

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1912 г. Москва

Выходил под названиями:

1912 – 1917 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1923 – 1924 – "Холодильное и боевое дело"

1925 – 1936 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1937 – 1940 – "Холодильная промышленность"

с 1941 – "ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА"

Учредитель –

Издательство «Холодильная техника»

Холодильная техника

11 • 2002

Kholodilnaya Tekhnika

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

Минпромнауки России

Международной академии холода

ОАО РТПК «Росмясомолторг»

Главный редактор

Л.Д.Акимова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.М.Архаров

А.В.Бараненко

Г.А.Белозеров

О.В.Большаков

В.М.Бродянский

А.В.Быков

В.А.Выгодин

В.Б.Галежа

Л.В.Галимова

А.А.Гоголин

А.К.Грезин

А.П.Еркин

И.М.Калнинь

А.А.Мифтахов

В.В.Оносовский

И.И.Орехов

И.А.Рогов

В.В.Румянцев

И.К.Савицкий

В.И.Смыслов

И.Я.Сухомлинов

В.Н.Фадеев

И.Г.Хисамеев

О.Б.Цветков

И.Г.Чумак

В.М.Шавра

А.В.Шаманов

Ответственный секретарь

Е.В.Плуталова

Дизайн и компьютерная верстка

Т.А.Миансарова

Компьютерный набор Н.В.Гераскина

Корректор Т.Т.Талдыкина

Ответственность за достоверность

рекламы несут рекламодатели.

Рукописи не возвращаются.

Адрес редакции:

107996, ГСП-6, Москва,

ул. Садовая-Спасская, д. 18

Телефоны: (095) 207-5314, 207-2396

Тел./факс: (095) 975-3638

E-mail: holodteh@ropnet.ru

Подписано в печать 15.11.2002.

Формат 60x88¹/₈. Офсетная печать.

Усл. печ. л. 6.

Отпечатано в ООО «РЭМОКС»



© Холодильная техника, 2002

В НОМЕРЕ:

ЙОРК Рефрижерейшн
Каскадные системы с CO₂ – перспек-
тивное направление холодильной
техники

СТИРЛИНГ-ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ
АВТОТРАНСПОРТА

Кириллов Н.Г. Сжиженный биометан –
экологически чистое дешевое мотор-
ное топливо

НАУКА И ТЕХНИКА
Филин С.О., Закшевский Б. Аккумуляция
холода: способы и современные
технические решения.
Термохимические аккумуляторы

ГЕА ГРАССО
Одноступенчатые винтовые компрес-
сорные агрегаты DuoPack
фирмы «Грассо»

ДАНФОСС
Герметичные компрессоры Danfoss
Maneurop

АЛЬФА ЛАВАЛЬ
Григорьев С.К. Новые решения для
холодильных систем

ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКАЯ
ФИРМА «И.К.С.»
Стационарный газоанализатор аммиа-
ка «Сигнал-03А»

В ПОМОЩЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННИКУ
Монтаж холодильных машин с герме-
тичными компрессорами холодопроиз-
водительностью от 200 Вт до 4 кВт

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!
Альберту Абдрахмановичу
Мифтахову 70 лет

Владимиру Лазаревичу
Левитину 60 лет

СЕРТИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ
Продукция, прошедшая сертификацию
в НП «СЦ Настхол»
в сентябре – октябре 2002 г.

ПРОСТОР-Л
Ежегодный семинар «Холодильное и
технологическое оборудование.
Замораживание, хранение»

ХРОНИКА
Хладагенты компании «Атофина» для
ретрофита холодильного оборудования

Международная выставка
«Агропродмаш-2002»

Впервые на выставке в Москве

ЗАРУБЕЖНЫЕ НОВОСТИ
Магнитные технологии
получения холода

В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ
ХОЛОДА
Из бюллетеня МИХ

IN ISSUE:

YORK REFRIGERATION
Cascade systems with
CO₂ – a perspective direction of
refrigerating technique

STIRLING TECHNOLOGIES
AT THE SERVICE OF ROAD TRANSPORT
Kirillov N.G. Liquefied biomethane –
ecologically clean cheap
motor fuel

SCIENCE AND TECHNIQUE
Filin S.O., Zakshevsky B. Accumulation
of cold: methods and modern
technical solutions. Thermochemical
accumulators

GEA GRASSO
Single-stage screw compressor
units DuoPack of «Grasso»
company

DANFOSS
Danfoss Maneurop hermetic
compressors

ALFA LAVAL
Grigoryev S.K. New solutions for
refrigerating systems

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

ASSISTANCE TO PRACTICAL WORKER
Installation of refrigerating machines with
hermetic compressors with refrigerating
capacity from 200 Wt to 4 kW

CONGRATULATIONS WITH JUBILEE!
Albert Abdrakhmanovich Miftakhov
is 70 years old

Vladimir Lazarevich Levitin
is 60 years old

CERTIFICATION AND STANDARDIZATION
Products having passed certification
at NP «STs Nasthol»
in September-October of the year 2002

PROSTOR-L
Annual seminar «Refrigerating and
technological equipment. Freezing,
storage»

CHRONICLE
Refrigerants of «Atophina» for retrofir
of refrigerating equipment

International exhibition
«Agroprodmach – 2002»

For the first time at the exhibition in Moscow

FOREIGN NEWS
Magnetic technologies for cold
production

AT INTERNATIONAL INSTITUTE
OF REFRIGERATION
From Bulletin of IIR

НИКОЛАЙСЬКА ДЕРЖАВНА
УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гмирьова

В настоящее время основным хладагентом, используемым в крупных промышленных холодильных установках, является аммиак. Это связано с его отличными термодинамическими свойствами и экологической безопасностью для окружающей среды. В то же время многие крупные холодильные станции размещаются в густонаселенных районах, что небезопасно для населения в случае аварийных выбросов аммиака. Для локализации и уменьшения выбросов в настоящее время используются различные технические решения:

- повышение надежности работы холодильной станции за счет автоматизации управления и контроля;
- уменьшение аммиакоемкости системы путем разделения ее на отдельные технологические блоки для минимизации единичной заправки установок;
- использование промежуточного хладоносителя и холодильных машин с дозированной заправкой;
- применение систем локализации аварийных выбросов и эвакуации аммиака из помещений холодильных станций (вентиляция, дренажные системы и т.д.);

Все перечисленные меры позволяют снизить опасность аварийных выбросов аммиака для населения, но не обеспечивают полную его защиту. В то же время названные меры приводят к существенному увеличению стоимости холодильной станции и в большинстве случаев к ухудшению ее энергетических и эксплуатационных показателей.

Как это ни странно, но техническое решение, лишенное перечисленных недостатков, известно очень давно.

Оно может быть реализовано с помощью CO₂ – диоксида углерода, который еще в конце XIX в. был применен в качестве хладагента для первых холодильных машин. Но от его использования пришлось отказаться из-за высокого давления конденсации (около 72 бар при температуре конденсации 30°C).

В последние годы во всем мире в связи с ужесточением требований к защите окружающей среды и населения появляется все больше новых и реконструированных каскадных холодильных систем, использующих традиционные хладагенты в верхней и диоксид углерода – в нижней ветви каскада. Это позволяет поддерживать давление диоксида углерода в пределах 5,5 ... 32 бар, что соответствует его температуре –55 ... –3°C.

Основным преимуществом такой схемы является минимальная заправка холодильной установки традиционным хладагентом. При этом она не зависит от общей емкости холодильной системы с учетом потребителей. Это решение позволяет, как минимум, на порядок снизить количество хладагента в системе.

Кроме того, применение диоксида углерода в области относительно низких температур, где он особенно эффективен, приводит к ряду уникальных возможностей, связанных с его термодинамическими свойствами:

- достижение требуемой темпера-

туры в охлаждаемых объектах (до –55°C) при малых энергетических затратах;

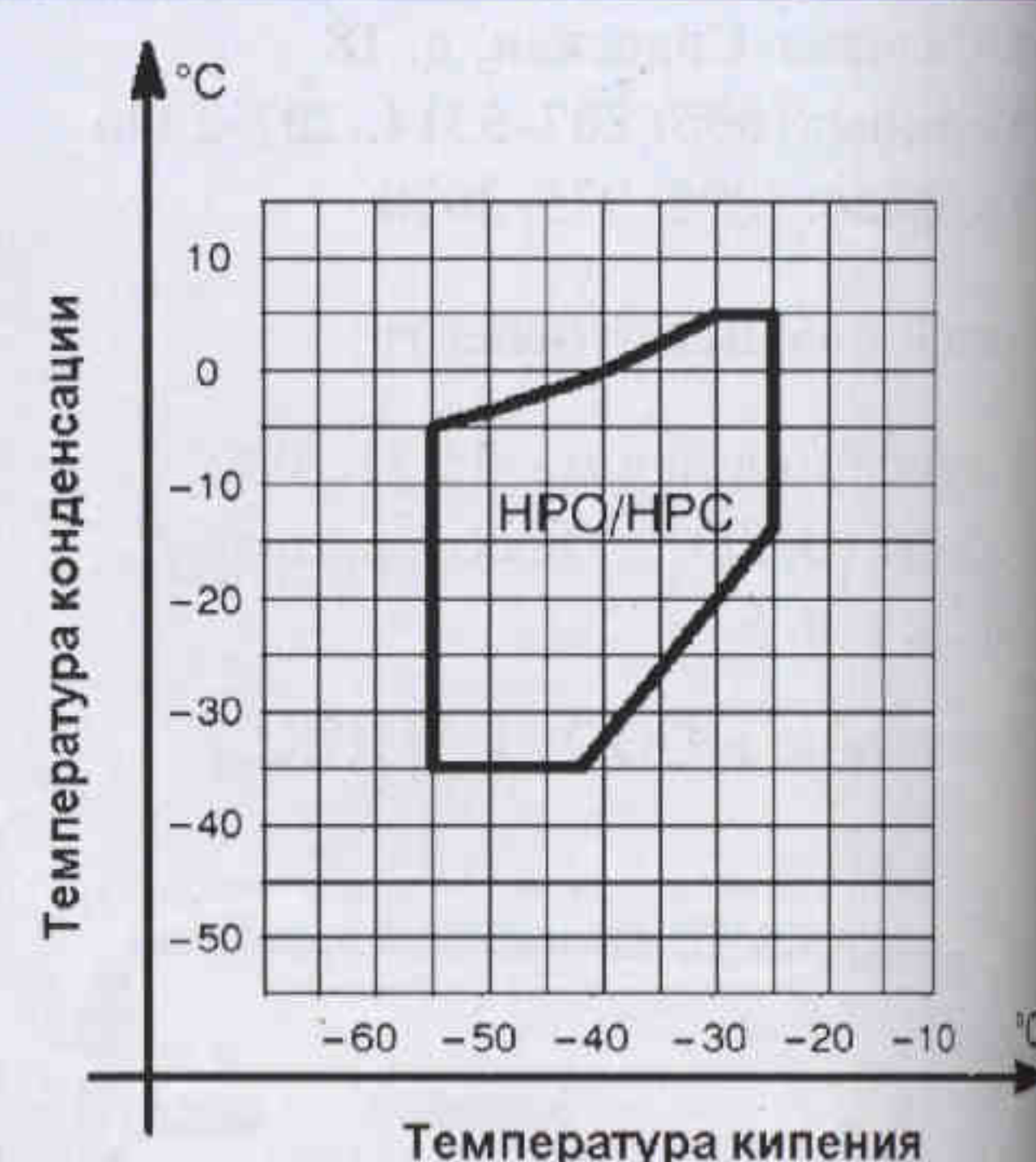
- меньшая материалоемкость и более компактное исполнение по сравнению с машинами, использующими традиционные хладагенты и хладоносители при прочих равных условиях;
- обеспечение высокой безопасности для окружающей среды и населения;

Эффективность применения того или иного вещества в качестве хладагента определяется его термодинамическими свойствами, в частности плотностью и скрытой теплотой парообразования: эффективность тем больше, чем выше значения этих параметров.

Другими словами, небольшой поршневой компрессорный агрегат, работающий на CO₂, при одинаковых рабочих температурах обеспечит такую же холодопроизводительность, как и высокопроизводительный винтовой агрегат на традиционных хладагентах, в том числе и на аммиаке.

В нижней ветви каскада диоксид углерода может использоваться как хладагент или как "псевдохладоноситель".

В первом случае цикл нижней ветви каскада аналогичен циклу с традиционным хладагентом. Во втором случае



перспективное направление холодильной техники



Поршневые компрессорные агрегаты



Пластинчатый каскадный испаритель-конденсатор

теплопередача с изменением агрегатного состояния всегда эффективнее.

Холодильная машина с использованием CO_2 как «псевдохладоносителя» имеет не-

достатки, свойственные системам с промежуточным хладагентом: температура кипения хладагента (в верхней ветви каскада) ниже температуры хладоносителя, т.е. энергетическая целесообразность применения таких систем при температуре хладоносителя ниже -20°C невелика.

В настоящее время фирмой YORK освоено полный спектр стандартизированного и сертифицированного холодильного оборудования, предназначенного для каскадных систем, работающих на CO_2 .

Наиболее ответственным элементом подобной холодильной установки является компрессор для диоксида углерода. К нему предъявляются повышенные требования: работа при высоком давлении конденсации, низкой температуре всасывания и надежность. Компанией YORK специально разработаны серии поршневых HPO, HPC и винтовых RWB II, RXF компрессорных агрегатов, отличающихся усиленным исполнением корпуса, клапанной доски (для поршневых), специальным исполнением всасываю-

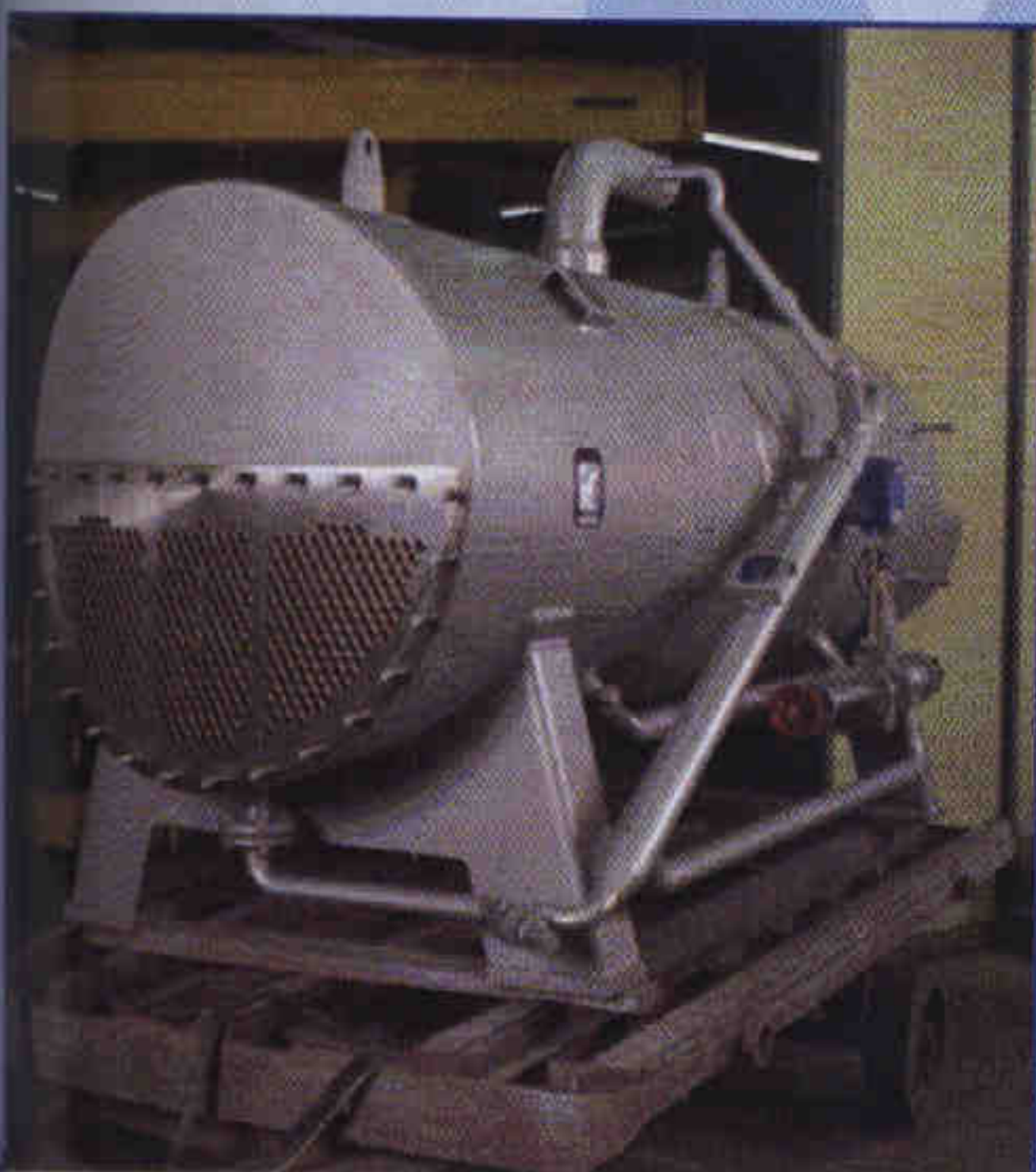
щей полости и панелью контроля и управления, оптимизированной для данного режима работы.

Отдельно следует отметить специально разработанный кожухотрубный теплообменник с межтрубным кипением, используемый в качестве испарителя-конденсатора в каскадных системах. Это теплообменник затопленного типа с пучком трубок малого диаметра для CO_2 , что позволяет снизить емкость верхней ветви каскада по хладагенту.

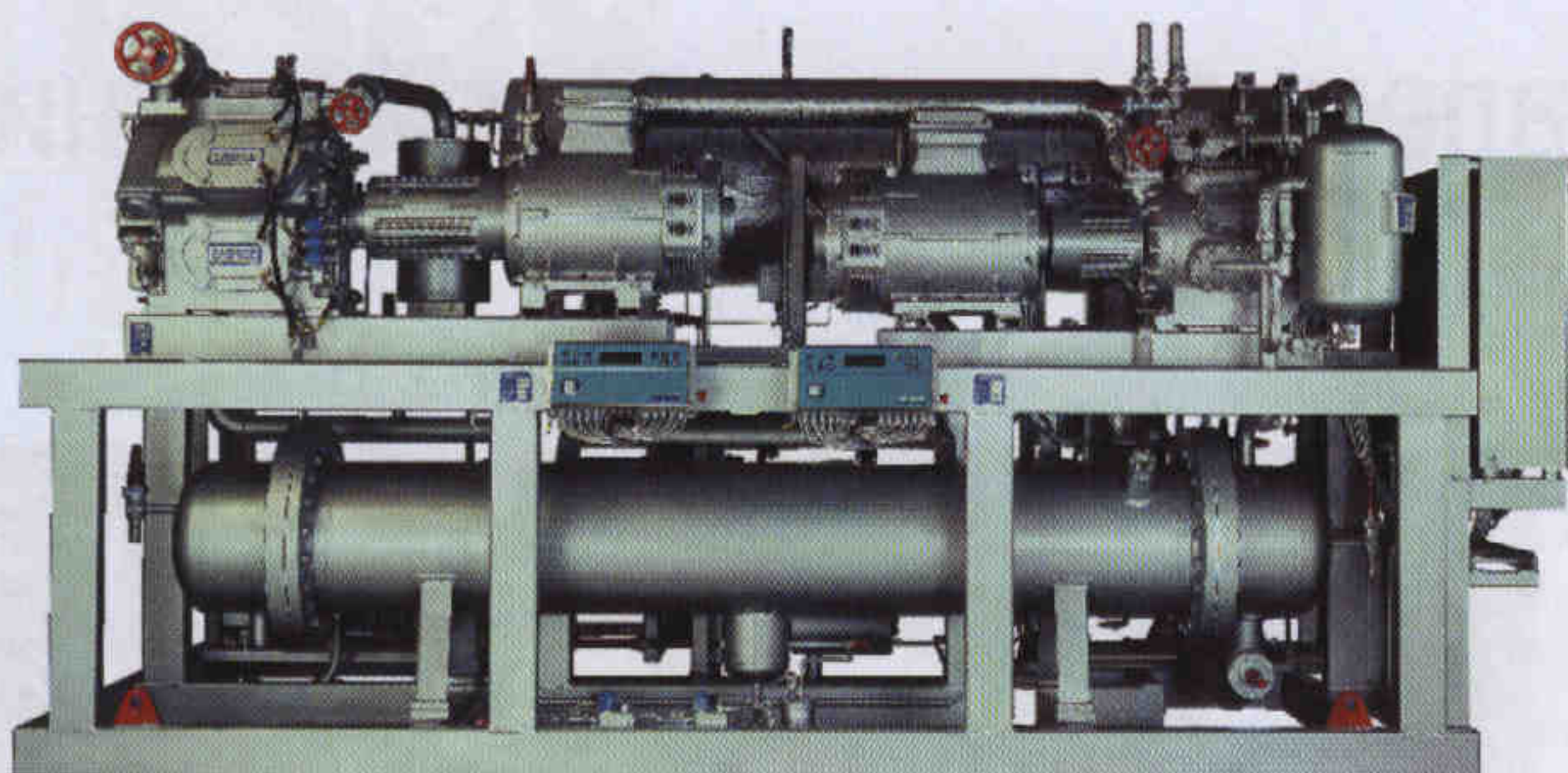
Фирма YORK выпускает сосуды низкого давления для нижней ветви каскадных систем с диоксидом углерода. Эти сосуды проходят специальную термообработку для работы при низких температурах (до -60°C). Они безопасны в эксплуатации при повышении давления в сосуде сверх рабочего значения.

Согласно последним требованиям PED (новых европейских правил для сосудов, работающих под давлением) расчетное давление для сосудов, а также клапанов, вентиля и др. составляет 40 бар. Это обстоятельство позволяет использовать стандартную арматуру в нижней ветви каскада на CO_2 .

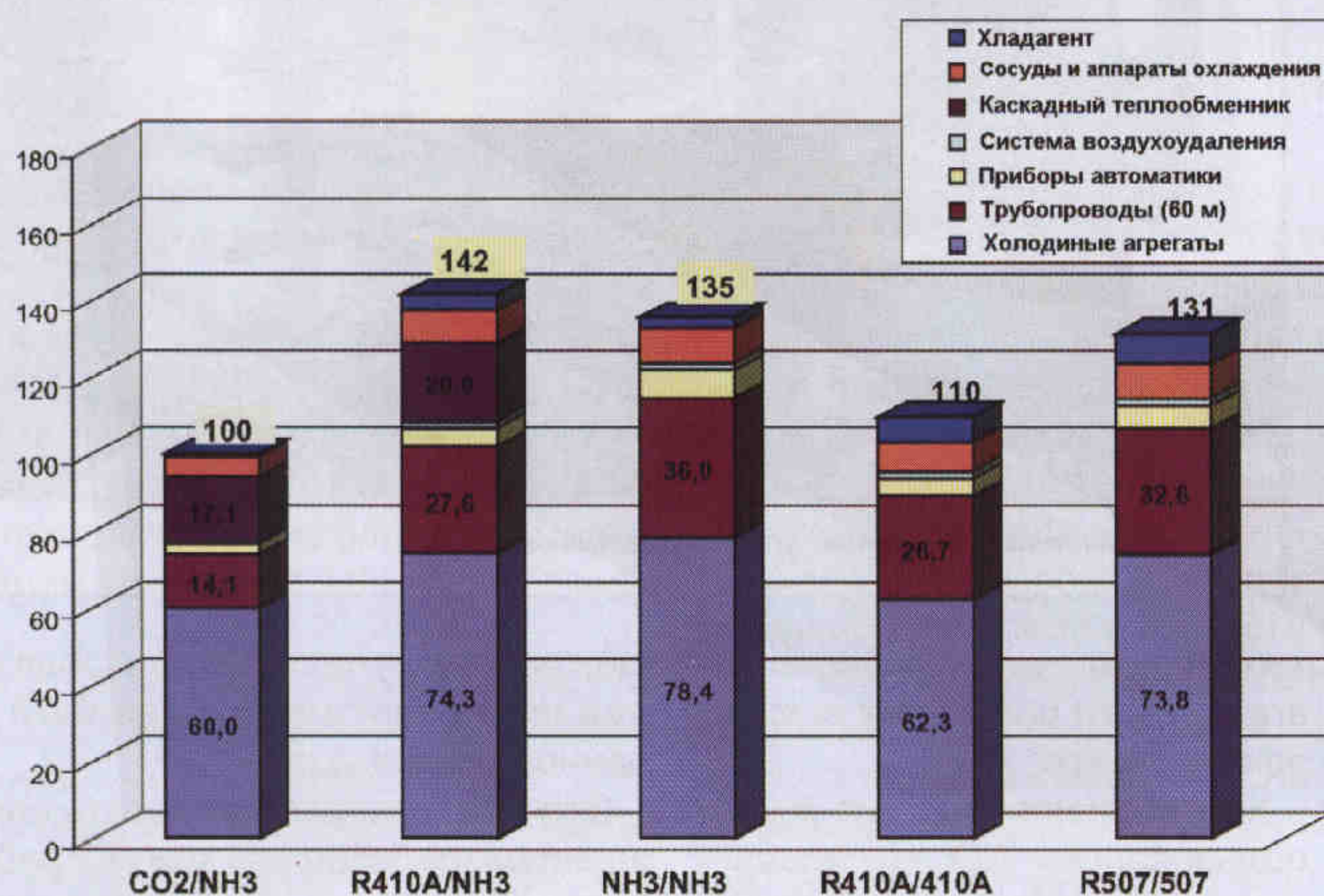
Кроме того, фирмой YORK разработан модельный ряд стандартных агрегатированных каскадных холодильных установок CAFP, в состав ко-



Кожухотрубный каскадный испаритель-конденсатор



Агрегативная каскадная холодильная установка CAFP



Сравнение фактических финансовых затрат (%) на каскадные и двухступенчатые системы охлаждения при $t_0 = -54^\circ\text{C}$ и $t_k = +35^\circ\text{C}$

торых входят поршневой компрессорный агрегат SMC с пластинчатым водяным конденсатором в верхней ветви каскада и поршневой агрегат НРО/НРС с насосно-циркуляционным ресивером и насосами – в нижней ветви, а также кожухотрубный теплообменник в качестве испарителя-конденсатора и система поддержания давления в нижней ветви каскада. Все элементы установки размещены на общей раме.

Использование диоксида углерода требует принятия специальных мер во избежание превышения расчетного давления. Для этого в систему вводится небольшой холодильный контур с традиционным хладагентом, компенсирующий теплопритоки в нижней ветви во время остановки системы. Помимо этого на каждый элемент

нижней ветви каскада должен быть установлен двойной предохранительный клапан для предотвращения разрыва сосудов и трубопроводов. Небольшой выброс CO_2 в атмосферу абсолютно безопасен как для окружающей среды, так и для обслуживающего персонала.

В промышленных холодильных установках воздухоохладители обычно оттаивают горячими парами хладагента. Этот способ применим и в системах с диоксидом углерода, однако для его реализации требуется дополнительный компрессорный агрегат, а температура горячих паров CO_2 , от которой зависит эффективность оттайки, по понятной причине не может быть слишком высокой. Поэтому в холодильных системах с CO_2 рекомендуется использовать дру-

гие варианты оттайки воздухоохладителей.

Диоксид углерода обладает высокой плотностью и низкой вязкостью, что дает возможность обслуживать потребителей холода на более значительном расстоянии от холодильной станции, применять трубопроводы меньших диаметров, а также более компактные многозаходные теплообменники при сохранении приемлемого значения гидравлического сопротивления системы. Это значительно снижает стоимость оборудования. Кроме того, труба меньшего диаметра обладает большей прочностью при той же толщине стенки, что чрезвычайно важно при работе с диоксидом углерода.

Основными потребителями каскадных холодильных систем являются предприятия пищевой промышленности: фабрики мороженого, производители замороженных продуктов, крупные промышленные склады, предприятия нефтехимической индустрии и др.

Эксплуатация каскадных систем с применением CO_2 в Европе показала их высокие эксплуатационные качества, безопасность и экономичность. Несколько десятков таких каскадных холодильных систем было смонтировано фирмой YORK за последние годы.

Примером отлично работающей каскадной холодильной станции с CO_2 является система холодоснабжения комбината по изготовлению полуфабрикатов в г. Белефельд (ФРГ). Эта современная система холодопроизводительностью 470 кВт, спроектированная в 2000 г., обеспечивает холодом потребителей на температурном уровне -52°C .

Проведенные в России исследования показали большую заинтересованность ряда крупных предприятий различных отраслей промышленности в продвижении каскадных систем на российский рынок.

Каскадные холодильные машины с диоксидом углерода можно применять и при реконструкции действующих холодильных систем.

Фирма YORK имеет богатый опыт проектирования и монтажа каскадных систем на базе имеющегося у заказчика холодильного оборудования.

Представительство "ЙОРК Рефриджерейшн АпС", Москва
ЗАО "ЙОРК Интернэшнл", Россия, 121170, г. Москва, ул. Поклонная, 14
Телефон: (095) 232 66 60, факс: (095) 232 66 61

Канд. техн. наук **Н.Г.КИРИЛЛОВ**
Военный инженерно-космический
университет

Сжиженный биометан – экологически чистое дешевое моторное топливо

Social, technological and energy aspects of transition of car vehicles on alternative kinds of motor fuels have been considered. A technology of production of biomethane from urban and rural domestic wastes has been described. A schematic diagram of the complex for production of liquefied biomethane based on Stirling technology is presented.

Социальные, экологические и энергетические аспекты перевода автотранспортных средств на альтернативные виды моторных топлив. Изменение климата (одна из самых серьезных экологических проблем в наши дни) связано с «парниковым эффектом», который вызван резким увеличением концентрации диоксида углерода (CO_2). Одним из основных поставщиков CO_2 в атмосферу является автотранспорт (при сжигании 1 л бензина в воздух выбрасывается до 140 г CO_2). В соответствии с решениями, принятыми странами — участниками Киотского протокола (1997 г.) и Климатической конвенцией (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), намечено значительное сокращение в XXI в. выбросов CO_2 и других парниковых газов.

Вместе с тем большие объемы выбросов токсичных веществ автомобилями наносят огромный ущерб здоровью людей, особенно в крупных городах. За рубежом этой проблемой занялись всерьез. Сейчас экологичность транспорта на стадии его проектирования стоит в одном ряду с его потребительскими качествами и безопасностью. С 1999 г. в развитых странах введены нормы R 83-04 ЕЭК ООН («Евро-3»), устанавливающие снижение концентрации вредных веществ в отработанных газах примерно в 2 раза по сравнению с 1993 г. («Евро-1»).

К сожалению, это не относится к России. В настоящее время в городах РФ на долю автотранспорта приходится более половины объема всех вредных выбросов в атмосферу. Особенно критическое положение сложилось в мегаполисах, где эта величина превышает 70 % (например, в Санкт-Петербурге 71 %, в Москве 80 %).

Большинство из 27 млн автомашин страны не соответствует даже уста-

ревшим европейским экологическим требованиям «Евро-1». В результате суммарные выбросы канцерогенных веществ из двигателей автомобилей по России составляют более 20 млн т/год. Несоответствие транспортных средств экологическим требованиям при продолжающемся увеличении транспортных потоков приводит к постоянному возрастанию загрязнения атмосферного воздуха. Уровень концентрации оксидов азота, углерода и других вредных веществ на улицах российских городов в 10–18 раз превышает предельно допустимые концентрации (ПДК). Реально нависла угроза жесточайшего экологического кризиса, который к тому же, возможно, совпадет с энергетическим, поскольку запасы отечественной нефти ограничены и имеют специфические особенности.

Прогнозы запасов нефти показывают, что их хватит не более чем на 40 лет. При этом основные российские потенциальные и вновь открываемые нефтяные месторождения расположены в труднодоступных районах с неразвитой или вовсе отсутствующей инфраструктурой, а также со сложными условиями залегания и добычи. По ориентировочным оценкам, большая их доля находится в Западной (54 %) и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке (18 %), а также в шельфовой зоне России (20 %). Их обустройство, освоение и эксплуатация сопряжены со значительными затратами, высокой стоимостью добываемой продукции и ее транспортировки к месту переработки и потребления. Все это приводит к тому, что в России за последние 10 лет объем добычи нефти снизился в 2

раза и составляет сегодня не более 310 млн т, но и поддержание даже такого уровня может быть достигнуто только при условии вложения в развитие нефтеперерабатывающей отрасли огромных инвестиций. Себестоимость добычи нефти в суровых природно-климатических условиях севера Сибири составляет 60–80 долл/м³, достигая при существующих мировых ценах на нефть предельной величины.

В условиях роста потребления нефти при постоянном истощении ее запасов в недрах Земли, а также с учетом экологических проблем большое значение приобретают исследования в области создания новых, альтернативных видов топлив. Одним из перспективных направлений этих работ являются исследования, связанные с производством моторного топлива из биогаза.

Биогаз как сырьевой источник дешевой энергии. В отличие от России за рубежом получению и использованию биогаза уделяют большое внимание. За короткий срок во многих странах мира была создана целая индустрия по производству биогаза. Если в 1980 г. в мире насчитывалось около 8 млн установок для получения биогаза суммарной мощностью 1,7...2 млрд м³ в год, то в настоящее время данные показатели соответствуют производительности по биогазу только одной страны — Китая.

Первой страной, успешно продемонстрировавшей коммерческие биогазовые заводы по переработке сельскохозяйственных и городских бытовых отходов для получения тепловой и электрической энергии, является Дания. В этой стране эксплу-

атируется 18 биогазовых заводов, способных ежегодно обрабатывать 1,2 млн т биомассы (75 % отходов животноводства и 25 % других органических отходов), давая до 45 млн м³ биогаза, что эквивалентно 24 млн м³ природного газа.

В настоящее время в Китае эксплуатируется более 5 млн семейных биогазовых реакторов (ферментеров), ежегодно производящих около 1,3 млрд м³ биогаза, что позволяет свыше 35 млн человек использовать его для бытовых нужд. Кроме этих систем имеются 600 больших и средних биогазовых станций (общий объем производства 220 тыс. м³ в год), которые используют органические отходы от животноводства и птицеводства, винных заводов и 24 тыс. биогазовых очистительных реакторов для обработки бытовых городских отходов; работает также около 190 биогазовых электростанций. В Индии, как и в Китае, основной упор сделан на семейные и общинные биогазовые установки — в 1993 г. их было около 2 млн. Ежегодно в Индии вводятся в эксплуатацию 5–6 тыс. таких установок, дающих от 2 до 400 м³ биогаза в день.

В США работает более 10 крупных биогазовых заводов, один из которых (при трех откормочных комплексах на 110 тыс. голов) подает вырабатываемый биогаз в газораспределительную сеть г. Чикаго. Кроме того, в США широко распространены установки для использования отходов на небольших скотоводческих фермах с поголовьем до 150 единиц крупного рогатого скота. В фермерских хозяйствах Европы и Канады применяют установки производительностью до 100...200 м³ биогаза в год, что обеспечивает хозяйство тепловой энергией летом на 100 %, зимой — на 30–50 %.

В России до сих пор к биогазу относились как к экзотическому топливу и о его промышленном использовании никто серьезно не задумывался. Однако окончание эры дешевой нефти заставляет признать биогаз ценным сырьем для получения дешевой энергии и серьезно заняться разработкой технологий его широкого применения в промышленности, коммунальном хозяйстве и на транспорте.

Одной из новейших считается технология производства из биогаза нового экологически чистого и дешевого вида моторного топлива — сжиженного биометана (СБМ), исходным сырьем для производства которого служит биогаз, получаемый из городских бытовых и сельскохозяйственных отходов.

Биогаз — сырье для получения биометана. Биогаз представляет собой смесь метана и диоксида углерода и является продуктом метанового брожения органических веществ растительного и животного происхождения, осуществляемого специфическим природным биоценозом анаэробных бактерий различных физиологических групп. Содержание метана в биогазе в зависимости от химического состава сырья может составлять 50–90 %. Наиболее эффективным и совершенным сооружением для анаэробного сбраживания осадков является металлический или железобетонный резервуар, в котором осуществляется только сбраживание осадка с подогревом и перемешиванием.

Городские источники биогаза. Канализационные (аэрационные) газы — это продукт брожения сточных вод городской канализации, представляющий собой разновидность биогаза. Массовые доли (%) компонентов биогаза: метан (CH₄) — 60–65, диоксид углерода (CO₂) — 30–35 и водород (H₂) — 2–4. Как показывает практика, выход канализационных газов со станции переработки, питаемой канализационной сетью, обслуживающей населенный пункт с численностью жителей 100 тыс. человек, достигает в сутки более 2500 м³, что эквивалентно 2000 л бензина [6].

Учитывая, что население наиболее крупных городов России, как правило, превышает 500 тыс. человек, аэрационные газы становятся реальным источником местного альтернативного моторного топлива в этих городах. Так, коммунальное и автотранспортное хозяйство Москвы ежедневно может получать до 200 тыс. м³ биогаза, что позволяет перевести значительную часть муниципального и городского автотранспорта на альтернативный вид моторного топлива, экономя тем самым бо-

лее 150 тыс. л нефтепродуктов (бензина и дизельного топлива) в сутки.

Производство биогаза из осадков сточных вод очистных станций городской канализации. В зависимости от химического состава осадков при сбраживании выделяется от 5 до 15 м³ биогаза на 1 м³ осадка сточных вод. Максимальный суточный выход биогаза на единицу объема резервуара для анаэробного сбраживания осадка достигается при критической концентрации органического вещества в загружаемом осадке сточных вод, составляющей в зависимости от вида осадка и температуры процесса 65...90 кг/м³.

По данным Научно-исследовательского, конструкторского и проектно-технологического института органических удобрений и торфа, на очистных станциях России и стран СНГ накопление жидких осадков сточных вод составляет 170 млн м³/год. При анаэробном сбраживании этого количества осадков может быть получено 1,5 млрд м³ биогаза в год, что соответствует 1,2 млн т условного топлива.

Производство биогаза из городских твердых бытовых отходов (ТБО). Для производства биогаза из ТБО измельченные отходы в резервуаре для анаэробного сбраживания осадка перемешивают с канализационным осадком из первичных и вторичных отстойников очистных сооружений. Температура в смоченной массе повышается до 65...70 °С, и процесс анаэробного сбраживания идет в течение 1–2 мес. По данным зарубежных специалистов, из 1 м³ ТБО выделяется до 1,5 м³ газов. Массовые доли (%) компонентов биогаза: метан — 50, диоксид углерода — 25, водород азот — до 2 [5]. Данную технологию достаточно широко используют за рубежом. Большое количество биогаза получают при переработке твердых бытовых отходов городов США, Японии, Швеции и др. Их общее количество эквивалентно энергии в 37 • 10¹⁵ Дж.

Источники биогаза в сельском хозяйстве. Подсчеты показывают, что в сельской местности производство биогаза может считаться рентабельным при наличии 20 коров, 200 свиней или 3500 кур. Одним из источ-

ков получения биогаза является птицеводство. Для определения выхода биогаза можно принять, что в одном типовом птичнике содержится 25 тыс. кур, дающих в день до 5 т помета, из которого выходит 5000 м^3 (при нормальных условиях) биогаза. Таким образом, из 1 т куриного помета можно получить моторное топливо в количестве, эквивалентном 700 л бензина. Не менее важным источником получения биогаза служит животноводство. Из 1 т сухого вещества навоза в результате анаэробного сбраживания при оптимальных условиях можно получить 340 м^3 биогаза, или в пересчете на одну голову крупного рогатого скота в сутки $2,5 \text{ м}^3$, а в течение года — примерно 900 м^3 . Рассчитав энергетический эквивалент такого количества биогаза по отношению к бензину, можно прийти к такому парадоксальному на первый взгляд выводу, что одна корова в год кроме молока дает более 600 л бензина. Одновременно при сбраживании обеспечиваются дезодорация навоза, дегельминтизация, уничтожение способности семян сорных растений к всхожести и перевод органического удобрения в минеральную форму. Для пересчета количества биогаза с птицеводческого комплекса на животноводческий можно пользоваться следующими условными единицами: 1 корова=4 свиньи=250 кур.

Использование сжиженного биометана в качестве моторного топлива. Однако создание двигателей автотранспортных средств, работающих на биогазе, имеющем низкую теплоту сгорания, представляет определенные трудности, обусловленные необходимостью сохранения мощности и экономичности работы базового двигателя на эксплуатационных режимах, обеспечения надежности и устойчивости двигателя на всех режимах, минимальных конструктивных доработок базового двигателя и т.д. В двигателях целесообразнее использовать не биогаз, а получаемый из него биометан. Для этого из биогаза удаляют CO_2 и другие примеси, после чего получаемый газ имеет практически однородный состав (биометан), содержит 90–97 % CH_4 с теплотой сгорания $35\text{--}40 \text{ МДж/м}^3$ и по своим техническим характери-

кам как моторное топливо аналогичен природному газу.

Биометан, как и другие газовые топлива, имеет низкую объемную концентрацию энергии. При нормальных условиях теплота сгорания 1 л биометана составляет $33\text{--}36 \text{ кДж}$, в то время как теплота сгорания 1 л бензина — 31400 кДж , т.е. в 1000 раз больше, чем у биометана. Поэтому биометан может применяться в автомобилях как моторное топливо либо в компримированном (сжатом), либо в криогенном (сжиженном) состоянии.

Основным сдерживающим фактором широкого применения сжатого биометана в качестве моторного топлива, как и в случае с компримированным природным газом, является транспортировка толстостенных баллонов, масса которых составляет до 96 % массы всей топливной системы. На 100 км пути для трехтонной автомашины потребуется более 30 м^3 газа. При давлении 20 МПа в баллон вместимостью 50 л входит до 10 м^3 газа, следовательно, для суточного пробега необходимо иметь не менее восьми таких баллонов, общая масса которых составляет около 700 кг.

Значительная часть неудобств и затруднений отпадает с переходом на сжиженный биометан. Сжижение позволяет уменьшить объем газа, занимаемый в обычных условиях, почти в 600 раз и хранить его практически при атмосферном давлении, что дает возможность (по сравнению со сжатием газа) уменьшить массу топливной системы на автомобиле в 3–4 раза и объем — в 2–3 раза. Однако до настоящего времени не существовало простой и экономически целесообразной технологии сжижения газообразного биометана, в результате чего сжиженный биометан в двигателях внутреннего сгорания ранее не применяли.

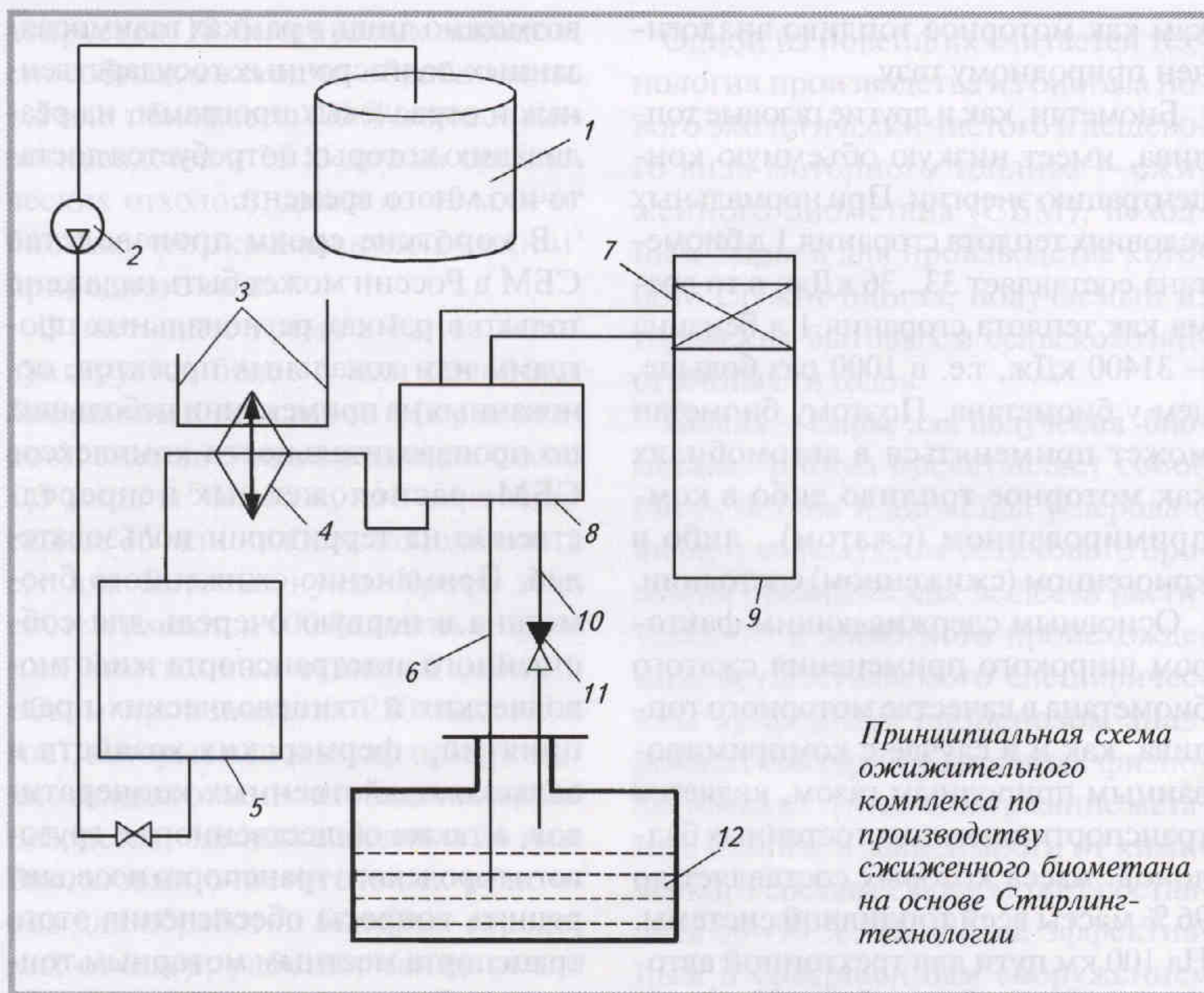
Говоря о перспективах производства СБМ, можно выделить два основных направления решения этой проблемы, одно из которых — создание централизованных производств на основе биогенераторных заводов и крупных ожижительных комплексов, другое — создание небольших по производительности производств на основе биогенераторных и криогенных установок. Первое направление

возможно лишь в рамках взаимосвязанных долгосрочных государственных и отраслевых программ, на реализацию которых потребуется достаточно много времени.

В короткие сроки производство СБМ в России может быть налажено только в рамках региональных программ или локальных проектов, основанных на применении небольших по производительности комплексов СБМ, расположенных непосредственно на территории пользователей. Применение сжиженного биометана в первую очередь для собственного автотранспорта животноводческих и птицеводческих предприятий, фермерских хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов, а также общественного и грузового городского транспорта позволит решить вопросы обеспечения этого транспорта местным моторным топливом с более высокими экологическими характеристиками, замещающим значительную часть традиционного топлива, и должно дать существенный экономический эффект.

Стирлинг-технология производства сжиженного биометана. В современных экономических условиях только появление сравнительно дешевого способа производства сжиженного биометана может сделать этот вид топлива конкурентоспособным на отечественном рынке моторных топлив. Автором предлагается новая технология производства СБМ на основе использования криогенных газовых машин (КГМ), работающих по циклу Стирлинга. Криогенные газовые машины Стирлинга отечественных и зарубежных фирм являются криогенераторами, основанными на принципе только внешнего охлаждения, и предназначены для ожижения газов, температура конденсации которых не ниже 70 К. В России производится несколько модификаций КГМ Стирлинга производительностью по сжиженному биометану $14\text{--}80 \text{ л/ч}$ [2]. За рубежом фирмами «Филипс» и «Веркспоор» освоено серийное производство более мощных КГМ Стирлинга, производительностью более 700 л/ч .

Одна из принципиальных схем ожижительного комплекса, реализующая способ получения сжиженного биометана из отходов домашних



животных и птиц, показана на рисунке. Биогаз из резервуара 1 для анаэробного сбраживания осадка с помощью компрессора 2 подается в блок очистки 5, где газ очищается от CO_2 с образованием биометана. В вымораживателе 8 вымораживаются остаточные примеси (H_2O и CO_2) полученного биометана. В конденсаторе 7 криогенной машины Стирлинга 9 сухой и чистый биометан сжижается за счет внешнего охлаждения и самотеком по линии 6 сливается в емкость для хранения сжиженного биометана 12. Для поддержания равного давления в газовой полости емкости для хранения сжиженного биометана 12 и в конденсаторе 7 предусмотрена перемычка 10 с обратным клапаном 11, соединяющая газовую полость емкости 12 с вымораживателем 8. Для охлаждения метансодержащего газа в теплообменнике-охладителе 4 предусмотрена магистраль внешнего теплоносителя 3 с температурой окружающей среды, например атмосферного воздуха.

На основе КГМ Стирлинга могут быть созданы малогабаритные комплексы по производству СБМ непосредственно в автохозяйстве любого предприятия, где есть условия для получения биогаза (все технические решения патентуются). В качестве комплектующих для создания дан-

ных комплексов предполагается использовать только серийно производимое отечественной промышленностью оборудование. Криогенные машины Стирлинга выпускаются ОАО «Машиностроительный завод «АРСЕНАЛ» и НПО «Гелиймаш», а соответствующие биогенераторные установки «КОБОС-1» (для крупного рогатого скота) и «БИОГАЗ-301С» (для свиноводческой фермы в 3000 свиней) — Шумихинским машиностроительным заводом [4]. Малогабаритный комплекс СБМ на основе данного оборудования позволяет получать до 700 л сжиженного биометана в сутки, обеспечивая тем самым заправку шести автомашин типа «ЗИЛ-130» или 15 легковых автомашин. При необходимости производительность комплекса можно увеличить путем присоединения дополнительных модулей.

На основе Стирлинг-технологий могут создаваться и индивидуальные ожигительные комплексы производительностью по сжиженному биометану 14...40 л/ч, предназначенные специально для фермерских и частных хозяйств [1]. В настоящее время в России выпускают небольшие биогенераторные установки, разработанные в рамках федерального проекта «Индивидуальные биогазовые установки для крестьян-

ского подворья» и рассчитанные на производство биогаза при численности крупного рогатого скота до 10 голов, свиней до 60 голов и птицы до 600–1000 голов.

Предварительные технико-экономические расчеты показывают, что стоимость нового топлива — сжиженного биометана, полученного на основе Стирлинг-технологии из местного сырья, не превысит 1–1,5 руб. за 1 л СБМ.

Таким образом, сжиженный биометан, получаемый из местного сырья (канализационный газ, бытовые отходы, навоз, куриный помет и т.д.), — самое дешевое и экологически чистое моторное топливо. Это топливо можно использовать в двигателях внутреннего сгорания вместо бензина и дизельного топлива, а затраты на его производство окупаются достаточно быстро.

Газобаллонное оборудование автомобиля, работающего на сжиженном биометане, полностью соответствует оборудованию автомобиля, работающего на сжиженном природном газе (СПГ). Это позволяет в случае необходимости производить равноправную замену СБМ на СПГ и наоборот, что обеспечивает создание в короткие сроки единой инфраструктуры производства и заправки автотракторной техники РФ альтернативными моторными топливами — сжиженным природным газом и сжиженным биометаном [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириллов Н.Г. Индивидуальные и малогабаритные заправочные станции СПГ//Газовая промышленность. 2001. № 6.
2. Кириллов Н.Г. Машины Стирлинга для высокоэффективных и экологически чистых систем автономного энергоснабжения//Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2000. № 12.
3. Кириллов Н.Г. О создании инфраструктуры производства СПГ для автотранспортных средств в Российской Федерации//Нефтегазовые технологии. 2001. № 3.
4. Ковалев А.А. Биогазовые установки России//Чистый город. 2000. № 2.
5. Разнощик В.В. Проектирование и эксплуатация полигонов для твердых бытовых отходов — М.: Стройиздат, 1981.
6. Терентьев Г.А., Тюков В.М., Смаков Ф.В. Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов — М.: Химия, 1980.

Д-р техн. наук С.О.ФИЛИН,
канд. техн. наук Б. ЗАКШЕВСКИЙ
Щецинский технический университет
(Польша)

Аккумуляция холода: способы и современные технические решения Термохимические аккумуляторы

Термохимическая аккумуляция холода – это сравнительно новая и быстро развивающаяся область холодильной техники. Использование термохимических циклов для накопления и превращения теплоты основывается на принципе возникновения химического потенциала в результате обратимой химической реакции в системе в неравновесном состоянии. При наличии способа, предотвращающего возврат к равновесному состоянию, химический потенциал можно накапливать для преобразования в другие виды энергии, в том числе в тепловую.

Принцип действия термохимического аккумулятора теплоты или холода (ТХА). Иллюстрируется графиками в диаграмме $1/T - \ln p$ (рис. 1). При этом температура в данной системе координат возрастает слева направо.

При одной и той же температуре давление паров над жидкостью всегда выше давления пара над сорбентом, т.е. для равновесия в сообщающихся сосудах, заполненных жидкостью в конденсированном и связанном состояниях, необходимо поддерживать разную температуру. Таким образом, работа ТХА основывается на получении пара из жидкости в «связанном» состоянии при температуре T_1 и его конденсации при T_2 (рис. 1, а) на этапе зарядки и обратном процессе на этапе разрядки.

При давлении ниже критического зависимости, характеризующие процессы зарядки и разрядки, представляют собой прямые линии как для насыщенной жидкости, так и для большинства систем газ – сорбент. Градиент этих линий пропорционален теплоте фазового перехода

A principle of operation of the thermochemical accumulator of cold is described. Working substances that are used in them are enumerated: hydrides of metals, gas hydrates, zeolites, components of reversible gas reactions. Schematic presentations of thermochemical accumulators of cold are presented.

да жидкости или теплоте реакции.

В идеальном случае термохимический процесс аккумуляции холода обратим, а температуры зарядки и разрядки равны. В реальных условиях вследствие падения давления в трубопроводах на границах раздела фаз и наличия градиентов температур в материале эффективность реального ТХА меньше, чем идеального, а температура термостатирования объекта T_1' ниже зарядной T_1 в аккумуляторе теплоты (см. рис. 1, а) и выше зарядной в аккумуляторе холода.

Наиболее общим случаем работы ТХА является использование двух адсорбентов с различными температурами реакции при данном давлении (рис. 1, б). В процессе зарядки при температуре T_3 происходят поглощение теплоты и десорбция пара из первого адсорбента (А2) и его поглощение вторым (А3) с выделением теплоты при температуре T_4 . Далее осуществляется охлаждение второго, низкотемпературного

адсорбента до температуры окружающей среды (несколько большей, чем T_1). В процессе разрядки теплота подводится при температуре T_1 , а отводится при T_2 . Цикл ТХА с конденсацией пара является частным случаем, при котором конденсация эквивалентна адсорбции в термодинамическом смысле.

Цикл термохимического аккумулятора может осуществляться при одном и том же давлении (рис. 1, а); при этом тепловой КПД, равный отношению вырабатываемой и потребляемой теплоты, близок к единице. Если зарядка выполняется при более высоком давлении, чем разрядка (см. рис. 1, б), то тепловой КПД больше единицы за счет отвода теплоты от окружающей среды. Эта схема реализует цикл химического теплового насоса с теоретическим значением КПД, равным двум. Действительный КПД таких устройств обычно не превышает 1,4.

В качестве рабочих веществ в тер-

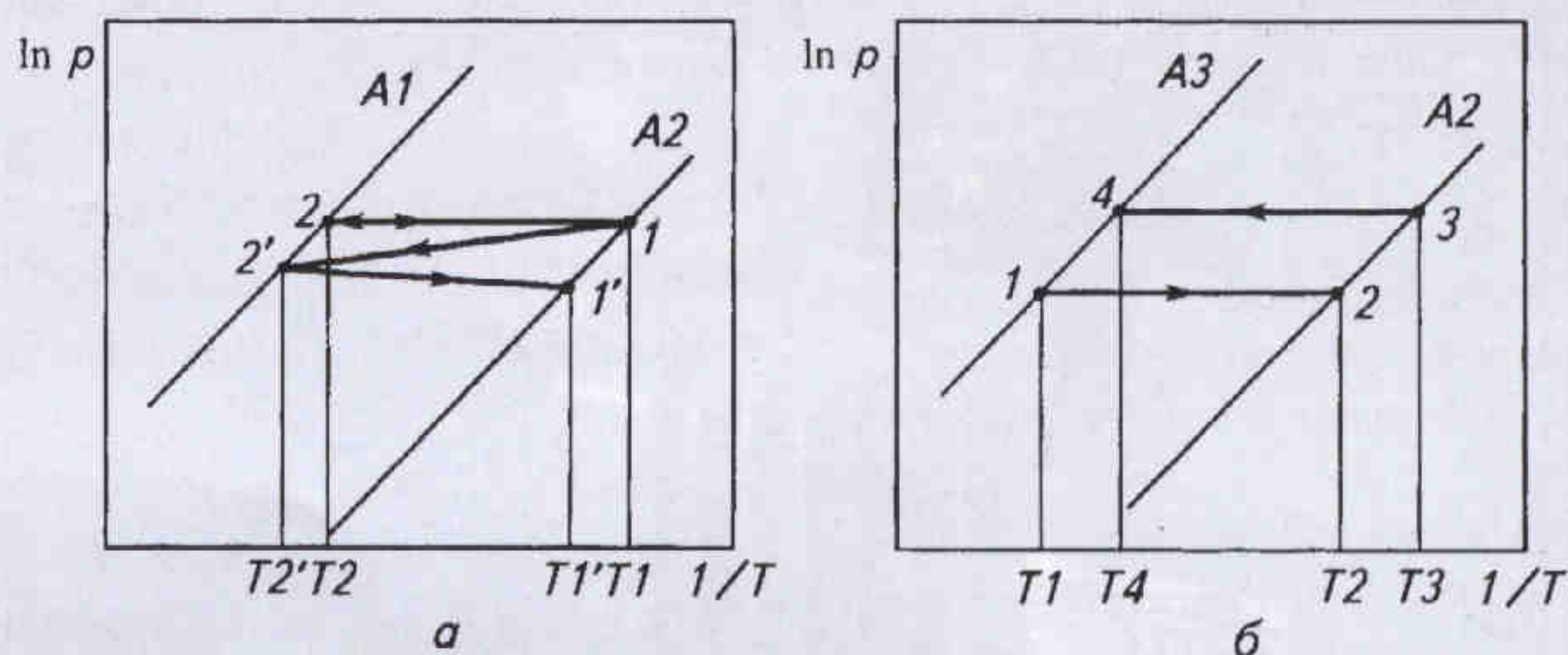
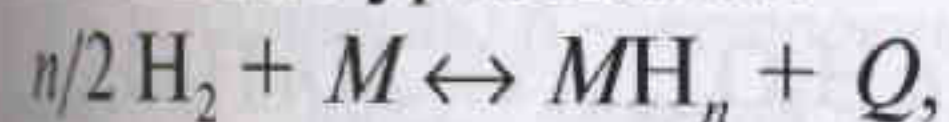


Рис. 1. Одноступенчатые термохимические циклы [3]:
а – тепловой аккумулятор: 1–2, 2–1 – соответственно зарядка и разрядка в идеальных условиях; 1'–2', 2'–1' – соответственно зарядка и разрядка в реальных условиях;
б – тепловой насос: 3–4 – соответственно зарядка и разрядка в идеальных условиях;
А1 – пар; А2, А3 – адсорбенты

мохимических аккумуляторах холода используются: гидриды металлов, газовые гидраты, цеолиты и компоненты соединений, участвующих в обратимых химических реакциях.

Гидриды металлов. Образуются в результате структурных изменений вещества, когда атомы водорода размещаются между атомами металла. Протекание обратимой реакции гидрогенизации (дегидрогенизации) металлов можно представить в виде уравнения



где M — металл или сплав;

MH_n — металлогидрид;

Q — теплота реакции на один моль водорода.

Стрелкой вправо показана реакция гидрогенизации, сопровождающаяся выделением теплоты, стрелкой влево — дегидрогенизации, протекающая с поглощением теплоты.

Характеристики некоторых реакций гидрогенизации приведены в табл. 1.

• Система аккумуляции холода на основе гидридов металлов состоит, как правило, из двух отсеков (или емкостей): в первом — гидрид (низкотемпературный), выполняющий функцию аккумулятора холода, а во втором — гидрид, являющийся хранилищем водорода.

Принципиальная схема холодильной машины с аккумулятором холода на базе двух гидридов металлов* показана на рис. 2. Вследствие кипения хладагента в испарителе 2

происходит аккумуляция (накопление) холода в низкотемпературном гидриде, заполняющем емкость 1, находящуюся в непосредственном контакте с охлаждаемым объектом (камерой) 11. Емкость 7 с высокотемпературным гидридом, состоящая в тепловом контакте с конденсатором 6 холодильной машины, при этом нагревается и из этого гидрида выделяется водород, т.е. идет процесс десорбции. Температуру десорбции (25...40 °С) подбирают на несколько градусов выше температуры окружающей среды, что позволяет осуществлять этот процесс как с использованием, так и без использования принудительного обдува конденсатора. В результате десорбции в емкости 7 создается избыточное давление водорода, вследствие чего он по каналу 9 поступает в емкость 1, где поглощается охлаждаемым низкотемпературным гидридом. Состав этого гидрида подбирают таким образом, чтобы процессы сорбции и десорбции в нем шли на уровне термостатирования камеры 11. Тепловыделение в ней в режиме зарядки аккумулятора может вообще отсутствовать, или выделяемая тепловая мощность должна быть, по крайней мере, меньше холодопроизводительности холодильной машины, чтобы ее избыток мог быть использован на охлаждение гидрида. Накопление холода заканчивается, когда весь водород десорбируется высокотемпературным гидридом и абсорбируется низкотемпературным, т.е. будет перекачан из емкости 1 в емкость 7. Объемом несвязанного водорода в канале 9 вследствие его малости можно пренебречь. После этого ох-

лаждающее устройство готово к приему импульса тепловой нагрузки.

• Когда мощность тепловыделения объекта превысит холодопроизводительность машины, начинается этап потребления аккумулярованного холода. При достаточно большой массе гидрида холодильная машина может быть на этот отрезок времени выключена, а вся пиковая тепловая нагрузка воспринимается гидридом. Пока идет процесс десорбции, температура объекта остается стабильной и равной температуре десорбции. Выключение холодильной машины способствует тому, что понижается температура высокотемпературного гидрида в емкости 1, и он активнее поглощает выделяющийся в ней водород. Другими словами, холодильная машина и аккумулятор работают в противофазе. Особенность описанной схемы — синхронизация работы холодильной машины и гидридного аккумулятора и полезное использование теплоты конденсации для подогрева второго гидрида.

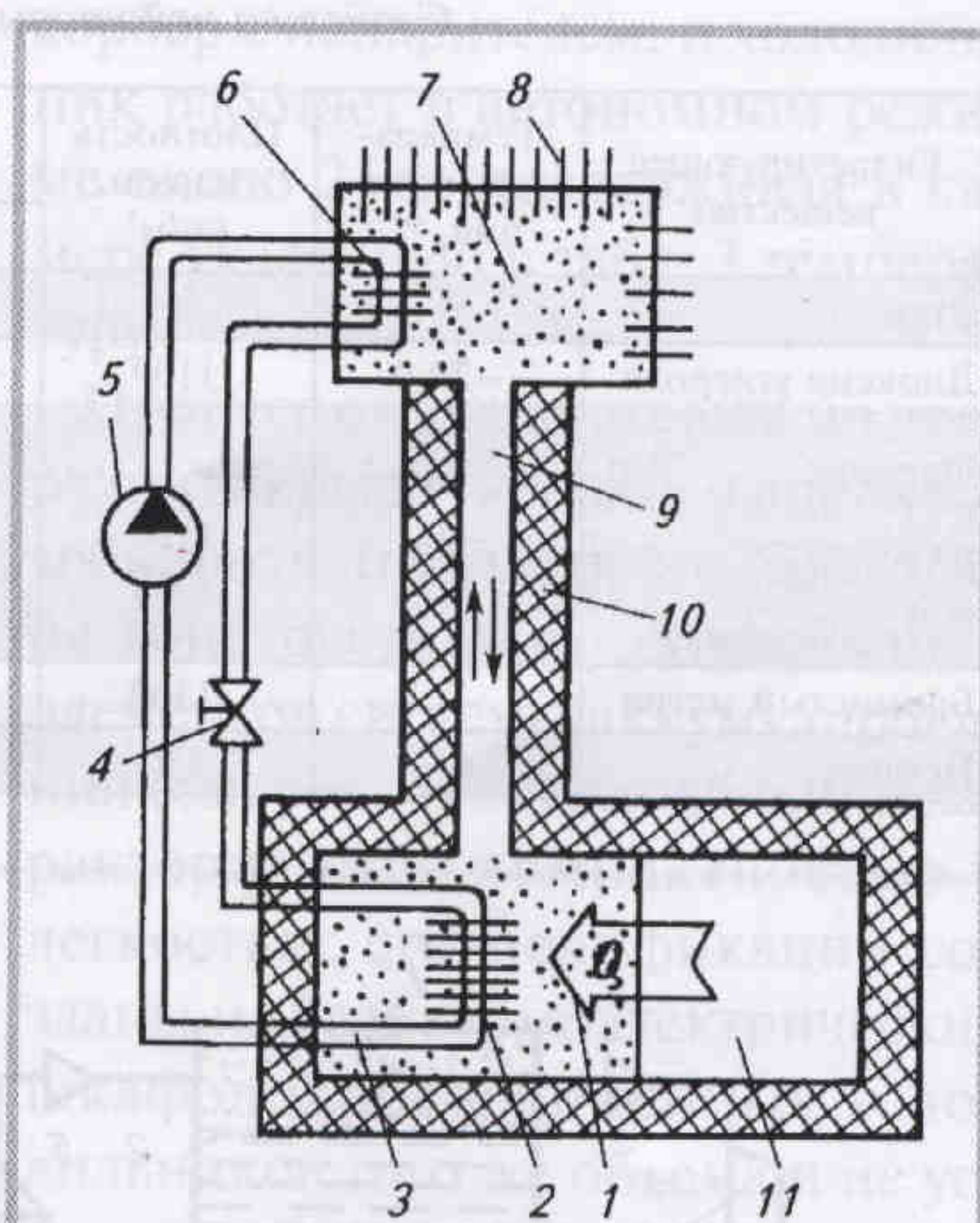


Рис. 2. Принципиальная схема холодильной машины с гидридным аккумулятором холода:

1 — емкость с низкотемпературным гидридом; 2 — испаритель; 3 — трубопровод; 4 — дроссельный вентиль (ТРВ); 5 — компрессор; 6 — конденсатор; 7 — емкость с высокотемпературным гидридом; 8 — оребрение; 9 — соединительный канал; 10 — теплоизоляция; 11 — холодильная камера (потребитель холода)

Характеристики некоторых реакций гидрогенизации [3]

Таблица 1

Металл, сплав	ΔH гидрида, кДж/кг	Температура реакции, °С	Давление, МПа	Коэффициенты уравнения*		Массовая доля H_2 , %
				A	B	
FeTi	255	0...130	0,25...10	-3383	12,76	1,8
LaNi	187	10...85	0,1...1,5	-3712	12,96	1,4
LaNi ₅	146	-30...+50	0,2...5,0	-2539	11,64	1,4
Zn, CrMn	220	-20...-50	0,3...0,5	-2968	13,07	1,8

* Уравнение имеет вид $\ln p = A/T + B$; значения коэффициентов приведены для $p=0,1$ МПа.

LaNi — смесь редкоземельных металлов.

Требуемое количество низкотемпературного гидрида определяют из соотношения

$$G_1 \geq (Q_n + Q_r)/C_1$$

где G_1 — масса гидрида;

Q_n — полное тепловыделение объекта за один цикл;

Q_r — сумма теплопритоков через изоляцию;

C_1 — удельная теплоемкость гидрида в процессе десорбции.

Для повышения эффективности системы аккумулирования необходимо, чтобы теплота реакции у низкотемпературного гидрида была возможно большей, а у второго гидрида — возможно меньшей.

В холодильной технике известно использование аккумуляторов холода на основе металлогидридов LaNi_5 , MmNi_5 , FeTi , CaNi_5 и их сплавов. Сравним аккумуляторы на основе гидридов с традиционным аккумулятором холода на базе плавящихся веществ. Один из наиболее эффективных при использовании в холодильной технике

гидридов — TiFeH_2 имеет удельную теплоту десорбции 288 кДж/кг, что всего на 15 % меньше, чем при наиболее энергоемком процессе плавления чистого льда. В солевых водных растворах, применяемых при отрицательных температурах (до $-20 \dots -30^\circ\text{C}$), с понижением температуры их плавления удельная теплота плавления уменьшается, а теплопроводность сравнительно невелика. Следовательно, процесс плавления интенсивно идет только на поверхности, но не во всем объеме. Упомянутые недостатки солевых растворов делают использование гидридов предпочтительнее на уровне температур ниже -20°C .

В более ранних разработках охладителей с гидридным аккумулятором холода [1, 4, 5] предлагаются иные схемные решения, например такие, в которых подогрев высокотемпературного гидрида не связан с работой конденсатора холодильной машины и осуществляется специальным нагревателем

или используется только один (низкотемпературный) гидрид, свободный водород накапливают в сосудах большой емкости.

Газовые гидраты (клатраты) представляют собой ячеистую структуру, состоящую из полимеров, образованных молекулами воды, в пустоты которых внедрены гидрофобные молекулы гидратирующего вещества. Образование и разложение газовых гидратов происходит в процессе обратимой реакции



Свойства некоторых газовых гидратов, пригодных для аккумуляции холода, представлены в табл. 2 [3]. Поскольку большинство гидратов разлагается при температуре выше 0°C , это позволяет использовать их и в кондиционировании. Достаточно большая скрытая теплота (до 420 кДж/кг) и возможность прямого контакта реагентов в процессе реакции вызывают интерес к этим системам.

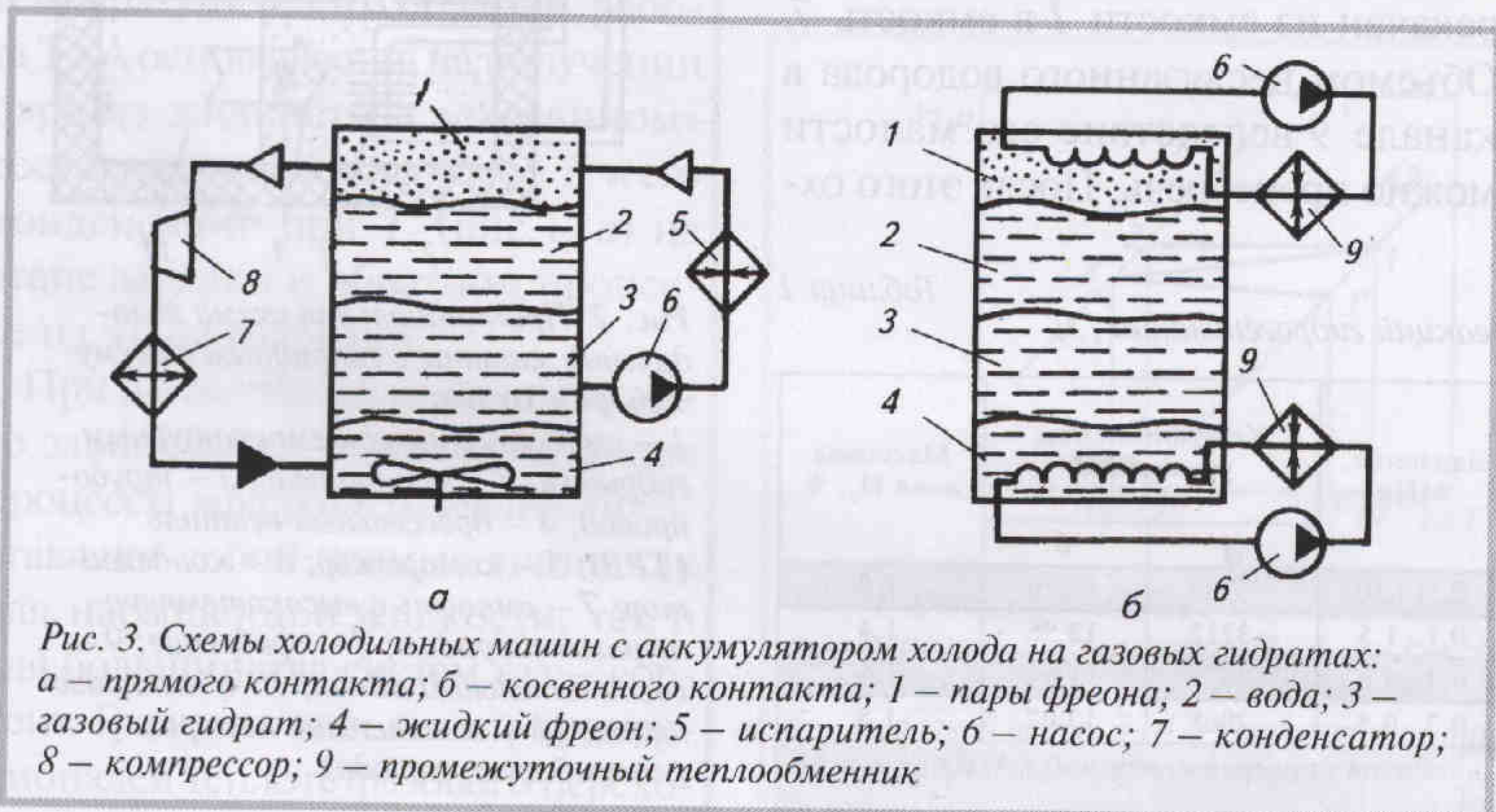
При реализации данного принципа аккумулирования холода гидратообразующий газ может находиться непосредственно в самом холодильном цикле, играя одновременно роль хладагента (рис. 3, а) или вне цикла (рис. 3, б). Первый вариант характеризуется отсутствием промежуточных теплообменников и теплоносителей, что снижает до минимума разность температур и необратимые потери в цикле. Недостаток этих систем — необходимость высокоэффективного отделения воды от хладагента и применение специальной смазки компрессора, что повышает его стоимость. Использование промежуточного теплоносителя (см. рис. 3, б) приводит к появлению дополнительных потерь, но позволяет применить традиционные элементы систем кондиционирования, а значит, и снизить стоимость оборудования.

Согласно [3] по энергетическим показателям, массе и габаритам фреоновые клатратные системы находятся на уровне систем вода-

Свойства некоторых газовых гидратов [3]

Таблица 2

Гидратирующее вещество	Температура кипения, $^\circ\text{C}$	Плотность гидрата, кг/м^3	Эвтектика с водой		Разложение		Теплота образования гидрата, кДж/кг
			$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	
Этан	-88,5	—	—	—	14,5	1,355	510,6
Диоксид углерода	-79,0	1100	-1,48	1,056	10,0	4,573	408,8
Фреоны:	-40,7	1100	-0,15	0,091	16,3	0,840	380,4
	-9,0	1180	-0,20	0,023	17,8	0,290	426,9
	8,9	1050	-0,13	0,015	8,7	0,103	336,8
Бромистый метил	-3,3	1300	-0,24	0,024	14,5	0,154	350,6
Пропан	-45	880	0	0,176	5,7	0,561	382,5



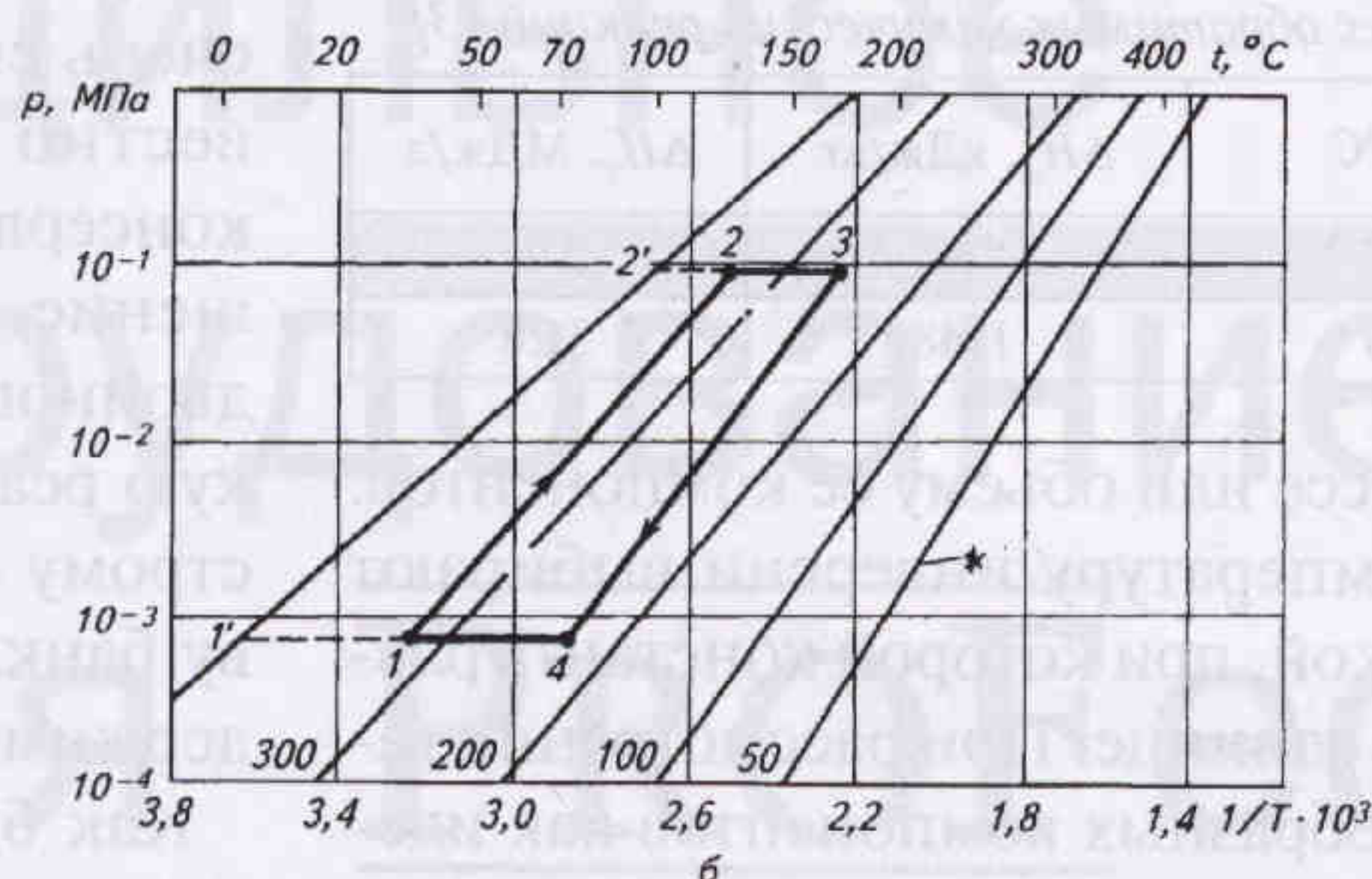
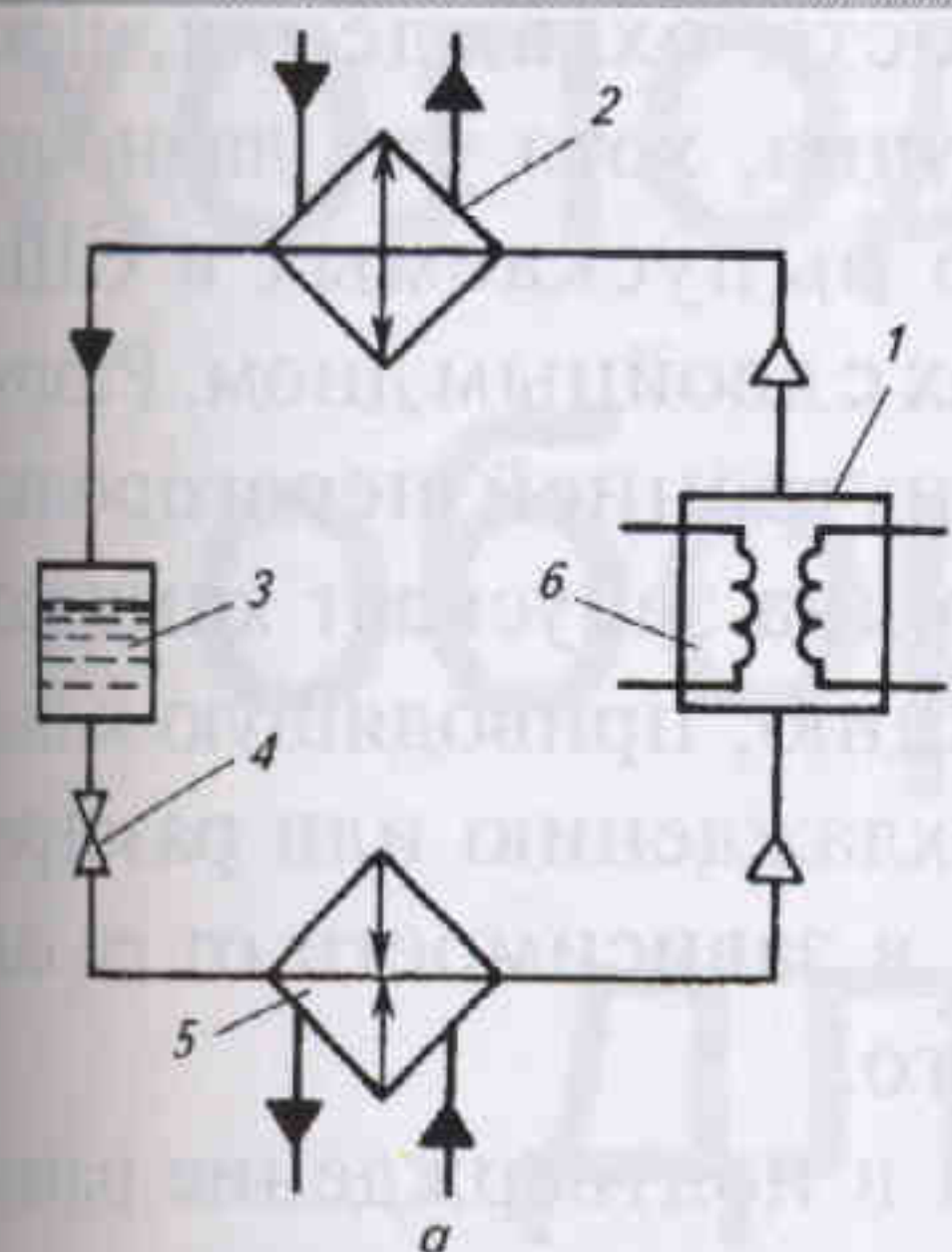


Рис. 4. Схема аккумуляции холода на основе цеолита (а) и цикл аккумуляции в диаграмме $\ln p - 1/T$ для системы натрий — алюмосиликат — вода (б): 1 — емкость с цеолитом; 2 — конденсатор; 3 — емкость с водой; 4 — клапан (вентиль); 5 — испаритель; 6 — встроенные теплообменники; 1-2-3-4 — цикл; * — линии равновесного давления пара для различных значений удельного количества абсорбированной воды (g/kg); $1'$, $2'$ — параметры насыщенного пара

лед. Вместе с тем использование клатратов на основе упомянутых здесь фреонов не вписывается в мировую экологическую концепцию, а исследования клатратных систем с новыми озонобезопасными фреонами пока не завершены.

Цеолиты. Это алюминио-силикатные гидраты щелочных или щелочноземельных металлов, относящиеся к классу так называемых каркасных силикатов. В общем виде их состав можно представить химической формулой $Me_{z/2} Al_2O_3 \cdot n SiO_2 \cdot m H_2O$, где Me — один (или более) катион металла валентности z ; n и m — числа, обычно дробные, разные для различных типов цеолитов.

Аккумуляция и выделение теплоты в цеолитах происходит благодаря адсорбции-десорбции воды. Эти процессы характеризуются высокой теплотой реакции (около 80 кДж/моль H_2O) и значительной поглощающей способностью (до 0,3 кг H_2O на 1 кг цеолита).

Основные элементы системы ак-

кумуляции холода с использованием цеолита показаны на рис. 4, а, а цикл ее работы изображается в координатах $\ln p - 1/T$ в виде четырехугольника 1-2-3-4-1 (рис. 4, б). Как видно из рис. 4, б, цикл цеолитового аккумулятора холода реализуется при давлении ниже атмосферного.

Цеолитовые системы аккумуляции теплоты хорошо зарекомендовали себя в большой энергетике и в установках аккумуляции солнечной энергии [6, 8]. Исследования, проводимые в последние 10 лет в ИТТФ АН Украины, показали, что с не меньшим успехом цеолиты можно использовать и в холодильной технике. Параметры некоторых из разработанных там холодильников с использованием цеолитов приведены в табл. 3.

Представленные в табл. 3 модификации холодильников предназначены в основном для хранения продуктов.

В гелиоадсорбционном холодильнике в дневное время за счет энергии солнечного излучения из

адсорбента выпаривается вода, а ночью при охлаждении генератора-адсорбера до температуры окружающего воздуха накапливается холод на уровне $-10^\circ C$, который аккумулируется в виде льда. Таким образом, данное устройство представляет собой комбинированный ледово-адсорбционный аккумулятор холода.

Переносной холодильник предназначен для периодической работы в полевых условиях, т.е. при отсутствии круглосуточного электропитания. Перспективно использовать его для перевозки медикаментов, продажи охлажденных напитков на пляжах и т.п. В ночное время адсорбционный генератор холодильника заряжается от бытовой сети $\sim 220V$ в течение нескольких часов. В это время цеолит подогревается электронагревателем, после чего клапан закрывают и холодильник готов к работе. Аккумуляированный холод может находиться в «законсервированном» виде неограниченно долгое время. При необходимости клапан открывают, сообщая при этом генератор-адсорбер с испарителем, и холодильник работает в автономном режиме около 24 ч, поддерживая в камере указанную в табл. 3 температуру.

Процесс охлаждения можно прервать, закрывая клапан, и вновь возобновить, открывая его. Благодаря конструктивному совмещению элементов системы аккумуляции (см. рис. 4, а) холодильник характеризуется компактностью и легкостью: его модификации созданы на базе термоэлектрических шкафов и адсорбционных холодильников того же объема и не уступают им по массе и габаритам. Недостатками такого холодильника-аккумулятора являются трудность регулирования температуры и необходимость в строго определенной ориентации холодильника в пространстве.

Подбором соответствующих цеолитов можно добиться понижения температуры в камере до

Таблица 3

Основные технические данные холодильников разработки ИТТФ АН Украины

Параметры	Холодильники			
	Автономный гелиоадсорбционный		Переносной (автомобильный)	
Объем холодильной камеры, dm^3	40	80	10	35
Средняя температура воздуха в камере, $^\circ C$	+6	+6	+6	+6
Потребляемая мощность за цикл работы, Вт	—	—	200	450
Площадь солнечного генератора, m^2	0,8	1,3	—	—
Масса, кг	—	—	6,5	15

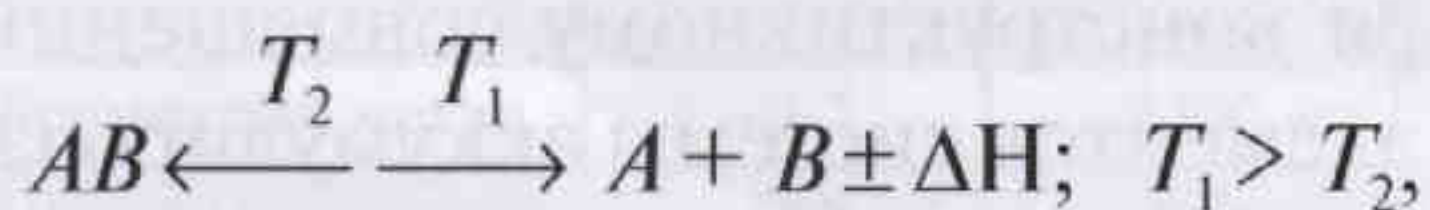
Таблица 4
Термодинамические характеристики некоторых обратимых химических реакций [3]

Реакция	T^* , °C	ΔH_m , кДж/кг	ΔH_v , МДж/л
$2\text{NaHCO}_3 \leftrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	157	750	370
$\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	840	1948	3,26

–6...–12 °C (режим работы морозильной камеры). Однако это связано с рядом технологических трудностей, в том числе с необходимостью поддержания более глубокого вакуума в системе.

Теоретическая плотность аккумулированной энергии в цеолитах достигает 1330 кДж/кг адсорбента для натрийалюмосиликата марки 13X. При ограничении максимальной температуры десорбции до 110 °C, а времени процесса до 48 ч плотность энергии снижается до 531 кДж/кг. Аналогичные показатели других цеолитов на 20–50 % хуже.

Компоненты обратимых химических реакций. Один из наиболее эффективных способов аккумулирования теплоты и холода — использование энтальпии эндотермической реакции диссоциации соединения AB при температуре T_1 на свои составные части A и B . Энергия будет выделяться при протекании экзотермической реакции соединения компонентов. Естественно, что температура диссоциации выше температуры соединения. Таким образом, цикл аккумулирования холода может быть условно представлен в виде



Химические реакции подразделяются на каталитические и некаталитические. Каталитическая реакция протекает только в присутствии катализатора, что позволяет не разделять продукты реакции. При некаталитической реакции необходимо разделять ее компоненты.

• Важнейшими термодинамическими параметрами, определяющими целесообразность применения обратимой химической реакции для аккумулирования холода, является температура инверсии T^* и отношение теплоты реакции ΔH_0 к

массе или объему ее компонентов. Температуру инверсии выбирают такой, при которой константа равна единице. При рассмотрении газообразных компонентов как идеальных газов она определяется отношением теплового эффекта реакции — изменения энтальпии ΔH_0^* (Дж/кг) к приращению энтропии реакции ΔS_0^* [Дж/(кг·K)] при 298K:

$$T^* = \Delta H_0^* / \Delta S_0^*,$$

При температуре выше T^* реакция протекает в направлении диссоциации с константой равновесия, большей единицы и с поглощением теплоты. Для температуры T_2 более низкой, чем T^* , компоненты A и B вступают в экзотермическую реакцию соединения. Константа равновесия при этом меньше единицы, а теплота выделяется.

Отношение теплоты реакции к массе или объему компонентов определяет габариты установок для аккумулирования теплоты и должно быть минимальным. Основные требования к обратимым химическим реакциям следующие: температура инверсии должна соответствовать рабочей температуре объекта охлаждения или процесса, отношение теплоты реакции к массе и объему не должно превышать соответственно $\Delta H_m = 250$ кДж/кг и $\Delta H_v = 18$ МДж/л, компоненты реакции должны быть инертными к конструктивным материалам, а продукты некаталитических реакций должны легко разделяться, не реагировать с водой и воздухом, быть дешевыми, нетоксичными и безопасными.

Теория и практика использования обратимых химических реакций достаточно хорошо разработана для области высоких температур (выше 100 °C), в том числе для нужд атомной энергетики. Сведения о некоторых таких реакциях представлены в табл.4. В то же время информация о реакциях, используемых на

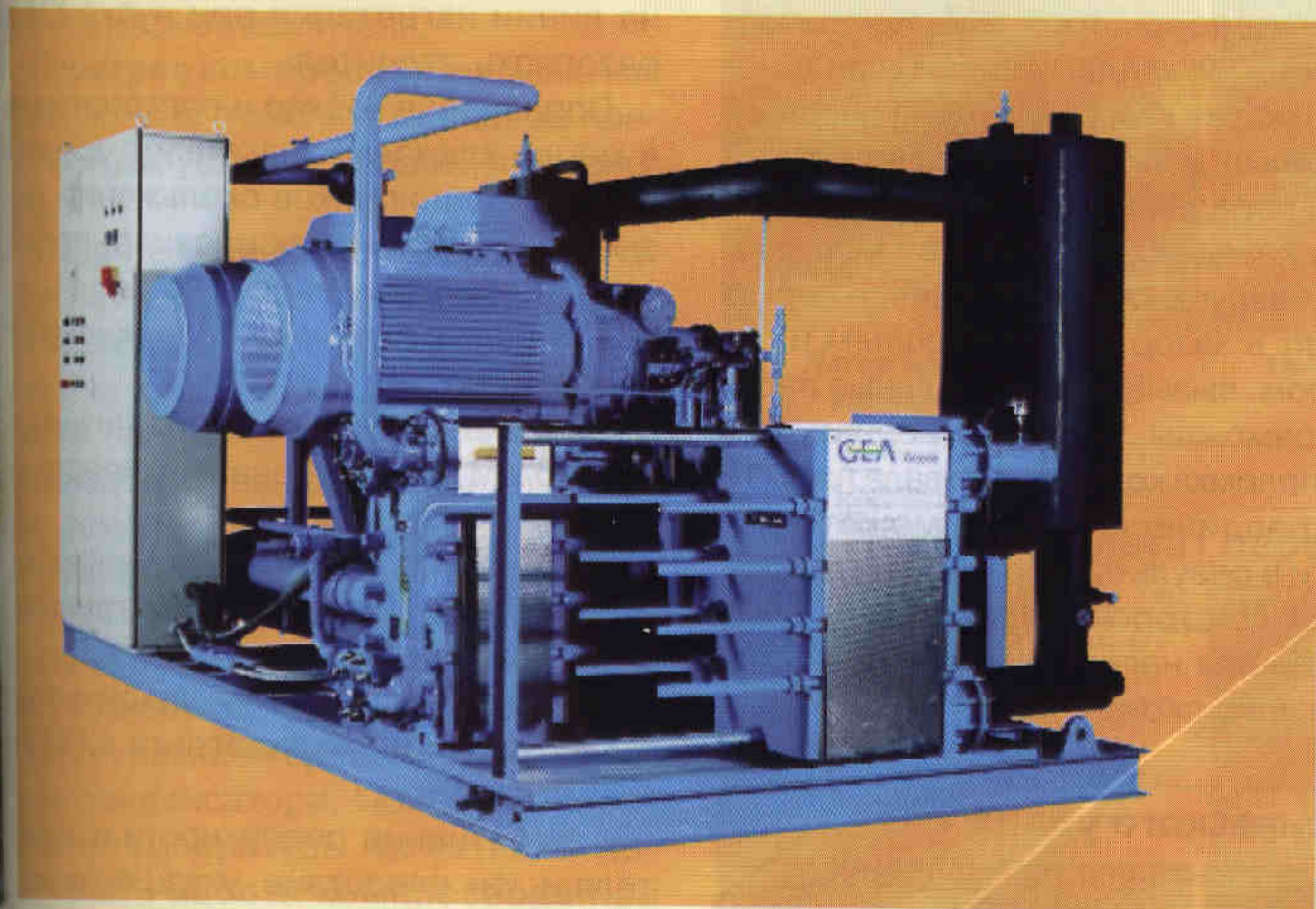
потребности охлаждения, пока очень скудна, хотя уже давно известно о выпускаемых в США консервах с двойным дном. Разрушение внутренней перегородки двойного дна запускает химическую реакцию, приводящую к быстрому охлаждению или разогреву банки в зависимости от ее содержимого.

Как бы в подтверждение ранее выдвинутого авторами тезиса о том, что будущее холодильной техники за обратимыми эндотермическими реакциями [7], появилось сообщение о том, что в конце 2001 г. в Немецком исследовательском Центре в Мюнхене изобретена безвкусная натуральная пищевая добавка, которая, по мнению ее создателей, действует в 35 раз сильнее охлаждающей силы ментола. Новый ингредиент можно добавлять в пиво, слабоалкогольные напитки и даже в антиперспиранты. Это вещество производится из черного солода, используемого в производстве пива. Оно принадлежит к группе химических веществ, известных как циклические альфа-кетонные энамины, и его охлаждающий эффект длится полчаса. Планируется, что серийное производство этой пищевой добавки будет освоено в течение двух лет [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 903670. СССР. МКИ F25D3/00, 1982.
2. Интернет-страница: IGNews.com.ua (Наука в мире, 16.12.2001).
3. Левенберг В.Д., Ткач М.Р., Гольстрем В.А. Аккумулирование тепла. — Киев: Техника, 1991.
4. Накопители энергии/Н.С.Лидоренко и др. — М., 1981.
5. Патент 4409799. США. МКИ F25B01/00, 1983.
6. Alfeld G., Bauer H.C., Maier-Laxhuber P. A zeolite heat pump, heat transformer and heat accumulator. — Energy Storage Pap.Int.Conf. Brighton, VI., 1981.
7. Filin S., Zakrzewski B. Rosyjsko-ukraiński sprzeciw wobec protokołu montrealского. — Technika Chłodnicza klimatyzacyjna, 2000, n. 1.
8. Recknagel, Sprenger, Hönnann, Schramek. Orgzewanie i klimatyzacja Poradnik. Gdańsk, 1994.

Одноступенчатые винтовые компрессорные агрегаты DuoPack фирмы «ГРАССО»



DuoPack имеет ряд преимуществ.

- Это очень компактный винтовой компрессорный агрегат, смонтированный на общей раме и имеющий единый масляный контур. Каждый компрессорный агрегат DuoPack включает вертикальный маслоотделитель, один общий маслоохладитель (охлаждаемый водой или хладагентом) и общую электронную систему управления компрессором (на базе оптимизированной программы управления, позволяющей рационально использовать возможность регулирования нагрузки до 50% от максимально возможной).

- DuoPack обладает более плавными рабочими характеристиками и лучшими параметрами при работе в режимах частичной нагрузки, чем один одноступенчатый компрессорный агрегат.

- Винтовой компрессорный агрегат DuoPack гораздо более прост в монтаже, более компактен и требует меньших капиталовложений (примерно на 20 – 25%), чем

два одноступенчатых компрессорных агрегата.

На все агрегаты имеются сертификаты соответствия ГОСТ Р и разрешение на применение Госгортехнадзора РФ.

Характеристика агрегатов DuoPack

Тип агрегата	Холодопроизводительность при 2940 мин ⁻¹ , кВт		
	Температурные режимы: t_p °C / t_c °C		
	-35/+40	-10/+45	0/+45
	При работе на аммиаке		
CD	76 (96)	274	382
DD	90 (112)	320	448
ED	108 (136)	364	538
GD	128 (160)	454	636
HD	164 (204)	580	814
LD	192 (240)	684	960
MD	244 (308)	866	1216
ND	334 (422)	1128	1582

Более чем 30-летний опыт работы в области проектирования и внедрения множества перспективных новинок позволил конструкторам-разработчикам фирмы «Грассо» создать новый тип винтовых компрессорных агрегатов DuoPack. При их создании были применены специальные конструктивные решения, учитывающие специфику работы промышленных холодильных установок в России.

Весь диапазон винтовых компрессорных агрегатов DuoPack, выпускаемых фирмой «Грассо», включает в себя 8 типов, которые, в свою очередь, подразделяются на две серии SH и MC.

В состав каждого агрегата входят два идентичных аммиачных компрессора с теоретической объемной производительностью 462...1720 м³/ч.

Агрегаты DuoPack являются прекрасным вариантом решения вопроса при выборе между одним или двумя одноступенчатыми винтовыми компрессорными агрегатами одной и той же производительности.

Габаритные размеры агрегатов DuoPack

Агрегат		Номинальная мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры L×W×H, мм	DN ₁ , мм	DN ₂ , мм	Масса*, кг
Тип	Серия					
CD, DD	SH	15...90	3000×1600×2000	80	50	1600
ED, GD	SH	30...132	3000×2000×2000	100	65	1800
HD, LD	MC	37...160		125	80	
MD, ND	MC	55...250		150	100	

Примечания: L – длина; H – высота; W – ширина агрегата; DN₁ и DN₂ – диаметры всасывающего и нагнетательного патрубков компрессора. * без электродвигателя.

При работе на R22

Тип агрегата	Холодопроизводительность при 2940 мин ⁻¹ , кВт	Масса*, кг
CD	82 (116)	328
DD	98 (136)	388
ED	118 (162)	466
GD	140 (192)	552
HD	178 (246)	706

Фирма Грассо Рефрижерейшн, ООО выполняет в России все проектные, а также монтажные и пусконаладочные работы, гарантийное обслуживание и ремонт, осуществляет поставку запасных частей к холодильному оборудованию.

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.

в Санкт-Петербурге: 197198, Санкт-Петербург, Большой проспект П.С., д.23/2, оф.25.

Тел.(812) 237-16-71, факс (812) 237-17-93.

e-mail: grasso@gea.ru, адрес в интернете: <http://www.grasso-glc.ru>

НАУКОВА ЕБЛЮТКА
им. О. Гмирьова

В 2001 г. в Москве был создан центр технической экспертизы компрессоров (КМ) Danfoss Maneurop. На основании накопленных за время работы данных была составлена статистика и проведен анализ причин выхода КМ из строя.

Приведенный в статье обзор причин, вызывающих отказ КМ, поможет избежать ошибок при их монтаже и эксплуатации, уменьшить риск возникновения нештатных ситуаций. Представленные случаи являются общими не только для КМ Danfoss Maneurop, но и для других герметичных КМ, за исключением тех, которые связаны с конструктивными особенностями той или иной модели.

Влажный ход, гидравлический удар – самые распространенные причины выхода из строя КМ. Несжимаемый жидкий хладагент, попадая в полость сжатия КМ, разрушает клапаны и клапанные доски. Металлические осколки, попадая в полость между поршнем и клапанной доской, в свою очередь, разрушают дно поршня, а иногда заходят в зазор между поршнем и цилиндром, вызывая значительные задиры. Возможны разрушение шатуна и даже поломка коленчатого вала (рис. 1).

Гидравлический удар может произойти в результате попадания жидкости как со стороны всасывания, так и со стороны нагнетания. Так, жидкий хладагент, сконденсировавшийся во

время остановки КМ, может разрушить отражательную пластину в глушителе на линии нагнетания при пуске КМ и разорвать глушитель.

Попавший в картер и растворенный в масле хладагент нарушает условия смазки подшипников скольжения, вызывает задиры и, как правило, последующее заклинивание (рис. 2).

Основные причины возникновения гидроудара:

- натекание жидкого хладагента в картер КМ, что обусловлено конструкцией трубопроводов;
- слишком большая пропускная способность регулирующего устройства (ТРВ, капиллярной трубки и т.д.);
- чрезмерная заправка хладагентом;
- конденсация хладагента в КМ во время стоянки;
- загрязнение поверхности испарителя и, как следствие, ухудшение теплообмена.

Основные рекомендации по предупреждению гидроудара:

- предусмотреть необходимые уклоны трубопроводов;
- проверить подбор устройств автоматики;
- установить подогреватель картера (а если необходимо, два или три) для поддержания температуры масла на 10 °C выше температуры насыщения хладагента при остановке КМ;
- организовать цикл с вакуумированием;
- установить, если необходимо, обратный клапан на линии нагнетания;
- очистить поверхность испарителя.

Недостаток масла приводит к нарушению режима смазки пар трения подшипников скольжения, что вызывает "сухое" трение. В результате появляются цвета побежалости, задиры на поверхностях подшипников, последующее их разрушение или заклинивание. Характер дефекта показан на рис. 3.

Недостаток масла, как правило, связан с его уносом из КМ. Это может произойти из-за неверного проектирования системы, неспособной обеспечить нормальный возврат масла в КМ. Чтобы избежать этого, скорость хладагента в трубопроводах на горизонтальных участках должна быть около 4 м/с, на вертикальных – 8 м/с. Необходимо также предусматривать маслоподъемные петли на протяженных вертикальных участках трубопроводов.

Рис. 1. Последствия гидравлического удара



Рис. 2. Последствия, вызванные растворением хладагента в масле в картере КМ



Рис. 3. Последствия, вызванные недостатком масла



Недостаточный возврат масла может быть вызван также частым чередованием циклов пуск – остановка КМ.

Компрессоры Danfoss Maneurop поставляются заправленными маслом. Однако при слишком большой длине трубопроводов масло следует добавить.

Если нет гарантии эффективного возврата масла, то необходимо установить маслоотделитель.

Перегрев компрессора связан, как правило, с его эксплуатацией за пределами допустимой области применения.

Перегрев приводит к появлению нагара на клапанах и на клапанной доске, разложению масла. Медь, вымываемая из трубопроводов образовавшейся при распаде масла кислотой, впоследствии оседает в трущихся узлах, изменяя диаметры подшипников и повышая трение (рис. 4).

Часто перегрев происходит вследствие увеличения давления конденсации, вызванного высокой температурой окружающей среды или загрязнением конденсатора. Причиной повышения температуры нагнетания может стать работа компрессора при слишком низкой температуре кипения. Например, при работе герметичного компрессора на R22 при температуре кипения $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура нагнетания составляет $105...110\text{ }^{\circ}\text{C}$ (это температура размыкания контактов встроенной тепловой защиты электродвигателя).

Перегрев компрессора может быть также вызван недостатком хладагента в контуре, установкой слишком малого TRV, засорением фильтра, большим перегревом на линии всасывания.

Загрязнение холодильного контура стало с появлением полиэфирных масел причиной увеличения числа выходов из строя компрессоров.

Полиэфирные масла очень чувствительны к влаге. Максимально допустимое время контакта полиэфирного масла с открытой атмосферой 15 мин, после чего происходит разложение масла с образованием кислоты.

Чрезмерно высокое содержание влаги в контуре холодильной системы также приводит к разложению масла и последующему омеднению пар трения компрессора. Во избежание этого

следует уделять особое внимание чистоте системы, тщательно проводить процесс вакуумирования. Пайку трубопроводов следует производить в азотной среде.

Перегрев обмоток электродвигателя может возникнуть при нарушении па-

Danfoss

Рис. 4. Результат перегрева компрессора

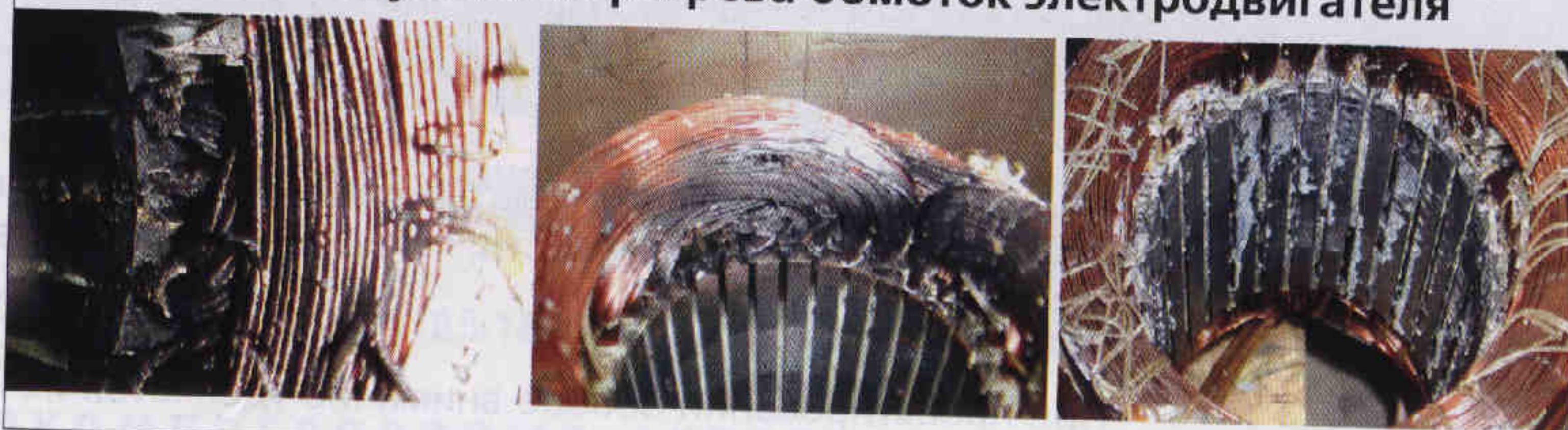


Нагар на клапанах и клапанной доске

Омеднение поршневых пальцев

Следы перегрева электродвигателя

Рис. 5. Результат перегрева обмоток электродвигателя



раметров напряжения или, например, при повышении температуры хладагента, или снижении его массового расхода. Результат перегрева обмоток электродвигателя можно увидеть на рис. 5.

Во избежание этого необходимо предусматривать устройство внешней тепловой защиты электродвигателя. Наличие встроенных устройств значительно снижает вероятность сгорания обмоток электродвигателя, но не гарантирует их полную защиту.

Практика показывает, что самые серьезные ошибки допускают при замене сгоревшего компрессора на новый. В таких случаях рекомендуется тщательно промыть систему, проверить на работоспособность компоненты шкафа управления: контакторы, реле тепловой защиты, автоматы защиты.

Рекомендации по подбору устройств коммутации приводятся в [1]. При замене КМ из-за сгорания электрических обмоток необходимо установить на линии всасывания антикислотный

фильтр, например DAS (Eliminator). После замены компрессора масло рекомендуется периодически проверять на кислотность.

Многих проблем можно избежать при аккуратном отношении к холодильному оборудованию.

Долголетний опыт эксплуатации компрессоров Danfoss Maneurop и анализ выходов из строя КМ показывает, что в подавляющем большинстве случаев причиной выхода из строя КМ являются нарушения правил монтажа, эксплуатации или неудачное проектирование холодильной системы.

Технические рекомендации по проектированию, монтажу, эксплуатации компрессоров можно найти в рекомендуемой нами литературе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по выбору компрессоров Danfoss Maneurop. ЗАО «Данфосс».
2. Руководство для монтажников. ЗАО «Данфосс».

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

ЗАО «Данфосс» (филиал)
Россия, 197342, Санкт-Петербург
ул. Торжковская, 5, офис 525
Тел.: (812) 327-8788, 324-4012
Факс: (812) 327-8782
E-mail: spb@danfoss.ru

ЗАО «Данфосс» (филиал)
Россия, 34006, Ростов-на-Дону
проспект Соколова, 29, офис 7
Тел.: (8632) 92-3295
E-mail: Komarov@danfoss.ru

ЗАО «Данфосс» (филиал)
Россия, 690087, Приморский край
г. Владивосток, ул. Котельникова, 2
Тел./факс: (4232) 20-45-10
Моб.: 8-903-532-8781
E-mail: Yuferov@danfoss.ru

Альфа Лаваль:

новые решения для холодильных систем

С.К. ГРИГОРЬЕВ,
ОАО Альфа Лаваль Поток

Ежегодно на Международной выставке IKK в Германии свои новинки демонстрируют все ведущие мировые производители холодильного оборудования. В рамках прошедшей в октябре выставки IKK 2002 компания Альфа Лаваль – мировой лидер в производстве теплообменного оборудования для различных отраслей промышленности – предложила ряд новых компонентов для систем холодоснабжения и кондиционирования.

Среди представленных на выставке новинок повышенный интерес вызвала **V-серия** конденсаторов и охладителей жидкости, являющаяся продолжением модельного ряда воздушных теплообменников AlfaGreen.

При проектировании особое внимание уделяется их компактности. V-Серия призвана наиболее рационально и максимально точно соответствовать строгим требованиям, предъявляемым к мощным охлаждающим системам. И конечно же, в данной серии присутствуют все характерные особенности серии воздушного теплообменного оборудования AlfaGreen: пониженный уровень звукового давления; новейшая геометрия теплообменного контура, позволяющая добиться высокой компактности оборудования; высокий коэффициент полезного действия.

Диапазон производительности 56 стандартных моделей V-серии 260...1160 кВт. Вся продукция выполнена в соответствии со стандартом качества ISO 9001 и программой сертификации EUROVENT CERTIFY ALL.

Компания Альфа Лаваль, как производитель оборудования для крупных промышленных систем холодоснабжения (которые зачастую являются аммиачными), постоянно расширяет гамму оборудования и решений для этого направления. Воздушные аммиачные теплообменники серии **AirMax** мощностью до 170 кВт стали продолжением модельного ряда оборудования для систем аммиачного холодоснабжения.



V – серия конденсаторов
и охладителей жидкости

Будучи лидером в производстве пластинчатых теплообменников, компания Альфа Лаваль постоянно стремится к освоению новых областей их применения. Так, на выставке IKK 2002 был представлен новый тип пластинчатых **паяных теплообменников серии HP**, предназначенных для работы при высоких давлениях с использованием CO₂ в качестве рабочего вещества. Эти аппараты специально разработаны для холодильных машин, работающих при рабочих давлениях от 45 до 49 бар.

Теплообменники серии HP могут работать в качестве испарителя или конденсатора холодильной машины, а также в качестве составных частей тепловых насосов. Их можно использовать и в режимах повышенной циклической нагрузки по давлению.

Постоянное расширение перечня теплообменного оборудования позволяет компании Альфа Лаваль всегда идти в ногу с современными запросами заказчиков, оптимизируя производственные процессы и повышая эффективность эксплуатации и контроля.



МОНТАЖ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН С ГЕРМЕТИЧНЫМИ КОМПРЕССОРАМИ ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ от 200 Вт до 4 кВт

Требования к помещению, где размещается компрессор (агрегат). Монтажник зачастую ограничен в выборе места для размещения составных частей холодильной машины: место расположения охлаждаемого объема бывает уже задано, а это диктует размещение компрессора (агрегата), приборов пуска и защиты электроприводов и определяет прокладку трубопроводов. Тем не менее для эффективной работы холодильного оборудования, а также безопасности необходимо стремиться к выполнению следующих требований к машинному помещению:

- помещение должно быть сухим, чистым (во избежание загрязнений компрессора), хорошо проветриваемым;
- температура в зоне компрессорного агрегата не должна опускаться ниже 5 °С;
- объем помещения должен составлять не менее 17 м³ на каждые 1000 Вт холодопроизводительности в номинальном режиме; если это условие не выполняется, то помещение оборудуют приточно-вытяжной вентиляцией из расчета 800 м³/ч на 1000 Вт;
- компрессор (агрегат), встроенный в торговое холодильное оборудование, не должен подвергаться нагреву прямыми лучами солнца;
- расстояние до ближайших отопительных приборов должно быть не менее 2 м;
- при установке компрессора (агрегата) необходимо учитывать удобство его обслуживания слесарями ремонтной службы;
- расстояние от конденсатора до стены (переборки и т. п.) должно быть не менее его высоты; если это невозможно (площадь помещения ограничена), оно не должно быть менее 200 мм.

Если компрессор (агрегат) встраивают в торговое холодильное оборудование, то эти требования относятся к помещению, где предполагается установить это оборудование (шкаф, прилавок и т. п.). Невыполнение перечисленных требований ведет к снижению эффективности работы, уменьшению холодопроизводительности, повышению температуры и давления конденсации, сгоранию электродвигателя компрессора и сокращению срока службы агрегата.

Требования к рабочему месту монтажника, организация работы, оснащение и инструмент. Помещение, где проводят монтаж, должно быть чистым, сухим и хорошо освещенным. Нелишнее напомнить, что все составные части должны быть очищены, осушены и надежно заглушены, это относится и к трубкам, приборам, манометрам и т. п. Вообще, любая грязь в холодильной системе недопустима, и ей (как и воде) легче и надежнее преградить путь в систему, чем потом удалять.

Оборудование, необходимое для монтажа:

- Оборудование для вакуумирования, включающее вакуум-насос (замена только ухудшит результаты), шланги, мановакуумметры и пр.
- Газосварочное оборудование для качественного выполнения паяных соединений.
- Баллон с инертным газом (азот, диоксид углерода) для продувки.
- Заправочное устройство с баллоном, содержащим фреон, и средствами дозирования заправки или весами.
- Портативный течеискатель.
- Манометры.
- Термометры (лучше — электронные системы).

➤ Гигрометры, индикаторы влагосодержания.

➤ Фильтры-осушители, в том числе антикислотные фильтры для линии всасывания и линии нагнетания.

➤ Труборезы, трубогибы, приспособления для развальцовки, сверловки, нарезания резьб и прочий слесарный инструмент.

➤ Соответствующий инструментарий, оборудование и приборы диагностики для выполнения электромонтажных работ.

Хорошо, если имеются допуск к производству электромонтажных работ, соответствующие знания и опыт работы, но требовать этого от каждого механика-холодильщика не приходится. Поэтому необходимо, чтобы эти работы были поручены специалисту-электрику (опять-таки с опытом подобных работ), который, кроме прочего, определится и с требуемым оснащением.

Кроме того, должно быть предусмотрено оборудование для сбора и очистки хладагента, промывочные устройства для очистки старых холодильных систем от кислот, грязи и других механических включений.

Сборка холодильной машины. Начинать монтажные работы следует с размещения основных составных частей. Их закрепляют на штатных кронштейнах или подставках, которые должны быть изготовлены предварительно или могут входить в комплект. Вместе с компрессором поставляют амортизаторы (для агрегата такие амортизаторы не поставляют, но их необходимо приобрести или изготовить предварительно). Установка агрегата без амортизаторов недопустима. Разумеется, эти составные части, осушенные и очищенные в соответствии с перечис-

ленными требованиями, монтируют заглушенными. Следует стремиться к расположению агрегата ниже испарителя, и, только если невозможно поднять испаритель выше агрегата, можно допустить иное их взаиморасположение, но при этом необходимо принять специальные меры для обеспечения возврата масла в компрессор.

Место расположения компрессора (агрегата) выбирают так, чтобы обеспечить удобство обслуживания, исключить попадание воды, подсос пыли и грязи, брызг и т. п. Отдельно стоящий агрегат защищают решетчатыми ограждениями, которые не должны затруднять обдув конденсатора (и компрессора).

Вопреки распространенному представлению трубопроводы можно (и следует) изготавливать заранее, даже трубы, проходящие сквозь стену, могут быть подготовлены хотя бы с одной стороны (внутренней) до места входа в стену. Наружная часть может быть оставлена в виде прямого участка. В случае, если взаимное расположение испарителя и компрессора до монтажа неизвестно, то изготовлением всех трубопроводов следует заняться после установки основных узлов.

При монтаже новой системы необходимо использовать специальные трубы. В случае перемонтажа загрязненные трубопроводы очища-

ют с помощью установки для промывки холодильных систем. Резку труб выполняют трубрезными роликовыми приспособлениями без стружки. Трубы, располагающиеся только внутри (или снаружи) охлаждаемой камеры, следует сформировать полностью; трубы, проходящие через стены, формируют с одной стороны (например, внутри камеры), пропускают через положенные отверстия и заглушающие их втулки и после этого формируют снаружи.

Особое внимание уделяют всасывающему трубопроводу, соединяющему испаритель с компрессором. Сечение этого трубопровода должно быть достаточно большим, иначе могут быть потери холодопроизводительности (это сечение подбирают по рекомендациям в литературе по холодильной тематике или по прилагаемой таблице). Следует стремиться, чтобы трубопровод по возможности был прямым и с уклоном в сторону компрессора. Если такого уклона нет, необходимо делать маслоподъемные петли. Причем на вертикальных всасывающих трубопроводах для подъема всасываемого газа такие петли надо располагать через каждые 1,2...1,5 м.

На нагнетательном трубопроводе (если компрессор монтируют отдельно) необходимо предусмотреть уклон "в сторону от компрессора", а также, может быть, еще и "петлю наоборот", т. е. закруглением вверх, чтобы предотвратить стекание масла в нагнетательную полость головки компрессора при остановках.

На этом же этапе, и обязательно до соединения составных частей, следует подобрать (изготовить) средства крепления трубопроводов, а также установить все трубопроводы на свои места и надежно закрепить. Концы труб должны точно подходить к местам соединений. Разрешается небольшой напуск с аккуратной подгибкой: «недостача» с последующим подтягиванием недопустима из-за излишних нагрузок на составные части холодильной машины.

Если соединения предполагается выполнять пайкой, концы соединяемых труб должны иметь с одной

стороны "рюмку" (раструб), с другой — калиброванный участок, входящий в "рюмку" с минимальным зазором. Если предполагается механическое соединение, то должны быть заранее подготовлены детали такого соединения. В торговой холодильной технике наиболее распространено соединение с развальцовкой медной трубы и прижатием развальцованного конца ее к конической поверхности штуцера накидной гайкой. Но, конечно, могут быть применены и другие способы, если они обеспечивают герметичность и надежность соединений.

На этом же этапе определяют место для вакуумирования системы и заправки ее хладагентом. Наиболее удобны для этой цели запорные вентили агрегата (компрессора). Если таких вентилей нет, придется предусмотреть вакуумно-заправочную трубу (с присоединительными элементами) в холодильной системе. Причем лучше сделать ее на стороне высокого давления в пределах трассы от нагнетательного патрубка компрессора до дроссельного органа, поскольку жидкая фаза хладагента здесь не представляет опасности.

Если холодильная машина будет работать на R404A или другой неазеотропной смеси, то надо заряжать только жидкий фреон и только в сторону высокого давления. При отсутствии специальной вакуумно-заправочной станции используют отдельно вакуум-насос и заправочный цилиндр. Заправочная труба должна иметь на конце тройник с возможностью одновременного подсоединения, а вакуум-насос и заправочный цилиндр должны иметь вентили. Эту же трубу можно использовать для продувки и заполнения системы инертным газом при пайке.

В заключение следует определиться с местами установки манометров и термометров.

Если возникают сомнения в степени осушки, то в систему встраивают индикатор влагосодержания для контроля этой величины при эксплуатации.

Тем не менее обязательной принадлежностью любой системы явля-

Рекомендуемые диаметры сечения трубопроводов (мм) для систем с герметичным компрессором

Холодопроизводительность, Вт	Линия всасывания	Жидкостная линия
<i>Для R22 и R12</i>		
До 800	10...12	До 10
От 800 до 1800	Не менее 12	10
От 1800 до 3500	16...22	10...12
От 3500 до 5500	Не менее 22	12
От 5500 до 7000	22...35	12
От 7000 до 10000	Не менее 35	12
<i>Для R404A и R507</i>		
До 1200	10...12	10
От 1200 до 2500	12...16	10
От 2500 до 3500	16...22	10

фильтр-осушитель не только на всасывающей стороне, но и на стороне всасывания.

Герметичные компрессоры имеют свободных патрубков, открывающихся в полость кожуха, один из которых используют для соединения с трубопроводом всасывания, другой — сервисный. Некоторые компрессоры снабжают также клапаном Шредера. Эти элементы могут быть использованы для продувки системы сухим инертным газом, для вакуумирования (для клапана Шредера при этом потребуется приспособление типа старинного «терметичного ключа»), а также для заправки фреоном, но только в газовой фазе. Нельзя допускать попадания жидкого хладагента в компрессор — это один из самых верных способов вывести компрессор из строя!

Когда все, до мелочей, будет подготовлено и установлено на свои места (составные части, приборы, трубопроводы), можно приступать к соединению составных частей. Эту работу следует выполнить за один раз, по возможности избегая перерывов. Если перерыв крайне необходим, сделайте его, закончив соединение очередного стыка, еще не вскрывая концов труб (приборов) следующего стыка. В любом случае не оставляйте концы трубопроводов открытыми. Ни в коем случае не допускается оставлять систему или какую-либо ее часть открытой на время большее, чем нужно для того, чтобы вынуть заглушки из соединяемых концов и состыковать эти концы. Начиная эту работу, вскройте один конец трубопровода (составной части, прибора и т. п.) или избранный для этой цели патрубок и соедините его с источником сухого инертного газа, после чего откройте поступление газа в систему. Далее откройте противоположный конец избранного трубопровода и ответную часть соединяемого с ним элемента (трубки, приборы и т. п.) и состыкуйте их. Если соединение должно быть паяным, место соединения откройте флюсом, прогрейте и проведите пайку. Продувку при

этом не прекращайте, допускается только уменьшить расход газа почти до нуля. В качестве припоя рекомендуются сплавы, содержащие серебро (2 — 30%, можно и больше). Латунь и оловянистые припои лучше не применять. Трубопровод компрессора и других приборов (ТРВ, регулятор давления и т. д.) следует обмазать у мест пайки теплоотводящей пастой, а при ее отсутствии обмотать влажной ветошью и поддерживать ее влажность в течение всего времени пайки. Причем пламя горелки следует направлять в сторону от этого прибора, не допуская его нагрева. Грейте только спаиваемые участки труб! И если у вас нет длительного успешного опыта паяльных работ, лучше пригласите специалиста, имеющего такой опыт! В заключение шов следует зачистить от флюса и осмотреть, нет ли непропаев, свищей, трещин и прочих дефектов.

Если соединение с механическим уплотнением, то, открыв соединяемые концы, немедленно состыкуйте их и сожмите, например, накидной гайкой, навинчиваемой на штуцер. Не допускается применять какие-либо смазки, за исключением твердой графитной, и только под прижимной корпус накидной гайки. Использовать для уплотнения резьбы герметики желательно, но нельзя допускать попадания их внутрь системы.

Выполняйте и все прочие соединения, пока не будет завершён монтаж системы. Установите манометры и термометры (если их использование предусмотрено). Только после этого прекратите продувку системы инертным газом и глушите патрубок, через который газ поступал в систему (или соедините патрубок с всасывающим трубопроводом вакуум-насоса). На этом этапе допустимо прервать работу или отложить ее.

Далее следует вакуумирование системы. Лучше всего для этой цели использовать вакуумно-зарядное приспособление (станцию), можно применять отдельно вакуум-насос и зарядный цилиндр, но недопустимо пытаться вакуумировать систему

встраиваемым в нее холодильным компрессором. Это — «надежный» способ вывести его из строя! Кроме того, этим компрессором (и любым другим случайным) требуемого вакуума не добиться, а следовательно, в системе останутся неконденсирующиеся примеси, которые ни к чему хорошему не приведут.

Включите вакуум-насос и проводите вакуумирование до достижения давления 1,33 кПа (10 мм рт. ст.). Для контроля этой величины в ходе предварительного вакуумирования можно ограничиться показаниями мановакуумметра, смонтированного на вакуум-насосе, но для дальнейшей работы следует иметь мановакуумметр, установленный в холодильной системе. Если в ходе предварительного вакуумирования требуемый вакуум не достигается (или для этого нужно очень много времени), значит, где-то имеется микроскопическое отверстие, через которое подсасывается воздух. Это отверстие надо найти и устранить, после чего закончить предварительное вакуумирование по достижении требуемого давления.

Далее следует «подрыв вакуума» — заполнение системы хладагентом (той марки, на которой будет работать холодильная машина) до избыточного давления 0,2 МПа (~2 ати). Все соединения, выполненные в ходе монтажа, необходимо проверить галогенным течеискателем, чувствительность которого должна составлять 0,5 г в год. Кроме того, следует проверить герметичность и компрессора, и испарителя, и всех приборов, встроенных в систему. Все неплотности, выявленные при контроле, должны быть устранены.

Проверив систему и убедившись в ее герметичности, надо провести окончательное вакуумирование до давления 1,33 кПа (10 мм рт. ст.), после чего систему можно считать пригодной для пусконаладочных работ.

Можно вакуумировать систему и однократно, в этом случае до давления 0,0133 кПа (0,1 мм рт. ст.), а контроль герметичности проводить после заполнения ее рабочим хладагентом, если имеется абсолютная уве-

ренность в качестве всех составных частей и выполненных соединений, так как устранение утечек в этом случае затруднено и может привести к потерям рабочего хладагента.

Выше изложен необходимый минимум работ по правильному монтажу, без выполнения которого нет никакой надежды на сколько-нибудь работоспособную систему. Можно расширить перечень этих работ, но нельзя сократить.

Здесь намеренно ничего не сказано об «осушке и промывке системы», поскольку эти меры малоэффективны. Лучше собрать систему из сухих и чистых составляющих, не допуская попадания в нее влаги и грязи при монтаже, а также при заправке и других операциях, — и цель будет достигнута. Чем пространнее и разветвленнее система, тем более усложняется удаление влаги и грязи, когда эта система смонтирована. Если их не удалить из составных частей, то после сборки это сделать не удастся.

Влага удаляется при вакуумировании, поэтому и после предваритель-

ного, и после окончательного вакуумирования следует делать «выдержку на вакуум», обычно порядка 15 мин (для малых систем — шкафа или прилавка), но может быть и больше — до 3 ч. Вода в вакууме возгоняется (испаряется) и может быть удалена повторным вакуумированием. Эту операцию следует проводить в герметичной системе. Считается достаточным, если давление поднимается не более чем на 0,065 кПа (0,5 мм рт. ст.) за 15 мин. Таким образом можно проконтролировать и отсутствие влаги в системе.

Смонтированная и проверенная на герметичность холодильная машина подготовлена к заполнению рабочим хладагентом. Если в ее состав входит холодильный агрегат, заряженный хладагентом, что характерно для машин, работающих с ТРВ, количества хладагента в большинстве случаев бывает достаточно для работы. В машинах, работающих с капиллярной трубкой, хладагент заправляют после монтажа системы и проверки ее герметичности.

В любом случае при заправке следует придерживаться основных требований:

- хладагент должен быть чистым и сухим (воды не более 10 ppm);
- для заправки следует использовать заправочные цилиндры, позволяющие контролировать дозу заправки (архаичный способ заправки из емкости, помещенной на весах, не гарантирует точной величины заправки);
- лучше заправлять хладагент в систему на стороне высокого давления (от компрессора до дроссельного органа); если заправку проводят жидкой фазой, то только на стороне высокого давления;
- если для заправки используют сервисный патрубок компрессора или клапан Шредера, то заправлять хладагент можно только в виде газовой фазы.

Не заправляйте в компрессор жидкий хладагент — он «утонет» в масле или вспенит его, и при включении компрессора все масло будет выброшено из него в систему! Последствия в виде задира и заклинивания компрессора не заставят себя долго ждать.

ЗАПРАВЬСЯ!



ХЛАДОНЫ

R-12 R-13 R-22 R-23 R-113 R-114B2

R-22 R-502 R-134A R-404A R-407C R-410A

МАСЛА

для холодильных компрессоров



(095) 280 - 2351

(095) 280 - 8833

(3912) 56-0938

ПРОМЫШЛЕННОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- Скороморозильные аппараты и туннели для заморозки пельменей, мясных полуфабрикатов, сосисок, филе рыбы, пиццы, птицы и овощных смесей
- Водоохлаждающие установки
- Холодильные склады и камеры
- Закалка мороженого



YELLOW JACKET (USA)

HVAC&R Service Tools

Профессиональный инструмент для монтажа и обслуживания холодильной техники



КРИОТЕК

(095) 280-1446, 280-2351,
280-8833; (3912) 56-0938

129110, г. Москва, Каланчевская ул., 32/61

Email: info@kriotek.ru www.kriotek.ru

Приглашаем региональных дилеров

ХЛАДАГЕНТЫ КОМПАНИИ «АТОФИНА» ДЛЯ РЕТРОФИТА ХОЛОДИЛЬНОГО БОРУДОВАНИЯ

Семинар на эту тему, организованный фирмой «Атофина», состоялся 7 октября в рамках выставки «Агропродмаш-2002», прошедшей в начале октября 2002 г. В его работе приняли участие представители многих организаций и фирм, для которых представляет интерес ретрофит холодильного оборудования.



Основным докладчиком на семинаре был технический специалист компании «Атофина» г-н Жером Блан. Его выступление состояло из двух частей.

Первая часть была посвящена общим положениям использования альтернативных хладагентов в холодильной технике. Было подчеркнуто, что вместо хлорфторуглеродов (ХФУ, или CFC) для вновь создаваемых установок предпочтительнее всего применять хладагенты группы гидрофторуглеродов (ГФУ, или HFC), употребление которых не ограничено по времени международными соглашениями. Для уже существующих установок наиболее экономична замена ХФУ гидрохлорфторуглеродами (ГХФУ, или HCFC), так как в этом случае не требуется реконструкции оборудования. Так, для замены R12 в новом и действующем оборудовании, а также в автомобильных кондиционерах предлагается использовать R134a, в торговых и транспортных холодильных установках – R409A. В области низкотемпературного охлаждения вместо R502 для новых холодильных установок рекомендуется R404A, для действующих – R408A. Были даны практические рекомендации по применению зеотропных смесей.

Во второй части доклада Ж.Блана были представлены конкретные примеры замены R12 на R409A (марки-

ровка «Атофины» – FORANE® FX56) и R502 на R408A (FORANE® FX10).

Такую замену в действующем оборудовании рекомендуют на основе результатов проведенных испытаний фирмы Embraco, Bitzer, Copeland, Danfoss & Maneurop. Рекомендации по процедуре замены хладагентов разработаны Европейской ассоциацией производителей компрессоров (ASERCOM).

Результатами замены R12 на R409A (FX56) в торговом холодильном оборудовании стали увеличение скорости охлаждения, уменьшение заправки хладагентом и улучшение характеристик системы без замены масла и ее реконструкции. Применение R408A (FX10) вместо R502 в холодильных камерах и складах уменьшило время выхода холодильных установок на режим при сохранении тех же рабочих параметров. При замене R12 на R409A в охлаждаемых контейнерах для перевозки замороженных продуктов уменьшилось энергопотребление и сократилось более чем на треть время замораживания при незначительном повышении давления и температуры нагнетания.

На основании анализа ретрофита в приведенных примерах были сделаны следующие выводы: предлагаемые варианты обеспечивают простую и быструю замену хладагентов при низкой стоимости процедуры и сохранении или улучшении рабочих характеристик.

А. Бразас, представитель фирмы «Генис», являющейся дистрибьютором «Атофины» в Литве, рассказал о том, что после введения квоты на ввоз R12 в Литву в 2001 г. и полного запрета его ввоза в 2002 г. фирма «Генис» поставила в Литву 4 т R409A в 2001 г. и закупила 16 т этого хладагента в 2002 г. для замены R12 во всем холодильном оборудовании, кроме автомобильных кондиционеров.

Участникам семинара были представлены также синтетические масла Mobil для работы с альтернативными хладагентами и изоляционные плиты «Пеноплэкс» отечественного производства (ООО «Пеноплэкс СПб») из экструзионного пенополистирола для температур $-50...+75^{\circ}\text{C}$. Материал «Пеноплэкс» имеет закрытые поры размером 0,1...0,2 мм, что в сочетании с водостойкостью полистирола обеспечивает очень низкую влагонепроницаемость, высокую прочность на сжатие и низкую теплопроводность. Рекомендуется для теплоизоляции полов холодильных складов, ледовых арен и др.

Все участники семинара получили комплект материалов, содержащих подробные характеристики, рекомендации по применению и правила работы с хладагентами FORANE, а также проспекты фирм Mobil и «Пеноплэкс». В фойе были выставлены масла и хладагенты в заводской фасовке и образцы материала «Пеноплэкс».



Международная выставка «Агропродмаш-2002»

7-я Международная выставка «Машины и оборудование для агропромышленного комплекса» («Агропродмаш-2002») прошла 7 – 11 октября в четырех павильонах выставочного комплекса ЗАО «Экспоцентр» на Красной Пресне. Организатор выставки – ЗАО «Экспоцентр» при содействии Министерства сельского хозяйства РФ и Министерства промышленности, науки и технологий РФ. На площади 13600 м² разместилась экспозиция 650 экспонентов из 22 стран мира. В их числе 390 российских фирм и организаций. Широко было представлено оборудование для переработки, транспортировки и фасовки сырья и сельхозпродуктов, производства продуктов на предприятиях различных отраслей пищевой промышленности; оборудование для ресторанов, баров, магазинов, супермаркетов, продовольственных складов и баз, холодильное оборудование.



Холодильная техника различного назначения, которую представляли более 90 компаний из России, Австрии, Белоруссии, Бразилии, Великобритании, Германии, Дании, Италии, Франции, располагалась в основном в одном павильоне, что упрощало ознакомление с ней.

Выставка «Агропродмаш» по своей сути – это ежегодный смотр достижений машиностроительных отраслей, работающих для агропромышленного комплекса. По изменению состава участников и характера экспозиции можно судить как о тенденциях развития той или иной отрасли в мире, так и об осо-

бенностях российского рынка. Если с этих позиций оценивать раздел холодильной техники на выставке «Агропродмаш-2002», то прежде всего нужно отметить стремление многих ведущих мировых фирм-производителей к улучшению энергетических характеристик и повышению экономичности своей продукции.

Следующая особенность выставки – преобладание среди отечественных экспонентов фирм, имеющих собственное производство. Это фирма «Эйркул», выпускающая аккумуляторы холода, скороморозильные аппараты, водоохлаждающие машины, генераторы льда, тепловые насосы, системы холодоснабжения, щиты управления холодильными установками; многопрофильная компания «Остров», год от года расширяющая ассортимент производимой продукции и представившая на этой выставке свой новый подробный технический каталог «Холодильные системы», включающий 52 наименования оборудования; СПК «СНЕГ», предлагавшая агрегат серии «Ледяная линия» на базе ком-



прессоров Frascold; компания «Простор-Л», выпускающая холодильное и морозильное оборудование, оборудование для изготовления мороженого; производственно-техническая фирма «Криотек» – российский изготовитель водоохладителей, льдогенераторов, скороморозильных аппаратов. Фирма «Химхолодсервис» экспонировала машину для охлаждения воды, раствора CaCl_2 с российским электродвигателем и теплообменниками и минимальным набором импортных комплектующих (компрессор, муфта, ТРВ). Адаптированные к российским условиямчиллеры, холодильные машины для холодоснабжения камер, в том числе моноблочные, демонстрировало НПП «Холодильные машины».

Все названные фирмы комплектуют свои машины только компрессорами импортного производства. Поэтому особо следует отметить отечественного изготовителя компрессоров европейского качества, приспособленных к российским условиям эксплуатации, – «Холодмаш» (Ярославль), который представил всю номенклатуру ряда герметичных компрессоров, производимых по лицензии «Электролюкс» на R22, R134a, R404A и R600a, а также новые агрегаты с двумя герметичными компрессорами на 2,5 и 3 кВт для среднетемпературного режима и на 800 Вт для низкотемпературного режима и т.д.

На стенде Ижевского «АгроХолодмаша» предлагались маслозаполненные винтовые холодильные



компрессоры BK1,5; BK3 и BK7 и производимые на их базе аммиачные и фреоновые компрессорно-конденсаторные агрегаты холодопроизводительностью 60...1500 кВт, изготавливаемые по методике и расчетам английской фирмы City University.

Московский завод холодильного машиностроения «Искра» представил свои средне- и низкотемпературные холодильные машины холодопроизводительностью 3...9 кВт.

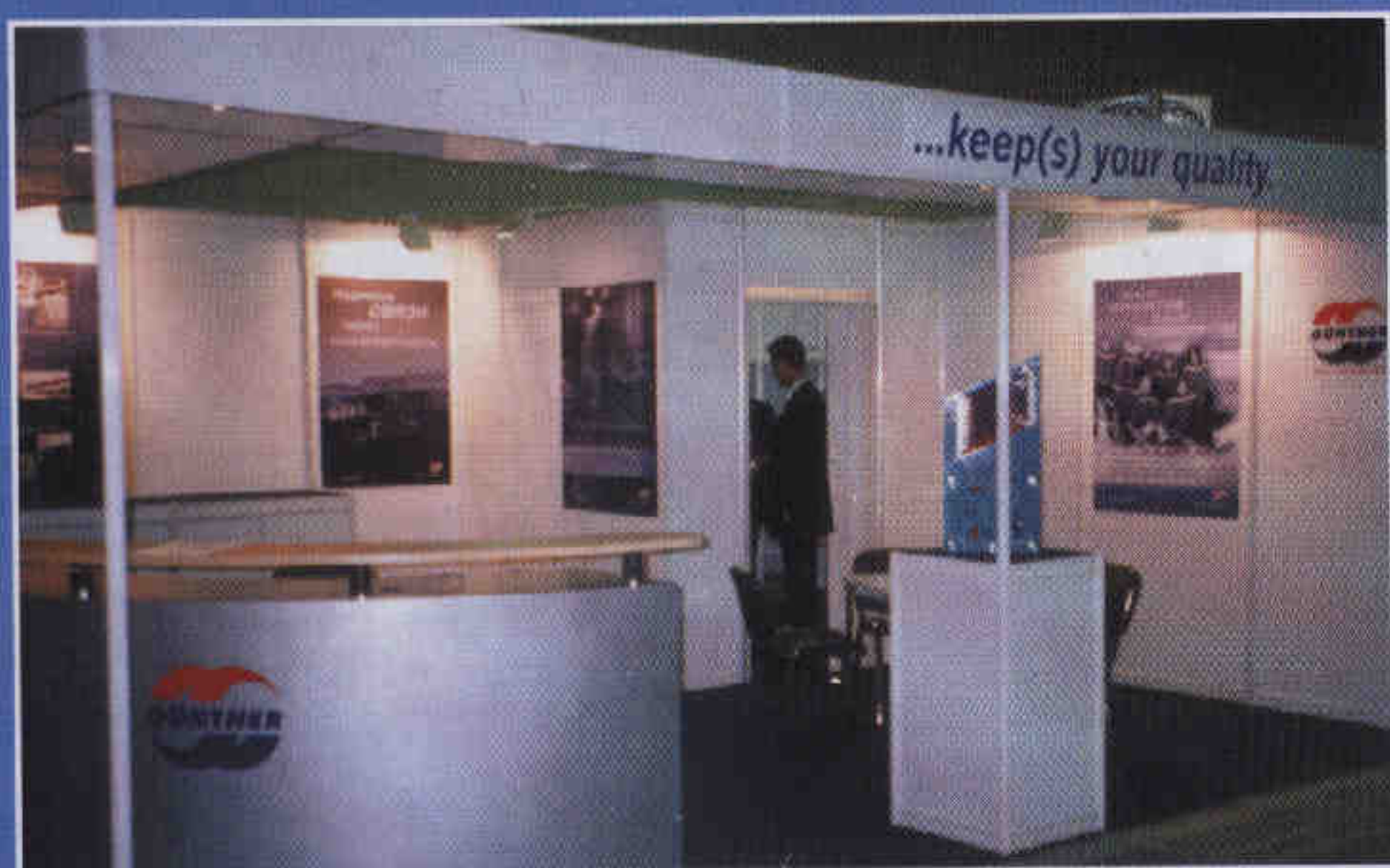
В экспозиции просматривалась также тенденция к созданию многокомпрессорных холодильных установок, работающих на одном или двух температурных уровнях.

Интерес вызвала многокомпрессорная установка с четырьмя компрессорами L'unité hermetique для систем холодоснабжения супермаркетов, представленная фирмой «Фриготехника».

Компания «Олекс холдинг», специализирующаяся на оснащении магазинов, также предлагала мультикомпрессорные станции центрального холодоснабжения на базе компрессоров Bitzer с электронной системой управления ADAP-KOOL фирмы Danfoss.

На выставке были представлены





такие известные в России многопрофильные компании, как «Термокул», «Еврохолод», «Промхолод», а также «Хладон-виг», «Фармина», «Символ», «Норд» и др., поставляющие и монтирующие холодильную технику разного назначения.

Нужно отметить, что большинство зарубежных фирм демонстрировали свою продукцию через свои российские отделения. К последним относятся «Битцер СНГ», (поршневые, винтовые и спиральные компрессоры Bitzer); «Техноблок» (коммерческое и промышленное холодильное оборудование); «Хууре» (торговое холодильное оборудование, генераторы льда из Финляндии). Имеющая финские корни компания «Поркка» предлагала новую уникальную разработку – бесшумно работающие холодильные и

морозильные шкафы «FUTURE», отвечающие жестким требованиям стандартов ISO по охране окружающей среды и правилам контакта с продовольственными товарами.

В экспозиции фирмы «Йорк Рефрижерейшн» упор был сделан на сервисные службы в России. Фирмы «Альфа Лаваль Поток» и «Гюнтер», как всегда, представляли первоклассное теплообменное оборудование.

Бразильская фирма «Эмбрако», впервые участвовавшая в выставке, демонстрировала новые компрессоры серии VCC для бытовых холодильников и коммерческого холода.

Фирма «Копланд» предлагала новые компрессорно-конденсаторные агрегаты на базе спиральных компрессоров с пониженным уровнем шума.

Тенденция к повышению роли управления холодильными установками во всех областях холодоснабжения привела к увеличению среди экспонентов числа фирм, предлагающих системы управления холодильными установками, различные средства

автоматизации и их элементы. На выставке были представлены системы управления мирового лидера в этой области – компании «Данфосс». Оборудование для управления промышленными системами охлаждения и кондиционирования воздуха выставили фирмы «Эберле Контролз ГмбХ» и «Инвенсис контролз». Системы дистанционного контроля и управления Cr.Control и Ex Net предлагала фирма «Еврохолод», автоматику Alco Controls и микропроцессорные блоки управления холодильными машинами с одним или несколькими винтовыми и поршневыми компрессорами (МБУ) – «Промхолод».

Элементы систем управления, средства автоматизации, контрольно-измерительные приборы собственного производства экспонировали отечественные фирмы «Овен», «Измерительная техника», «Приводная техника», «Ориэкс», «Практик-НЦ». Это свидетельствует об их стремлении играть определенную роль на перспективном рынке средств автоматизации холодильной техники.

Скорморозильное оборудование предлагали «Фабс Рефрижерейшн», «Криотек», «Мириталь», «Гран», «Континент».

Широкий спектр торгового холодильного оборудования представляли отечественные производители: «Марихолодмаш», фабрика «КИФАТО», «Ариада», завод «Дон-Сервис», завод «Источник», МНПТ «Инициатива», «Компания Протек», «Снеж», «Рефбалттехника», «Рембытмашприбор», опытный завод «Микрон» и др.

Ряд фирм экспонировал необходимые для работы холодильного оборудования хладагенты, хладоносители, ингибиторы коррозии и т.д.

Весомую роль в экспозиции предлагали фирмы «Метра», «Скейл-Кас», «КАСцентр», «Физтех».

Даже при столь беглом обзоре экспозиции выставки можно составить представление о ее масштабах. На выставке было заключено множество сделок и партнерских соглашений.



ВПЕРВЫЕ НА ВЫСТАВКЕ В МОСКВЕ

На выставке «Агрпродмаш-2002» впервые была представлена продукция бразильской фирмы Embraco. Фирма Embraco – один из мировых лидеров в производстве герметичных холодильных компрессоров. Ее доля в этом секторе составляет 25 % мирового рынка. Основанная в 1971 г. на базе трех производящих холодильные предприятия и выпускавшая первоначально компрессоры по технологии Danfoss фирма Embraco с 1984 г. производит герметичные компрессоры собственной разработки.

В 1994 г. Embraco берет под свой контроль итальянский завод компрессоров Aspera, поставляющий в настоящее время продукцию Embraco в Европу и Северную Америку. Кроме того, Embraco имеет заводы в Китае (с 1995 г.) и Словакии (с 1999 г.), свой бизнес-пункт в США. Сейчас предприятия фирмы производят более 23 млн компрессоров в год, поставляемых в 80 стран.

Российский потребитель уже знаком с компрессорами Aspera, широко используемыми в торговом холо-



дильном оборудовании. В этом году фирма решила более широко представить в нашей стране свои компрессоры и компрессорно-конденсаторные агрегаты для холодильных прилавков и витрин, охлаждения напитков и др. Серия представленных на выставке герметичных компрессо-



ров VCC со сниженным на 40 % энергопотреблением и регулируемой холодопроизводительностью – новинка, уже использованная в первой немецкой морозилке «no frost» и имеющая перспективы применения в бытовой холодильной технике и торговом холодильном оборудовании.

Торгово-промышленная выставка-ярмарка «ПЕЛЬМЕНИ» 4 - 7 ДЕКАБРЯ 2002 ВВЦ пав. «Москва»

Приглашаем Вас к участию в качестве экспонентов, участников и гостей на торгово-промышленную выставку-ярмарку «ПЕЛЬМЕНИ» (пав. №70) с 4 по 7 декабря 2002 г.

Организаторы : ГУП «Московский центр внедрения достижений науки и техники «МОСКВА».

При содействии Министерства сельского хозяйства РФ и поддержке Правительства Москвы.

Тематика выставки: пельмени, ravioli, хинкали, вареники, капелетти, манты, клецки, замороженное тесто и др.

-сырье для изготовления пельменей

-добавки, улучшители, специи

-новые научно-технические разработки, новые технологии и рецептуры пельменей и др. замороженных полуфабрикатов

-упаковочное оборудование и упаковка

-оборудование для быстрой заморозки и хранения

-подливки, соусы и напитки сопровождения

-приготовление пельменей и общественное питание

-пельменные традиции России и других стран (рецепты кухонь мира)

-скороморозильные аппараты и закалочные туннели

-новые технологии замораживания, в т.ч. с использованием твердой и жидкой углекислоты, жидкого азота и др.

-комплексы оборудования для полупромышленного и промышленного производства пельменей и других мучных изделий с мясной, рыбной и плодоовощной начинкой

-комплексы оборудования для производства и продажи пельменей и др. замороженных полуфабрикатов быстрого приготовления

(цех-магазин, цех-кафе) для малого бизнеса и общественного питания

-низкотемпературное торговое холодильное оборудование

-системы безмашинного охлаждения

-специализированный низкотемпературный автотранспорт, прицепы,

контейнеры с машинным, безмашинным, в т.ч. криогенным охлаждением

-изотермические сумки-термосы для продавцов замороженных и горячих продуктов

В программе выставки: семинары, презентации, Дегустационный Зал «Пельменная церемония»,

Дегустационный конкурс «Лучшая продукция-2002» по различным видам пельменных изделий.

Победители награждаются золотыми и серебряными медалями.

Тел : (095) 234-54-41, факс 974-70-48, www.centermos.ru. E-mail v_expo@mail.ru





Из Бюллетеня МИХ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРИТРУБНОЙ КОНДЕНСАЦИИ ХЛАДАГЕНТОВ, АЛЬТЕРНАТИВНЫХ R502

Коэффициент теплоотдачи при конденсации смеси R408A имеет наиболее высокое значение среди исследуемых смесей. Данные также показывают, что R502 и R407B имеют сходные зависимости теплоотдачи от массового расхода хладагента. По мере возрастания массового потока коэффициент теплоотдачи также растет. Были предложены корреляции для прогнозирования усредненных характеристик теплоотдачи хладагентов, альтернативных R502: R507, R404A, R407B и R408A. Также установлено, что предложенные корреляции можно использовать для предсказания характеристик теплопередачи при конденсации двухфазного потока.

S.M.Sami, M.Fontaine//Appl. Therm. Eng., GB, 2000.02, vol. 20, № 2, 199–212.
БМИХ, 2001, № 1, с. 72.

ОПЫТЫ С ЛЕДЯНОЙ ШУГОЙ

Рассмотрены четыре способа получения чешуйчатого льда и такие его теплофизические свойства, как плотность, теплоемкость, теплопроводность и вязкость.

Установлены зависимости теплоотдачи для чешуйчатого льда из воды/этанола и воды/карбоната калия.

Испытаны и оценены различные способы измерения концентрации льда. При различных концентрациях льда испытывали такие элементы, как насосы и клапаны. Возможна аккумуляция ледяной шуги в баках, конфигурация которых предусматривает и не предусматривает отбалтывание. Испытан конденсатор для диоксида углерода, охлаждаемый чешуйчатым льдом.

M.Kauffeld, G.Christensen, S.Lund//Tec.Frio, AR., 2000.03, vol. 49, № 524, 66–71.

БМИХ, 2001, № 1, с. 75.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ КАСКАДНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ УСТАНОВКА

В каскадных холодильных установках с несколькими хладагентами мож-

но достичь температуры -150°C или ниже. В рассматриваемых каскадных установках используется один компрессор, что упрощает контроль и повышает их надежность. Приводится подробное описание применения таких установок.

R.Han et al. //J.Refrig., CN, 1999, № 4, 59–61.

БМИХ, 2001, № 1, с. 75–76.

ХОЛОДИЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Одним из важнейших элементов холодильных установок, работающих в авторефрижераторах и автомобильных кондиционерах, является компрессор. В последние годы количество таких установок растет и к ним предъявляются все более высокие требования с точки зрения санитарных правил перевозки продуктов и специфических условий, определяемых их применением в автомобилях. В статье описаны соответствующие требования к надежности, долговечности и эффективности холодильных компрессоров и способы их выполнения.

T.Hagenlocher //Koude Luchtbehandel, NL, 2000.05, vol. 93, № 5, 52–54.

БМИХ, 2001, № 1, с. 76.

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ В ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРАХ С ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ

Если холодильные установки укомплектованы компрессором с переменной частотой вращения, а также вентиляторами и насосами с изменяемой частотой вращения, то достаточно трудно определить вклад компрессора в экономию энергии холодильной установкой.

В статье приведена конструкция экспериментального стенда и описан метод сравнения холодильных установок с компрессорами с переменной и фиксированной частотой вращения. Приведены также первые результаты сравнения спиральных компрессоров с переменной и фиксированной частотой вращения.

A.Benamer, D.Clodic //AFF, ELEC, 1998, FR, 1998. 12.09, 53–56.

БМИХ, 2001, № 1, с. 76.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПРЕССОРА НА ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА

Опытный образец двухцилиндрового поршневого компрессора для CO_2 был разработан на основе обычного серийного компрессора на R134a.

Испытания показали достаточно хороший КПД компрессора при умеренной скорости и степени сжатия. Индикаторные диаграммы указывают на возможность некоторого усовершенствования конструкции клапанов при более высокой частоте вращения. При высоких степенях сжатия объемная производительность снижается вследствие большего влияния мертвого пространства и теплообмена в головке цилиндра.

S.Försterling, B.Lauterbach, H.Kaiser, et al. //KI Luft Kältetech., DE, 2000. 06, № 6, 264–268.

БМИХ, 2001, № 1, 77.

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ ОХЛАДИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ

Рассмотрена оптимизация геометрических и рабочих параметров испарительных охладителей жидкости. Алгоритм расчетов включает в себя: математическую модель тепло- и массопередачи, модель эксплуатационных расходов, учитывающих падение давления воздуха в теплообменнике, а также модель расходов на изготовление испарительных теплообменников.

W.Zalewski, B.Niezogoda Zelasko, M.Litwin //Int.J.Refrig. GB, 2000.11, vol. 23, № 7, 553–565.

БМИХ, 2001, № 1, 78.

НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ТОРГОВОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При создании торгового холодильного оборудования для супермаркетов большое внимание уделяется новым хладагентам, таким, как R404A, а также снижению их количества в системе и уменьшению утечек. Новые децентрализованные системы являются хорошим примером достижения этих целей и снижения расхода энергии.

Разработка небольших высокоэффективных компрессоров даст возможность снизить зарядку системы хладагентом и его утечки. В будущем холодильные системы позволят торговать в супермаркетах широким ассортиментом продуктов, обес-

ТермоКул
Группа Компаний

Послепродажное
обслуживание
компрессоров Bitzer

Диагностика

Ремонт

Техническое
консультирование

СЕРВИС

ЦЕНТР

Сертификат Соответствия РОСТЕСТ-МОСКВА №0000431

Москва, Лихоборская наб., 9, тел./факс: (095) 153-7098, 153-7118, e-mail: tk_liho@mail.ru, www.thermocool.ru

печивая необходимый контроль температуры, оптимизацию энергозатрат, соблюдение экологической безопасности.

*P.W. Likes //Frio Calor Aire acond., ES, 2000.03. № 313, 40 – 43.
БМИХ, 2001, № 1, с. 86.*

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ АВТО-РЕФРИЖЕРАТОРОВ НА R134a и R502

Показано, что величина холодопроизводительности и работы сжатия для R134a гораздо ниже, чем для R502, а значения холодильного коэффициента и температуры нагнетания у этих хладагентов близки. Рабочий диапазон компрессоров на R134a и R502 также одинаков. Сделан вывод, что R134a может заменить R502 в авторефрижераторах.

H.Chen et al. //J.Refriger., CN, 1999, № 1, 45 – 48.

БМИХ, 2001, № 1, с. 124.

БЫТОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХОЛОДИЛЬНИКИ

Снижения шума и экономии энергии удалось добиться путем введения инверторов для изменения частоты вращения в компрессорах бытовых холодильников. В результате поддерживается необходимая холодопроизводительность как в

нормальных условиях, так и при перегрузке. Использование бесщеточного электродвигателя постоянного тока для компрессора значительно повысило его КПД. Описана W система, улучшающая работу холодильника благодаря использованию отдельных испарителей для холодильных и низкотемпературных камер.

K.Namaoka //Refrigeration, JP, 1999.09, vol. 74, № 863, 771 – 776.

БМИХ, 2001, № 1, с. 86.

ПРИМЕНЕНИЕ СМЕСИ ПРОПАН/ИЗОБУТАН В БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНИКАХ

Рассматриваются рабочие характеристики при использовании смеси пропан/изобутан (R290/R600a) в бытовых холодильниках. Анализ термодинамического цикла показал, что использование указанной смеси повышает по сравнению с R12 холодильный коэффициент до 2,3%.

Испытывали два холодильника емкостью 299 и 465 л. В процессе испытаний изменяли длину капиллярной трубки и количество заправляемого хладагента. Каждый холодильник был оснащен более чем 20 термодатчиками, двумя датчиками давления и электросчетчиком. Результаты опытов с одним и тем же компрессором пока-

зали, что применение смеси изобутан/пропан обеспечивает на 3–4% более высокую энергетическую эффективность и более высокую скорость охлаждения, чем использование R12. Сокращается также время включения компрессора и снижается температура его корпуса.

D.Jung, C.B.Kim, K.Song et al. //Int. J.Refr., GB, 2000. 11, vol.23, № 7, 517 – 527.

БМИХ, 2001, № 1, с. 87.

СТРОИТЕЛЬСТВО ОХЛАЖДАЕМЫХ СУДОВ

В статье описаны новые тенденции в области строительства охлаждаемых судов. Особое внимание уделяется современным системам теплоизоляции грузовых трюмов, новым хладагентам — заменителям R22 и экономическим аспектам использования контролируемой газовой атмосферы при транспортировке различных грузов.

Авторы также касаются проблемы конкуренции между традиционной (в трюмах охлаждаемых судов) и контейнерной перевозкой скоропортящихся продуктов.

R.Oglecki, B.Zakrzewski //Chlodnictwo, PL, 1999, № 7, 32 – 38.

БМИХ, 2001, № 1, с. 124.