

МЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

здаётся 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"

Издатель –

Издательство «Холодильная техника»

Холодильная техника

9.2002

Kholodilnaya Tekhnika

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ

Минпромнауки России

Международной академии холода

ОАО РТПК «Росмясомолторг»

Главный редактор

Л.Д.Акимов

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 Л.И.Лапина

Корректор Т.Т.Талдыкина

Ответственность за достоверность
рекламы несут рекламодатели.

Рукописи не возвращаются.

Адрес редакции:

107996, ГСП-6, Москва,

ул. Садовая-Спасская, д. 18

Телефоны: (095) 207-5314, 207-2396

Тел./факс: (095) 975-3638

E-mail: holodteh@ropnet.ru

Подписано в печать 12.09.2002.

Формат 60x88¹/₈. Офсетная печать.

Усл. печ. л. 6.

Отпечатано в ООО «РЭМОКС»

В НОМЕРЕ:

Гаврилов Р.В. Криогеника для космоса
и земли

2

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!

Игорю Игнатьевичу Орехову 70 лет

7

АММИАК: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Красномовец П.Г., Мнацаканов Г.К.,

Бакум Э.А. Аммиак – рабочее вещество

холодильных машин

8

ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКАЯ

ФИРМА "И.К.С."

Стационарный газоанализатор аммиака

11

Черняк В.А., Янюк В.Я., Штылева А.А.,

Клименко Т.А., Скумс И.Н. Современная

аммиачная холодильная станция для

замораживания грунтов при проходке

шахтных стволов большой глубины

12

Всероссийская научно-техническая

конференция по проблемам безопасной

эксплуатации аммиачных холодильных

установок

16

ЭЙРКУЛ

Холодильные склады и камеры

18

ХОЛОД ДЛЯ АПК

Улитенко А.И., Пушкин В.А. Технология

быстрого охлаждения молока в условиях

работы летних молочных ферм

20

YORK

Интервью

Пронин А.В. 10 лет на российском рынке

22

Новые холодильные машины

24

АЛЬФА ЛАВАЛЬ

С воздухоохладителями Air Max –

к вершинам бизнеса

26

СЕРТИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Продукция, прошедшая сертификацию в

НП "СЦ НАСТХОЛ" (рег. номер РОСС

RU.0001.11.AYA45) в июле-августе 2002 г.

28

BITZER

Крупнейший проект компании BITZER

в Ротенбурге-Эргензингене (Германия)

30

В ПОМОЩЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННИКУ

Некоторые особенности применения

компрессоров и агрегатов АО "Холодмаш"

33

КОМПАНИЯ "ИЗБА"

Ухов Б.С. Российский рынок вспененных

теплоизоляционных материалов

34

ПРОСТОР-Л

Оборудование для производства мороже-

ного и быстрозамороженных продуктов

37

ХРОНИКА

VIII Международный симпозиум в Санкт-

Петербурге «Потребители – производи-

тели компрессоров и компрессорного

оборудования»

38

В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ ХОЛОДА

Из Бюллетеня МИХ

41

ЗАРУБЕЖНЫЕ НОВОСТИ

Оборудование и системы

холодоснабжения

46

Системы кондиционирования

воздуха в США

46

IN ISSUE:

Gavrilov R.V. Cryogenics for space
and earth

CONGRATULATIONS ON JUBILEE!

Igor Ignatyevich Orekhov is 70 years old

AMMONIA: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Krasnomovets P.G., Mnatsakanov G.K.,

Bakum E.A. Ammonia – working substance

of refrigerating machines

PRODUCTION AND COMMERCIAL

COMPANY "I.K.S."

Stationary analyzer of ammonia gas

Chernyak V.A., Yanuk V.Ya., Shtyleva A.A.

Klimenko T.A., Skums I.N. Modern ammonia

refrigerating station for freezing soils when

sinking shafts of great depth

All-Russian scientific and technical

conference on problems of safe operation

of ammonia refrigeration installations

AIRCOOL

Refrigerated warehouses and rooms

REFRIGERATION FOR APK

Ulitenko A.I., Pushkin V.A. Technology of quick

cooling of milk under conditions of operation

of summer dairy farms

YORK

Interview

Pronin A.V. 10 years at Russian market

New refrigeration machines

ALFA LAVAL

With air coolers of Air Max –

to summits of business

CERTIFICATION AND STANDARDIZATION

Products having passed certification at NP

"STs NASTHOL" (Reg. № ROSS RU. 0001.11

AYA 45) in july-august of 2002

BITZER

Largest project of the company BITZER at

Rotenburg- Ergenzingen (Germany)

ASSISTANCE TO PRACTICAL WORKER

Some peculiarities of use of compressors

and units of AO "Kholodmach"

COMPANY "IZBA"

Ukhov B.S. Russian market for foamed thermal

insulating materials

PROSTOR L

Equipment for production of ice cream

and quick-frozen foods

MISCELLANY

VIII International symposium

in Saint-Petersburg "Users – producers

of compressors and compressor

equipment"

AT INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION

From Bulletin of IIR

FOREIGN NEWS

Equipment and systems for refrigeration

supply

Air conditioning systems

in the USA



© Холодильная техника, 2002

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
ОБ'ЄДНАНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гмирьова

Р.В. ГАВРИЛОВ

Специальное конструкторско-
технологическое бюро
по криогенной технике
ФТИНТ НАН Украины

КРИОГЕНИКА ДЛЯ КОСМОСА И ЗЕМЛИ

Main directions of scientific and production activities of the Special design and technological bureau on cryogenic engineering FTINT NAN in the Ukraine have been considered. Special attention was given to cryostats for scientific investigations with helium, hydrogen, nitrogen and other substances in liquid and solid state, as well as to systems of cryostatting of different objects on satellites of the Earth and orbital stations. Cryogenic electrical machines, apparatuses for cryosurgery developed by the workers of the Special Design and technological bureau have been also described.

Тематика СКТБ по криогенной технике ФТИНТ НАН Украины выходит далеко за рамки конструкторско-технологической деятельности. Научные подразделения СКТБ занимаются прикладными исследованиями тех объектов, материалов и процессов, которые затем становятся предметом новых разработок. Есть в составе СКТБ и завод, технологические возможности которого обеспечивают изготовление и испытания опытных образцов и малых серий новых изделий, экспериментального оборудования для низкотемпературных исследований, другой продукции.

Одной из первых разработок СКТБ было создание *серии криостатов* для научных исследований с гелием, водородом, азотом, кислородом, инертными газами и другими веществами в жидком и твердом состоянии; оптических криостатов (с окнами), радиопрозрачных, немагнитных (стеклопластиковых); стационарных, транспортных и переносных сосудов; криостатов, вращающихся с угловыми скоростями до 12 000 об/мин, и криостатов, работающих в невесомости на борту космических аппаратов. Это специальные криостаты для получения сверхнизких температур и для исследования механических свойств материалов, нагружаемых непосредственно в криогенной жидкости, и т.д.

Для создания стеклопластиковых криостатов разработали оригинальную технологию. На ее основе организовали серийный выпуск немагнитных и радиопрозрачных малогабаритных криостатов для медицинской аппаратуры, бортовых геофизических приборов вместимостью от 1 до 15 л жидкого гелия с потерями жидкости не более 0,5 л/сут. Разработаны широкогорлые металлические криостаты, ресурс работы которых от одной заправки жидкого гелия превышает 6 мес. Автономные оптические криостаты с электрическим управлением для различных приемников излучения могут использоваться на борту авиационных и космических носителей. Все эти изделия характеризуются малой массой, небольшими потерями и максимальной адаптированностью к оптимальным условиям размещения и работы охлаждаемого объекта. Кроме того, выпускают лаборатор-

ные, транспортные и стационарные криостаты общего назначения.

Особый класс составляют малогабаритные лабораторные проточные криостаты, имеющие значительные преимущества при низкотемпературных физических исследованиях объектов и процессов с большим тепловыделением, где теплота отводится от исследуемых объектов с помощью теплообменников или методом принудительного обдува струей газа. При этом температуру объекта в интервале 1,5...400 К можно регулировать с высокой скоростью. Важная особенность проточных криостатов — наличие неохлаждаемых оптических окон при гелиевой температуре объекта. Такие криостаты применяют в низкотемпературных оптических, рентгеновских и магнитных исследованиях методами электронной микроскопии, электронного спинового и ядерного магнитного резонанса и т.д.

Эффективность работы криостата зависит в значительной степени от качества теплоизоляции.

Учеными СКТБ были подробно изучены экспериментально и теоретически лучистый, молекулярный и контактный теплопереносы в вакууме. На основе полученных результатов разработаны физические модели и создаются различные виды высокоэффективной *многослойной экранно-вакуумной теплоизоляции*. Создать теплоизоляцию с такими высокими характеристиками можно лишь в том случае, если правильно подобрать материал (не только по оптическим и тепловым свойствам, но и по газовыделению) и специальные геометрические характеристики экранов (оптимальные размеры и расположение рифления и перфораций), способ их крепления и технологию сборки. Все эти непростые задачи решаются во взаимодействии с промышленными производителями изоляционных материалов; в последние годы опыт их решения находит приме-

нение не только в криогенной технике, но и в энергетике Украины.

Экранно-вакуумная теплоизоляция представляет собой многослойный пакет тонких отражающих экранов из алюминизированной лавсановой пленки толщиной 3...12 мкм, разделенных тонкими слоями (толщина 30...100 мкм) низкотеплопроводных волокнистых бумагоподобных материалов. Такая изоляция оптимальна в криогенной и космической технике, где необходимо сочетание сверхмалой теплопроводности [0,35...1 мкВт/(см·К)] с малой плотностью (до 40 кг/м³).

В СКТБ созданы не только новые виды экранно-вакуумной теплоизоляции, но и технология, а также аппаратура для ее исследований и для испытаний опытных и промышленных образцов криостатов. Так, была разработана оригинальная аппаратура для определения количества и состава продуктов газовыделения, газопроницаемости, а также для исследования пакетов изоляции. Значительный прогресс обеспечили и новые композиционные прокладочные материалы на основе целлюлозных, синтетических и базальтовых волокон. Высокая прочность этих материалов при очень малой толщине (30...40 мкм) и небольшой массе (до 10 г на 1 м²) достигается в результате их соединения целлюлозными волокнами. Использование высокопроизводительной технологии получения прокладок позволило ввести в их состав также волокна углеродного адсорбента, что обеспечивает поддержание вакуума в слоях изоляции в течение 5 и более лет.

Эффективная работа экранно-вакуумной теплоизоляции возможна лишь при соблюдении правильной, также созданной в СКТБ технологии монтажа пакетов, и при условии, что устранены заряды статического электричества.

Предложена и однокомпонентная экранно-вакуумная теплоизоляция без прокладочного материала, состоящая

димпированных экранов, т.е. экранов, имеющих периодическую систему «выдавок», которые исключают тепловой контакт экранов друг с другом. Особенно перспективно применение многокомпонентной экранно-вакуумной теплоизоляции в криостатах для физических приборов. В этом случае ее преимущества состоят в отсутствии образования пылевидных частиц, в высокой газопроницаемости и низком тепловыделении, что предотвращает загрязнение криогенной оптики. Разработанная в СКТБ теплоизоляция различных видов апробирована и используется во многих промышленных изделиях криогенного назначения. В последние годы ведутся работы по созданию капиллярной высокотемпературной теплоизоляции для трубопроводов атомных электростанций.

Глубокое изучение естественной конвекции в сосудах легло в основу создания баков для длительного хранения и транспортировки криогенных жидкостей с минимальными потерями. Так, разработаны баки для компонентов ракетных топлив и баки для сжиженного природного газа (такие баки для грузовых автомобилей были спроектированы, изготовлены и испытаны в СКТБ). На рис. 1 показаны такой бак и автомобиль, оснащенный системой хранения и подачи сжиженного природного газа (метана), используемого в качестве топлива. Важно подчеркнуть отличие таких автомобилей от автомобилей, использующих сжатый природный газ в тяжелых баллонах. Здесь применен криогенный бак из легкого алюминиевого сплава, давление в котором не превышает $3 \cdot 10^5$ Па (3 кгс/см²). Поэтому при вместимости бака в 190 л вся система в незаправленном состоянии имеет массу всего около 80 кг, а пробег грузовика от одной заправки достигает 350 км. При использовании сжатого природного газа система весит почти в 10 раз больше, соответственно снижается полезная нагрузка автомобиля. Было изготовлено около 100 таких систем с криогенным баком. Опыт их эксплуа-

тации показал, что использование сжиженного природного газа дает существенные экономические и экологические (загрязнение окружающей среды снижается вдвое) преимущества.

Работа систем криостатирования, использующих кипение криогенных жидкостей — процесс, обеспечивающий наиболее интенсивный теплообмен, особенно чувствительна к такому фактору, как ускорение свободного падения, от которого сильно зависит поведение двухфазной парожидкостной системы. Ученые СКТБ подробно исследовали, как кипят гелий, водород, азот и кислород при относительных ускорениях 0,01 и 3000. В первом случае использовали собственную методику и установки для лабораторного моделирования частичной и полной невесомости, во втором — вращающиеся криостаты. Результаты испытаний позволили разработчикам создать эффективные системы охлаждения как для некоторых бортовых устройств, так и сверхпроводниковых обмоток роторов криогенных генераторов.

Сейчас ученые СКТБ продолжают исследование кипения криогенных жидкостей уже непосредственно при микрогравитации на борту Международной космической станции. Конструкция разработанной для этой цели экспериментальной установки интегрирует весь наш предшествующий опыт создания криостатов. Особенности этой конструкции, существенно повышающие качество научных данных и пока еще никем не реализованные в бортовых экспериментах, — это активный контроль действующего микроускорения по величине и направлению путем вращения криостата, видеосъемка процессов непосредственно в жидком гелии.

Для криостатирования на борту космических аппаратов оптимальны системы пассивных источников холода, такие как сублимационные аккумуляторы холода с использованием твердых криоагентов. Ряд таких аккумуляторов холода, созданных в СКТБ, применя-

ли на советских спутниках Земли и орбитальных станциях для охлаждения различного научного оборудования. Эти системы имеют ряд преимуществ перед системами с криогенными жидкостями: более низкий уровень температур, более высокие значения теплоты фазового перехода и объемной плотности вещества, что при одинаковых размерах системы позволяет увеличить ресурс работы (до 1 года). Кроме того, исключается необходимость в решении сложной задачи разделения парожидкостной смеси в условиях микрогравитации, а космический вакуум работает как «бесплатный насос». Наконец, сублимационные аккумуляторы холода не имеют движущихся частей, а потому не нуждаются в приводе и не создают помех работе высокочувствительных бортовых приборов.

Например, один из показанных на рис. 2 аккумуляторов холода на твердом азоте использовали для криостатирования приемника инфракрасного излучения на борту космической станции «Салют-4». Ресурс работы этого аккумулятора 6 мес, масса 35 кг, диапазон рабочих температур 50...55 К. Изделия других типов при массе до 140 кг и ресурсе от 1 до 12 мес обеспечивают холодопроизводительность до 2 Вт.

Для сублимационных аккумуляторов холода всех типов были созданы наземные комплексы контрольно-заправочного и испытательного оборудования.

Для бортовых систем криостатирования с ресурсом более одного года при высоком тепловыделении на объекте и в случае необходимости создания более низких рабочих температур необходимы активные источники холода — рефрижераторы, работающие самостоятельно или вместе с сублимационными аккумуляторами. Для криостатирования на борту космических аппаратов в СКТБ разработаны газовые рефрижераторы различных систем (рефрижераторы Джоуля-Томсона, Стирлинга, пульсационные трубки), использующие различные рабочие вещества — от гелия до смесей углеводородов. Для



Рис. 1. Автомобильные баки для метана



Рис. 2. Аккумуляторы холода



этого потребовались, кроме прочего, углубленные научные исследования свойств рабочих веществ и их смесей в различных пропорциях.

Малогабаритный рефрижератор Стирлинга с линейным электроприводом (рис. 3) холодопроизводительностью 10 Вт при температурах ниже 75 К рассчитан на продолжительную работу в течение 5000 ч. Кроме того, разработаны малогабаритные бортовые рефрижераторы испарения, использующие изотоп гелий-3 для получения температур до 0,3 К.

Сочетание компрессионно-дроссельного газового рефрижератора периодического действия с аккумуляторами холода позволило создать автономную бортовую систему криостатирования с ресурсом до 5 лет, которая дает возможность воспринимать тепловые нагрузки в течение кратковременной интенсивной работы объекта. Такая система (рис. 4) работает по замкнутому циклу в течение 3...5 тыс. ч. Масса системы 250 кг, рабочая температура на охлаждаемом объекте 84...90 К, средняя холодопроизводительность 8...10 Вт. Благодаря выбору эффективной рабочей газовой смеси (азот-углеводороды), а также использованию компрессора с высокой надежностью и значительным КПД дроссельный рефрижератор на уровне температуры 80...82 К вырабатывает до 40 Вт холода при энергопотреблении 1100 Вт. Высокая надежность компрессора обусловлена применением безмоментного привода, щелевого уплотнения без смазки в паре поршень-цилиндр и комбинированного фильтра-адсорбера. В СКТБ были разработаны научные основы ускоренных испытаний надежности таких систем, позволяющие по результатам кратковременных наземных тестов в специально созданных условиях, отличающихся от штатных, оценить вероятность отказа в течение ресурса из-за таких причин, как меха-

нические усталостные поломки, износ, засорение примесями и т.д.

На основе опыта разработки высокоэффективных бортовых компрессоров, использующих современные технологии, в последние годы в СКТБ создано также мощное компрессорное оборудование для газодобывающей и газоперерабатывающей промышленности Украины.

Одно из важных направлений деятельности СКТБ — исследования в области криогенно-вакуумного материаловедения, потребовавшие создания развитой экспериментально-испытательной базы.

С одной стороны, появилась необходимость в изучении физических процессов в материалах непосредственно в вакууме или в криогенной жидкости, для чего понадобились установки, дающие возможность в этих условиях подвергать образцы механическим нагрузкам, измерять их деформацию, износ или коэффициент трения, оценивать изменения во внутренней структуре материалов.

С другой стороны, необходимо было испытывать в условиях, максимально приближенных к космическим, не только материалы, но и целые узлы, а также агрегаты (вплоть до небольших космических аппаратов). Для этого в СКТБ с максимальной точностью воспроизвели весь набор условий их будущей работы в наземных вакуумных камерах-имитаторах. Так как для имитации факторов космического пространства нужен вакуум не просто высокий, а «черный» (т.е. поглощающий все испаряющиеся с поверхностей молекулы) и «холодный», обязательными компонентами имитаторов стали панели криогенных конденсационных насосов, использующих жидкие азот, водород и гелий. Конечно, оптимальный выбор их формы и размеров был невозможен без создания методов расчета молекулярных и лучистых потоков в процес-

сах вакуумной откачки.

Доказательство оптимальности этих методов — широкий спектр созданных в СКТБ и работавших на всей территории СССР вакуумных камер рабочими объемами от 50 л до нескольких кубических метров, где помещался целый спутник (вакуум от 10^{-7} до 10^{-12} торр). Криогенные конденсационные насосы были разработаны и для вакуумных камер объемом 60...300 м³. Удалось обеспечить даже высокий «безмасляный» вакуум для испытания оптических материалов.

Помещенные в вакуумные камеры (рис. 5) узлы космических аппаратов или образцы новых материалов подвергаются воздействию факторов космического пространства:

- на них направляют пучки протонов и электронов от специально созданных ускорителей, а также излучение «искусственного Солнца» (роль которого играют мощные лампы);

- их многократно охлаждают до 4 К и вновь нагревают, моделируя происходящие на каждом витке переходы из света в тень, или поворачивают целиком относительно источников факторов космического пространства;

- их растягивают и сжимают, подвергают вибрациям — все, как на активных участках траектории.

Наконец, экспериментальные образцы, узлы и целые аппараты должны еще и функционировать в этих условиях, на них подают управляющие сигналы и энергию, с них снимают измерительную информацию и т.д. Все это надо было ввести в вакуум камеры, не «испортив» его, но в то же время защитить приборы и аппаратуру от факторов космического пространства.

Была поставлена задача не только измерения остаточного давления в камере, но и определения молекулярного состава и парциального давления остаточных газов. Масс-спектрометрические приборы, разработанные в СКТБ

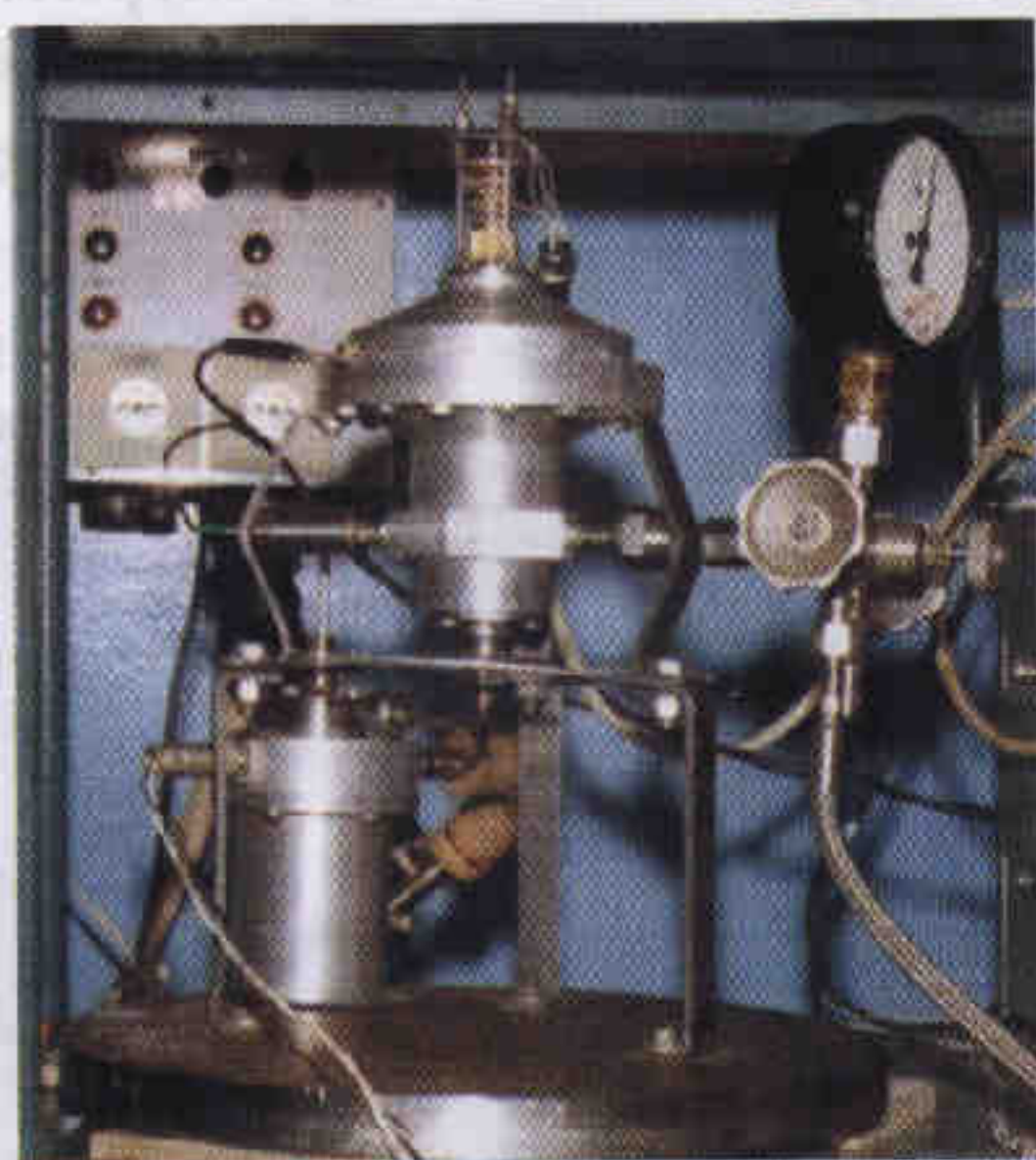


Рис. 3. Рефрижератор Стирлинга

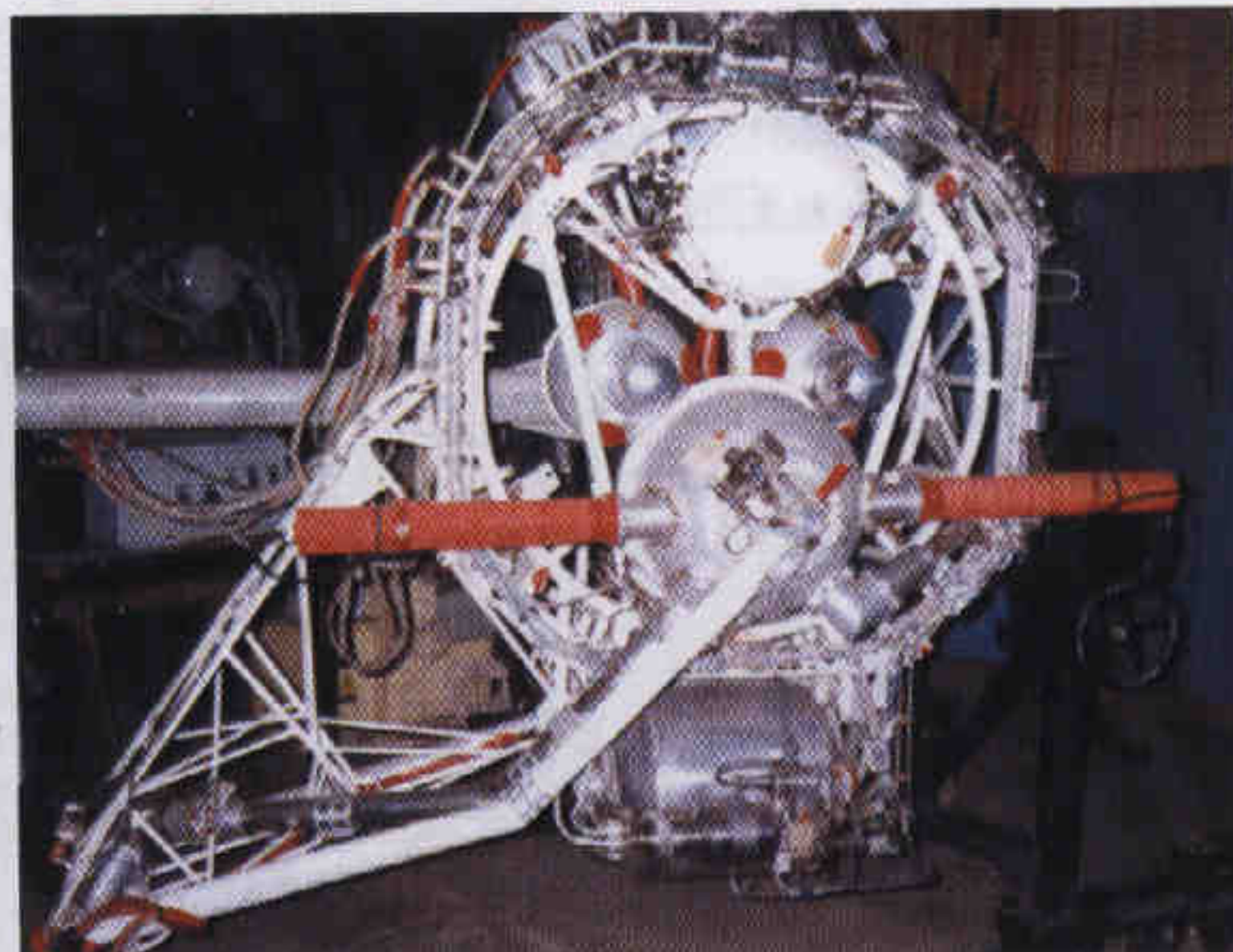


Рис. 4. Опытный образец автономной бортовой системы криостатирования КСГО

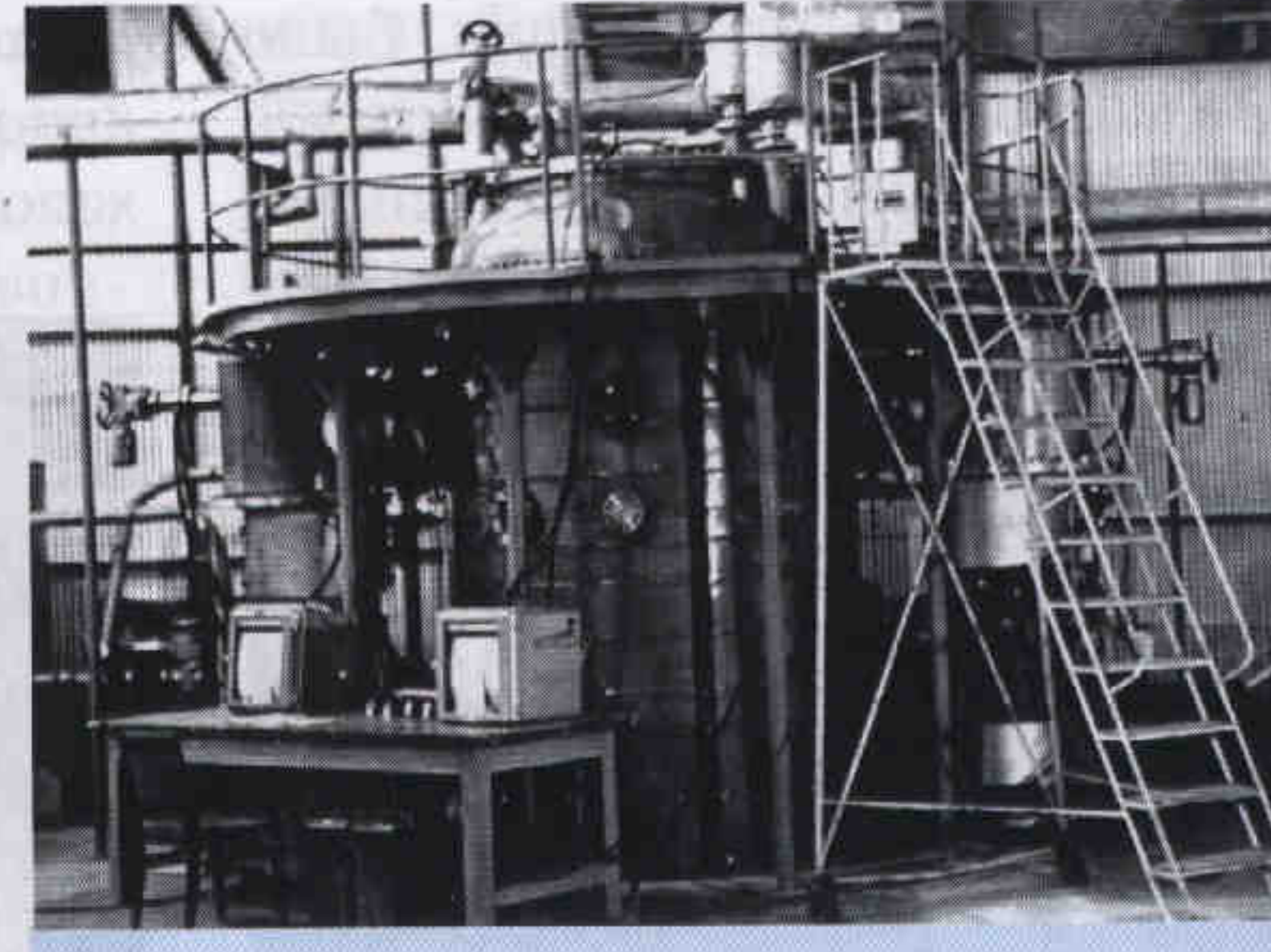


Рис. 5. Вакуумные камеры

успешно решают эту задачу и на орбите, и в имитаторах факторов космического пространства.

Впервые созданный в СКТБ *радиочастотный монополярный масс-спектрометр* стал основой серии приборов, применяемых в космической технике, в физических экспериментах и в народном хозяйстве. Приборы из этой серии устанавливали на высотных ракетах и аэростатах для исследования газового состава верхних слоев атмосферы Земли, на спускаемых аппаратах «Венера» для изучения атмосферы Венеры. Масса бортовых масс-спектрометрических приборов 9...15 кг, потребляемая мощность 18...28 Вт. Все эти приборы оснащены азотными и гелиевыми криогенными насосами.

Комбинируя в разных сочетаниях имитируемые в лабораторных условиях факторы космического пространства, можно получить тот или иной их набор, в максимальной степени моделирующий ожидаемые условия работы нового конструкционного или функционального материала, композита, технического устройства или узла космического аппарата.

Один из вариантов *комплексного имитатора факторов космического пространства* показан на рис. 6. Это вакуумная камера, где на образцы можно воздействовать:

- электромагнитным излучением в диапазоне длин волн 5...2500 нм;
- потоками протонов, электронов, ионов гелия, азота, кислорода и других газов с энергией 5...200 кэВ (облученность может превосходить орбитальную на порядок);
- механическими нагрузками и термоциклированием в интервале температур 4...400 К.

Все исследования можно провести в вакууме до 10^{-8} торр всего за 60...90 мин, измеряя при этом деформацию и потерю массы образцов, электрофизические и оптические свойства и т.д. Об-

рудование массой до 3,7 т легко размещается в любой лаборатории (занимаемая площадь 5×6,5 м²).

Ученым СКТБ, специализирующимся на исследованиях электромагнитных процессов при низких температурах, удалось вместе с теплофизиками и материаловедцами создать прочную научную базу для разработки *уникальных криогенных электрических машин* — двигателей, трансформаторов и генераторов. Среди них, например, сверхпроводниковые униполярные двигатели для морского транспорта; легкий трансформатор с обмотками из высокочистого алюминия, охлаждаемый жидким водородом; магнит для сепарационного обогащения руды и высокочастотные криогенные бортовые генераторы.

Малогабаритный трехфазный криогенный трансформатор охлаждается погружением в жидкий водород. При мощности 140 кВт·А и силе тока во вторичных обмотках до 500 А потери энергии трансформатора массой менее 20 кг, как установлено его испытаниями, не превышает 800 Вт. Все его обмотки изготовлены из алюминиевой ленты толщиной 0,06...0,1 мм и шириной до 100 мм, в результате их масса вместе с электроизоляцией составляет 4,3 кг. Высокочистый алюминий имеет минимальное электросопротивление при температуре жидкого водорода, что позволяет снизить потери. Однако для применения в обмотках трансформатора этого тонкого и легко деформируемого материала потребовалось создание специальной технологии и оборудования для нарезки ленты, намотки катушек с пропиткой эпоксидной смолой и др.

Другой пример сверхпроводниковой магнитной системы, охлаждаемой жидким гелием, — разработанный в СКТБ *дисковый сепаратор* с объемно-градиентным магнитным полем для обогащения слабомагнитных руд и нерудных материалов. Производительность сепаратора 1 т/ч. Максимальная индукция магнитного поля в рабочей зоне не менее 5 Т. Удельное энергопотребление таких систем в 10...12 раз меньше, чем магнитных сепараторов с резистивными обмотками, а масса — в 1,5 раза меньше.

Высокие скорости вращения охлаждаемых роторов криогенных электрических машин создают ряд сложных научных и прикладных проблем, связанных, к примеру:

- с высокими давлениями в охлажда-

ющем криоагенте, вызываемыми центробежными силами и превышающими критическое давление вещества;

- с механической прочностью материалов;
- с передачей во вращающуюся часть и обратно не только энергии, но и криоагентов (жидких гелия и азота) и измерительной информации.

Все эти проблемы были успешно решены при создании для завода «Электросила» ротора опытно-промышленного *сверхпроводникового криотурбогенератора* мощностью 300 МВт, обмотки которого охлаждались жидким гелием.

Сверхпроводниковые электрические генераторы и двигатели с охлаждаемыми жидким гелием обмотками возбуждения (и вращающимися, и неподвижными) были одними из первых, созданных в СССР еще в начале 70-х гг. Постепенно мощность этих машин, которые разрабатывали, строили и испытывали в СКТБ, увеличивалась. Так, мощность криогенных униполярных электродвигателей возросла со 100 до 850 кВт, криогенных турбогенераторов — с 0,2 до 300 МВт. Отличительная черта этих разработок — седлообразная форма бескаркасных компаундированных сверхпроводниковых обмоток возбуждения из ниобий-титанового сплава. Сила тока возбуждения в таких обмотках достигала 1500 А.

Была показана возможность создания криогенных турбогенераторов с очень низкой металлоемкостью (40...50 г/кВт), что крайне важно для транспортных и бортовых электрических машин.

Этот пример, как и многие другие, показывает, что, работая на нужды космической отрасли, специалисты СКТБ никогда не забывали о потребностях Земли. Так, в СКТБ была разработана *азотная технология для хранения, транспортировки и безотходной переработки сельскохозяйственных продуктов*. Эта технология предусматривает создание непрерывной цепи, которая включает стационарные емкости для длительного хранения охлажденных продуктов в специальной газовой среде, камеры и контейнеры для автомобильного, железнодорожного и морского транспорта и, наконец, криогенное оборудование для экстракции, вакуумно-сублимационной сушки, замораживания (рис.7) и последующего криогенного измельчения пищевого сырья и веществ, используемых в фармацевтической промышленности, косметике и парфюмерии.

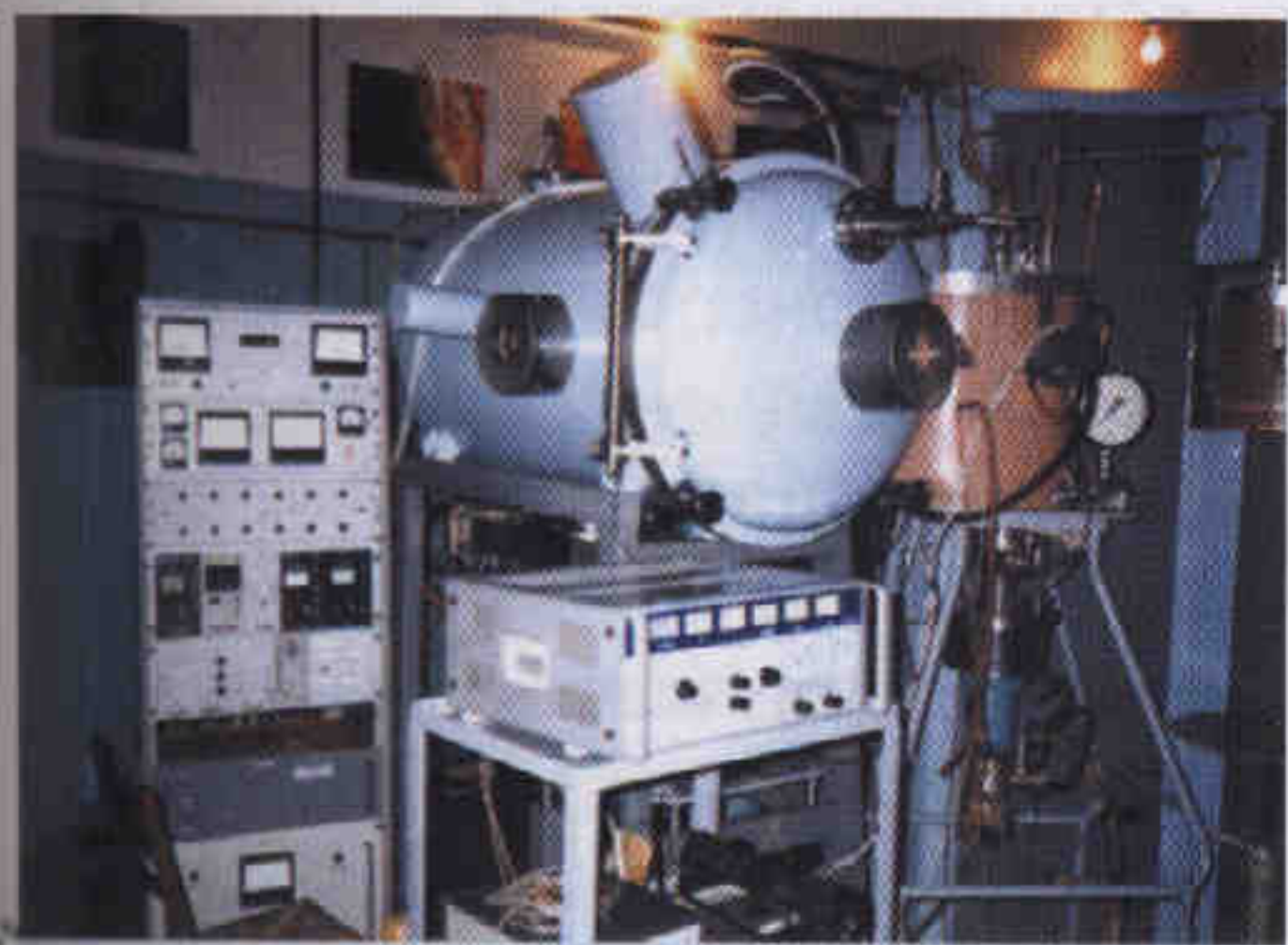


Рис. 6. Комплексный имитатор факторов космического пространства

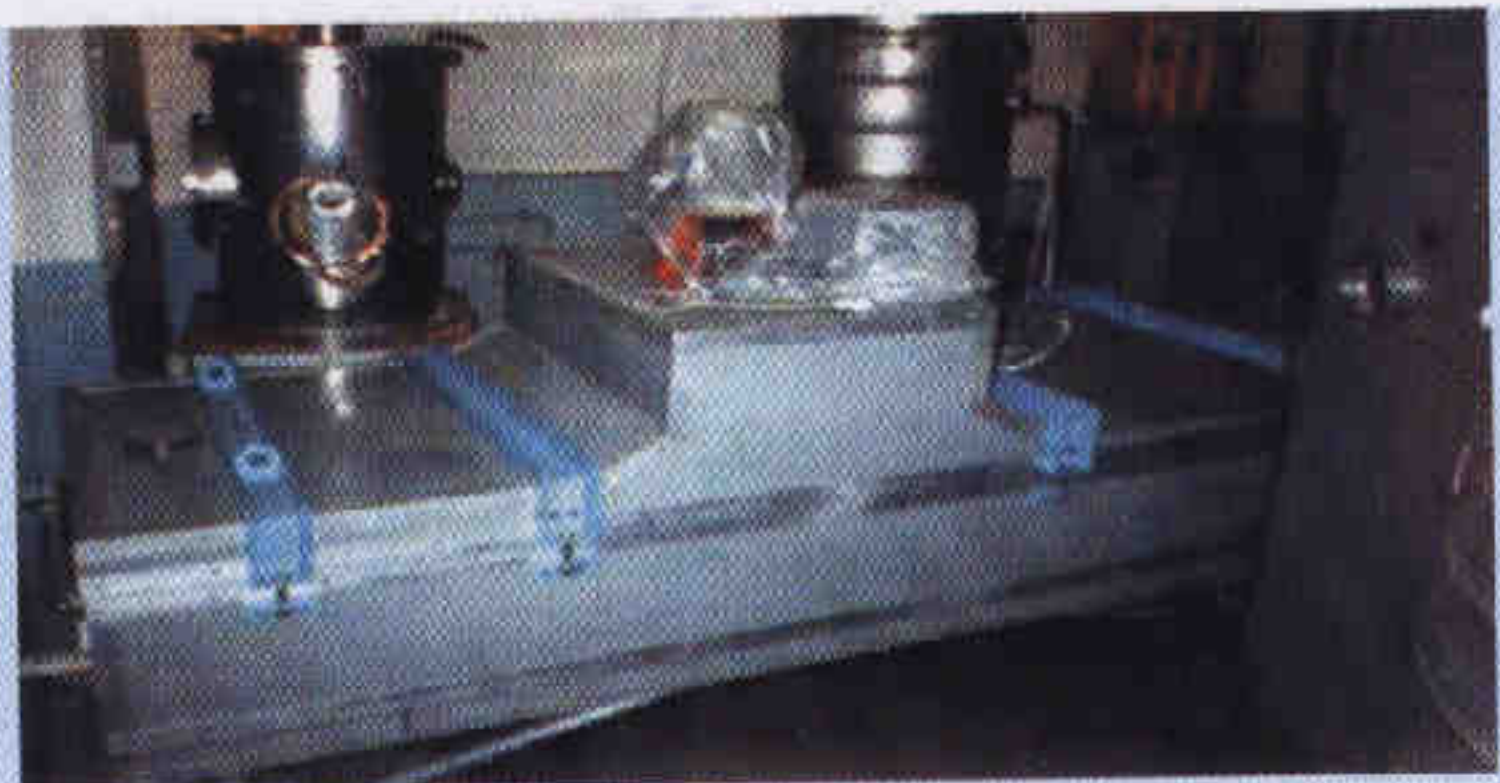
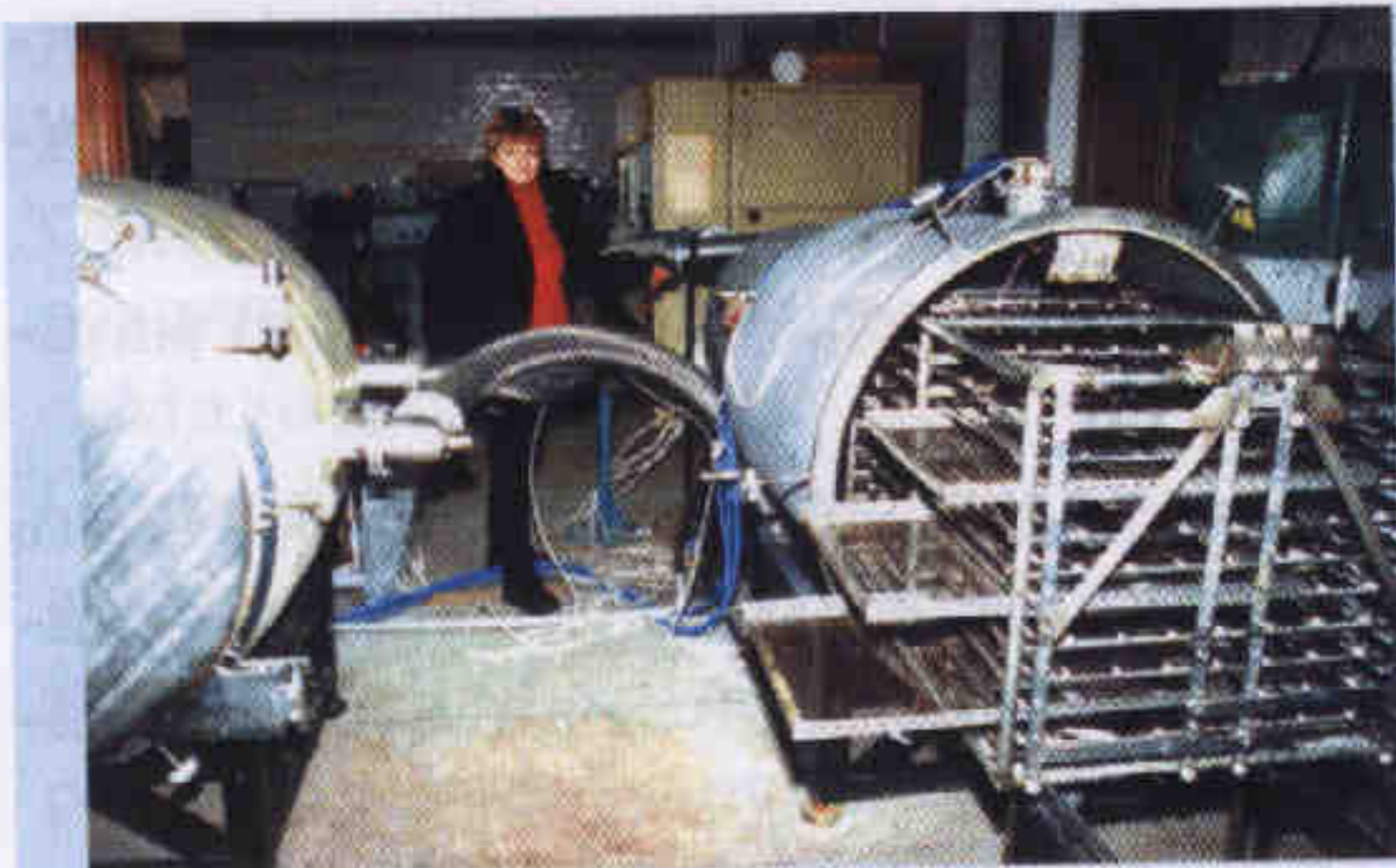


Рис. 7. Сублиматоры и замораживатели

Применение криогенной технологии позволяет не только уменьшить потери сырья, но и сохранить в конечном продукте значительно больше полезных веществ (например, витаминов), чем при обычных методах сушки и измельчения. Получить такие высокие результаты удалось благодаря глубокому пониманию сути физических процессов и изучению свойств реальных объектов.

Умение охлаждать живую ткань с необходимой скоростью и до заданной температуры легло в основу разработок в СКТБ криогенной аппаратуры для работы с живыми системами — для криоконсервации тканей и жидкостей организма, для криохирургии, позволяющей прицельно и бескровно разрушать патологические очаги в организме человека.

Аппараты для криохирургии и криомедицинские инструменты, показанные на рис. 8, просты, эффективны, дешевы в производстве, а для их эксплуатации врачу не требуется помощь инженера или ассистента. Запас криоагента, содержащегося в таких аппаратах, минимально достаточен для обработки одного пациента.

Стоматологические криооросители разработаны для непосредственной криодеструкции пораженных тканей парожидкостной струей азота. Автономный криоороситель КАС-01 состоит из двух легкоразборных узлов и малогабаритного резервуара для жидкого азота (объем 100 мл). Манипуляции с ним можно выполнять одной рукой. Время подготовки к работе не более 5 мин, продолжительность непрерывной работы до 8 мин, масса 0,5 кг.

Автономный криогенный дерматологический аппарата КД-3, использующий жидкий азот, имеет специальную рукоятку, обеспечивающую контролируемое усилие, с которым наконечник действует на кожу, и набор сменных специальных сменных наконечников. На этом же принципе создан ряд автономных криоаппликаторов для деструкции патологических очагов, расположенных глубоко в тканях или в полостях тела, — для лечения заболеваний центральной нервной системы и нейрохирургии, а также в отоларингологии. Эти приборы имеют длинную (до 130 мм) канюлю-хладопровод малого диаметра.

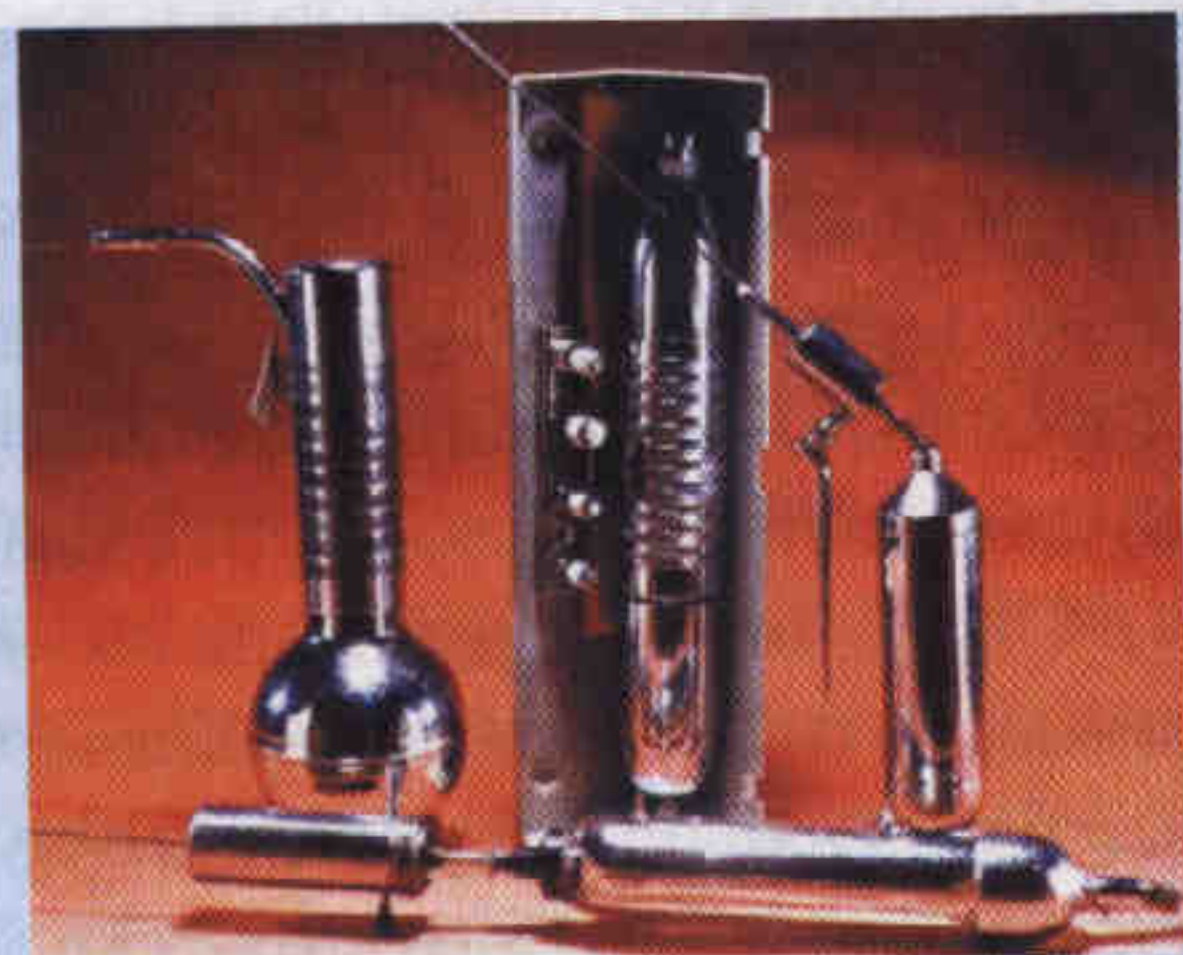


Рис. 8. Криомедицинские аппараты и инструменты

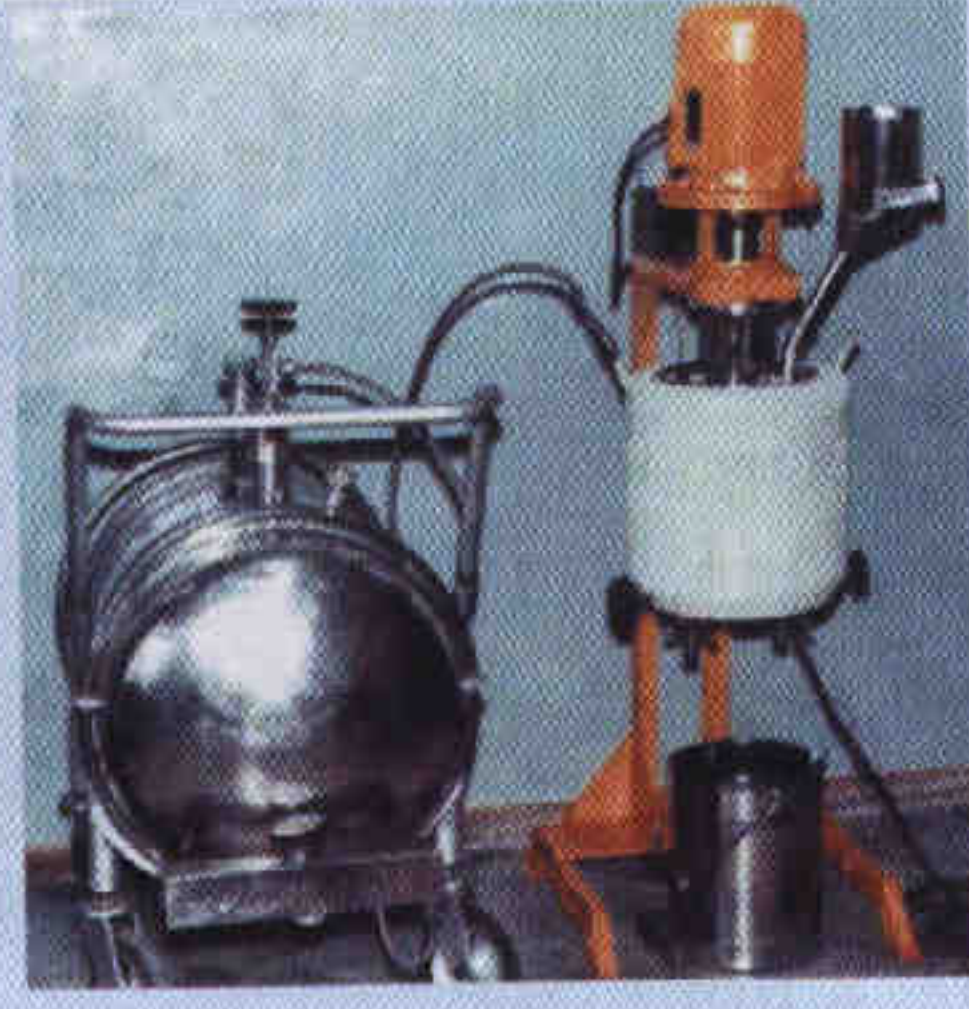
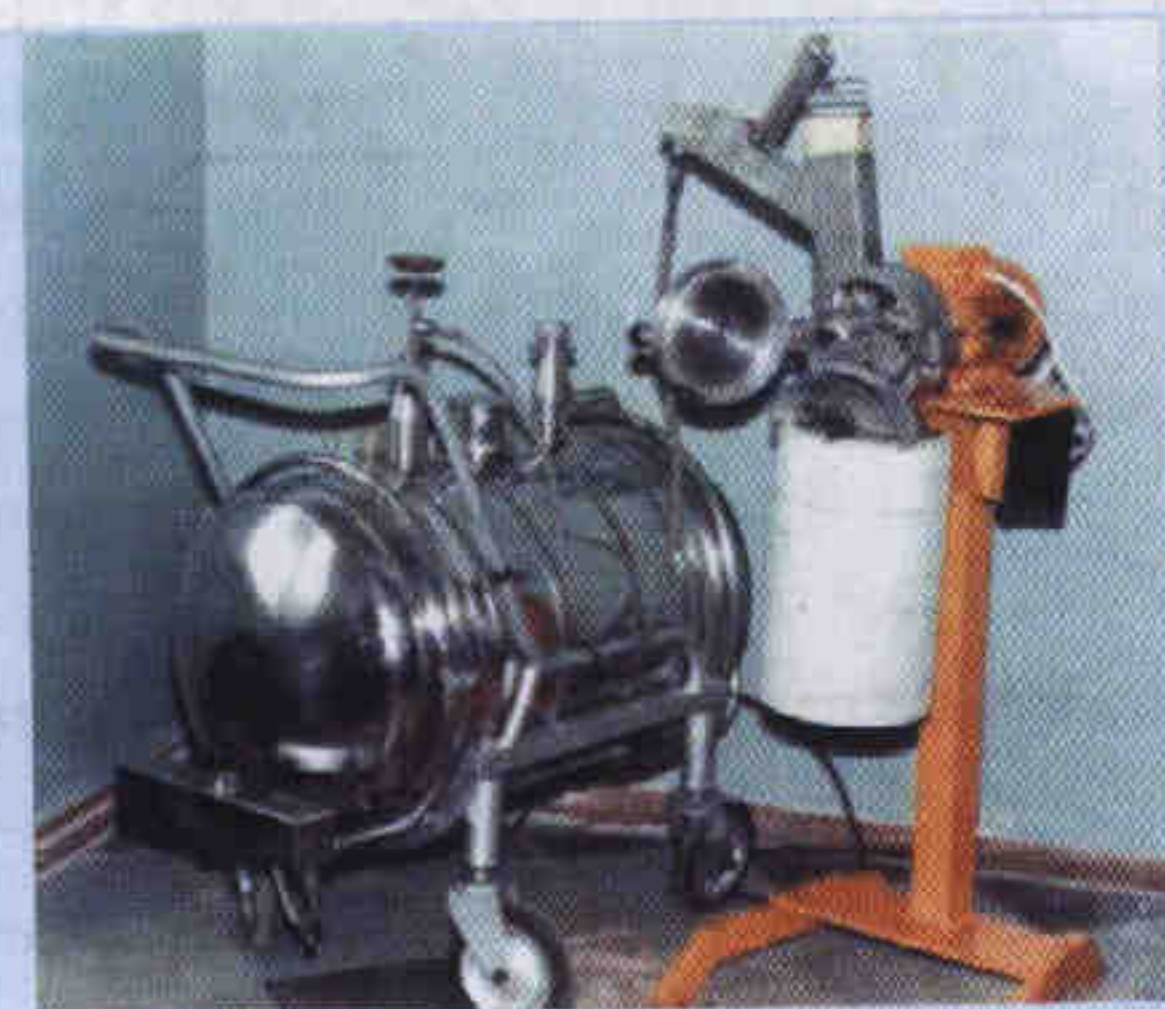
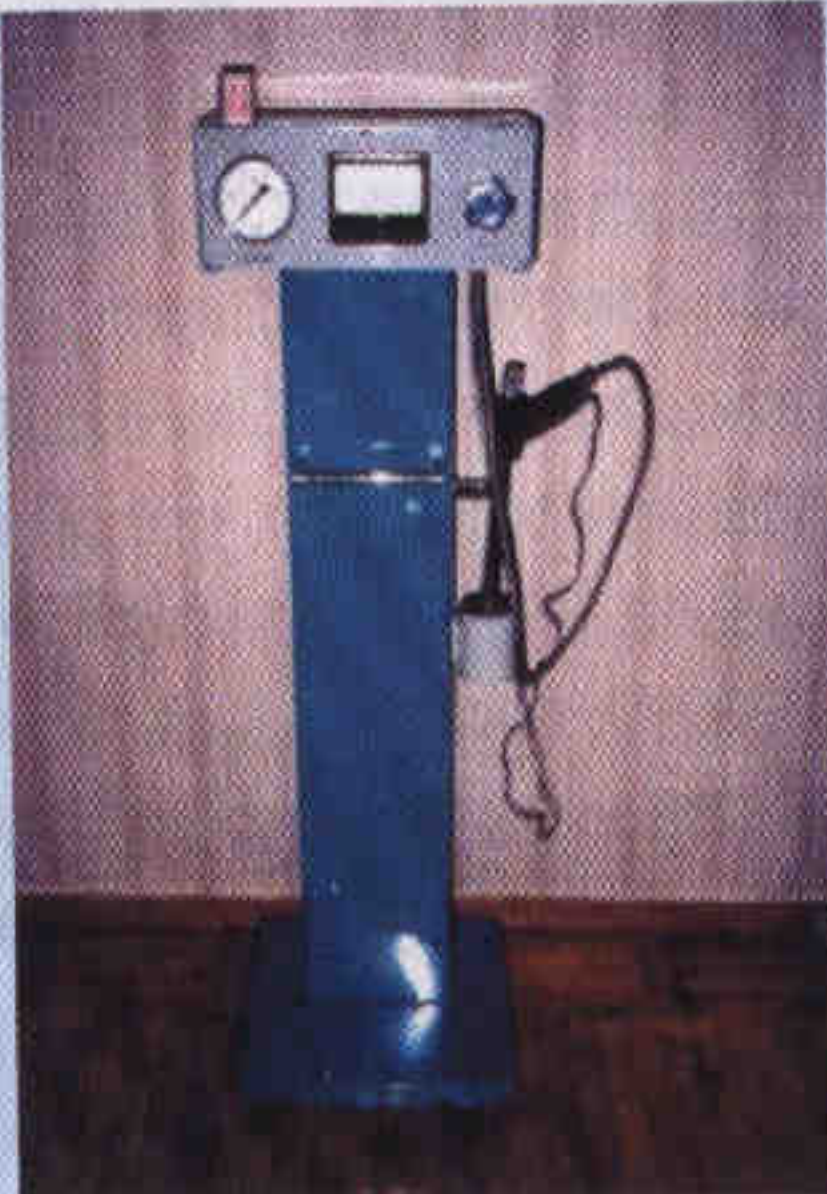


Рис. 9. Криомельницы

Другая серия изделий СКТБ основана на принципе дросселирования в наконечнике криоаппликаторов газообразной медицинской закиси азота или диоксида углерода, содержащихся в сменных баллонах. Здесь общей базой стала передвижная стойка-тележка с пультом управления. Специализация аппаратов обеспечивается выносными (на гибких шлангах) криоаппликаторами различной конструкции для гинекологии и акушерства, офтальмологии и др. Масса таких аппаратов до 40 кг, время непрерывной работы до 12 мин.

Путем криогенного охлаждения можно добиться значительного увеличения хрупкости даже таких материалов, как например, резина, полимеры, которые при обычной температуре не подлежат измельчению. Была создана технология криогенного измельчения изношенных автомобильных покрышек (в том числе с металлическим кордом) различного размера, включая крупногабаритные покрышки от большегрузных карьерных автомобилей. Для оптимизации многостадийного криогенного измельчения были проведены расчеты и экспериментальные исследования процессов захлаживания жидким и газообразным азотом и последующего отепления монолитных систем «резина-металлический корд», резиновых гранулятов различной дисперсности; изучались теплофизические и прочностные свойства этих материалов, уровни энерговыделения при их хрупком разрушении.

Для реализации этой технологии разработано промышленное оборудование производительностью до 12 тыс. т резинового гранулята в год, получаемого из изношенных автомобильных шин диаметром до 1,5 м; в зависимости от назначения средний размер резиновой крошки может достигать 0,1 мм.

Глубокое понимание процессов криогенного измельчения позволило создать устройства для дробления и помола самых различных материалов — от растительного и животного сырья до алмазов, от фармацевтических субстанций до цемента. Работа этих устройств, некоторые из которых показаны на рис. 9, основана на различных физических принципах.

Это шаровые мельницы, дисмембраторы, атриторы. В зависимости от назначения конечного продукта размер частиц даже самых твердых материалов может достигать до 1 мкм.

Очень важно, что многие вещества в дисперсном состоянии приобретают новые свойства, сохранить которые помогает криогенная среда.

Академик МАХ, д-р техн. наук
П.Г.КРАСНОМОВЕЦ,
 канд. техн. наук **Г.К.МНАЦКАНОВ**,
 канд. техн. наук **Э.А.БАКУМ**
 Научно-исследовательский и
 конструкторско-технологический
 институт холодильной техники и
 технологии «Агрохолод» Одесса

УДК.621.574.3

Аммиак – рабочее вещество холодильных машин

We compare some exploitation characterizations of the row of of cool machines working on ammonia (R 717) and other refrigerants (R 22, R 134a, R 407C, R 410A, R 744, R 290) on the basis of comparison their principal thermophysical and thermodynamical properties.

Природные хладагенты широко использовали при производстве холода с начала прошлого века [7]. Малые аммиачные холодильные компрессоры холодопроизводительностью от 10 до 32 кВт серийно выпускались в 50-е годы, в частности и Одесским заводом холодильного машиностроения (2АУ-8, 4АУ-8), но в дальнейшем из-за токсичности аммиака заменили более безопасными фреонами.

Аммиак (R717) – хорошо изученный и дешевый природный хладагент. Он имеет нулевые значения потенциалов разрушения озонового слоя (ODP) и глобального потепления (GWP). Токсичность аммиака компенсируется тем, что его присутствие в воздухе легко обнаружить по резкому запаху даже при концентрации в 5 ppm, что в 4 раза ниже предельно допустимой.

В последние годы промышленно развитые страны постоянно совершенствуют и расширяют номенклатуру серийно выпускаемых приборов для дистанционного контроля и сигнализации утечек аммиака из холодильных установок [1]. Разрабатываются надежные схемные решения и методы, обеспечивающие безопасную эксплуатацию аммиачных холодильных установок различного назначения с учетом пожароопасности и токсичности аммиака [3,4,5]. Естественно, что требования безопасной эксплуатации приводят к удорожанию таких установок, однако оно компенсируется преимуществами использования аммиака.

В связи с ситуацией, которая сложилась после принятия Киотского протокола, холодильщики разных стран рассматривают возможность расширить использование природных хладагентов, в том числе таких, как диоксид углерода (R744) [10], пропан

(R290) [3], несмотря на присущие им недостатки.

Авторами сопоставлены по энергетической эффективности широко распространенные в настоящее время в странах СНГ малые аммиачные и фреоновые холодильные машины с кожухотрубными конденсаторами на базе поршневых компрессоров АВ-22, 2ФУУБС25 и 5ПБ20-2-024. Холодопроизводительность сравниваемых холодильных машин мало различается и составляет $Q_0 = (25 \pm 1)$ кВт при температурах кипения $t_0 = -15^\circ\text{C}$ и конденсации $t_k = 30^\circ\text{C}$. Использованы также данные результатов испытаний холодильной машины МКТ20-2-0 на R134a [6]. Результаты сопоставления приведены на рис. 1 и 2.

Как видно из рис. 1, электрический холодильный коэффициент ϵ_e действительного цикла, реализуемого аммиачной холодильной машиной, в 1,5 раза выше, чем у машин, работающих на R12 и R134a, и примерно в 1,2 раза выше, чем у машин, работающих на R22.

Термодинамическое совершенство холодильных машин независимо от режимов их работы характеризуется эксергетическим коэффициентом полезного действия (рис. 2), который определяли косвенным методом расчета [2] для тех же температурных условий, что и для ϵ_e и при температуре окружающей среды $t_{oc} = 20^\circ\text{C}$.

Анализ рис. 1 и 2 позволяет сделать вывод о том, что аммиачные холодильные машины малой производительности энергетически значительно эффективнее фреоновых.

Авторами проводилось сравнение конструктивных характеристик некоторых элементов малых холодильных машин одинаковой холодопроизводительности ($Q_0 = 27,5$ кВт при $t_0 = -10^\circ\text{C}$ и $t_k = 30^\circ\text{C}$), работающих на сопоставляемых хладагентах. Как показали результаты расчетов, при работе машин в оптимальных эксплуатационных режимах, площадь теплопередающей поверхности конденсатора аммиачной холодильной машины в 1,5...2 раза, всасывающих трубопроводов – в 1,2...1,5 раза, нагнетательных – в 1,4...1,7 раза, а жидкостных трубопроводов – в 1,8...2 раза меньше, чем у соответствующих элементов фреоновых холодильных машин.

Проведено также сравнение некоторых свойств используемых в пароконденсационных холодильных машинах природных рабочих веществ

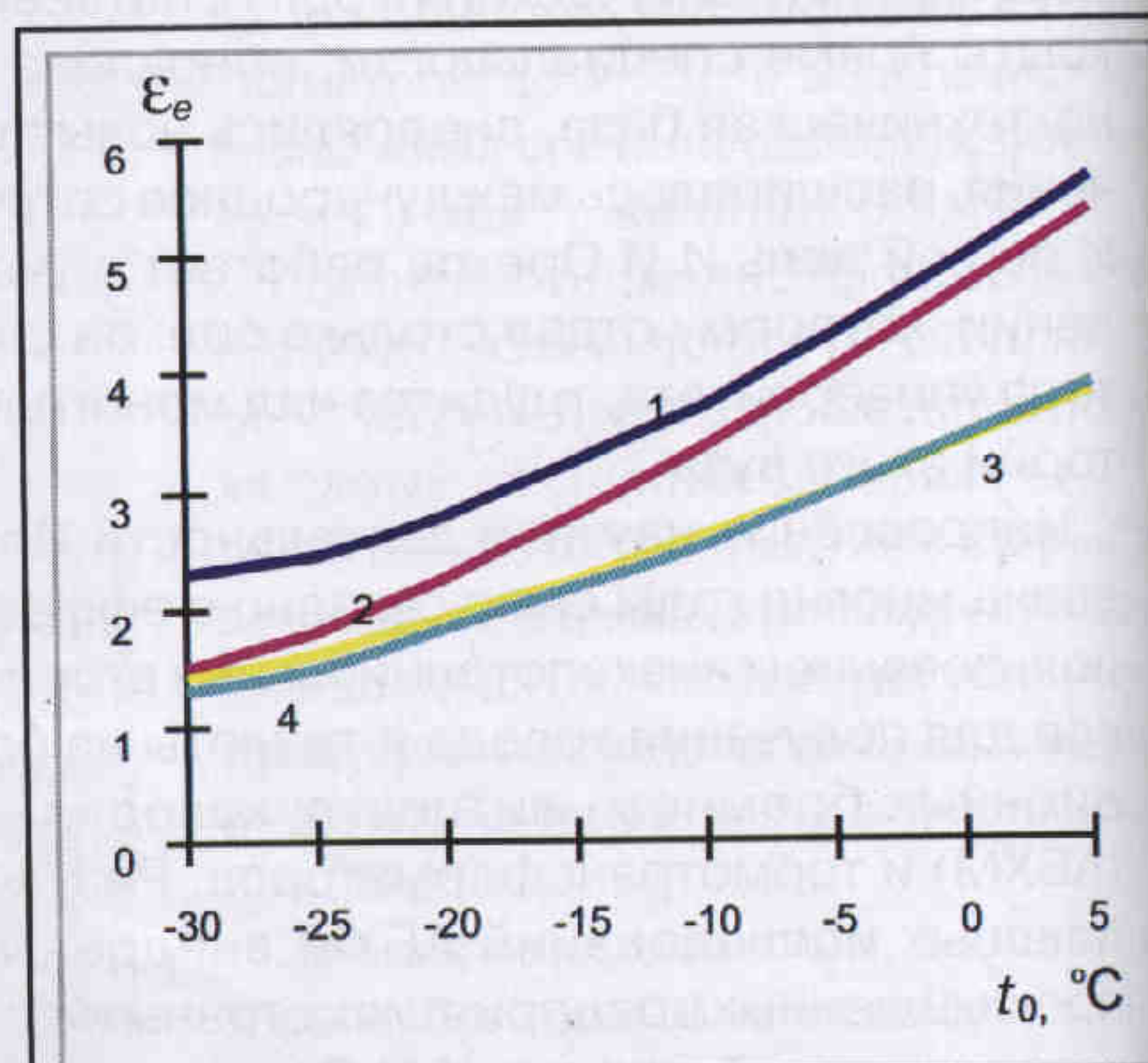


Рис. 1. Зависимость электрического холодильного коэффициента ϵ_e действительных циклов холодильных машин, работающих на различных хладагентах, от температуры кипения t_0 при $t_k = 30^\circ\text{C}$ для: 1 – R717 (АВ-22); 2 – R22 (5ПБ20-2-024); 3 – R12 (2ФУУБС25); 4 – R134a (МКТ20-2-0)

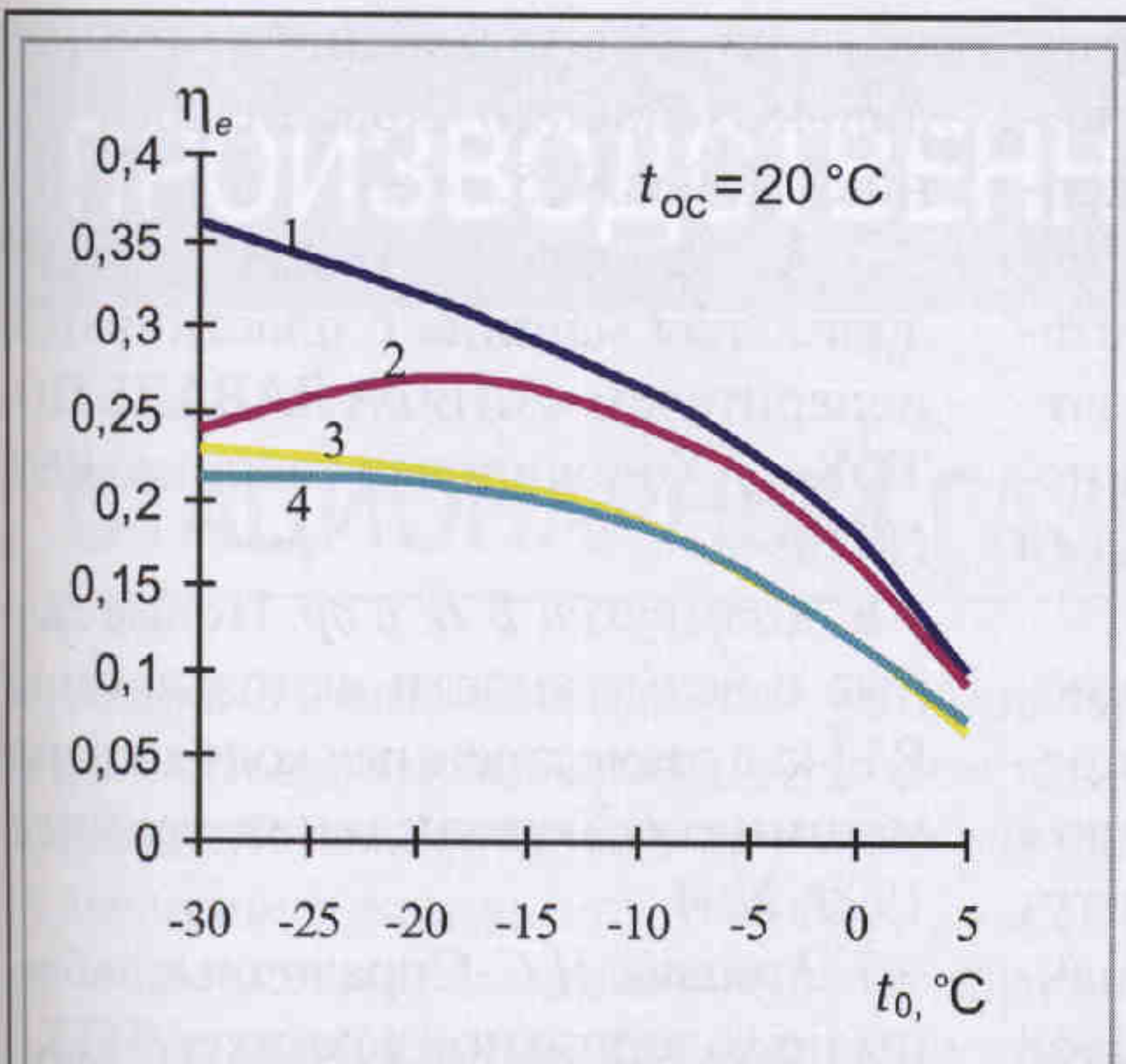


Рис. 2. Зависимость эксергетических КПД η_e действительных циклов холодильных машин от температуры кипения t_0 хладагентов: 1 – R717 (AB-22); 2 – R22 (5ПБ20-2-024); 3 – R12 (2ФУУБС25); 4 – R134a (МКТ20-2-0)

(R717, R744 и R290), а также синтетических хладагентов и их зеотропных смесей, разрешенных к применению в ближайшем будущем (R22, R134a, R404A, R407C и R410A).

Сравнение коэффициентов теплопроводности сопоставляемых хладагентов в широком диапазоне температур показало, что теплопроводность жидкого аммиака в 5,5 раза, а насыщенного пара аммиака в 1,5...2,5 раза выше, чем у других хладагентов. С учетом низкой кинематической вязкости аммиака можно сделать вывод, что и коэффициенты теплоотдачи во всех аппаратах аммиачных холодильных установок при прочих равных условиях самые большие в сравнении с коэффициентами теплоотдачи в аппаратах холодильных установок, работающих на других хладагентах. Высокие значения коэффициентов теплопроводности пара аммиака позволяют создавать малоемкие по хладагенту машины, в том числе и небольшой производительности, с верхней подачей аммиака в охлаждающие приборы.

Малая удельная теплоемкость жидких фреонов и их смесей (примерно в 3 раза меньше, чем у аммиака) с учетом низкой относительно аммиака теплотой парообразования нередко приводит к парообразованию в жидкостных трубопроводах после конденсатора вследствие внешних теплопритоков и работы сил трения. Такое парообразование пе-

ред дроссельным устройством, маловероятное в аммиачных установках, нарушает нормальную эксплуатацию фреоновых холодильных установок, особенно если в схеме отсутствует рекуперативный теплообменник.

Сравнение плотностей жидкой фазы сопоставляемых хладагентов при температурах, характерных для обычных условий эксплуатации холодильных машин, показало, что лишь у пропана и аммиака плотность жидкой фазы меньше плотности смазочного масла. Это облегчает удаление масла из нижней части аппаратов аммиачных и пропановых установок и возврат его в компрессор. Удаление слоя масла, находящегося в верхней части фреоновых кожухотрубных испарителей, вызывает большие затруднения [9]. Для их преодоления недостаточно установить эффективные маслоотделители на стороне нагнетания. Необходимо строгое автоматическое поддержание уровня жидкости в испарителях и наличие специальной системы отбора жидкости из верхней зоны испарителя, богатой маслом, с последующим доиспарением фреона из маслофреоновой смеси, возвращаемой в компрессор. Высокая плотность жидких фреонов (примерно в 2 раза выше, чем у жидкого аммиака) приводит к тому, что гидростатический столб жидкости сильно влияет на теплопередачу во фреоновых испарителях с нижней подачей хладагента, особенно низкотемпературных. Это существенно увеличивает энергозатраты на выработку холода.

Что касается еще одного природного хладагента – диоксида углерода, то его высокое давление конденсации и низкая критическая температура (31°C) яв-

ляются серьезным препятствием к применению этого хладагента в пароконденсационных холодильных машинах. На наш взгляд, рационально использовать CO_2 в низких ступенях каскадных холодильных машин, в малых установках специального назначения, использующих транскритические циклы, а также при совместном потреблении холода и реализации других технологических процессов.

При оценке влияния холодильных установок на глобальное потепление климата Земли вследствие парникового эффекта в настоящее время рассчитывают полный эквивалент глобального потепления TEWI (Total Equivalent Warming Impact), который учитывает не только потенциал глобального потепления используемого хладагента GWP, но и количество топлива, сжигаемого при производстве электроэнергии или используемого непосредственно для привода компрессоров. Целесообразно применять расширенную трактовку TEWI [8], учитывающую кроме вышеперечисленного вклад в TEWI затрат при создании холодильного оборудования и обеспечении мер пожаробезопасности.

В [8] приведены расчеты TEWI для поршневых компрессорных агрегатов, работающих на аммиаке, R22 и

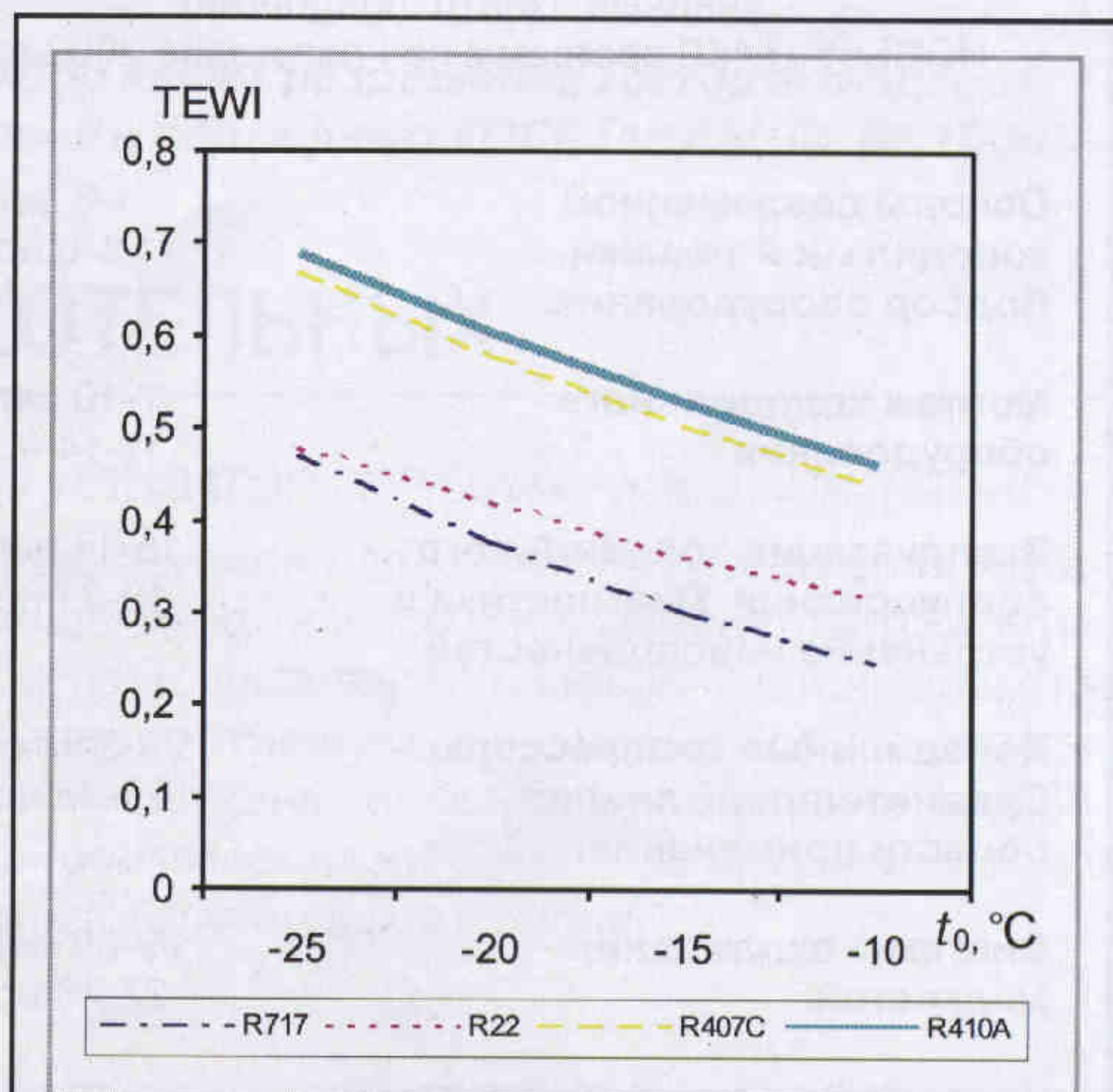


Рис. 3. Зависимость TEWI от температуры кипения t_0 (при $t_k = 30^\circ\text{C}$) для холодильных установок с поршневыми компрессорами, работающими на R717, R22, R407C и R410A

новых альтернативных смесевых хладагентах. При этом в проведенных расчетах учитывалось удорожание аммиачной холодильной установки на 30%, связанное с обеспечением условий пожаробезопасной эксплуатации оборудования. На основании результатов этих расчетов мы определили зависимость критерия TEWI от температуры кипения для хладагентов R717, R22, R407C и R410A (рис.3).

Как видно из рис. 3, экологические преимущества аммиачных холодильных установок существенно возрастают при повышении температуры кипения t_0 (при постоянной температуре конденсации t_k). Так, при $t_0 = -10^\circ\text{C}$ критерий TEWI для аммиачных холодильных установок в 1,3 раза меньше, чем для установок, работающих на R22, и в 1,8 раза меньше, чем у холодильных установок, использующих альтернативные смесевые хладагенты.

В процессе эксплуатации холодильных установок неизбежны утечки хладагента. Утечки в установках, работающих на смесевых

хладагентах, приводят к нарушению начального соотношения компонентов смеси, что осложняет эксплуатацию таких установок. Вместе с тем дозаправка холодильных установок смесевым хладагентом затруднительна, а в ряде случаев и невозможна, т.е. требуется замена всей массы хладагента.

Основываясь на теоретических исследованиях, показывающих преимущества аммиака по сравнению с другими хладагентами, институт «Агрохолод» разрабатывает аммиачные поршневые компрессоры малой производительности и на их базе — агрегатированные холодильные машины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабакин Б.С., Плешанов С.А. Определители утечек аммиака из холодильных установок // Холодильная техника. 2001. № 2.
2. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. — М.: Энергия, 1973.
3. Бюллетень МИХ. 1997. № 1.
4. Калнинь И.М. Расширение обла-

сти применения аммиачных холодильных машин // Холодильная техника. 1996. № 5.

5. Калнишкан А.А. Аммиачная холодильная машина с пластинчатым испарителем «АЛЬФАЛАВАЛЬ ПОТОК» // Холодильная техника. 1999. № 10.

6. Катерухин В.В. и др. Новые данные о возможности использования R134a в отечественных холодильных машинах // Холодильная техника. 1999. № 4.

7. Комаров Н.С. Справочные таблицы по холодильной технике // НТКП СССР, ГОСЭНЕРГОИЗДАТ — М.: Л., 1932.

8. Лавренченко Г.К. и др. TEWI — анализ компрессорных агрегатов при работе на традиционных и альтернативных хладагентах // Холодильная техника. 2000. № 2.

9. Мельцер Л.З. Смазка фреоновых холодильных машин. — М.: Пищевая промышленность, 1969.

10. Цветков О.Б. Диоксид углерода: природный экологически безопасный хладагент // Холодильная техника. 2001. № 3.



Построим вместе Ваше будущее
в холодильном бизнесе!

Учебный Центр предлагает
НОВЫЙ ЦИКЛ программ на I полугодие 2002 года

Основы современной
холодильной техники.
Подбор оборудования.

1-3 октября
4-6 ноября

Монтаж холодильного
оборудования

7-10 октября
11-14 ноября

Эксплуатация холодильного
оборудования. Диагностика и
устранение неисправностей.

15-17 октября
19-21 ноября

Холодильные компрессоры.
Сравнительный анализ и
области применения.

23-24 октября
25-26 ноября

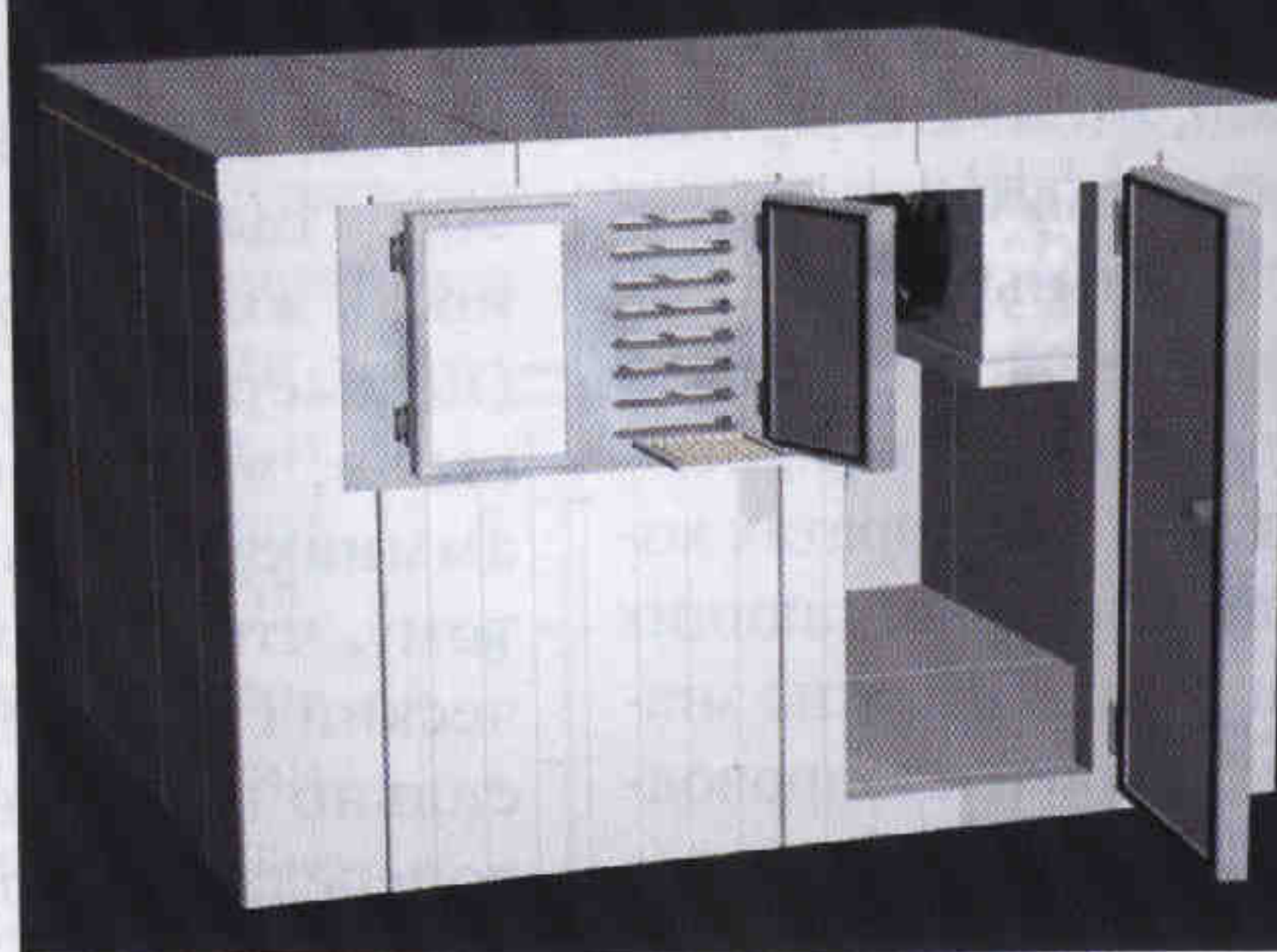
Системы охлаждения
жидкостей.

29-30 октября
27-28 ноября

Всю дополнительную информацию Вам сообщит:
Сапожников Владимир Борисович,
Буланова Ольга Владимировна

Тел.: (095) 726-53-53, 582-60-11, 582-63-22
Факс: (095) 726-53-66, e-mail: ostrov@ostrov.ru

КАМЕРЫ ШОКОВОЙ ЗАМОРОЗКИ



мороженого
пельменей
полуфабрикатов

РЕМХОЛОД

т. (3822) 658385, ф. 658404
http://www.remholod.tomsk.ru
e-mail: rus@rus.tsk.ru

«КАК ВЫБРАТЬ ХОЛОДИЛЬНИК»

автор В.В. Пискунов

Издательство «Колос», объем 6 л

Руководство рассчитано на широкий круг читателей, включая коммерсантов и специалистов. Оно содержит более 1000 моделей и модификаций бытовых холодильников и морозильников отечественного и зарубежного производства, представленных на московском рынке в последние годы.

Вся номенклатура бытовой холодильной техники рассматривается в шести разделах. В приведенных в них таблицах даны: обозначение модели, габаритные размеры, емкость камер, потребляемая мощность, расход электроэнергии, потребительские и конструктивные особенности. Примеры пользования таблицами помогают найти нужные модели и провести сравнительную оценку.

Книгу можно заказать по телефону: (095) 207-2486

Современная аммиачная холодильная станция для замораживания грунтов при проходке шахтных стволов большой глубины

В.А.ЧЕРНЯК, В.Я.ЯНЮК,
А.А.ШТЫЛЕВА, Т.А.КЛИМЕНКО,
ГИПРОХОЛОД
И.Н.СКУМС,
Шахтспецстройпроект

В настоящее время в г. Мирный Республики Саха (Якутия) заканчивается строительство холодильной станции, предназначенной для замораживания грунтов при проходке двух вертикальных стволов рудника «Мир» (клетевого и скипового) глубиной по 1000 м. Проект станции разработан Гипрохолодом в 2002 г. по заданию ДГУП «Шахтспецстройпроект».

Впервые в отечественной практике перед разработчиками проекта подобной холодильной станции встала сложная нетрадиционная задача, обусловленная, с одной стороны, большой глубиной (525 м) замораживания шахтных стволов, а с другой — низкой температурой замерзания грунтов вокруг горных пород из-за высокого содержания в грунтовой воде хлоридно-натриевых солей (естественный рассол).

Кроме того, при выборе оборудования холодильной станции требовалось учитывать резко континентальный климат места строительства (расчетная температура наружного воздуха: летняя +35 °С, зимняя —52 °С), отсутствие воды для создания оборотной системы охлаждения конденсаторов, а также требование Госгортехнадзора России о максимальном сокращении аммиакоемкости системы охлаждения из-за расположения объекта на окраине Мирного.

Проект прошел экспертизу Госгортехнадзора России, одобрен им и рекомендован к строительству.

Весь комплект технической документации по проекту выполняли с помощью системы автоматизированного компьютерного проектирования, согласовывали и отправляли электронной почтой заказчику — Якутскому научно-исследовательскому и проектному институту алмазодобывающей промышленности АК «Алроса».

The technology of soil freezing and the arrangement of the freezing columns are presented in the article. The refrigeration equipment of the station is described together with the procedure of its operation. Special features of the building of the station connected with efficiency and safety of operation are listed.

Технология замораживания грунтов и устройство замораживающих колонок. Учитывая сложные гидрогеологические условия участка заложения стволов рудника «Мир», проходку их осуществляют под защитой искусственно создаваемого кольцевого ледопородного ограждения. Для этого по окружности диаметром, большим, чем диаметр ствола шахты в проходке, бурили скважины, в которых монтировали замораживающие колонки.

Глубина бурения скважин принята равной 525 м из расчета заглубления колонок в водоупор, представленный мелкокристаллическими массивными породами грунта.

Тепло от обводненных горных пород отводится путем циркуляции в замораживающих колонках хладоносителя (водного раствора хлорида кальция), охлаждаемого в испарителях станции до —40 °С. Выбор температуры хладоносителя обусловлен необходимостью замораживания многокомпонентных естественных рассолов метегеро-ичерского водоносного комплекса, температура замерзания которых, по данным исследований, составляет в зависимости от концентрации растворенных солей —10...—15 °С.

Диаметр окружности расположения замораживающих колонок определен равным 16 м. В кольцо пробурили 38 скважин, расстояние между устьями которых 1,32 м.

Поскольку диаметры клетевых и скиповых стволов в свету одинаковы и равны 8 м, все другие параметры — схема, способы и методы образования ледопородных ограждений —

также приняты одинаковыми по каждому стволу.

Для контроля за процессом замораживания на каждом стволе пробурили по 4 скважины для монтажа в них контрольно-термических колонок и по 2 скважины для измерения прибором ультразвукового контроля сплошности и толщины ледопородного ограждения.

Особо жесткие требования при бурении основных замораживающих скважин предъявляют к их отклонению от вертикали, которое не должно превышать 1,55 м на глубине 525 м. Если при бурении скважин путем измерений установлено отклонение свыше допустимых норм и принятые меры не помогли исправить искривление, проектом предусмотрено бурение дополнительных скважин в местах их сверхнормативного отклонения.

Местоположение контрольно-термических скважин определяют после бурения замораживающих скважин, чтобы расположить их в местах наибольшего расхождения последних.

Замораживающие колонки представляют собой теплообменники типа «труба в трубе». Каждая колонка состоит из внешних стальных труб диаметром 146 мм с толщиной стенки 8,5 мм. Соединение труб муфтовое. Резьбовые соединения муфт уплотняются смазкой.

Нижняя часть внешней трубы имеет коническую форму. Внутри внешней трубы монтируют стояк питающей трубы диаметром 60 мм с толщиной стенок 5 мм, который не дости-

гает до конца внешней трубы. Верхняя часть замораживающей колонки перекрывается съемной головкой, к которой подсоединены питающие трубы и отводящие патрубки.

Охлажденный на замораживающей станции хладонотеплоноситель по магистральному трубопроводу поступает в кольцевой коллектор-распределитель, а из него — в питающие внутренние трубы, по которым опускается до дна замораживающих колонок. Поднимаясь по кольцевому межтрубному пространству, хладонотеплоноситель отбирает теплоту от пород, окружающих замораживающую колонку. Через отводящие патрубки он собирается в кольцевой коллектор обратного хладонотеплоносителя и по магистральному трубопроводу возвращается на станцию.

Процесс искусственного замораживания горных пород принято делить на период образования вокруг ствола сплошного ледопородного ограждения проектных размеров (активное замораживание пород) и период поддержания созданного криогидратного ледового ограждения в замороженном состоянии (пассивное замораживание пород) до завершения проходки и возведения постоянной крепи ствола.

В процессе активного замораживания на первом этапе породный массив охлаждается до температуры замерзания естественных рассолов, а затем вокруг замораживающих колонок намораживаются ледопородные цилиндры до их полного смыкания друг с другом. Породы замораживаются при строгом соблюдении проектного режима. Недопустимо принимать среднюю (за какой-либо промежуток времени) температуру.

Повышение температуры прямого рассола приводит к оттаиванию криогидратного цилиндра. Иными словами, проектный срок замораживания можно выдержать только при устойчивой работе станции в режиме, обеспечивающем проектную температуру прямого рассола $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и обратного $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$. В первые 10 сут перепад температур рассола на выходе и входе колонки поддерживают несколько выше.

Процесс образования ледопородного ограждения ежесуточно контролируется путем измерения температур в контрольно-термических ко-

лонках, а также с помощью ультразвукового прибора, осуществляющего нулевой, промежуточный и заключительный циклы измерений.

Расчетами срок активного замораживания пород вокруг стволов рудника «Мир» определен равным 200 сут, при этом проектная толщина ледопородного ограждения составляет 4 м на глубине 525 м.

После образования ледопородного ограждения требуемых размеров путем активного замораживания и выдачи заключения о возможности начала проходческих работ станцию переводят в пассивный режим.

Пассивное замораживание позволяет сохранить достигнутые в процессе активного замораживания проектные параметры криогидратного ограждения (толщина, средняя температура, прочность). Продолжительность работы в пассивном режиме определяется временем, необходимым для проходки и крепления стволов на участке замороженных пород и сооружения водонепроницаемых венцов ниже этого участка.

Пассивное замораживание проводят при тех же температурах прямого рассола, что и при активном замораживании. Повышение температуры рассола при пассивном замораживании недопустимо. Смысл пассивного замораживания состоит в том, чтобы не допустить оттаивания или ослабления ледопородного ограждения из-за теплопритоков к его внешней поверхности.

Продолжительность работы холодильной станции в пассивном режиме определяется графиком проходки ствола на участке замороженных пород.

Холодильное оборудование станции. Общая расчетная холодопроизводительность холодильной установки составляет 3500 кВт при температуре хладонотеплоносителя на выходе $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом на один ствол требуется 1750 кВт холода для периода активного замораживания грунта и 875 кВт для периода пассивного замораживания.

В соответствии с тендером, проведенным заказчиком АК «Алроса» на поставку холодильного оборудования среди фирм, было принято решение о закупке оборудования, предложенного фирмой York Refrigeration.

По согласованию с Гипрохолодом

фирма осуществила комплектную поставку четырех аммиачных агрегатированных блочных холодильных машин.

Машины полностью автоматизированы, прошли все необходимые заводские испытания, укомплектованы арматурой, приборами автоматики, щитами управления и питания.

Холодопроизводительность каждой холодильной машины составляет 890,4 кВт при температуре охлажденного хладонотеплоносителя $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и температуре конденсации $+44\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Каждая холодильная машина состоит из следующих трех блоков:

- **компрессорный**, представляющий собой смонтированный на одной раме двухступенчатый компрессорный агрегат на базе винтовых аммиачных компрессоров нижней ступени TDSH-355L и верхней ступени SAB-202SM, каждый из которых снабжен горизонтальными маслоотделителями и кожухотрубными маслоохладителями для охлаждения масла аммиаком по термосифонной схеме подключения;

- **теплообменный**, также смонтированный на одной раме, в который входят кожухотрубный испаритель и отделитель жидкости в одном аппарате и горизонтальный ресивер, совмещающий функцию термосифонного питателя для маслоохладителей компрессоров. Конструкция испарителя с внутритрубным кипением аммиака, обеспечивающим более высокую эффективность работы и сокращение аммиакоемкости аппарата, выполнена по индивидуальному проекту фирмы York Refrigeration;

- **конденсаторный** — это воздушный конденсатор фирмы «Güntner» V-образного типа с двухскоростными осевыми вентиляторами.

Компрессорные и теплообменные блоки холодильных машин устанавливают в машинном отделении станции, а конденсаторные блоки — на металлической открытой площадке, рядом со зданием машинного отделения.

Каждая блочная холодильная машина с дозированной заправкой аммиаком оснащена всеми необходимыми приборами и регулирующими устройствами для полностью автоматического управления работой при изменяющихся условиях (регулирование холодопроизводительности от 100 до 10 %) с помощью микропро-

цессорных русифицированных блоков UNISAB II.

Количество аммиака, заправляемого в одну холодильную машину согласно паспортным данным, составляет 1000 кг.

Под площадкой воздушных конденсаторов установлен дренажный ресивер РЛД-2, вместимость которого (2 м³) позволяет принять аммиак из всех аппаратов любой холодильной машины в случае ремонта или разгерметизации системы. Под дренажным ресивером устроен металлический поддон, предотвращающий растекание аммиака при аварийной разгерметизации самого дренажного ресивера.

Рядом с дренажным ресивером установлен ресивер РДГ-0,75 для сбора отработанного масла, а также узел приема аммиака, предназначенный для первоначального заполнения и ежегодного пополнения системы аммиаком из баллонов или автоцистерн.

В качестве хладоносителя в системе охлаждения замораживающих колонок использован водный раствор хлористого кальция (CaCl₂) концентрацией 29,4%, с температурой заморозки -55 °С и плотностью 1280 кг/м³. Для циркуляции хладоносителя установлены химические насосы ОАО «Волгограднефтемаш» — по два на каждый шахтный ствол (из них один — рабочий, другой — резервный). Подача насосов 380...400 м³/ч, напор 90 м вод. ст.

В машинном отделении смонтировано дополнительное вспомогательное оборудование: бак для разведения рассола вместимостью 20 м³ и два расширительных бака — по 1 м³ каждый. Расширительные баки снабжены поплавковыми регуляторами уровня, позволяющими следить за уровнем рассола в системе и сигнализировать о его утечке и возможном прорыве труб в какой-либо из замораживающих колонок.

Порядок и схема работы оборудования станции. Схемой установки предусматривается возможность работы любой из четырех холодильных машин на замораживающие колонки любого ствола.

На первом этапе работ замораживают клетевой ствол — период активного замораживания. Этот процесс осуществляется двумя холодильными

машинами. После окончания активного периода начинается пассивное замораживание клетцевого ствола с помощью одной холодильной машины. При переходе его на пассивный режим замораживания вступает в период активного замораживания скиповый ствол и на него начинают работать две холодильные машины. Таким образом, в работе постоянно участвуют три холодильные машины, а одна машина всегда в резерве. Резервная машина способна заменить любую из вышедших из строя холодильных машин. Такое решение позволяет обеспечить бесперебойную выработку проектного количества холода, необходимого для замораживания двух стволов. При этом автоматически учитывается время работы каждого компрессорного агрегата с целью достижения равномерного износа компрессорного оборудования.

После окончания пассивного замораживания клетцевого ствола (проходки ствола) две машины могут быть демонтированы и отправлены на другой объект при условии окончания периода активного замораживания скипового ствола.

Особенности здания станции. Площадка строительства здания холодильной станции находится в районе вечномёрзлых грунтов. В связи с этим под зданием предусмотрено проветриваемое холодное подполье с круглогодичной естественной вентиляцией, позволяющей сохранять грунты основания в мерзлом состоянии. В соответствии с местным опытом строительства и условиями снеготаносимости подполье выполнено открытым, защищенным металлической сеткой.

Перекрытие над подпольем, расположенное на сваях, выполняют из сборных железобетонных плит и монолитных железобетонных участков по ростверкам и рандбалкам, утеплитель пола — из плит ПСБ-С. Фундаменты под компрессорные блоки холодильных машин с динамической нагрузкой сделаны в виде отдельно стоящих свайных ростверков. Каркас здания металлический по типу серии «Канск». Наружные стены самонесущие из трехслойных панелей «сэндвич» производства ЗАО «Петропанель» (Санкт-Петербург). Утеплитель панелей — негорючая минеральная вата «Rockwool» на основе базальто-

вого волокна. Кровля здания рулонная многослойная из трех слоев изоплита с утеплителем из жесткой минераловатной плиты «Rockwool».

Помещение машинного отделения оборудовано двумя подвесными кран-балками грузоподъемностью по 3,2 т. В подсобно-вспомогательной части здания размещены: тепловой пункт, комната КИП и ЩСУ, трансформаторная подстанция, механическая мастерская, комната мастера и санузел. На антресоли располагаются приточная и вытяжная вентиляционные камеры.

С торцов здания предусмотрены выносные рампы для монтажа технологического оборудования и выкатки трансформаторов. Согласно противопожарным нормам здание станции относится к IIIа степени огнестойкости, а по размещенному в нем производству (аммиачная холодильная установка) — к категории «А» по взрывопожароопасности. В связи с этим предусмотрен ряд противопожарных мероприятий:

- часть стеновых панелей в дополнение к оконным проемам выполнены легкосбрасываемыми из расчета общей площади 5 % от объема помещения машинного отделения;
- устроен тамбур-шлюз с подпором воздуха при входе в помещение машинного отделения из помещений категории «Д»;
- возведены противопожарные стены, перегородки и двери, отделяющие помещение категории «А» от помещений категории «Д»;
- полы в машинном отделении выполнены в безыскровом исполнении;
- устроена молниезащита здания станции.

В проекте согласно требованиям Госгортехнадзора России определены относительные энергетические потенциалы и категории взрывоопасности технических блоков аммиачной холодильной установки, выявлена площадь зоны возможного заражения аммиаком при разгерметизации (аварии) системы, разработана система контроля уровня загазованности и оповещения об аварийных утечках аммиака в помещении машинного отделения и в пределах конденсаторной площадки, устроены необходимая система вентиляции и пожарная сигнализация станции.

Всероссийская научно-техническая конференция по проблемам безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок

Конференция под названием "О путях модернизации и уменьшения аммиакоемкости аммиачных холодильных установок (АХУ) и первоочередных мерах по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций при их эксплуатации" прошла 2–4 апреля 2002 г. в Московском международном комплексе "Молодежный". Ее организаторами, как и прошлой годней конференции по проблемам безопасности АХУ*, были МЧС России, Госгортехнадзор России и ГУП "Гипрохолод". Однако за истекший год острота этой проблемы не уменьшилась. Сотни действующих холодильников, хладокомбинатов, фабрик мороженого и других предприятий, применяющих аммиак и расположенных в густонаселенных городских районах, все также представляют потенциальную угрозу жизни людей. Нынешняя конференция собрала около 130 представителей от 100 фирм, заинтересованных в решении данной проблемы.

Со вступительным словом к собравшимся обратился начальник Управления по надзору в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности Госгортехнадзора России А.А.Шаталов, который затем в своем докладе остановился на задачах органов государственного надзора в повышении уровня безопасности АХУ и предотвращении аварий. Было отмечено, что Госгортехнадзором в 1997–1999 гг. разработаны правила, согласно которым должен быть введен контроль уровня загазованности на соответствующих объектах, должна разрабатываться документация по размещению аммиачных установок с учетом категории их опасности и т. д. Однако внедрение этих правил тормозится отсутствием средств и технических рекомендаций по их осуществлению.

Выступление заместителя руководителя Департамента предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций МЧС России В.И.Мельникова было посвящено совершенствованию государственного регулирования в области предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС), в частности аварий на АХУ. Для этого принимаются меры по повсеместному внедрению системы декларирования безопасности промышленных объектов, по разработке системы учета риска

возникновения ЧС и созданию прогнозов последствий ЧС. Уже в текущем году Госдумой должен быть рассмотрен в первом чтении Закон "Об обязательном страховании ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасных объектов", который должен заставить руководителей предприятий усилить контроль за состоянием взрывопожароопасного оборудования.

В продолжение темы предупреждения ЧС представитель МЧС Б.В.Бодриков рассказал о разработанных за рубежом методиках оценки риска возникновения ЧС и методологии оценки риска для составления декларации безопасности предприятия. Теоретически этот вопрос достаточно хорошо проработан, но фактически единой методики, пригодной для самостоятельного составления предприятиями деклараций безопасности, пока не существует.

О расчете риска аварий, в том числе на АХУ, по данным вибродиагностирования объекта с помощью мобильного диагностического комплекса "Струна", созданного в Агентстве по мониторингу и прогнозированию ЧС МЧС России, рассказал Г.М.Нигметов. С математическими (вероятностными) методами оценки последствий возможных аварий ознакомил участников конференции А.И.Гражданкин.

Основным направлениям в проектировании АХУ на основе новой техники был посвящен доклад директо-

ра Гипрохолода В.А.Черняка, где, как и в других выступлениях представителей предприятий, научных и проектных организаций, отмечалось, что пути и способы предотвращения опасности, связанной с эксплуатацией АХУ, уже определены. Прежде всего это снижение аммиакоемкости холодильных установок, которое должно стать основным критерием при проектировании новых и реконструкции действующих АХУ.

Необходимо в полном объеме обеспечить предприятия средствами защиты обслуживающего персонала, проводить его обучение действиям в аварийных ситуациях. Каждый объект повышенной опасности должен иметь комплект средств предупреждения аварий.

Для России должен быть определен порог подконтрольности аммиачных установок органам государственного надзора с учетом зарубежного опыта. Вывод из-под контроля Госгортехнадзора аммиачных установок малой емкости будет способствовать переходу на малоаммиакоемкое холодильное оборудование.

О практических возможностях снижения аммиакоемкости холодильных систем на примере холодильной установки ОАО "Айс-Фили" рассказала Н.М.Медникова (ВНИИХ), представившая совместную работу коллектива сотрудников института и ГУП "Гипрохолод".

Примеры работы ГУП "Гипрохолод" по реальному уменьшению количества аммиака на холодильных предприятиях и холодильных станциях привела в своем выступлении и начальник холодно-технологического отдела Т.А.Клименко.

С холодильным компрессорным оборудованием фирмы "Грассо" для аммиачных установок с малой заправкой хладагентом ознакомил участников конференции генеральный директор фирмы "Грассо Рефрижерейшн", ООО О.Борманн.

Снижению аммиакоемкости АХУ при использовании пластинчатых теплообменников было посвящено выступление представителя ОАО

*См. подборку статей по проблемам безопасности эксплуатации аммиачных холодильных установок – ХТ № 7/2001, с.2 – 15.

ренц... лаваль Поток" С.К.Григорьев-
ритители фирмы нашли прак-
е применение в новых отече-
х аммиачных холодильных
х с малой заправкой хлада-
разработанных на Московс-
оде "Компрессор". Об этом
ал главный конструктор заво-
Бершицкий.

З.А.Черняк...
тлениях пр...
й, научных...
й, отмечал...
предотвр...
ной с эксп...
лены. Пре...
миакоемк...
ок, котор...
и критери...
вых и реко...
ХУ.

полном...
ятия сред...
цего пер...
ние дейс...
иях. К...
опаснос...
редств...
быть о...
ьности...
нам го...
учетом...
из-под...
а амми...
ти буде...
а мало...
обору...

кности...
олоди...
"расо...
ХИ), по...
аботу...
тута...
прохо...
о кол...
ых п...
стан...
ии и...
логи...

сор...
есо"...
ой з...
ил...
аль...
ри...

и А...
чат...
ще...
О...

ния АХУ – сосудов, трубопроводов и компрессоров. По результатам исследования более 200 АХУ наибольшая доля дефектов приходится на трубопроводы (90% требуют ремонта и 100% – паспортизации) и компрессоры (ревизия и ремонт необходимы 30% действующего парка). Несомненно, проведение диагностирования значительно увеличивает безопасность эксплуатации АХУ.

Как и на предыдущей конференции, выступления М.Л.Галкина, Л.С.Генеля (ООО "Спектропласт"), В.П.Баранника (МГПУ) были посвящены хладоносителям. Была продолжена дискуссия о применимости теплоносителя "Экосол".

Конкретные технические решения по снижению аммиакоемкости предлагали Е.М.Петров (ПКБ СПбГУ-НиПТ), Е.А.Ротгольц (ЗАО "ОК") и др., а меры, направленные на повышение безопасности АХУ, – В.П.Афонский ("Промхолод"), В.А.Бояркин (ОАО "Орелхолодмаш") и др.

По итогам работы конференции были приняты рекомендации:

- предложить Правительству Москвы разработать общую концепцию

развития холодильной промышленности с учетом особенностей мегаполиса;

- рекомендовать Госгортехнадзору (совместно с институтами холодильного профиля) в течение полугодия представить дополнения и разъяснения к некоторым пунктам действующих нормативных документов и "Правил устройства и безопасной эксплуатации АХУ" (ПБ-09-220-98), где определить с привлечением специалистов МЧС и служб безопасности пути решения проблемы нейтрализации аммиака при его утечках и проливах;

- поручить ГУП "Гипрохолод" проработать предложения для МЧС и Госгортехнадзора России по переводу перерабатывающих предприятий на малоаммиакоемкие аммиачные холодильные системы и децентрализованные системы холодоснабжения;

- рекомендовать предприятиям при реконструкции существующих и проектировании новых АХУ максимально снижать аммиакоемкость холодильной системы путем использования высокоэффективного оборудования, в том числе холодильных установок с промежуточным хладоносителем.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

короморозильные аппараты и туннели
для заморозкипельменей, мясных
полуфабрикатов, сосисок, филе рыбы,
птицы и овощных смесей
Водоохлаждающие установки
Холодильные склады и камеры
Закалка мороженого



YELLOW JACKET (USA)
HV AC&R Service Tools

NEW!

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

СТЕП
группа компаний

**ЦЕНТРАЛЬНЫЕ
КОМПРЕССОРНЫЕ
СТАНЦИИ**

СПЛИТ-СИСТЕМЫ

Охладители жидкостей

Оборудование для быстрого! замораживания
для охлаждения

**Холодильные и
морозильные
камеры**

проекты
"под ключ"

тел./факс: (095) 232-09-53, 232-21-53, 956-25-76
e-mail: stepgrp@online.ru; интернет-адрес: www.stepgroup.ru

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гмиря

Технология быстрого охлаждения молока в условиях работы летних молочных ферм

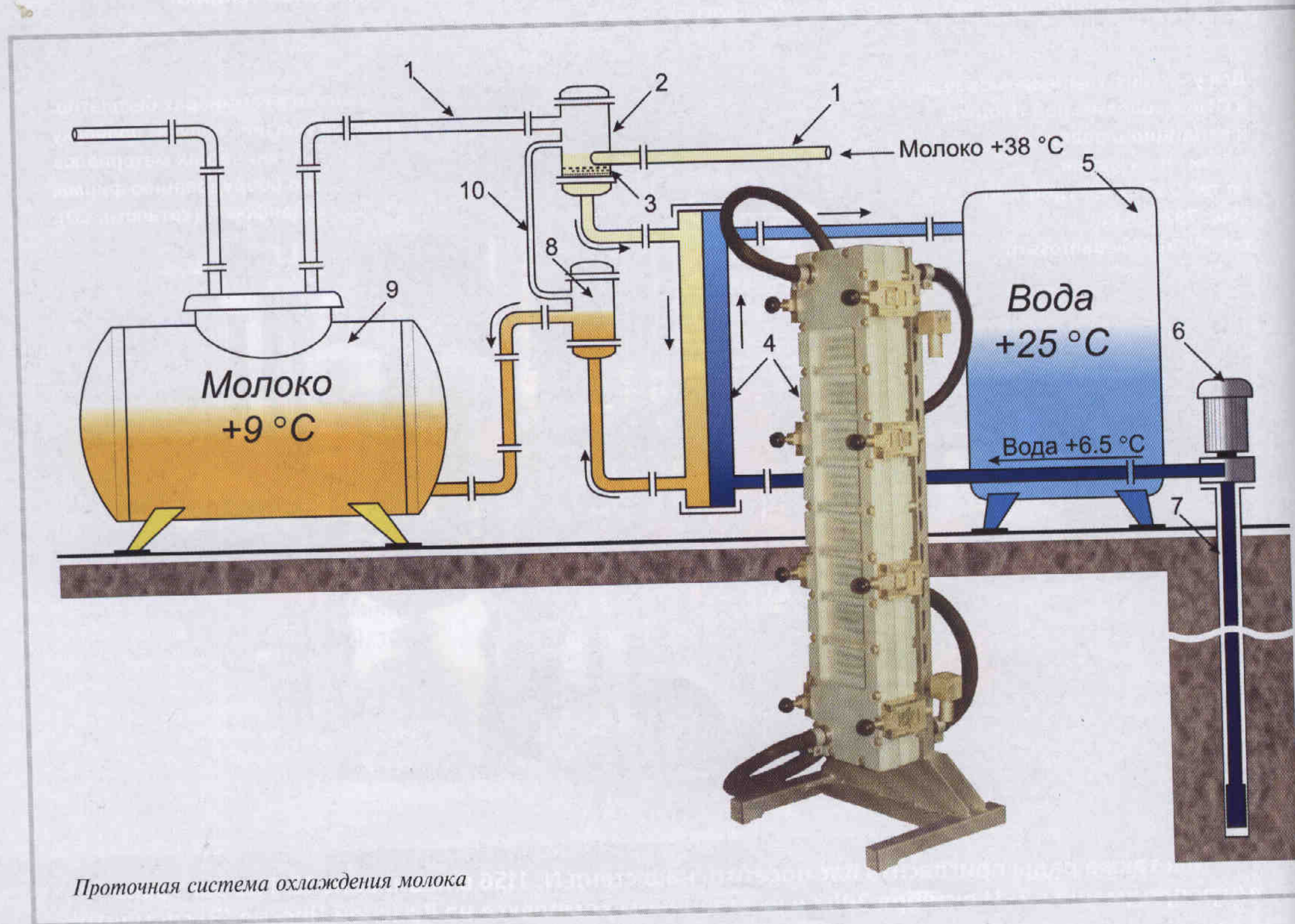
Канд. техн. наук **А.И.УЛИТЕНКО**,
В.А.ПУШКИН

В настоящее время на отечественном рынке ощущается острый недостаток качественного молока [1]. Это обусловлено высокой исходной бактериальной обсемененностью продукта, которая в обычных санитарных условиях при машинном доении коров составляет до $4 \cdot 10^{10} \text{ м}^{-3}$ [2]. Применение традиционных способов первичной обработки молока не приводит к желаемым результатам. Даже при хорошей организации производства молоко в течение длительного времени находится при достаточно высокой температуре, и, как показывает анализ, уже через 2 ч после перекачки в емкость для охлаждения ТОМ-2 ресурс его бактерицидности оказывается израсходованным полностью. Немаловажно и то, что потеря бактерицидности наступает примерно за 1 ч до того, как температура молока достигнет предусмотренного уровня охлаждения 7°C . Поэтому основной и, пожалуй, единственной возможностью со-

хранения высокого качества вырабатываемого молока является его быстрое проточное охлаждение.

Однако для реализации такого способа охлаждения необходимо наличие установок холодопроизводительностью не менее 30 кВт, что примерно в 4 раза превышает холодопроизводительность действующих стационарных установок в сфере непосредственного производства молока. Скорее всего, это, а также отсутствие какой бы то ни было мобильности делают технологию поточного охлаждения молока практически неосуществимой в условиях работы летних ферм непосредственно на пастбищах, несмотря на то, что именно здесь ее применение наиболее эффективно, особенно в случае использования естественного источника холода, что существенно упрощает решение проблемы снижения энергетических затрат.

Таким источником естественного холода и одновре-



менно идеальным хладоносителем может служить вода с температурой порядка 6,5 °С, залегающая на глубине около 10 м. Высокая удельная теплоемкость и относительная доступность воды в местах расположения летних пастбищ позволяют создавать компактные и эффективные проточные охладители. Их можно использовать на любых этапах первичной обработки молока, однако наибольшего эффекта следует ожидать при непосредственном соединении системы охлаждения с магистралью молокопровода доильной установки (см. рисунок).

Предлагаемая система охлаждения [3] состоит из высокоэффективного легкоразборного теплообменника 4 и скважины малой производительности 7, расположенной в непосредственной близости от летней фермы. Кроме того, в состав системы охлаждения входят накопитель подогретой питьевой воды 5, расширитель 2 с фильтрами механической очистки молока 3 и стабилизатор потока 8, соединенный с расширителем обводным вакуум-проводом 10. Система также включает вакуумную магистраль молокопровода 1 и теплоизолированную накопительную емкость для молока 9, которые одновременно служат составными элементами доильной установки.

Принцип действия проточного охладителя заключается в следующем. Парное молоко, поступающее по вакуумной магистрали молокопровода доильной установки 1, попадает в расширитель 2 и далее, пройдя через фильтры механической очистки 3, под действием собственного гидростатического напора подается во внутренний контур жидкостного теплообменника 4. В процессе взаимодействия с холодной водой, циркулирующей во внешнем контуре теплообменника, молоко охлаждается, после чего поступает в стабилизатор потока 8 и затем сливается в теплоизолированную накопительную емкость 9, где продолжает оставаться до окончания процесса доения коров.

Наличие расширителя 2 обеспечивает отделение молока от паровоздушной смеси и его отвод в теплообменник 4 без изменения пропускной способности магистрали доильной установки. Подключение патрубка на выходе теплообменника 4 к накопительной емкости молока 9 через стабилизатор потока 8 делает подачу молока в емкость не зависящей от степени ее заполнения. Обводной вакуум-провод 10 предназначен для выравнивания остаточных давлений на входе и выходе внутреннего контура теплообменника 4.

Используемая для охлаждения вода извлекается из скважины малой производительности 7 с глубиной бурения 10...15 м. Подъем воды и ее нагнетание во внешний контур теплообменника осуществляются с помощью бытового центробежного насоса 6 потребляемой мощностью не более 750 Вт. Других энергетических затрат на обеспечение проточного охлаждения парного молока не требуется.

Накопительная емкость воды 5, подключенная к выходу внешнего контура теплообменника 4, предназначена для сбора отработанной подогретой воды, которая в дальнейшем используется для проведения различных

гигиенических мероприятий, связанных с эксплуатацией летних молочно-товарных ферм.

Для оценки возможного уровня охлаждения молока достаточно воспользоваться законом сохранения энергии, уравнениями для расчета теплопередачи и среднелогарифмического температурного напора в теплообменнике [4]. Поскольку значения начальных температур парного молока и охлаждающей воды заданы, то из совместного решения указанных уравнений несложно получить выражение для конечной температуры молока (°С):

$$t_m = 6,5 + \frac{31,5 \left(1 - \frac{c_m \dot{m}_m}{c_b \dot{m}_b} \right)}{\exp \left[\frac{kF}{c_m \dot{m}_m} \left(1 - \frac{c_m \dot{m}_m}{c_b \dot{m}_b} \right) \right] - \frac{c_m \dot{m}_m}{c_b \dot{m}_b}},$$

где t , c и m — температура, удельная теплоемкость и массовый расход жидкостей;

k — коэффициент теплопередачи;

F — площадь поверхности теплообмена.

Индексы «м» и «в» относятся соответственно к молоку и воде.

Как следует из приведенного соотношения, максимальный уровень охлаждения молока сильно зависит от параметра эффективности теплообменника (kF) и соотношения массовых расходов молока и воды в системе. Теоретически он слегка превышает 7 °С. Во избежание нежелательного подогрева воды до поступления в теплообменник ее следует подавать без предварительного накопления. В то же время вполне очевидно, что реализация такого уровня охлаждения потребует значительных массовых расходов охлаждающей воды, а также больших и хорошо развитых поверхностей теплообмена. Поэтому, исходя из чисто технических соображений, предельный уровень охлаждения целесообразно ограничить температурой 9 °С (в соответствии с ГОСТ 13264–70 температура молока первого сорта охлажденного не должна превышать 10 °С), что, как показывает опыт эксплуатации проточных охладителей, обеспечивает продолжительность бактерицидной фазы более 24 ч.

Обработанное по такой технологии молоко охлаждается практически сразу же после истечения его из вымени. Благодаря этому оно переходит на более высокую ступень качества по сравнению с молоком, обработанным по традиционной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегтерев Г.П. Качество молока в зависимости от санитарного состояния доильного оборудования // Молочная промышленность. 2000. № 5.
2. Молоко / Под общ. ред. Р.Б. Давидова. — М.: Колос, 1969.
3. Пат. 2160986 РФ. Способ охлаждения молока и устройство для его осуществления / А. И. Улитенко. Опубл. в БИ № 36 27.12.2000.
4. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров. — М.: Атомиздат, 1979.



Новые холодильные машины

По установившейся традиции ежегодно в 9-м номере журнала «Холодильная техника» мы знакомим читателей с новинками оборудования компании YORK International

Холодильная машина со спиральными компрессорами YCAL

В четвертом квартале 2002 г. компания YORK International начинает выпуск четырех новых моделей холодильной машины YCAL-B (дополнительно к уже известным пяти), YCAL – холодильная машина (ХМ) на базе спиральных компрессоров с воздушными конденсаторами. Теперь диапазон холодопроизводительности этих машин составляет от 141 до 360 кВт. Все восемь моделей предназначены для установки на открытом воздухе. В качестве хладагента в них используется как вода, так и раствор этиленгликоля.

ХМ на базе спиральных компрессоров исключительно надежны. В конструкции компрессора почти отсутствуют движущиеся или трущиеся детали, что существенно увеличивает срок его службы. В состав всех моделей входят два независимых холодильных контура и от 4 до 6 компрессоров. Для качественного регулирования холодопроизводительности, в том числе при работе в режиме неполной нагрузки все ХМ снабжены электронным терморегулирующим вентилем.

Относительно большое количество одновременно работающих компрессоров не создает проблем с шумом. По отдельному заказу каждый компрессор комплектуется специальным двухслойным звуковиброгасящим кожухом. Возможность уменьшения скорости вращения электродвигателя вентилятора также способствует снижению шума. Модели большой производительности (270...360 кВт) могут комплектоваться двухскоростными вентиляторами. Уровни звукового давления у таких ХМ на расстоянии 10 м составляют 56 дБ(А) для низкой скорости вращения и 61 дБ(А) для высокой скорости вращения вентиляторов.

Помимо акустических кожухов и двухскоростных вентиляторов имеется возможность снабдить ХМ устройствами для мягкого запуска компрессоров и для работы при низких наружных температурах (до -18°C), двойной изоляцией испарителя толщиной 38 мм. Ламели конденсатора могут быть изготовлены из меди или иметь специальное защитное покрытие, что особенно важно при работе в агрессивных средах.

Система управления YCAL (пульт электропитания и контроля) размещена в специальном шкафу атмосферозащищенного исполнения и крепится непосредственно к станине ХМ. Кроме стандартных функций измерения параметров, управления и контроля система управления обеспечивает: подсоединение к общей системе управления зданием; возможность выбора одного из пяти языков, на котором информация будет поступать на жидкокристаллический дисплей; возможность

дистанционного управления ХМ. Система автоматики может управлять процессом параллельной работы до восьми ХМ.

На сегодняшний день компания YORK International является общепризнанным лидером в области производства ХМ на основе спиральных компрессоров большой мощности. Сейчас проходят испытания тепловых насосов на основе спиральных компрессоров. Выпуск этой новой продукции ожидается в следующем году.

Винтовая холодильная машина с водяным конденсатором YR

В 2002 г. на французском заводе фирмы YORK в г. Нанте начато производство винтовых ХМ нового поколения. При различных комбинациях компрессоров, электродвигателей, испарителей и конденсаторов диапазон холодопроизводительности новых машин может быть расширен от 700 до 1830 кВт.

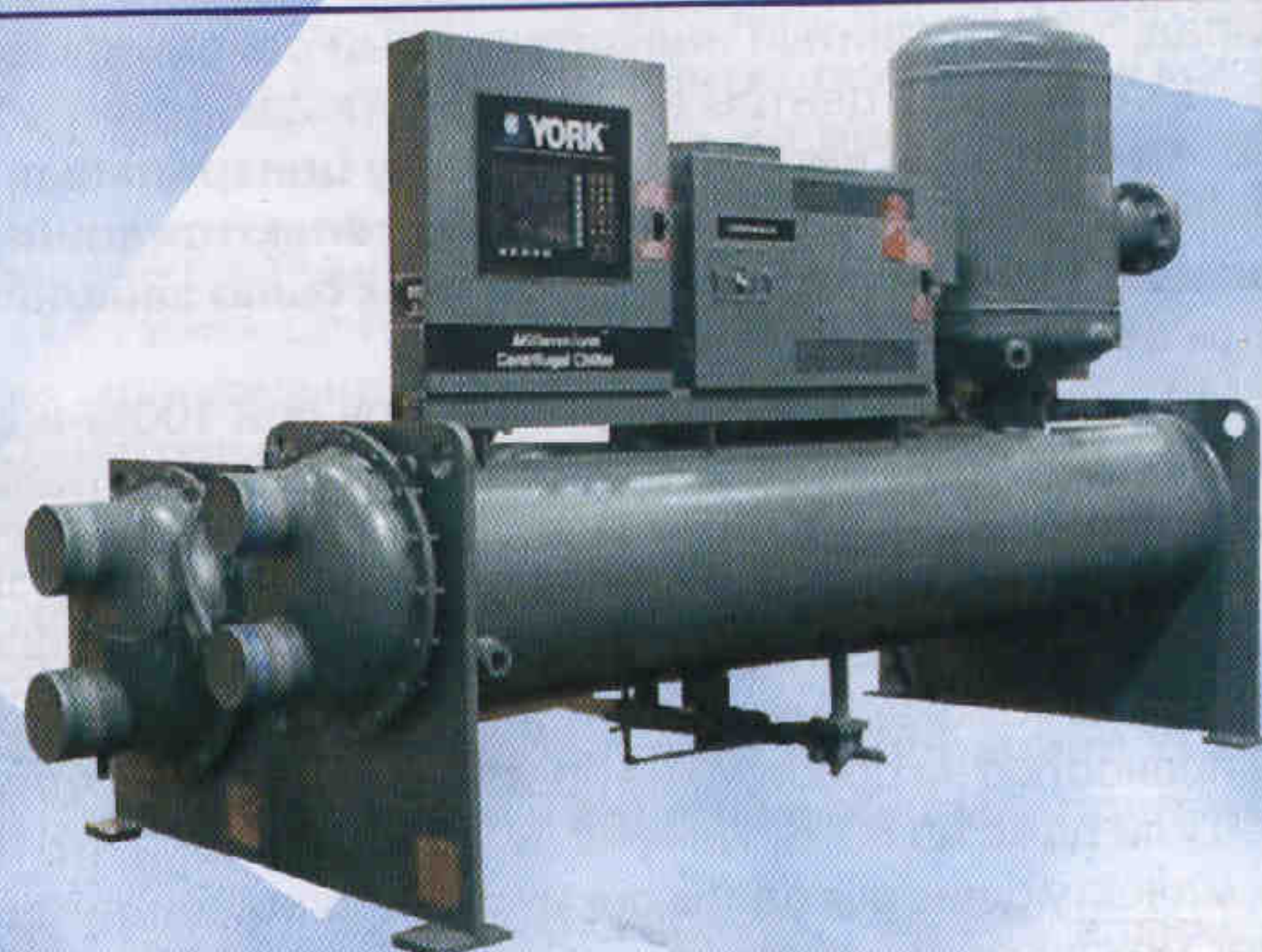
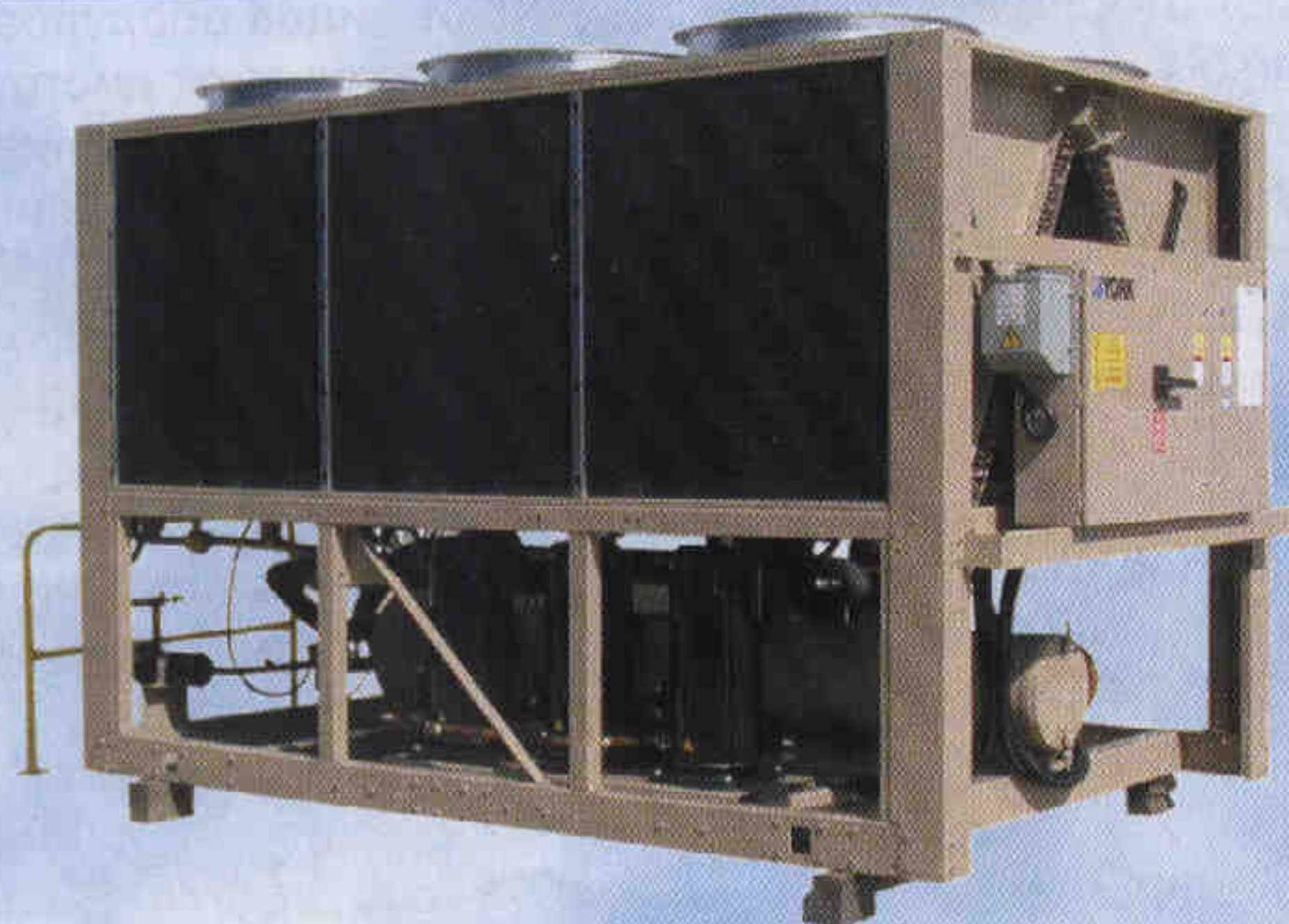
Машина поставляется в виде моноблока – испаритель, конденсатор, мотор-компрессор, переохладитель, маслоотделитель, система смазки, компьютерная графическая панель управления Optiview, а также все внутренние электрические и гидравлические соединения. В стандартном исполнении ХМ поставляется с полной заправкой R134a и маслом.

Машина YR оснащена двухроторным винтовым компрессором (типоразмеры от T0 до T5), разработанным в соответствии с требованиями к компрессорам, применяемым в системах промышленного холода, что обеспечивает высокую надежность, длительный срок службы и энергетическую эффективность. Частота вращения ротора 2975 об/мин. Положение роторов обеспечивается двумя системами подшипников – радиальной и осевой, гарантирующими постоянство зазоров в течение всего срока службы. На нагнетательной стороне компрессора в его корпусе установлен обратный клапан, предотвращающий вращение роторов в противоположную сторону. (Это возможно при возникновении обратного перепада давлений, когда машина не работает.) Компрессор выполнен полугерметичным, т.е. мотор жестко присоединен к компрессору через фланец и охлаждается потоком всасываемого фреона. Корпус компрессора рассчитан на рабочее давление 16,2 бар и испытан при давлении 37,5 бар.

Холодопроизводительность машины YR плавно регулируется в диапазоне от 25 до 100 % с помощью золотникового клапана, перемещаемого давлением масла, задаваемым с помощью внешнего соленоидного клапана, который управляется, в свою очередь, контрольной панелью Optiview.

ХМ может быть оснащена компактным тиристорным пускателем, существенно снижающим пусковой ток и размещаемым непосредственно на машине.

Основной масляный резервуар расположен в маслоотде-



лителе. В компрессоре также есть свой масляный резервуар, расположенный над подшипниками роторов, обеспечивающий подачу масла при пуске или в случае перебоев с электропитанием.

Конденсатор и испаритель – затопленного типа (кипение и конденсация в межтрубном пространстве). Обечайки, трубные доски и промежуточные опоры выполнены из углеродистой стали. Рабочее давление на фреоновой стороне 16,2 бар (испытательное 37,5 бар), на водяной стороне 10 бар (20 бар как опция). В теплообменниках применены медные трубки диаметром 19 мм с интенсификаторами теплообмена, которые могут быть заменены по одной в случае необходимости.

ХМ оснащена двухходовым регулирующим вентилем с пропорциональным приводом, управляемым компьютерной контрольной панелью Optiview. Алгоритм управления может быть изменен, поэтому ХМ будет гарантированно надежно работать в широчайшем диапазоне режимных параметров.

Панель управления нового поколения Optiview оснащена цветным жидкокристаллическим дисплеем с диагональю 26 см. Рядом с дисплеем на панели расположены «мягкие» пленочные кнопки, с помощью которых можно отобразить один из более чем 40 «экранов», отражающих состояние ХМ, либо тех или иных ее компонентов, а также поменять уставки. Панель Optiview демонстрирует анимированные картинки рассматриваемых агрегатов и может наглядно в графическом виде представить записи значений режимных параметров за длительный период времени.

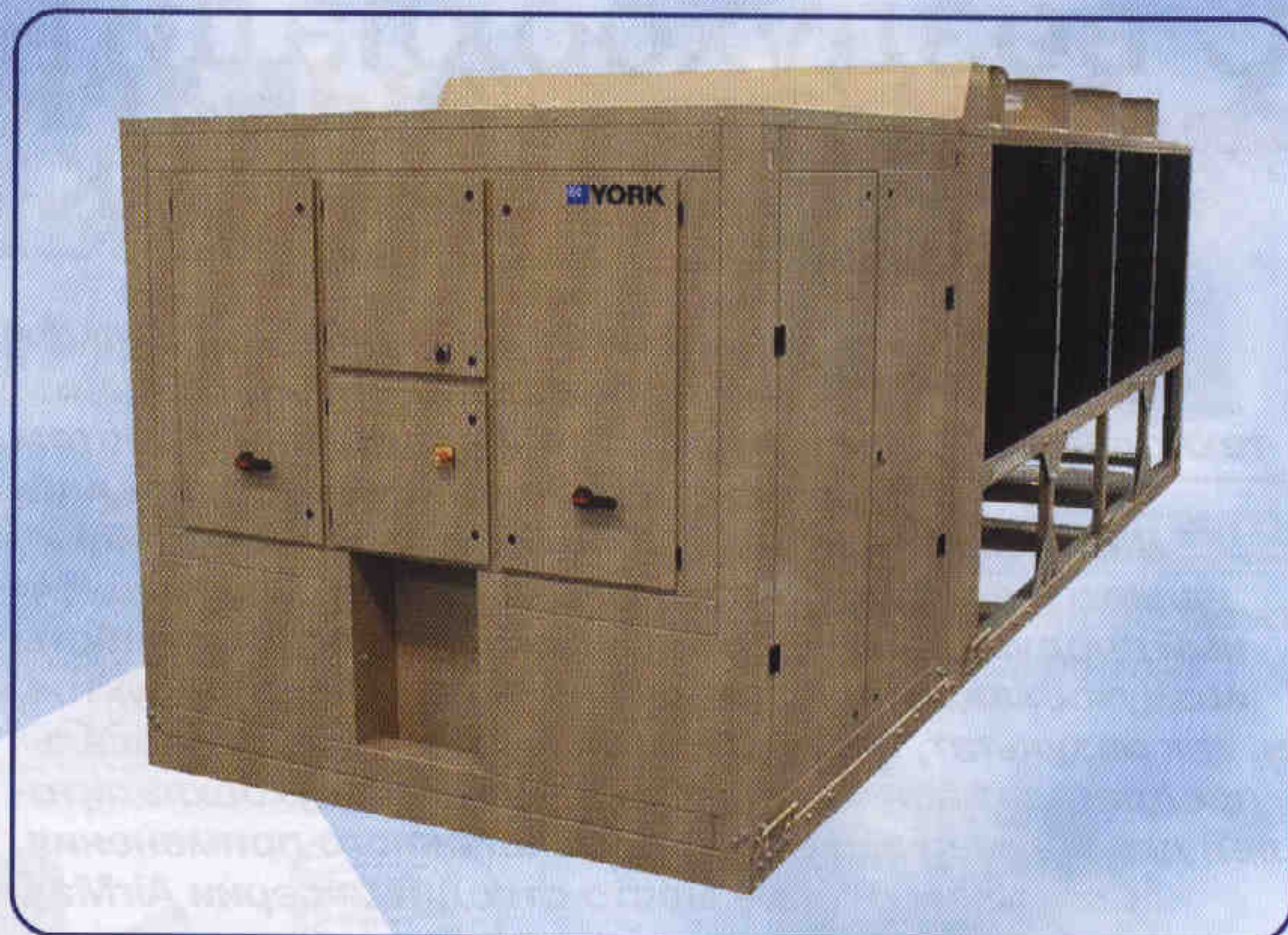
Расчетные режимы (например, температура воды в конденсаторе 27...32 °С, соответствующая для Москвы температуре влажного термометра 20 °С) реально занимают лишь 1–3 % от всего времени работы машины. Подавляющую часть времени машина работает при частичных нагрузках и при более низких температурах воды в конденсаторе. Это означает, что затраты на эксплуатацию ХМ определяются не самой жаркой погодой, а реальными погодными условиями для той или иной местности. ХМ YR отличается тем, что может работать при поступлении на конденсатор очень холодной воды (13...14 °С). В этом случае при нагрузке около 50 % холодильный коэффициент ХМ составляет около 8,5. В среднем это позволяет экономить 25–30 % электроэнергии в течение года.

Общее количество возможных комбинаций компонентов ХМ (испарителей, конденсаторов, компрессоров и электродвигателей) очень велико, поэтому для точного соответствия данным проекта ХМ подбираются на компьютере. Программа подбора сертифицирована в Американском институте охлаждения согласно стандарту ARI 550/990 на соответствие расчетных данных реальным показателям оборудования, поэтому любой заказчик может быть уверен, что примененная им ХМ YR выдаст те самые данные, которые были в компьютерном подборе.

Тепловой насос YRHP

В результате обширных исследований по оптимальному использованию озоноберегающей технологии и создания супернизкошумного агрегата в 2002 г. на европейском рынке состоялась презентация нового теплового насоса (ТН) серии YRHP, работающего на озонобезопасном хладагенте R407C. Эта поршневая машина с воздушным конденсатором, применяемая для систем кондиционирования воздуха жилых, административных и промышленных зданий, обеспечивает требуемую холодопроизводительность при максимальной энергоэффективности, точном регулировании температуры хладагителя и очень низком уровне шума.

Выпускается 6 моделей теплового насоса серии YRHP, предназначенных для охлаждения (нагрева) воды или водно-гликолевой смеси. Они способны работать в диапазоне холодопроизводительности (теплопроизводительности) от 314 (292) до 632 (605) кВт.



ТН серии YRHP отличаются высокими эксплуатационными характеристиками, оснащены двумя полугерметичными поршневыми компрессорами и имеют два независимых контура охлаждения, что обеспечивает 50%-ное резервирование. ТН снабжены микропроцессорным пультом управления с возможностью выхода на центральный диспетчерский пульт или персональный компьютер. Теплоизолированный испаритель с обогревом и специальная система оттаивания воздушного конденсатора, позволяют машине работать в режиме теплового насоса при температуре окружающей среды до –12 °С.

Особенность серии YRHP – супернизкий уровень шума. Все компоненты – компрессоры, клапаны, трубопроводы и основная часть испарительного теплообменника – находятся в акустически изолированном контейнере. Высокоэффективные вентиляторы с очень низким уровнем шума оснащены двухскоростными электродвигателями. Звуковое давление на расстоянии 10 м при высокой скорости составляет 60 дБ(А) и при низкой – 55 дБ(А). Как правило, вентиляторы конденсатора работают на низкой скорости в ночное время, или если температура окружающей среды не превышает 30 °С.

* * *

Как сообщалось ранее, YORK International стал первой иностранной компанией, начавшей производство в России установок для кондиционирования воздуха. Два года назад в августе 2000 г. в Москве (Зеленограде) был открыт завод по производству центральных кондиционеров. В настоящее время на заводе выпускаются установки кондиционирования воздуха YORK с широким набором комплектующих элементов в полностью герметичном теплоизолированном корпусе, которые характеризуются отличными акустическими характеристиками. Установки соответствуют самому высокому стандарту качества и могут быть использованы для самых различных целей.

Программа развития производства направлена на постоянное усовершенствование технологических процессов с целью удовлетворения потребностей заказчиков путем качественного исполнения сборки квалифицированными специалистами.

В процессе конструирования установок кондиционирования используется уникальная компьютерная программа, учитывающая специальные требования к рабочим параметрам и характеристикам установок, а также осуществляющая оптимальный подбор основных секций и элементов, отвечающих конкретным условиям применения при минимальной стоимости оборудования. С помощью программы можно получить всю необходимую техническую и графическую информацию, которая в дальнейшем может быть использована в производственном процессе.

С воздухоохладителями AirMax – к вершинам бизнеса

Международный промышленный концерн «Альфа Лаваль» – один из мировых лидеров в создании технологий и в производстве оборудования и систем для холодильных отраслей.

Важнейшей частью любой холодильной установки является воздухоохладитель, который выдает конечный продукт работы всей системы – холод. От работы воздухоохладителя зависят и сохранность продуктов, и, как результат, коммерческая выгода. «Альфа Лаваль» предлагает своим клиентам 9 типов воздухоохладителей для коммерческого и промышленного применения. Среди них особое место отводится серии AirMax.

Созданные для применения в холодильных и морозильных камерах объемом от 200 до 5000 м³, эти воздухоохладители обеспечивают холодопроизводительность 6...210 кВт и работают при температурах -40...+30 °С. Существуют модификации AirMax с непосредственным кипением хладагента, а также с использованием промежуточного хладоносителя (рассола).

Большая гамма типоразмеров теплообменников, 4 варианта диаметров вентиляторов и многообразие шагов оребрения (4,5; 6; 7,5; 8,5; 10; 12 мм) позволяют концерну «Альфа Лаваль» предлагать широчайший выбор воздухоохладителей для холодильной промышленности (150 стандартных моделей непосредственного кипения и 168 стандартных моделей для рассольных систем).

Высокоэффективный теплообмен

Теплообменник, сконструированный с применением новейших технологий «Альфа Лаваль», позволяет добиваться исключительно высокой эффективности теплопередачи. Усовершенствованная геометрия ребер (специальный профиль) и внутреннее оребрение труб позволили увеличить коэффициент теплопередачи на 20 %. При этом внутреннее оребрение гарантирует превосходный возврат масла в компрессор при любой схеме работы. Трубы теплообменников для фреонов изготавливают из меди (диаметр 12 мм), для аммиака и рассола – из стали (диаметр 16 мм).

Анодированная стальная рама в комбинации с алюминиевым корпусом со специальным покрытием для применения на объектах с повышенными санитарными требованиями является лучшим решением для обеспечения необходимой жесткости и оптимальной массы воздухоохладителя.

Поддон для сбора и слива конденсата изготовлен из двойного металлического листа. Все части крепятся к раме болтами и винтами из нержавеющей стали.

Низкий уровень шума и малое потребление энергии

В своих изделиях «Альфа Лаваль» использует комплектующие только самого высокого качества. Это вентиляторы четырех типоразмеров: диаметрами 400 и 500 мм с трехфазным электродвигателем (4/4-полюсный 400 В, 50/60 Гц), а так-

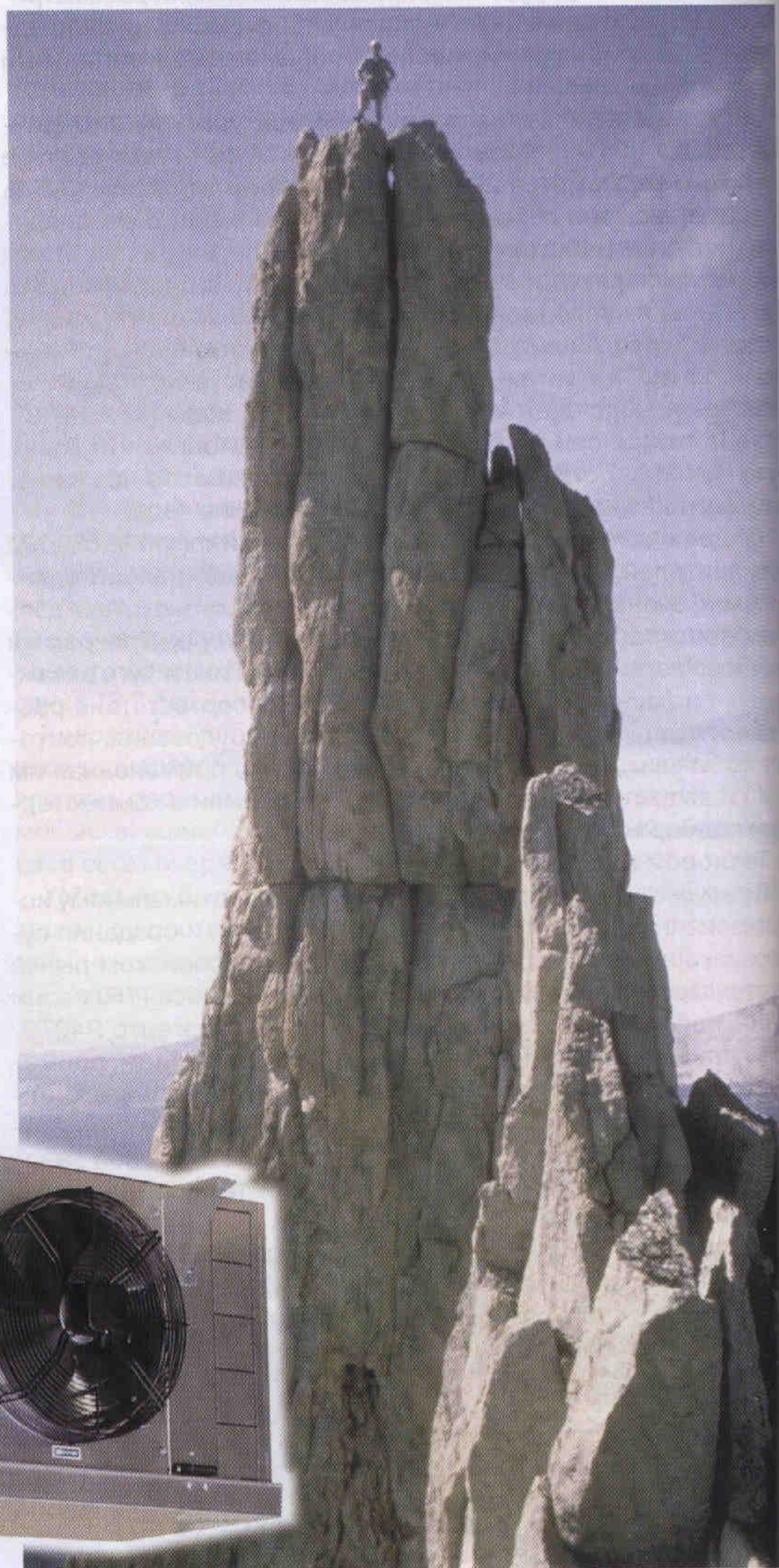
же 560 и 630 мм с трехфазным электродвигателем (4-полюсный 230/400 В, 50/60 Гц). Защиту электродвигателей от перегрева обеспечивают термисторы.

По желанию клиента воздухоохладитель комплектуется дополнительными аксессуарами (адаптер для установки воздухопроводов на вентилятор и др.) и может поставляться в различных модификациях (с обогревом вентилятора, в исполнении из нержавеющей стали и т.п.).

Эффективность конструкторских решений, исключительное качество сборки, высокие технические характеристики и экономическая выгодность воздухоохладителей серии **AirMax** «Альфа Лаваль» подтверждены сертификатом Eurovent, что делает это оборудование оптимальным решением для десятков применений в холодильных отраслях.

ОАО «Альфа Лаваль Поток»

Россия, Московская обл., г. Королёв, ул. Советская, 73.
Телефон (095) 232 1250. Телефакс (095) 232 2573





Некоторые особенности применения компрессоров и агрегатов АО «Холодмаш»

Современные герметичные компрессоры серии Р могут быть использованы в любом самом современном холодильном оборудовании.

Компрессоры с описанным объемом 10 см^3 за оборот коленвала (марки RGP10AB, RGP10BB, RGP10CB, RGP10FB, RGP10PB, RGP10TB) пригодны для бытовых холодильников, но, конечно, их можно использовать и в торговом оборудовании.

Группа компрессоров универсального назначения, предназначенных для работы на R134a (RGP12, RGP14, RGP16), может использоваться в самых различных торговых холодильных установках, в том числе и для замены компрессоров, работающих на R12. Компрессоры на R404A (RMP10, RMP12 и RMP14) предназначены, с одной стороны, для низкотемпературных установок (диапазон температур $-40 \dots -10^\circ\text{C}$), с другой — для расширенного (в сторону плюсовых температур) среднетемпературного режима. Следует отметить, что размеры присоединительных патрубков могут быть изменены по договоренности.

Компрессоры серии Р поставляются в комплекте с пускозащитной аппаратурой (соответственно схеме подключения пусковой обмотки — см. статью И.Н.Береговича в ХТ № 8/2001) и с амортизаторами.

Компрессоры традиционного типа предназначены в основном для комплектации выпускаемых заводом холодильных агрегатов, но могут быть поставлены и самостоятельно для замены неисправных компрессоров в ремонтируемых агрегатах.

Экранированные компрессоры КСэ и КНэ как менее чувствительные к продуктам сгорания обмоток и влажности могут быть рекомендованы для установки в старые, длительно работавшие системы. Компрессоры КС 630 (2), КС 800 (2) и КС 1000 (2), а также КН 450 (2) и КН 630 (2) как трех-, так и однофазные давно применяются и хорошо себя зарекомендовали в торговом холодильном оборудовании. Компрессоры большей производительности

рекомендуются для различных холодильных камер.

Первые 15 холодильных агрегатов, приведенные в статье «АО «Холодмаш»: холодильные компрессоры и агрегаты» в табл. 3 (см. ХТ № 8/2002), предназначены для торгового холодильного оборудования, устанавливаемого в торговых залах. Как уже указывалось, для первых шести моделей, созданных на базе компрессоров серии Р, имеется возможность широкой вариации присоединительных размеров и состава агрегата. Но и прочие агрегаты по отдельным договорам могут быть поставлены в нестандартном исполнении. Все сказанное относится и к герметичным низкотемпературным агрегатам. Более крупные агрегаты (холодопроизводительностью 1600 Вт и выше) предназначены для холодильных камер как разборных, так и стационарных.

Требования к холодильным системам

Кроме компрессора (агрегата) в холодильную систему входит еще ряд комплектующих, а также трубопроводы, приборы регулирования и автоматики. Хладагент в процессе эксплуатации многократно проходит по этой системе, поэтому к ней предъявляются весьма высокие требования.

➤ *Чистота внутренних поверхностей.* Все внутренние поверхности компонентов системы, трубопроводов и т.д. должны быть очищены от загрязнений, стружки, окалины, абразивных частиц, нефтепродуктов и других жиров, краски, химикатов, кислот, щелочей и т.п. Допускаемая величина остаточных загрязнений составляет (для средних торговых холодильных систем) не более 100 мг. При этом промывка системы кислотными и щелочными растворами недопустима.

Во избежание появления окалины на внутренних поверхностях при пайке соединений внутренние полости системы должны быть освобождены от воздуха и заполнены инертным газом.

➤ *Осушка (дегидратация).* Внутренние полости и поверхности системы должны быть тщательно осушены, например,

продувкой горячего воздуха (температура точки росы не выше -60°C). Критерием достаточности осушки является температура точки росы выходящего после 5-минутной выдержки воздуха не выше -50°C . Система не должна иметь застойных зон и карманов, где могла бы оставаться вода. Осушенную систему нужно немедленно заглушить, время пребывания осушенной системы открытой (например, при монтаже компрессора) — не более 0,5 мин.

➤ *Герметичность.* Все составные части системы и места соединений должны быть герметичны. Допустимая утечка через одно соединение не более $3,192 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$.

➤ *Удаление воздуха (вакуумирование).* Воздух из холодильной системы должен быть удален, поскольку с течением времени наличие кислорода приводит к появлению кислот и окислов, разрушающих обмотку двигателя и отрицательно влияющих на другие узлы. Система вакуумируется вакуум-насосом до остаточного давления не выше 0,0133 кПа (0,1 мм рт. ст.), после чего должна быть надежно заглушена.

Необходимо особо указать, что все составные части холодильной машины должны быть подготовлены, очищены, осушены до начала монтажа. Надо определиться с местом расположения основных узлов и приборов, подготовить средства крепления и необходимый крепеж, ориентируясь на места расположения этих узлов, заранее изготовить соединительные трубопроводы: выполнить резку, гибку, очистку концов от стружки и заусенцев, развальцовку (если требуется), даже произвести контрольную «подборку» (без вскрытия заглушенных соединений), чтобы при монтаже ничего не гнуть, не резать и не вальцевать, а собирать систему из готовых деталей и узлов.

Если составные части системы в подготовленном и заглушенном виде хранились на складе в холодное время года, их следует заранее за несколько часов доставить в помещение, где будет производиться монтаж, чтобы их температура стала равной температуре помещения.

Российский рынок вспененных теплоизоляционных материалов

Б.С.УХОВ,
директор компании «ИЗБА»

В настоящее время для инженерных коммуникаций представлено на российском рынке теплоизоляционных материалов значительное количество их производителей и марок. В основном это материалы на основе вспененных каучука или полиэтилена. Практически все рассматриваемые марки материалов имеют общее окончание – флекс (от англ. flexible – гибкий) и достаточно созвучные названия. Поэтому потребители часто выбирают не те материалы, которые им требуются по техническим параметрам и условиям применения, а первый попавшийся «-флекс», который им предложат. Однако предлагаемые теплоизоляционные материалы имеют разные технические показатели, качество и области применения.

В данном обзоре мы попытаемся облегчить потребителям задачу выбора теплоизоляционных материалов, дав сравнение основных представленных на рынке групп материалов по их техническим показателям. Мы рассмотрим наиболее распространенные марки, оставив за рамками статьи ту продукцию, которая периодически появляется в России, не оказывая существенно-го влияния на положение рынка в целом.

Основными марками теплоизоляционных материалов, предлагаемых в России, являются:

- K-Flex (итальянская компания L'Isolante K-Flex);
- Armaflex (немецкая компания Armacell);
- Rubaflex (французская компания Ysolis);
- Thermaflex (голландская компания Thermaflex);
- Энергофлекс (российская компания «ЛИТ»).

Необходимо сразу же уточнить, что в рамках приведенных торговых марок материалы подразделяются на подгруппы. Однако цель данного обзора – дать лишь общую картину рынка теплоизоляционных материалов. Более детальную информацию вы можете получить, связавшись с автором статьи.

Вышеназванные материалы можно подразделить на два основных типа – это изоляция из вспененного каучука (K-Flex, Armaflex, Rubaflex) и изоляция из вспененно-

го полиэтилена (Энергофлекс и Thermaflex). Такое деление помимо способа производства определяет также и области применения материалов. Так, изоляция из вспененного каучука может применяться как в отопительных системах, где температура носителя выше температуры окружающей среды, так и в холодильных системах, где температура носителя ниже температуры окружающей среды и требуется защита от образования конденсата. Изоляция же из вспененного полиэтилена может применяться только в отопительных системах (более подробную информацию об этом см. в [1,2]). Здесь кроется первая ошибка потребителей, выбирающих для изоляции холодильных систем полиэтилен, который обычно дешевле каучука (хотя и не всегда). Экономия на материале приводит в дальнейшем к значительным затра-

там, существенно превышающим стоимость использования изоляции из каучука с самого начала.

Области применения каучуковых и полиэтиленовых материалов подробно описаны в указанной литературе, поэтому ограничимся только сравнением технических характеристик исследуемой продукции и их достоверности. Сразу оговоримся, что сравнение проводилось по имеющимся у авторов копиям протоколов испытаний и по технической литературе.

Как известно, основными параметрами, по которым выбирается теплоизоляция, являются теплопроводность λ , сопротивление проникновению влаги (μ -фактор), температура применения, способность сопротивляться воздействию огня и легальность, т.е. в нашем случае сертификация.

Сравнение основных теплоизоляционных материалов по первым трем позициям дано в табл. 1, по способности сопротивляться воздействию огня – в табл. 2.

Из табл. 1 и 2 видно, что наилучший из каучуковых материалов – K-Flex. Материалы этой группы по совокупности параметров являются лидерами среди гибких изоляций и могут обеспечить потребителю именно те свойства, которые ему необходимы (отметим еще раз, что полиэтиленовые материалы могут

Таблица 1

Материал	λ , Вт/(м·К)	μ -фактор	Температура применения, °С	Независимый контроль параметров**
K-Flex	0,035	> 7000	116 (175)	+
Armaflex	0,038	> 3000	105 (150)	-/+
Rubaflex	0,034	> 7000*	116	+
Энергофлекс	0,033	—	100	—
Thermaflex***	0,038	—	95	—

*В распоряжении автора имеются копии независимых испытаний Istituto Di Ricerche e Collaudi, где данный параметр более чем на порядок (!) ниже заявленного производителем. В случае применения на холодильных системах это может оказать большое влияние на образование конденсата и, как следствие, на технологический процесс.

**Подробнее об этом см. [3].

***Некоторые производители полиэтилена публикуют значение μ -фактора для своих материалов, однако мы это не рассматриваем, так как данный параметр имеет значение в основном для холодильных систем, а мы договорились о том, что полиэтиленовые материалы для холодильных систем не применяются.

Таблица 2

Материал	Группа горючести	Температура дымовых газов, °C	Повреждение по массе, %	Время самостоятельного горения, с
K-Flex	Г1	103	6,3	0
Armaflex	Г1(Г2)	104(125)	18–27	0
Rubaflex	Г2	125	26	13(!)
Энергофлекс	Г2	93	30	0
Thermaflex	Г2	101	18	13

Таблица 3

Материал	Сертификат пожарной безопасности	Гигиенические сертификаты	Сертификат соответствия Госстроя РФ	Разрешение Госгортехнадзора	Другое*
K-Flex	+	+	+	+	+
Armaflex	+/-	+/-	-	-	-
Rubaflex	+	+	-	-	-
Энергофлекс	+	+	-	-	+
Thermaflex	+	+	+	-	-

*В другое входит, например, сертификат Морского Регистра РФ для K-Flex или российское производство для энергофлекса (более подробно об этом можно узнать у автора).

применяться только в отопительных системах).

Весьма важным фактором при выборе теплоизоляционных материалов является также их сертификация в России. О сертификации материалов за рубежом подробно рассказано в [3], ситуация же в нашей стране приведена в табл. 3.

И здесь среди каучуковых мате-

риалов лидерство принадлежит K-Flex.

Таким образом, очевидно, что, несмотря на большое количество марок теплоизоляционных материалов с окончанием «-флекс», фактически потребитель получает качественные характеристики только в том случае, если выбирает K-Flex.

Мы гарантируем заказчику высо-

кий уровень сервиса и наличие широкого ассортимента материалов K-Flex на наших складах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ухов Б.С., Шведов Ф.В. Сравнительная характеристика теплоизоляционных материалов для холодильных систем//Холодильная техника. 1997. № 3.

2. Ухов Б.С. Каучук и полиэтилен – в чем разница//Промышленное и строительное обозрение СПб. (56) 2001. № 6.

3. Ухов Б.С. Сертификация вспененных теплоизоляционных материалов в Европе – ГиТек № 2 (6), 2001.

Компания «ИЗБА» – крупнейший в России и СНГ дистрибьютор теплоизоляционных материалов производства L'Isolante K-Flex.

Наши координаты:

Тел. (095) 105-7722,
факс (095) 363-9043,
e-mail: uhov@izbagroup.ru,
office@izbagroup.ru
Наш сайт в Интернете:
www.izbagroup.ru



ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ K-FLEX для инженерных коммуникаций

- Компетентная техническая поддержка
- Теплотехнические расчеты
- Консультации проектным организациям
- Квалифицированная подготовка монтажников



ПОМОГАЕМ
СОЗДАВАТЬ
СОВЕРШЕННЫЕ СИСТЕМЫ

тел. 105 7722
www.izbagroup.ru

VIII Международный симпозиум в Санкт-Петербурге «Потребители–производители компрессоров и компрессорного оборудования»

Традиционный симпозиум с таким названием прошел 29–31 мая 2002 г. в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете (СПбГТУ). Он проводился по решению Министерства образования РФ. Организатором стала кафедра компрессорной, вакуумной и холодильной техники СПбГТУ при поддержке администрации университета, Ассоциации компрессорщиков и пневматиков (АСКОМП) и Международной академии холода (МАХ). В симпозиуме приняли участие 177 специалистов, представлявших 112 организаций из 53 городов России, Белоруссии, Украины, Австрии, Великобритании, Германии, Литвы, Нидерландов, Польши, США, Франции, Швейцарии, Японии.

Среди участников–потребителей компрессорного оборудования были предприятия объединения «Газпром» из различных районов России и организации того же профиля с Украины, крупные химические предприятия, металлургические комбинаты, заводы, производящие удобрения.

Производители компрессорного оборудования стран СНГ были представлены крупными российскими компрессоростроительными заводами (ОАО «Компрессорный комплекс», ЗАО «Компрессоры БС», ОАО «Компрессор», ОАО «Энергомашкорпорация» – Санкт-Петербург; ОАО «Борец» – Москва, Московский завод «Компрессор», ОАО «Казанькомпрессормаш», ЗАО «НИИтурбокомпрессор» и др.), а также украинскими предприятиями (ОАО «ВНИИкомпрессормаш», ОАО «СМНПО им. М.В.Фрунзе» – Сумы, ОАО «Мелком» – Мелитополь и др.) и оборонными предприятиями, привлекаемыми к созданию компрессорного оборудования по конверсии.

На пленарных заседаниях было заслушано 15 докладов, на заседаниях секций – 16. Материалы выступлений вошли в сборник трудов симпозиума.

Значительная часть выступлений на пленарных заседаниях была посвящена созданию и модернизации центробежных компрессоров для газовой промышленности и газоперекачивающих агрегатов (ГПА) для транспортировки природного газа (доклады ЗАО «НИИтурбокомпрессор», ОАО «Компрессорный комплекс», ОАО НПО «Искра», ОАО «СМНПО им. М.В.Фрунзе», ООО «ВНИИгаз», ООО НПЦ «Анод» и др.).

Использованию поршневых компрессоров для сжатия попутного нефтяного газа было посвящено выступление Э.Хуттара (LMF, Австрия). Поршневые компрессоры без смазки для сжатия различных сред (опыт модернизации смазываемых компрессоров и конструирование новых) были подробно рассмотрены в док-

ладе В.П.Захаренко (ЗАО «Компрессоры БС»). Оптимизация конструирования клапанов поршневых компрессоров была темой доклада представителей австрийской фирмы Hoerbiger; о применении полимерных сплавов фирмы CPI (Великобритания) в клапанах и уплотнениях штоков и поршней рассказал ее представитель С.Франчак.

На симпозиуме работали две секции: «Опыт эксплуатации» и «Новое в компрессорной технике». Доклады на первой секции отражали опыт применения компрессорного оборудования потребителями – газо- и нефтеперерабатывающими предприятиями, химическими комбинатами и т.д. Выступавшие делились накопленными навыками модернизации эксплуатируемых компрессоров, проведения необходимых испытаний, предлагали новые технологии ремонта насосно-компрессорного оборудования, методики расчета отдельных узлов компрессоров. Ис-

пользованию вторичных энергоресурсов атомных электростанций для тепло-, холодо- и энергоснабжения на примере второй очереди Смоленской АЭС был посвящен совместный доклад ОАО «ВНИИхолодмаш-Холдинг», ВНИИАЭС и Атомэнергопроекта. Дополнительную электроэнергию предлагается получать в энергоустановке, рабочим веществом в которой будет R142; для тепло- и холодообеспечения предложены два варианта холодильных машин (ХМ) в модульном исполнении, работающих на R134a, и тепловые насосы (ТН) на R142b. Разработана также комбинированная установка тепло- и холодообеспечения, превосходящая по показателям индивидуально работающие ХМ и ТН.

На этой же секции потребителям была представлена швейцарская фирма Burckhardt, производящая поршневые компрессоры для технологических процессов химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

На секции «Новое в компрессорной технике» специалисты ознакомились с новым поколением воздушных винтовых компрессоров производства ОАО «Казанькомпрессормаш», сухими газодинамическими уплотнениями для давлений выше 10 МПа (СМНПО им. М.В.Фрунзе) и другими интересными разработками и методиками исследований.

Все представленные доклады вызвали живой интерес участников симпозиума, стали предметом плодотворной дискуссии, способствовавшей решению практических задач промышленности и расширению контактов между производителями и потребителями компрессорного оборудования.

Срок проведения очередного, девятого, Международного симпозиума «Потребители – производители компрессоров и компрессорного оборудования» перенесен с конца мая на третью неделю июня 2003 г., что связано с празднованием в мае 300-летия Санкт-Петербурга.



Из Бюллетеня МИХ

СМЕСИ ХЛАДАГЕНТОВ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Рассмотрены требования к системам холодильного транспорта, приведены программа испытаний для определения характеристик альтернативных хладагентов, требования к модификации компрессоров и элементов холодильной системы под эти хладагенты и лабораторная оценка изменения состава смесей при эксплуатации.

Результаты испытаний показывают, что R404A наилучшим образом соответствует требованиям к хладагентам транспортных установок и обладает сходными с CFC рабочими характеристиками.

S.L.Kwon//Proc. Cambridge Conf., IIR, FR, 1999/1998.03.29–04.01, 1998–2, 25–33.
БМИХ, 2000, № 5, с.80.

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В РУССКОМ СЕГМЕНТЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ “АЛЬФА”

Русский сегмент Международной космической станции “Альфа” (ISSA RS) представляет собой многомодульное устройство с общим тепловыделением до 30 кВт. Сбор, перенос и отвод тепла в окружающее пространство будет осуществляться с помощью центральной системы теплового контроля (TPS), сконструированной и построенной Ракетно-космической корпорацией “Энергия” (Россия). Конструкцию TPS обычно называют “тепловым автобусом”. В нем системы теплового контроля отдельных модулей соединены с TPS через теплообменники. Пары аммиака, поступающие из теплообменников, конденсируются в центральном радиаторе-теплообменнике. Затем тепло распределяется по всем модулям с помощью тепловых трубок. Приведена полная схема оборудования и описаны принципы регулирования.

Y.I.Grigoriev, V.M.Cykhotsky, A.N.Sementsov et al.//Proc. Int. Workshop non-Compression Refrig. Cool., Odessa, UA, 1999.06.07–11, 73–83.
БМИХ, 2000, № 5, с.80.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХОЛОДИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Основные факторы, влияющие на энергоэффективность: теплоизоляция кузова, эффективность холодильных агрегатов и

правильно организованная циркуляция воздуха. Вспененная изоляция вряд ли имеет перспективы улучшения, а такие инновации, как использование вакуумных панелей, усовершенствование обычных парокомпрессионных систем, а также внедрение новых циклов, имеют хорошие перспективы. Необходима и достоверная информация о потреблении энергии оборудованием, в настоящее время имеющимся на рынке. Разрабатывается общеевропейская схема учета энергии.

R.J.M. van Gerwen, S.M. van der Sluis, H.Schiphouwer//Proc. Cambridge Conf., IIR, FR, 1999/1998.03.29–04.01, 1998–2, 39–50.
БМИХ, 2000, № 5, с.80.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СУДОВОГО КОНТЕЙНЕРА

Разработана математическая модель системы охлаждения судового контейнера с моделированием тепловых характеристик при полной загрузке. Созданы отдельные модели для основных элементов системы: компрессора, испарителя, конденсатора и терморегулирующего вентиля. Они связаны соответствующими соотношениями тепло- и массообмена в общую модель. Проведено сравнение расчетов по модели с результатами испытаний контейнера длиной 2,2 м, заключенного в климатическую испытательную камеру с регулируемой температурой. Получено хорошее совпадение — расхождение составило не более 10%.

P.G.Jolly, C.P.Tso, Y.W.Wong, et al.//Int. J. Refrig., GB, 2000.03, vol. 23, № 2, 112–126.
БМИХ, 2000, № 5, с.80.

ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Специалисты в области холодильных компрессоров прежде всего интересуются новыми хладагентами. Применение R410A раньше представляло особые проблемы вследствие его высоких рабочих давлений. В настоящее время он стал предметом пристального исследования.

На рынке по-прежнему наблюдается тенденция увеличения использования спиральных и винтовых компрессоров при уменьшении применения поршневых.

H.Renz, J.P.Baleyrier//MAD Outil Froid, FR, 2000.04, № 20, 43–50.
БМИХ, 2000, № 6, с.20

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОБАВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛООТДАЧИ В РАСТВОРЕ

Цель работы заключалась в получении экспериментальных данных по конвективному теплообмену для оптимального выбора добавки, способствующей повышению теплоотдачи в водоаммиачных абсорбционных холодильных машинах. Рассмотрен механизм конвекции также в системе бромистый литий — вода.

Y.T.Kang, K.Iizuka, A.Akisawa, et al.//Proc. ISHPC, Munich, DE, 1999.03.24–26, 291–296.
БМИХ, 2000, № 6, с.24.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА В ГЕНЕРАТОРЕ БРОМИСТО-ЛИТИЕВОЙ АБСОРБЦИОННОЙ МАШИНЫ

Проведено экспериментальное исследование пленочного оросительного генератора с горизонтально расположенными трубами. Результаты показывают, что для интенсификации тепло- и массообмена в оросительном генераторе абсорбционного теплового насоса можно использовать оребренные трубы или трубы со спиральными канавками. Установлено, что теплообмен при этом увеличивается больше, чем массообмен, а эффект от использования труб со спиральными канавками выше, чем при применении оребренных труб.

C.Wang, Z.Lu, J.Zhou//Proc. ISHPC, Munich, DE, 1999.03, 24–26, 301–305.
БМИХ, 2000, № 6, с.26.

ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОЗДУХА НА ХОЛОДИЛЬНИКАХ

Движение воздуха на холодильниках обеспечивают вентиляторы воздухоохладителей. Количество энергии, необходимой для создания требуемых параметров (температуры и влажности) и распределения воздуха (направление, количество и скорость), зависит также от планировки холодильника, способа укладки продуктов и конструкции воздухоохладителя. В статье не только описаны факторы, которые влияют на потребление энергии вентиляторами воздухоохладителей, но и приведена их количественная оценка.

H.Ypma//Koude Luchtbehandel, NL, 1999.12, vol. 92, № 12, 33–37.
БМИХ, 2000, № 6, с. 45.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЛАВКА-ВИТРИНЫ ДЛЯ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ФОРМИАТОМ КАЛИЯ В КАЧЕСТВЕ ХЛАДОНОСИТЕЛЯ

Создан новый хладоноситель на базе формиата калия (соли муравьиной кислоты). При сопоставимых с другими хладоносителями термодинамических свойствах он обладает более низкой вязкостью. Поэтому его можно считать самым перспективным альтернативным хладоносителем с точки зрения расхода энергии, особенно для низкотемпературных холодильных систем.

Испытания формиата калия проводили в витрине для хранения замороженных пищевых продуктов, определяя расход и начальную температуру хладоносителя для заданных температур хранения продуктов.

M.Verwoerd, N.Liem, R.J.M. van Gerwen// Koude Luchtbehandel, NL, 2000.01, vol. 93, № 1, 36-39.

БМИХ, 2000, № 6, с. 45.

ПОЛУЧЕНИЕ ЛЬДА СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ПУТЕМ РАЗБРЫЗГИВАНИЯ ВОДЫ В ВАКУУМНОЙ КАМЕРЕ

Теоретически исследовали условия образования гранулированного льда на модели испарения с контролируемой диффузией. Показано, что модель хорошо согласуется с экспериментами. По результатам исследований была сконструирована ваку-

умная камера, в которой путем разбрызгивания капель воды при температуре окружающей среды были получены сферические частицы льда диаметром менее 300 мкм.

H.T.Shin, Y.P.Lee, J.Jung// Appl. Therm. Eng., GB, 2000.04, vol. 20, № 5, 439-454.

БМИХ, 2000, № 6, с. 45.

ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА – СЛОЖНАЯ ТЕПЛОВАЯ И САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ СИСТЕМА

Тело человека – это тепловая машина, работающая в почти теплоизолирующей среде – воздухе. Терморегуляция – одна из позднейших основных функций, приобретенных в процессе эволюции живых существ. Она позволяет обеспечивать оптимальный уровень температуры и минимальное энергопотребление при химических реакциях в таких органах, как мозг, сердце, печень и др., а также делает возможной деятельность, не связанную с изменением внешней температуры (через очень сложную систему регуляции). Это необходимо учитывать при организации тепловой защиты, изготовлении одежды и в процессе теплового моделирования с целью получения реальных результатов, приемлемых для человека.

В статье представлены некоторые основные понятия в области терморегуляции организма, а также рассмотрены механиз-

мы некоторых взаимодействий между отдельными основными параметрами исследуемой системы.

A.Dittmar, G.Delhomme, L.Schwenzfeier// Proc. Conf. therm. Prot. Man hot hazard Cond., Paris, FR, 1999.03.24-26, 1-20.
БМИХ, 2000, № 6, с. 46.

АВТОНОМНЫЙ ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ КОНДИЦИОНЕР

Включение в обмундирование солдата защитных элементов придает одежде отличные водо- и воздухопроницаемость, но затрудняет теплообмен с окружающей средой. Для создания теплового комфорта предлагается применять индивидуальные кондиционеры, использующие два процесса получения холода: химическую реакцию между твердым веществом (например, хлоридом) и газом (аммиаком) или десорбцию газа (диоксида углерода), ранее поглощенного твердым веществом (например, активированным углем).

Описаны функциональные модели каждого из этих процессов. Учитывали также теплообмен между субъектом и кондиционером. И наконец, обе модели кондиционера оценивали в лаборатории исследования человеческого фактора "Центра исследований Буше".

D.Heinry, P.Boye Proc. Conf. therm. Prot. Man hot hazard Cond., Paris, FR, 1999.03.24-26, 147-152.
БМИХ, 2000, № 6, с. 47.

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

КОМПЛЕКТНОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ **ВАШ ХОД!**



(095) 280-2351; 280-8833; (3912) 56-0938
129110, г. Москва, Каланчевская ул., 32/61
e-mail: info@kriotek.ru www.kriotek.ru

Оборудование и системы холодоснабжения

В супермаркетах Бразилии для средне- и низкотемпературного холодильного торгового оборудования применяют холодильные системы с промежуточным хладоносителем. Для среднетемпературного оборудования в качестве хладоносителя используется 20%-ный водный раствор пропиленгликоля, а в качестве хладагента – R22.

Такая система по сравнению с системами непосредственного охлаждения, работающими на R22, позволила повысить температуру кипения с -7 до -2 °C, что дало возможность отказаться от оттайки, обеспечить постоянный температурный режим работы установки и улучшить условия хранения продуктов.

Для низкотемпературного оборудования в цикле с промежуточным хладоносителем в качестве хладагента был использован аммиак, а промежуточного хладоносителя – Tifoxit (ингибированный 80%-ный раствор алканэтаната в воде). По сравнению с низкотемпературными системами непосредственного охлаждения на R22 у предложенного варианта значительно

ниже годовые эксплуатационные затраты при несколько более высокой стоимости холодильной машины. К достоинствам систем с промежуточным хладоносителем относятся также более эффективный теплообмен, малое количество заправляемого хладагента и значительно меньшая возможность его утечки, упрощение системы контроля; к недостаткам – крупные габариты установки и большая площадь теплообменников, размещаемых в прилавках.

При расширении медицинского центра была предусмотрена реконструкция системы холодоснабжения, состоявшей из двух одноступенчатых и одной двухступенчатой абсорбционных и одной винтовой водоохлаждающих машин. Было решено убрать одну из одноступенчатых абсорбционных машин, проработавшую уже 20 лет, и провести сравнительный анализ энергетической эффективности трех вариантов реконструкции системы холодоснабжения: I – установлена новая центробежная водоохлаждающая машина; II – добавлена двухступенчатая аб-

сорбционная машина;

III – установлена новая центробежная водоохлаждающая машина для работы в период непиковых нагрузок (ночью).

Последний вариант предполагает, что в период наибольших нагрузок будет работать как основная старая двухступенчатая абсорбционная машина, а центробежная подключаться только в случае необходимости, тогда как в период уменьшенного тарифа на электроэнергию будет работать центробежная машина.

Годовая экономия эксплуатационных затрат при III варианте по сравнению с исходным составит 570038 долл/год, тогда как I вариант дает экономию 31119 долл/год, а II – 27225 долл/год.

Фирма York International представила на рынок новую группу винтовых водоохладителей типа MAXE, обеспечивающих высокую энергетическую эффективность и энергосбережение как на расчетных, так и нерасчетных режимах работы. В водоохладителях используются экологически безопасный хладагент R134a и система автоматизированного контроля Opti View со встроенным интерфейсом для связи с общей системой управления инженерными коммуникациями здания.

ASHRAE Journal. October, November, 2001.

Системы кондиционирования в США

В США в последние годы в офисных зданиях получили широкое распространение системы кондиционирования воздуха (СКВ) с переменным расходом приточного и вытяжного воздуха (VAV systems). На примере шестиэтажного офисного здания площадью 17300 м² в Филадельфии проведено сравнение капитальных и эксплуатационных затрат в СКВ типа VAV и системы с потолочными охладительными панелями и минимальной подачей приточного воздуха. Расчетная производительность по воздуху системы VAV составляет 265400 м³/ч, холодопотребление – 1780 кВт·ч. Расчетная производительность по минимальному расходу приточного наружного

воздуха в СКВ с панельным охлаждением равна 42480 м³/ч, холодопотребление – 1036 кВт·ч.

Удельная (на 1 м² площади здания) стоимость сооружения СКВ типа VAV – 155 долл/м², панельной системы – 120 долл/м². Установочная мощность электродвигателей в системе VAV равна 630 кВт·ч, в панельной системе – 372 кВт·ч.

Годовая удельная стоимость эксплуатации системы VAV составляет 4,47 долл/м² в год, для панельной системы – 3,45 долл/м² в год.

Обучение специалистов по инженерной, химической, электронной технике и технологии предлагается проводить в аудиториях, которые од-

новременно выполняют функции помещения как для теоретических, так и для лабораторных занятий. Строительство универсальных учебных помещений потребовало создания гибких систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC system). По центру универсального модуля лаборатория – аудитория площадью 7×12 м прокладывают под потолком три воздуховода, которые выполняют функции приточных, вытяжных и рециркуляционных систем. Универсальность систем HVAC должна обеспечивать возможность использования учебного помещения для аудиторных занятий и лабораторных работ с сухим или мокрым режимами проведения опытов.

Трехтрубные воздуховоды обеспечивают работу систем HVAC с наибольшей эффективностью и наименьшими затратами энергии.

ASHRAE Journal. November, 2001.