увидите... Солнце! Именно Солнце! Ведь температура рабочего тела на выходе из сопла ~ 8000 °С (для сравнения: средняя температура на поверхности Солнца ~6000 °С)! При такой температуре любое вещество может находиться только в четвертом агрегатном состоянии (после твердого, жидкого и газообразного) – в состоянии плазмы.

Принцип работы аппарата заключается в прохождении перегретого пара под действием небольшого перепада давлений (~0,5 бар) через зону горения дежурной дуги Вольта внутри «ствола» горелки. В результате пар диссоциирует, ионизируется и из сопла вырывается струя плазмы с температурой ~8000 °С.

Столь высокая температура подсказывает широчайшие возможности применения аппарата «Мультиплаз-2500»: от резки любых земных материалов (при использовании со-

пел с диаметром отверстия 1 мм, что обеспечивает скорость истечения газоплазменной струи ~200...220 м/с) до создания неразъемных соединений методами пайки, пайкосварки и сварки (при применении сопел с диаметром отверстия ~2...2,4 мм). Если в первом случае технология процесса резки очевидна – плазменная струя достаточной мощности в состоянии превратить в плазму любое препятствие, находящееся на ее пути, и таким образом разделить единое целое на две части, то в случае создания неразъемных соединений дело обстоит сложнее. Здесь необходимо учитывать особенности химизма и металлургии процессов.

Не вдаваясь в историю длительных и сложных поисков подходящего рабочего тела для горелки, обеспечивающего необходимый химический состав факела, а следовательно, и качественную организацию процесса в сварочной ванне, отметим лишь, что в конечном итоге такое рабочее тело было найдено. Им оказалась водка! Да, да, самая обыкновенная водка! И при пайкосварке, и пайке – тоже.

Центральная высокотемпературная часть факела плазменной горелки находится как бы в паровой рубашке, которая, как известно, является восстановительной средой. Именно эта особенность факела позволяет осуществлять процессы сварки некоторых сплавов алюминия и отдельных сортов

нержавейки без применения защитных газов.

Плазменный аппарат позволяет сваривать чугун, получать неразъемные соединения самых различных металлов без применения защитных газов, не говоря уже о соединениях «черных» сталей и сплавов медной группы. Аппарат «Мультиплаз-2500» прекрасно реализует практически все хорошо и надежно зарекомендовавшие себя традиционные указанные технологические процессы.

При резке как металлов, так и неметаллов в качестве рабочего тела используют обычную воду: из водопроводного крана, из колодца и т.п. Большим достоинством аппарата является узкая (~1,5...2,0 мм) зона термического влияния при резке металлов, что исключает термические деформации при работе с тонкими металлами.

Простота конструкции горелки и высокая степень надежности источника электропитания наряду с малой массой аппарата и его незаурядными технологическими возможностями определяют широкий круг его потребителей. Это все ремонтные службы главных инженеров, механиков и энергетиков любых предприятий, начиная с булочно-кондитерских комбинатов и кончая крупными машиностроительными заводами; предприятия жилищно-коммунального хозяйства, автосервиса, по ремонту холодильной техники; бригады «евроремонта»; дизайнеры, работающие с металлами и неметаллами; «рукастые мужики», любящие самостоятельно поработать в гараже, на даче, дома. Аппарат способен оказать массу ценных услуг своему владельцу.



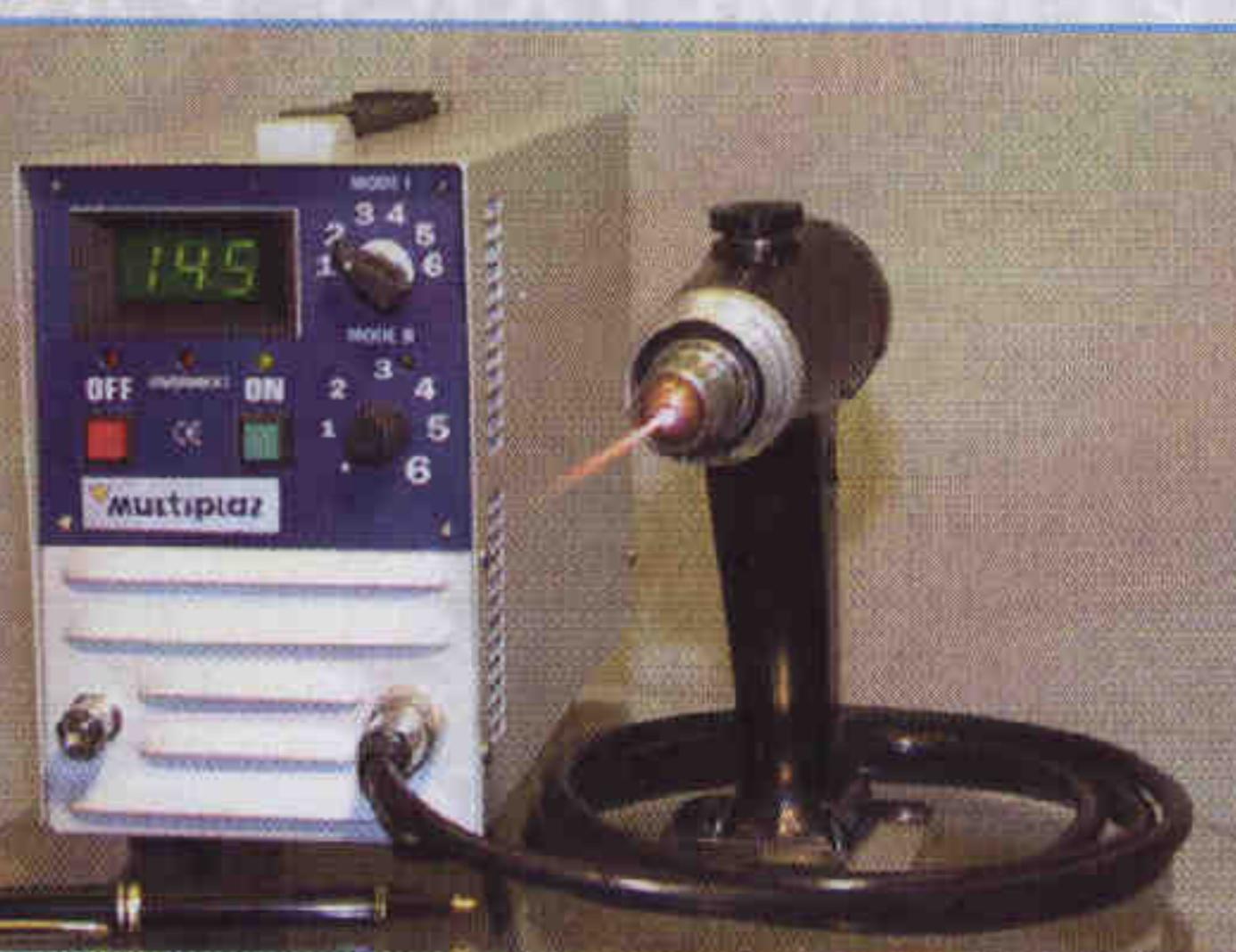
Наличие двух режимов работы аппарата – косвенной и прямой дуги – обеспечивает успешную работу как с неметаллическими материалами, так и с металлами. Что касается «черных» сталей, то это качественная резка до толщин ~10 мм и сварка с провором до 8 мм. При максимальной потребляемой мощности 2,5 кВт это весьма неплохие показатели. Аппарат подключается к бытовой электросети ~220 В/50 Гц, его общая масса ~7 кг.

Рабочую жидкость (воду или водку) заливают непосредственно в горелку в количестве ~70 г. Одной такой заправки хватает на 20–30 мин непрерывной работы. Сам процесс заправки горелки занимает менее 30 с.

При замене ацетиленового газо-сварочного оборудования аппарат окупается менее чем за 3 месяца (!) при односменной работе и 5-дневной рабочей неделе.

Аппараты «Мультиплаз-2500» выпускаются с 1992 г. Их эксплуатация в разных сферах хозяйственной деятельности показала, что они особенно эффективны при монтаже и последующем ремонте трубопроводов различного назначения, систем отопления, вентиляции, кондиционирования, холодоснабжения, сантехники, а также различного электрооборудования.

Опыт применения аппарата



«Мультиплаз-2500» на предприятии «Вологодатеплосервис» дал весьма впечатляющие результаты:

- только за счет экономии на прямых расходах аппарат окупился менее чем за 3 месяца;
- при переходе на «Мультиплаз-2500» в 4–5 раз повысилась производительность труда сварщиков. Если, используя газобаллонное оборудование, они успевали выполнить работу по 3–4 вызовам за смену, то с аппаратом «Мультиплаз-2500» число выполненных за смену вызовов возросло до 15.

Абсолютная взрывобезопасность аппарата позволяет подчас исключить огромные затраты бюджетных средств на ликвидацию последствий, связанных со взрывами газовых баллонов, и сохранить человеческие жизни.

Еще далеко не все возможности аппарата изучены и реализованы в настоящее время на практике. Есть информация, что в Австрии водо-



плазменные аппараты используются для закалки фрез малого диаметра; возможно их применение для модификации поверхностных слоев полупроводниковых пластин и т. д.

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

**ООО «Мультиплаз»,  
отдел продаж**  
Тел.: (095) 150-5304, 150-0509  
Факс: (095) 156-4307  
E-mail: sales2@multiplaz.ru  
[www.multiplaz.ru](http://www.multiplaz.ru)

#### ДИЛЕРЫ В РЕГИОНАХ

**г. Архангельск**  
Благотворительный фонд  
«Дети Поморья»  
Тел. (921) 720-12-22  
(81820) 62-57-26  
Факс(81820) 66-56-36  
**г. Барнаул**  
ООО «Компания «БМБ-Трейд»  
Тел. (385-2) 38-07-64  
Факс(385-2) 38-04-93  
**г. Владикавказ**  
ООО «ТЕХНОПРОМСТРОЙ»  
Тел. (8672) 53-29-05  
(8672) 42-92-42  
Факс (8672) 74-99-92  
**г. Вологда**  
ООО «ДАМАР»  
Тел. (8172) 71-40-51  
Факс (8172) 71-41-37  
**г. Ижевск**  
ЧП Мамушин А.В.  
Тел. (3412) 59-05-76

**г. Иркутск**  
ООО «Теплобаланс»  
Тел. (3952) 22-43-33  
(3952) 68-05-68  
**г. Казань**  
ООО «Тал & К»  
Тел. (8432) 38-39-47  
Факс (8432) 38-48-00  
**г. Каменск-Уральский**  
ООО «Техпром»  
Тел. (34378) 2-91-31  
(34378) 9-99-22  
Факс(34378) 3-38-87  
**г. Кемерово**  
ООО «СИРО»  
Тел. (3842) 33-04-70  
(3842) 31-07-07  
Факс (3842) 31-79-52  
**г. Красноярск**  
ООО «УЧЕБНЫЙ КОМБИНАТ»  
Тел. (3912) 34-89-77  
(3912) 60-54-86  
**г. Липецк**  
ОАО «РЕГИОН»  
Тел. (0742) 28-37-62  
(0742) 28-37-73  
Факс(0742) 28-37-58  
**г. Нижний Новгород**  
ООО «ИНТЕК-Н»  
Тел. (8312) 19-61-21  
Факс (8312) 19-43-51

**г. Новосибирск**  
ЗАО «Научно-исследовательский  
институт электросвязи»  
Тел. (3832) 34-43-46  
(3832) 32-40-68  
Факс (3832) 32-41-61  
**г. Москва**  
ООО «ПЛАЗМА КОРПОРЭЙШН»  
Тел. (095) 136-61-21  
(095) 959-01-13  
**г. Оренбург**  
Фирма «Плазма»  
Тел. (3532) 65-89-82  
(3532) 29-24-21  
Факс (3532) 65-28-25  
**г. Кемерово**  
ООО «СИРО»  
Тел. (3842) 33-04-70  
(3842) 31-07-07  
Факс (3842) 31-79-52  
**г. Красноярск**  
ООО «УЧЕБНЫЙ КОМБИНАТ»  
Тел. (3912) 34-89-77  
(3912) 60-54-86  
**г. Липецк**  
ОАО «РЕГИОН»  
Тел. (0742) 28-37-62  
(0742) 28-37-73  
Факс(0742) 28-37-58  
**г. Нижний Новгород**  
ООО «ИНТЕК-Н»  
Тел. (8312) 19-61-21  
Факс (8312) 19-43-51

**г. Ставрополь**  
ПБОЮЛ  
Вакуленко Василий Иванович  
Тел. (8652) 56-33-47  
(8652) 23-05-57  
**г. Сургут**  
ООО СПК «СпецНефтьМонтаж»  
Тел. (3462) 51-57-77  
(3462) 51-57-75  
(3462) 72-43-61  
**г. Сыктывкар**  
ООО «КАИС»  
Тел. (8212) 21-67-84  
Факс(8212) 21-43-82  
**г. Таганрог**  
ЗАО «Сталкер»  
Тел. (8634) 38-30-21  
Факс (8634) 36-22-69  
**г. Орел**  
ИП Сильвиюк Виктор  
Николаевич  
Тел. (0862) 77-79-56  
Факс(0862) 43-80-40  
**г. Санкт-Петербург**  
ЗАО НПФ «ВАКОМ»  
Тел. (812) 259-92-32  
(812) 259-15-92  
Факс (812) 252-22-21  
**г. Саратов**  
ООО «Интерплазм»  
Тел. (8452) 23-68-37  
(8452) 26-68-37  
(8452) 26-96-81

**г. Хабаровск**  
ООО «ДАЛЬГЛАЗМА»  
Тел. (902) 542-07-53  
(4212) 25-07-53  
(4212) 63-83-95  
Факс (4212) 72-35-51  
**г. Челябинск**  
ООО ТПК «Урал - МЕТ»  
Тел. (3512) 78-66-24  
(3512) 69-58-68  
Факс (3512) 35-46-91  
(3512) 35-46-71  
**Беларусь, г. Минск**  
ОДО «НИАКОМ»  
Тел. 8-0296-592-387  
Факс (17) 230-80-56  
**Литва, г. Вильнюс**  
ЗАО «ПОЛИКОПИЯ»  
Тел. (698) 46-494  
(699) 81-924  
(5) 234-60-30  
Факс (5) 234-60-26  
**Украина, г. Киев**  
ООО «ТМВ - Киев»  
Тел. (044) 228-24-88  
(044) 229-63-17  
**Украина, г. Кривой Рог**  
Частное предприятие «ТМВ»  
Тел. (0564) 92-28-11  
(0564) 92-28-02



# Из Бюллетеня МИХ

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ R125

Бинарные и тройные смеси, имеющие в своем составе R125, считаются самой перспективной альтернативой для R22. При исследовании R125 были проведены измерения его поверхностного натяжения. Получено 40 экспериментальных точек в диапазоне температур 248...323 К. Точность измерений поверхностного натяжения составляла  $\pm 0,1 \text{ мН/м}$ . Предложена также расчетная зависимость для определения поверхностного натяжения R125 при разных температурах.

X. Lei et al. // J. Refrig., CN, 2000, № 1, 15–19  
БМИХ, 2002, № 1, с. 36

## ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА, РАБОТАЮЩЕГО НА CO<sub>2</sub>

Опытный образец поршневого компрессора на CO<sub>2</sub> испытывали с целью определения основных эксплуатационных характеристик, которые затем сравнивали с расчетными. Изучали влияние на характеристики утечек через клапаны и поршневые кольца, а также попадания масла во всасываемый пар.

T. Yanagisawa, M. Fukuta, T. Sakai, et al. // Proc. West Lafayette Conf., IIR, FR, 2000.07, 25–28, 2000–1, 343–349  
БМИХ, 2002, № 1, с. 36

## КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛООТДАЧИ В ИСПАРИТЕЛЯХ

Экспериментально определяли средние коэффициенты теплоотдачи R22 и R407C в коаксиальном противоточном испарителе (внутренний диаметр труб 20 мм) парокомпрессионной холодильной машины. Результаты показывают, что коэффициенты теплоотдачи R22 всегда выше, чем

у R407C. Сравнение с опубликованными теоретическими данными показывает, что коэффициенты теплоотдачи для R407C в них очень завышены. Описан экспериментальный стенд, который был создан для того, чтобы измерять как падение давления кипящей жидкости, так и местные коэффициенты теплоотдачи. Испытательный стенд состоит из горизонтальной трубы из нержавеющей стали (диаметр 6 мм), которая подвергалась равномерному нагреву. Тепловой поток можно изменять в пределах 8...34 Вт/м<sup>2</sup>, массовый поток хладагента — в пределах 200...840 кг/м<sup>2</sup>, температуру кипения — в диапазоне от –35 до 0 °C.

Rossi F. De., A. Greco, G. P. Vanoli // Freddo, IT, 2001.04, vol. 55, № 2, 45–47  
БМИХ, 2002, № 1, с. 42

## ХЛАДАГЕНТЫ С МАЛЫМ ПАРНИКОВЫМ ЭФФЕКТОМ: ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В статье в сжатом виде представлена история производства холода с акцентом на применяемые хладагенты. До 1930-х годов в качестве хладагентов использовали воду, CO<sub>2</sub>, аммиак, затем фреоны групп CFC и HCFC. Каждый из них занял свою нишу. С 1987 г. начался новый период, когда появилось множество хладагентов и смесей, которые должны были оказывать щадящее воздействие на окружающую среду. И наконец, сейчас мы являемся свидетелями возвращения природных хладагентов, таких, как аммиак, CO<sub>2</sub>, вода или воздух, а также углеводороды.

Сообщается об основных свойствах всех этих хладагентов, в некоторых случаях приводятся правила по их применению (например, аммиака).

G. Vrinat // AFF, Journ., fr. Froid, Paris / IPA 2000, FR, 2000.11.21, 27–42  
БМИХ, 2002, № 1, с. 44

## НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Диоксид углерода — вещество, которое давно стали использовать в качестве хладагента. В середине XIX в., на заре развития холодильной техники, применяли легкодоступные вещества, такие, как эфир, диоксид серы, воздух, аммиак и диоксид углерода. Каждое вещество имело свои преимущества и недостатки. По мере того как развивалась холодильная техника, доминирующим стал аммиак. Авторы рассматривают возможность использования диоксида углерода вместо аммиака. Проведенная в последнее время работа в пищевой промышленности Великобритании показала жизнеспособность каскадной системы на диоксиде углерода для получения низких температур. Следует продолжать работу в области конструирования и создания необходимых элементов и вспомогательных систем.

A. Pearson // ASHRAEJ., US, 2001.03, vol. 43, № 3, 54–59  
БМИХ, 2002, № 1, с. 45

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕРМЕТИЧНЫХ РОТАЦИОННЫХ КОМПРЕССОРОВ

Проведены исследования герметичного ротационного компрессора для определения фактической мощности на валу. Для измерения крутящего момента были созданы экспериментальный компрессор и упрощенный калориметр, работающие по газовому циклу. Теоретически был рассчитан эффективный крутящий момент для сжатия газообразного хладагента. Теоретически и экспериментально определены потери крутящего момента компрессора. Общий адиабатический КПД компрессора, установленный экспериментально по фактической мощности на валу

компрессора, был на 1,1–3,5 % выше, чем ранее полученный по выходной мощности электродвигателя.

*M. Matsushima, T. Nomura, N. Nishimura et al.  
// Trans. JSRAE, JP, 2001,  
vol. 18, № 1, 39–50  
БМИХ, 2002, № 1, с. 46*

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРШНЕВОГО ГЕРМЕТИЧНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕССОРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОПАНА В КАЧЕСТВЕ ХЛАДАГЕНТА

По сравнению с характеристиками машины на R22 применение R290 приводит к снижению производительности, но к увеличению холодильного коэффициента. Сначала испытывали машину холодопроизводительностью 6 кВт, работающую на R22, в обычных рабочих условиях. Затем испытания машины провели на чистом пропане. Для экспериментальных исследований использовали специально сконструированный стенд, отвечающий требованиям ISO 917.

*J. M. Corberan, J. F. Urcheguia, I. Navarro et al.  
// Proc. West Lafayette Conf., IIR C.R. Conf. West Lafayette, FR, 2000.07.25–28,  
2000 – 1, 236–241  
БМИХ, 2002, № 1, с. 46*

## IKK – МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ХОЛОДИЛЬНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЮ В ГАННОВЕРЕ

### Solvay Fluor und Derivate GmbH & Co. KG: Концепция безопасности, экологичности и экономичности

Проведение очередной выставки IKK в Ганновере благоприятно для находящейся в этом городе, «играющей на своем поле» фирмы Solvay Fluor und Derivate GmbH & Co., что одновременно налагает на нее и особую ответственность.

Статус фирмы как второго по величине в мире производителя химических продуктов на основе фтора и единственного германского производителя фторированных хладагентов будет подтвержден представляемой на IKK концепцией ее деятельности. Концепция не исчерпывается только экологически чистым производством и реализацией гидрофторуглеродных хладагентов. Компания Solvay постоянно критически оценивает и проверяет экологическую конкурентоспособность производимых ею продуктов на протяжении всего их жизненного цикла.

Представляемые на выставочном стенде результаты исследования «Экологическая оценка холодильной цепи поставки замороженной рыбы», выполненного совместно с Федеральным управлением по экологии, наглядно демонстрируют, где и когда хладагенты SOLKANE являются решающим фактором в осуществлении экологически оптимальных холодильных технологий. Уникальная, интегрированная в производство технология Solvay по утилизации фторхлоруглеродов, гидрофторхлоруглеродов и гидрофторуглеродов дополняет концепцию, объединяющую воедино три главных аспекта: безопасность, экологичность и экономичность.

С новой версией 3.2 программного обеспечения SOLKANE, пользующегося в последние годы постоянно растущей популярностью как инструмент для расчета холодильных технологических процессов, можно будет ознакомиться на выставочном стенде компании Solvay на IKK (программа распространяется бесплатно).

Как обычно, специалисты Solvay по прикладной технике и маркетингу готовы помочь посетителям выставки делом и советом на протяжении всего времени работы.

IKK с 8 по 10.10.2003 г.

Наш стенд: павильон 12, стенд 236.

Solvay Fluor Moscow

119334, Москва, ул. Вавилова, 24

Тел.: (095) 411-69-17, факс: (095) 411-69-18

[www.solvay-fluor.com](http://www.solvay-fluor.com)



ГРУППА КОМПАНИЙ  
ТЕРМОИНЖЕНИРИНГ

### КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ОТОПЛЕНИЕ

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР предлагает программы краткосрочного обучения и повышения квалификации специалистов в области проектирования, монтажа, сервиса систем кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления.

Стоимость обучения 330-350 у.е. за один курс.  
Гибкая система скидок!

Лицензия Московского Комитета образования № 010196

ЗАЯВКИ НА ОБУЧЕНИЕ ПРИНИМАЮТСЯ ПО  
тел./факс (095) 913-8062, [office@thermo.ru](mailto:office@thermo.ru)

### КАМЕРЫ ШОКОВОЙ ЗАМОРОЗКИ

мороженого  
пельменей  
полуфабрикатов

РЕМХОЛОД

т. (3822) 658385, ф. 658404  
<http://www.remholod.tambsk.ru>  
e-mail: [russ@rus.tsk.ru](mailto:russ@rus.tsk.ru)