

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Выдается с января 1912 г. Москва

Выходил под названиями:

1912 - 1917 - "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1917 - 1924 - "Холодильное и боевое дело"

1924 - 1936 - "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1936 - 1940 - "Холодильная промышленность"

с 1941 - "ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА"

Издательство —
Издательство «Холодильная техника»

Министерство промышленности,
науки и технологий РФ

Международная академия холода
ОАО «Росмисомолторг»

Главный редактор
Л.Д.Акимов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.М.Архаров	В.В.Оносовский
А.В.Бараненко	И.И.Орехов
Г.А.Белозеров	И.А.Рогов
О.В.Большаков	В.В.Румянцев
В.М.Бродянский	И.К.Савицкий
А.В.Быков	В.И.Смыслов
В.А.Выгодин	И.Я.Сухомлинов
В.Б.Галежа	В.Н.Фадеев
Л.В.Галимова	И.Г.Хисамеев
А.А.Гоголин	О.Б.Цветков
А.К.Грезин	И.Г.Чумак
А.П.Еркин	В.М.Шавра
И.М.Калинин	А.В.Шаманов
А.А.Мифтахов	

Ответственный секретарь
Е.В.Путалова

Дизайн и компьютерная верстка
Л.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 22.04.2002.

Формат 60x88¹/₈. Офсетная печать.

Изд. печ. л. 6.

Отпечатано в ООО «РЭМОКС»



© Холодильная техника, 2002

Холодильная техника

4 • 2002

Kholodilnaya Tekhnika

В НОМЕРЕ:

СТАТЬИ ПО ДОКЛАДАМ НА
ЮБИЛЕЙНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
Калнинь И.М. Что ждет холодильную
технику в XXI веке

Бараненко А.В. Абсорбционные
бромистолитиевые преобразовате-
ли теплоты

Цветков О.Б. Холодильные агенты:
XX век и великая холодильная
революция

Петренко Г.В. Продукция компании
TERMO KING как основа поддержа-
ния системы инвестиций и корреля-
ции цены и ценности

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ
Рогатко С.А. Развитие холодильной
промышленности в России

ЭЙРКУЛ
Щиты управления холодильными
установками: опыт производства
и эксплуатации

Кокорин О.Я. Системы кондициони-
рования воздуха и холодоснабжения
помещений искусственных катков

СЕРТИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ
Продукция, прошедшая сертифика-
цию в НП «СЦ НАСТХОЛ» в феврале-
марте 2002 г. и получившая разре-
шение Госгортехнадзора России
на право применения во взрывопо-
жароопасных производствах

GEA GRASSO
Одноступенчатые винтовые ком-
прессорные агрегаты «Грассо»

ВТОРОЙ СЪЕЗД МОРОЖЕНЩИКОВ
РОССИИ

Научно-практическая конференция
Индустрия холода: опыт, проблемы,
пути решения

Петров Е.Т. Техническое предложе-
ние по технологии контейнерных
перевозок

Международная выставка
Мороженое и
индустрия холода-2002

В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ
ХОЛОДА
Из Бюллетеня МИХ

Новые книги

IN ISSUE:

ARTICLES BASED ON PAPERS PRESENT-
ED AT SCIENTIFIC AND TECHNICAL
CONFERENCE DEVOTED TO THE JUBILEE
Kalnin I.M. What is waiting for refriger-
ating technique in the XXI century?

Baranenko A.V. Absorption
lithium-bromide heat
transformers

Tsvetkov O.B. Refrigerants:
XX century and the great refrigerating
revolution

Petrenko G.V. Products of company
«Thermo King» as the basis
of systems of and of cost
and value

PAGES OF HISTORY
Rogatko S.A. Development of refriger-
ation industry in Russia

AIRCOOL
Control boards by refrigerating
installations: experience
of production and operation

Kokorin O.Ya. Systems of air condition-
ing and refrigeration supply of artifi-
cial skating rinks areas

CERTIFICATION AND STANDARDIZATION
Products having passed certification
at NP «ST NASTHOL» in February-
March of 2002 and obtained the
permit of Gosgortekhnadzor of Russia
for the right to use at explosion-fire
hazard production processes

GEA GRASSO
Single-stage screw compressor units
Grasso

SECOND CONGRESS OF ICE CREAM
MANUFACTURERS OF RUSSIA

Scientific and practical conference
Industry of refrigeration: experience,
problems, ways of solution

Petrov E.T. Technical suggestion
on technology of transportation
by containers

International exhibition
Ice cream and
industry of refrigeration-2002.

AT INTERNATIONAL INSTITUTE
REFRIGERATION
From Bulletin of MIH

New books

БЕЛОРУССКА ДЕРЖАВНА
УНИВЕРСАЛНА
НАУКОВА БИБЛИОТЕКА
им. О. Гмирьова

Что ждет холодильную технику в XXI веке



Д-р техн. наук **И.М.КАЛНИНЬ**
Московский государственный
университет инженерной экологии

The ways of further development of civilization will determine the scale and forms of application of LTE in future. It is of much importance to appropriately and in due time evaluate the perspectives. This will allow to avoid deadlock ways of LTE development and to choose those directions of LTE that will be much demanding in future.

The scale of use of LTE, as in the earlier time, will be primarily determined by the increase in production and consumption of foods.

The deficiency in energy sources will constantly increase hence, the compromises with respect to the use of energy inefficient systems (methods) of refrigeration will be excluded.

The use of heat using refrigerating systems will be expanded, the use of natural cold will be increased, the use of secondary heat sources, unconventional energy sources, heat pump systems, combined systems of low-temperature power generation will be expanded. There will be no longer a neglecting attitude to «unusual» solutions of heat and cold supply problems that was determined by relatively favorable conditions of the XX century, especially in rich countries. The LTE itself will become the basis and the integral part of fundamentally new methods of energy production. The role of LTE in the solution of global ecological problems will arise.

The application of LTE in protection of environment will increase. In connection with this the use of natural working substances (refrigerants): ammonia, hydrocarbons, carbon dioxide, water, air will predominate.

There will be a higher interest in new environmentally safe and energetically efficient principles of cold production (for example, metal hydrides — hydrogen).

В такое знаковое время, как смена веков, люди невольно оглядываются на прошлое, а оценив его, стремятся сделать прогноз на будущее. Наши коллеги — предшественники в начале XX в., конечно, тоже прогнозировали развитие техники низких температур (ТНТ), которая в то время уже быстро развивалась и которой занималось уже большое число специалистов. Свидетельством тому могут служить создание Международного института холода и проведение в 1908 г. его первого конгресса, а также начало издания научно-технических холодильных журналов, в частности основание в 1912 г. журнала «Холодильное дело» (теперь «Холодильная техника»), юбилей которого мы отметили в этом году.

Уже тогда на страницах журнала обсуждались необходимость и перспективы организации «единой холодильной цепи» для продовольствия, которая понастоящему стала формироваться лишь во второй половине столетия, а у нас до конца так еще и не реализовалась. В данном случае действительность не опередила прогноз. Однако наши уважаемые предшественники, безусловно, не могли предвидеть, в какой степени ТНТ проникнет во все сферы деятельности людей во второй половине века и какую определяющую роль она будет играть для существования и развития цивилизации. Нарастание темпов развития затрудняет долгосрочное прогнозирование. Если в прошлом веке прогнозируемый период составлял полвека, в новом столетии он, вероятно, сократится до одной трети или четверти века.

Оглядываясь назад, можно остановиться на таком ярком примере, безусловно, не укладывавшегося в рамки прогноза, каким стало создание и распространение бытовых холодильников. Энергетическая система, состоящая из комплекса машин и аппаратов и работающая без наблюдения в течение 15–20 лет, справедливо может считаться чудом техники. Именно в этой области впервые были введены полная автоматизация работы, агрегатирование и монтаж на заводе-изготовителе, герметизация компрессоров, высокие частоты вращения и, наконец, переход на невзрывоопасные и нетоксичные холо-

дильные агенты — фреоны. История завоевания мира этой техникой проста и фантастична: если в 1910 г. XX в. мировой выпуск во всем мире составлял 1 тыс. бытовых холодильников (в США, Англии и Германии), то в 1940 г. — уже 4 млн шт. (США, Западная Европа), в 1950 г. — 7 млн шт. (включились СССР и страны Азии), в 1990 г. — 50 млн шт., сейчас, по-видимому, 65–70 млн шт.

Мировой парк действующей холодильной техники всех видов по прогнозу приближается к 1 млрд единиц. Характерно, что при очень широком диапазоне применения технологии низких температур практически всегда направлены на жизнеобеспечение людей и решение экологических задач, как правило, одновременно выполняя и ресурсосберегающую, и защитную функции (табл. 1).

Прогнозировать развитие ТНТ в новом столетии совершенно необходимо: если своевременно и правильно оценить перспективы, то это позволит избежать тупиковых путей развития и сделать ставку на те направления, которые будут востребованы, а главное — не отстать в техническом прогрессе. Представляется, что квалифицированные рекомендации должны доводиться МАХ до властных структур, так как известно, что во многих случаях средства расходуются на неэффективные технические решения с подачи малокомпетентных или недобросовестных лиц в организациях. Кроме того, не всегда оптимально нас ориентируют и зарубежные поставщики холодильного и технологического оборудования.

Можно предположить, что основными факторами, определяющими пути развития холодильной техники, будут:

- рост численности населения Земли и выравнивание уровня потребления (прежде всего продовольствия) развитых и развивающихся стран, различных слоев населения;
- нарастающий дефицит энергоносителей;
- проблемы экологии.

РОСТ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Масштабы применения ТНТ в основном, как и раньше, будут определяться ростом производства и потребления

Снаб
• Неп
сокр

Н
мо
мя
ро
ло

Очи
• Оч
• Оч
• Ул
• И
ком
• Оч
• Ут

Иск
• С
нир
> а
> ц
стве
> тр
ваго
> б
апп
бро

продов
населен
человек
вил 3,7
роста б
около 8
риод
зирует
ния: в
средне
2050 г.
3 млрд
Земли
рост на
нах в н
витых
ставил
и 0,26
Сейч
4,5 мл
требу
ревозя
личны

Таблица 1

Жизненно важные сферы применения техники низких температур

Снабжение продовольствием

• Непрерывная холодильная цепь (НХЦ), обеспечивающая сокращение потерь и сохранение качества продуктов при:

- сборе (производстве);
- обработке;
- транспортировке;
- хранении и реализации.

НХЦ включает:

- технологии холодильного хранения, охлаждения, замораживания и размораживания, сублимации, сушки мяса, рыбы, фруктов, ягод, зерна;
- охлаждаемые хранилища и камеры;
- холодильный транспорт — автомобильный, железнодорожный, морской, контейнерный;
- бытовые холодильные приборы;
- холодогенерирующее и холодопотребляющее технологическое оборудование.

Энергетика

• Тепловые насосы (ТН), использующие для теплоснабжения теплоту окружающей среды и тепловые отходы, потребляя в 1,5–2,0 раза меньше первичной энергии, чем при прямом сжигании топлива.

• Установки сжижения водорода и природного газа для их применения в качестве экологически чистого моторного топлива.

• Системы охлаждения сверхпроводящих материалов (30...40 К и 70...90 К) для электрических машин нового поколения.

• Криосистемы, обеспечивающие охлаждение на уровне 3,6... 80 К, для создаваемых экологически чистых установок термоядерного синтеза (энергетика XXI в.).

Очистка и утилизация выбросов

• Очистка газовых потоков методами конденсации, вымораживания, криосорбции от вредных примесей.

• Очистка воздуха криометодами от радиоактивных продуктов на АЭС и при переработке отходов ядерного топлива.

• Улавливание паров углеводородов из паровоздушной смеси.

• Извлечение из газообразных выбросов нефтеперерабатывающих заводов редких газов, дейтерия и других полезных компонентов криогенными методами.

• Очистка сточных вод методами озонирования и вымораживания.

• Утилизация твердых отходов путем их глубокого охлаждения и последующего измельчения.

Искусственный климат

• Системы комфортного и технологического кондиционирования воздуха (СКВ):

- автономные СКВ для квартир, коттеджей;
- централизованные СКВ для общественных и производственных зданий;
- транспортные СКВ для автомобилей, железнодорожных вагонов, самолетов, судов;
- бортовые системы жизнеобеспечения для космических аппаратов, высотных самолетов, подводных лодок, бронетанковой техники.

Криомедицина и криобиология

• Криоинструменты для:

- криохирургии;
- криотерапии;
- криокосметики.

• Низкотемпературные установки для консервации

- крови;
- генетического материала;
- костного мозга;
- спермы;
- медицинских препаратов.

• Криобанки для хранения биоматериалов.

продовольствия. В 2000 г. численность населения Земли достигла почти 6 млрд человек. С 1950 по 2000 г. прирост составил 3,7 млрд человек, т. е. средний темп роста был 74 млн чел/год, а наивысший — около 85 млн чел/год — пришелся на период 1985–1990 гг. В будущем прогнозируется снижение темпа роста населения: в 2000–2050 гг. он будет равен в среднем 58 млн чел/год. Тем не менее к 2050 г. прирост населения составит еще 1 млрд человек, а общее число жителей Земли достигнет 9 млрд человек. Прирост населения в развивающихся странах в несколько раз больше, чем в развитых странах: за 1995–2000 гг. он составил в среднем соответственно 1,65 и 0,26 % в год [5].

Сейчас из производимых в мире в год 1,5 млрд т продовольствия 1,5 млрд т требуют охлаждения и около 40 млн т перевозятся на дальние расстояния различными видами холодильного транс-

порта. Очевидно, эти цифры будут расти с ростом численности населения и увеличением потребления продовольствия.

За последние 30 лет XX столетия потребление продовольствия на душу населения возросло на 15 % (с 9940 кДж на человека в день до 11380 кДж). Постепенно снижается доля недоедающих (голодающих) людей: с 25 % в середине прошлого века до 15 % в настоящее время и предположительно до 5 % к 2015 г. [6].

Перечисленные тенденции приведут к росту масштабов применения низкотемпературной техники, а следовательно, к увеличению материальных затрат на ее производство и эксплуатацию; затрат энергии на производство холода; объемов глобальных перебросок продовольствия; численности контингента работников, обслуживающих отрасль. Все это обострит проблемы энергетики и экологии.

ДЕФИЦИТ ЭНЕРГИИ

Дефицит энергоносителей (органического топлива) будет постоянно нарастать и к середине XXI в. может стать критическим, если не будут найдены принципиально новые способы получения энергии. Вследствие этого будут исключены компромиссы в отношении использования энергетически неэффективных способов охлаждения (например, воздушных холодильных машин в диапазоне температур охлаждения выше -60°C). Неизбежное удорожание энергоносителей вызовет перераспределение стоимостных соотношений составляющих материальных затрат, что изменит существующие представления об экономических и неэкономических способах охлаждения и отопления.

Расширится применение теплоиспользующих холодильных систем: сорбционных термотрансформаторов, компрессионных машин с приводом от тепловых

двигателей и др., поскольку они будут обеспечивать более высокую степень использования первичной энергии.

Возрастет использование естественного холода: наружного воздуха, аккумулярованного льда, соляных прудов для аккумуляции холода зимой и тепла летом и др.

Расширится применение вторичных тепловых ресурсов, нетрадиционных источников энергии, теплонасосных систем, комбинированных систем низкотемпературной энергетики.

Потребуется приспособление технологии потребления тепла и холода к оптимальным условиям их получения: новые подходы к выбору уровней температур охлаждения и отопления, одновременная выработка холода и тепла, использование ночных льготных тарифов на электроэнергию и др.

Прекратится пренебрежительное отношение к «неудобным» решениям теплохолодоснабжения, обусловленное относительно благополучным XX в., особенно в богатых странах. Сама ТНТ станет основной и неотъемлемой частью принципиально новых способов выработки энергии.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

Возрастет роль ТНТ в решении экологических проблем Земли, среди которых основной будет проблема глобального потепления (парниковый эффект). Кроме того, расширится применение ТНТ в деле защиты окружающей среды: очистка выбросов и извлечение из них ценных компонентов, создание искусственного климата. Проблема разрушения озонового слоя уже ушла на второй план, так как не идет ни в какое сравнение с проблемой парникового эффекта и даже вступает с ней в противоречие. Установлено, что за предыдущие сто лет среднегодовая температура на земном шаре повысилась на 0,6 К (данные IPCC — Межправительственного комитета по изменению климата). Следствием этого стали таяние полярных льдов и другие явления (так, Исландия уже потеряла 250 км³ льда). Прогноз этого процесса по

четырем возможным сценариям развития цивилизации дал угрожающие результаты: рост среднегодовой температуры к 2050 г. составит 1,8...2,6 К, а к 2100 г. — 3,0...6,0 К. Основной «вклад» в этот процесс (75–85 %) вносит диоксид углерода CO₂, образующийся преимущественно в результате сжигания топлива. Остальные 15–25 % (табл. 2) приходятся (примерно в равных соотношениях) на долю других парниковых газов, в том числе фреонов [4]. Когда эти результаты будут осознаны международным сообществом, можно ожидать сильного давления на промышленность с целью сокращения выбросов парниковых газов. В связи с этим будет расширяться применение природных рабочих веществ: аммиак, углеводороды, диоксид углерода, вода, воздух. Потребуется более здравый подход к требованиям по безопасности их применения с учетом новых технических достижений.

Ужесточатся требования к энергетической эффективности, так как перерасход энергии — это дополнительная эмиссия диоксида углерода в атмосферу.

Повысится интерес к новым экологически безопасным и энергетически эффективным принципам получения холода, например сорбционным металлгидридным системам. Можно ожидать нового витка развития термоэлектрических охладителей с использованием принципиально новых полупроводниковых материалов, а также практического применения охладителей, использующих электрокалорический эффект.

Парокомпрессионным машинам тем не менее можно предсказать долгий век. Однако и они могут существенно измениться, прежде всего, в связи с переходом на природные хладагенты (например на диоксид углерода).

Перспективным представляется создание машин без циркуляции масла в системе. С помощью центробежных компрессоров и некоторых типов компрессоров ротативного типа уже сегодня вполне реально обеспечить «сухое сжатие» и достаточную долговечность

машин. Снятие проблем подбора масел, совместимых с хладагентом; организации беспрепятственной циркуляции масла в контуре холодильных машин; влияния примеси масла в хладагенте на интенсивность теплоотдачи в аппаратах и др. трудно переоценить.

В парокомпрессионных машинах доминировать будут интенсивные компактные теплообменные аппараты малой емкостью по хладагенту. Можно ожидать применения принципиально новых способов компримирования. Например, в малых холодильных машинах (бытовых холодильниках) может найти применение электрогазодинамический компрессор без движущихся частей.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РАБОЧИХ ВЕЩЕСТВ

Переход на природные хладагенты — вынужденный процесс, который должен поощряться государством, поскольку именно оно несет ответственность за объем эмиссии парниковых газов. Универсальными природными хладагентами являются углеводороды и аммиак, а также диметиловый эфир [2] (диоксид углерода, воздух и вода могут решать только частные задачи).

Применение природных рабочих веществ должно решать не только экологические проблемы, но и повысить уровень энергоэффективности холодильных машин и тепловых насосов.

В Западной Европе в малых холодильных машинах, прежде всего в бытовых холодильниках и тепловых насосах, уже находят применение углеводородные хладагенты (пропан, бутан, изобутан), объем заправки которыми ограничивается 5 кг [7]. Это направление безусловно будет развиваться (несмотря на горючесть и взрывоопасность углеводородов), так как их применение обеспечивает высокую энергетическую эффективность машин.

Особого внимания требует расширение применения аммиака. Аммиак по сравнению с углеводородами менее опасен. При нулевых потенциалах разрушения озона и глобального потепления он

- легче воздуха (при утечке поднимается вверх, уменьшая опасность отравления);
- имеет запах (легко обнаруживается при утечке);
- обладает высокой теплотой парообразования (при утечке из сосуда с жид-

Относительная активность парниковых газов

Таблица 2

Диоксид углерода	CO ₂	1
Метан	CH ₄	30
Закись азота	NO ₂	200
Гидрофторуглеводороды (HFC)		7500
Перфторуглеводороды (FC)		22000

аммиаком давление в нем быстро снижается до атмосферного и утечка прекращается);

• воспламеняется при 650 °С, но для воспламенения требуется значительный подвод теплоты.

При этом аммиак как хладагент обеспечивает высокую энергетическую эффективность производства холода. Аммиак, который во второй половине XX в. устойчиво вытеснялся фреонами и стал делом почти исключительно крупных промышленных установок, возвращает в малые холодильные машины (прежде всего в торговле). Европа этот этап уже прошла.

В 1996 г. автором данной статьи опубликован обзор и анализ европейского опыта в этой области [3]. Проблема была решена путем применения современных технических решений (герметичные коих, оборудование с малой заправкой хладагента, сигнализация, системы эвакуации аммиака, качество изготовления (эксплуатации) и разумных, обоснованных требований безопасности. Необходимо расширить путь для широкого применения аммиачных холодильных машин в России в ближайшие 20 лет.

Должны быть созданы такие технологические, экономические и правовые условия, чтобы предприятия хотели и могли выпускать аммиачные машины высокого технического уровня, а потребители хотели и могли их применять. Принятые в 1999 г. «Правила устройства безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок ПБ-09-220-98» не способствуют такому подходу. Правила имеют множество недоработок, которые при всем нежелании рано или поздно придется устранить. Формулировка п. 11.2 Правил (требования к оборудованию) — «создаваемое оборудование должно отвечать требованиям «Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», соответствующих ГОСТов и другой нормативной документации» — с точки зрения мировой практики нелепа. В условиях, когда «и другая нормативная документация» не упоминается, создается непредсказуемое поле возможных требований. Документ способствует обюрокрачиванию системы надзора, что затрудняет и может отбить охоту изготавливать и использовать отечественное аммиачное холодильное оборудование. Так, пред-

приятие, имеющее лицензию на разработку и изготовление аммиачного холодильного оборудования, должно испрашивать у инспектирующей инстанции еще и разрешение на изготовление опытного образца машины. В документе нет разделения требований к холодильным установкам и к автономным холодильным машинам полной заводской готовности, в том числе малым машинам, производство и применение которых будут расширяться. Необходимо срочно ввести специальный раздел по малым холодильным машинам в действующие Правила либо издать для них отдельные Правила. Коренному пересмотру для этой категории машин подлежат требования: к зданиям и помещениям; системам контроля (электрооборудование и приборы); предохранительным устройствам; размещению.

Думается, что эти вопросы было бы целесообразно обсудить на страницах журнала «Холодильная техника».

Применению диоксида углерода (R744) в качестве рабочего вещества холодильных машин и тепловых насосов, а также вторичного теплоносителя в низкотемпературных холодильных установках уделяется в мире пристальное внимание в первую очередь из-за абсолютной безопасности этого вещества (если не учитывать высокие рабочие давления в системах).

Проведенные в последние годы исследовательские и конструкторские работы позволили перейти к практическому изготовлению установок на диоксиде углерода. Уникальность этих машин состоит в том, что для них не может быть использовано существующее базовое холодильное оборудование — компрессоры, теплообменные аппараты и др., а должно быть создано новое. Основная проблема состоит в обеспечении достаточной энергетической эффективности. В цикле холодильной машины на R744 чрезвычайно трудно компенсировать перерасход затрачиваемой работы, связанный с надкритическим протеканием процесса охлаждения сжатого газа. Тем не менее с учетом безвредности эмиссии R744 в атмосферу намечается его применение в таком массовом оборудовании, как автомобильные кондиционеры. Можно ожидать широкого применения диоксида углерода и в тепловых насосах. При соответствующем выборе параметров нагреваемой среды и оптимизации других параметров цикла тепло-

вого насоса (ТН) на CO₂ может быть обеспечена более высокая энергетическая эффективность, чем у фреоновых (углеводородных) ТН.

Вопросы эффективного применения воздуха в качестве рабочего вещества исчерпывающе рассмотрены в [1]. Область использования воздушных холодильных машин в основном ограничена температурами охлаждения ниже -80 °С.

Вода как рабочее вещество эффективно используется в абсорбционных бромистолитиевых холодильных машинах и тепловых насосах, востребованность которых будет возрастать. Перспективным представляется создание и применение водяных вакуум-испарительных систем охлаждения и генерации водного льда.

Развитие ТНТ может привести и к другим непредсказуемым поворотам, особенно за пределами первой четверти XXI в. Но неуклонное распространение и рост значения техники низких температур можно прогнозировать безошибочно и на длительный срок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бродянский В.М., Калнинь И.М., Серова Е.Н. Сопоставление эффективности пароконденсационных и воздушных холодильных машин // Холодильная техника. 1999. № 11, 12.
2. Диметиловый эфир — топливо и хладагент для дизельных авторефрижераторов / В.Н. Богаченко, С.Д. Глухов, А.А. Жердев, А.В. Поляков // Вестник МГТУ. Специальный выпуск. Серия Машиностроение, 2000.
3. Калнинь И.М. Расширение области применения аммиачных холодильных машин // Холодильная техника. 1996. № 5.
4. Ларин И.К. О парниковом эффекте, климатических прогнозах и влиянии химии атмосферы на климат // Химия и жизнь. 2001. № 7.
5. Billiard F. New developments in the food cold chain worldwide // 20th Int. Congress of Refrigeration, IIR/IF, Sydney, 1999.
6. Kaminski W. Refrigeration and the food industry in the threshold of the 21st century // 20th Int. Congress of Refrigeration, IIR/IF, Sydney, 1999.
7. Peter Baz, Klaus Meyersen, Dirk Legatis. Hydrocarbon technology. The use of hydrocarbons as foaming agents and refrigerants in household refrigeration. Facts. Figures. Findings. Futures. // Yearbook 1995. Eschbom. 1995.

Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты



Д-р. техн. наук, проф. А.В. БАРАНЕНКО, ректор СПбГУНПТ, президент МАХ

The absorption heat transformers (AHT) have an advantage that the heat of comparatively low potential in them is directly used for production of cold, or can be transformed into the other - higher of lower level. Direct combustion of gaseous or liquid fuel is possible in them as well.

In the systems of production of cold and heat the AHT take quite a definite niche where they are economically attractive. This can be confirmed by the fact that quite a large number of lithium-bromide AHT is being produced in the USA, Japan, China and South Korea.

Large scientific potential has been accumulated in our country during the past 50 years which allows to produce units competitive with the best world standards. There are fairly reliable data on heat- and mass transfer in the units of water-ammonia and lithium-bromide AHT; effective corrosion inhibitors have been proposed; a body of mathematics allowing to rather accurately calculate properties of many working solutions and characteristics of AHT has been developed. The OOO "Teplosybmach" with the participation of the Institute of Thermophysics of SO RAN and SPbGUN and PT have developed lithium-bromide AHTs of new generation.

At the present time scientific research should be primarily directed to development of efficient systems of application of AHT in different branches of national economy.

Видное место в журнале «Холодильная техника» всегда отводилось исследованиям, разработке и эксплуатации отечественных абсорбционных бромистолитиевых преобразователей теплоты — холодильных машин, повышающих и понижающих термотрансформаторов. История их создания, вклад различных научных школ в этот процесс, состояние дел в этой области в настоящее время, а также основные тенденции, которые в перспективе могут получить развитие, вызывают значительный интерес. В ряде случаев это может быть более интересным, чем конкретные научные результаты, полученные в нашем университете в последнее время.

Как известно, первая абсорбционная бромистолитиевая холодильная машина была создана в США фирмой «Керриер» в 1949 г. В нашей стране исследования в этой области начались в середине 50-х — начале 60-х годов прошлого века в Институте теплоэнергетики АН УССР под руководством академика АН УССР О.А. Кремнева, затем были осуществлены в ЛТИХПе и продолжены Институтом теплофизики СО АН СССР (теперь РАН), ВНИИхолодмашем под научным руководством проф. Л.М. Розенфельда. В результате в 60-х годах Чирчикским заводом Узбекхиммаша была разработана крупная промышленная машина АБХМ-2,5, головной образец которой был испытан на Черниговском комбинате искусственного волокна.

На основе накопленного научного материала и опыта эксплуатации головного образца завод Пензхиммаш по разработкам ВНИИхолодмаша начал выпускать серийные машины АБХА-2500. Причем первая партия машин была изготовлена заводом «Автогенмаш» (Одесса). Впоследствии Пензхиммаш совместно с ВНИИхолодмашем освоили выпуск машин АБХА-1000, АБХА-2500 ХТ для одновременной выработки холода и теплоты, АБХА-2500 ТН для выработки только теплоты и машины АБХА-2500 2В с двухступенчатой генерацией пара. Было изготовлено более 2000 машин, которыми оснащали промышленные предприятия.

В 60-х годах было сделано две машины АБХА-350 из некорродируемых материалов для системы кондиционирования воз-

духа в БКЗ «Октябрьский» (Ленинград), которые проработали практически 30 лет.

Выпущены были также машины АБХА-5000 с разделением процессов тепло- и массопереноса в аппаратах. Ряд опытных образцов таких машин был разработан и испытан Сибирским филиалом НПО «Техэнергохимпром», но они по разным причинам не были реализованы в промышленности.

Московский завод «Компрессор» создавал абсорбционные бромистолитиевые холодильные машины для морских судов.

В Советском Союзе было достаточно много научных центров, которые занимались исследованиями в области бромистолитиевых холодильных машин.

Во ВНИИхолодмаше (А.В. Быков, И.М. Калнинь, Н.Г. Шмуйлов, Ю.А. Волых) были созданы первые абсорбционные отечественные холодильные машины и определены рациональные области их применения.

В Институте теплофизики СО АН СССР были проведены физическое и математическое моделирование процессов (Л.М. Розенфельд, М.С. Карнаух, Л.С. Тимфеевский, Г.А. Паниев), теоретические и экспериментальные исследования тепло-массопереноса в аппаратах, изучены свойства водного раствора бромистолития (В.Е. Накоряков, А.П. Бурдуков, С.С. Кутателадзе, Н.С. Буфетов, О.И. Верба, Н.И. Григорьева, В.А. Груздев, А.Р. Дорохов, А.Г. Корольков, А.В. Попов и др.).

В Институте технической теплофизики АН УССР были исследованы двухступенчатая генерация пара, процессы тепло-массопереноса, впервые применены поверхностно-активные вещества, использована для генерации пара солнечная энергия (Э.Р. Гросман, В.Я. Журавленко, О.А. Кремнев, С.Е. Наумов, В.С. Шаврин и др.).

Известны работы в этой области СФ НПО «Техэнергохимпром» (Б.И. Псахис, В.С. Черкасский); МИХМ, ныне Московский государственный университет инженерной экологии (Ю.Д. Колосков, И.П. Усюкин); ОТИХП, ныне Одесская государственная академия холода (ГИПХ — Санкт-Петербург; Днепропетровский инженерно-строительный институт; ВНИПИчерметэнергоочистка — Донецк (Г.В. Курилов).

Научные исследования выполняли и в других организациях. В ЛТИХПе, ныне Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, исследовали циклы, процессы теплообмена, новые материалы, поверхностно-активные вещества, ингибиторы коррозии, провели физическое и математическое моделирование, разработана САПР (А.В. Бараненко, О.В. Волкова, А.Г. Долотов, А.Д. Лино, С.В. Караван, И.И. Орехов, С.Тимофеевский, Н.А. Швецов и др.). Университет участвовал в совместных проектах с фирмой LG, Тяньцзиньским коммерческим университетом (Китай), в числе и по подготовке кадров. Сейчас в СПбГУНиПТ обучаются холодильной технике 18 китайских студентов из Тяньцзиньского коммерческого университета.

Абсорбционные бромистолитиевые машины не были широко распространены в нашей стране. Это связано в первую очередь с экономическими условиями: энергоресурсы были дешевыми, предприятия не проявляли большого интереса к повышению эффективности своей работы.

В начале 90-х годов в связи с экономическим кризисом выпуск таких машин в нашей стране практически прекратился. Научные исследования абсорбционных преобразователей теплоты, работающих в режимах холодильной машины, повышающего и понижающего термотрансформаторов, продолжались лишь в Институте теплофизики СО РАН и в нашем университете.

Следует отметить, что только в ЛТИХПе-СПбГУНиПТ за последние 40 лет по этим научным направлениям, как ингибиторы коррозии, поверхностно-активные вещества, математическое моделирование, САПР, были подготовлены 4 доктора и 20 кандидатов технических наук.

Опираясь на достаточно мощный научный фундамент, отечественный и мировой опыт и используя результаты последних исследований двух названных организаций, созданное при Институте теплофизики СО РАН ООО «Теплосибмаш» (Новосибирск) в конце 90-х годов начало выпуск бромистолитиевых машин нового поколения холодопроизводительностью 600...1500 кВт в режиме получения холода и теплопроизводительностью 2...5 кВт в режиме производства теплоты.

Теплообменные трубы машин выполнены из медно-никелевых сплавов, обечайки и трубные решетки — из углеродистой стали. Применены отечественные

герметичные насосы с магнитной муфтой, имеющие небольшой кавитационный запас. Обеспечена требуемая герметичность машин путем повышения качества изготовления и максимального устранения фланцевых разъемов. Рост давления внутри корпусов машин составляет не более 0,5 мм рт. ст. за 2 недели. Это отвечает требованиям к герметичности машин, предъявляемым фирмой «Керриер» и др.

Впервые в отечественной практике созданы реально работающие генераторы с непосредственным сжиганием газообразного или жидкого топлива. Теплообменные трубы таких генераторов выполняют из котловой стали. По массе машины примерно соответствуют машинам фирмы LG и несколько уступают машинам фирм «Керриер» и «Йорк». Применены новые ингибиторы коррозии (разработка нашего университета). Стоимости машин в 2—2,5 раза ниже, чем зарубежных аналогов.

Выпущено несколько машин, которые работают на предприятиях. К сожалению, заказов мало, поскольку предприятия не располагают средствами для модернизации производства. Кроме того, изготовителей отечественного оборудования теснят зарубежные фирмы. Только один пример. На Смоленскую АЭС машины поставит фирма «Йорк». Это наше общее отступление перед зарубежными фирмами в области умеренного холода, касающееся не только абсорбционных машин.

Каковы же сейчас тенденции? Намечается переход с теплообменных труб из медно-никелевых сплавов на медные теплообменные трубы, причем из меди высокого качества. Это снижает стоимость машин. При использовании медных труб применяют эффективные ингибиторы коррозии. Зарубежные фирмы отказываются от применения хрома лития, который достаточно токсичен, и переходят на молибдат лития, борат лития и другие не столь токсичные вещества. В нашем университете исследования в области ингибиторов коррозии не прекращались и ведутся в том же направлении (снижение токсичности и повышение эффективности), что и за рубежом. В настоящее время университет может предложить эффективные и нетоксичные ингибиторы для различных металлов и сплавов и их сочетаний.

В общем производстве бромистолитиевых абсорбционных преобразователей теплоты зарубежными фирмами увеличивается доля машин с генерато-

рами, в которых сжигается непосредственно газообразное или жидкое топливо. Часто они оказываются эффективнее, чем холодильные машины других типов.

Предложено возобновить производство машин из углеродистых сталей, но выпускать их надо ремонтпригодными. Для этого необходимо предусмотреть возможность замены теплообменных труб, как это делается в котлах. Кстати, возможность замены теплообменных труб в своих машинах декларирует и фирма «Трейн».

Наш университет разрабатывает сейчас системы холодо- и теплоснабжения с использованием абсорбционных преобразователей теплоты для атомной энергетики, для городского коммунального хозяйства Санкт-Петербурга. Изучаются перспективы использования теплоты канализационных стоков, а также теплоты геотермальных источников для отопления и горячего водоснабжения. Ведутся переговоры о возможности применения бромистолитиевых машин в целлюлозно-бумажной промышленности. Анализируется возможность использования абсорбционных преобразователей теплоты производительностью 5—15 кВт с непосредственным сжиганием топлива для одновременного холодо- и теплоснабжения летом, а также для теплоснабжения зимой индивидуальных зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бараненко А.В., Попов А.В., Тимофеевский Л.С. Энергосберегающие абсорбционные бромистолитиевые водоохлаждающие и водонагревательные преобразователи теплоты. — СПб//Инженерные системы. 2001. № 4.
2. Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты нового поколения / А.В. Бараненко, А.В. Попов, Л.С. Тимофеевский, О.В. Волкова // Холодильная техника, 2001. № 4.
3. Волкова О.В., Бараненко А.В., Тимофеевский Л.С. Исследование контактной и щелевой коррозии конструкционных материалов в водном растворе бромистого лития // Холодильная техника. 2000. № 5.
4. Волкова О.В., Бараненко А.В., Тимофеевский Л.С. Повышение эксплуатационной надежности абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин и термотрансформаторов путем использования новых ингибиторов коррозии// Известия СПбГУНиПТ. 2001. № 1.

Холодильные агенты: XX век и великая холодильная революция



О.Б. ЦВЕТКОВ

Д-р техн. наук, проф., академик МАХ
СПбГУИПТ

The priority of refrigerants in the determination of the ways of development of refrigeration in the coming decades – is discussed. Developing the postulates of the Kyoto Protocol the history of problems is considered – beginning from the empirical searches in the XIX century to the purposeful synthesis of refrigerants with pre-determined properties in the century XX. The starting point – synthesis of “Freon” 12 in the year 1930. The consequences of this event for artificial refrigeration, and what is more important – for the human community – are analyzed. The end of illusions which has come in the year 1987, as stated in the paper, has been and up to the present time, remains the most complicated test for the system that has been formed during more than half a century period. Ecological problems in refrigeration have come to a new level, first of all, those associated with such concepts as “ozone holes”, “global warming”, “ozone depleting refrigerants”, “greenhouse gases”, “total equivalent warming impact”, etc. The second stage of the refrigeration revolution – the period between the Montreal (September, 1987) and Kyoto (December 1997) Protocols – has not become the final result, but the beginning of the third step. The innovations of the last years associated with the intensive development of refrigerating systems and heat pumps operating on hydrocarbons, carbon dioxide, air, ammonia, water – may be considered as the sphere of the future, however of not very distant one, as can still be seemed, and certainly not unclouded future, however indicating that the refrigerating engineering is coming out to a new quality level. This conclusion has been illustrated by the examples of developments of refrigerating plants operating on ammonia, air, hydrocarbons, carbon dioxide; their technical data and fields of applications are indicated.

Некоторые, но, наверное, далеко не все вехи развития техники умеренного холода приведены в табл. 1. Собранные здесь ретроспективные сведения подтверждают оценку Международной комиссии IPCC, которая началом эпохи индустриального развития человечества считает 1750 г. В череде событий прошлого есть несколько особо важных, касающихся, казалось бы, лишь холодильных агентов. Вместе с тем эти события оказали воздействие не только на производство и применение искусственного холода, но и на состояние цивилизации в целом. Ничем не примечательный 1930 г. известен как год начала производства хладагента R12. До этого в 1928 г. Мидглей, Хенн и Макнари продемонстрировали его свойства на заседании Американского химического общества в Атланте. В 1930 г. изготовили коммерческие образцы этого холодильного агента, который вначале получил название «дихлордифторметан – кинетик № 12», а в дальнейшем – фреон-12.

Появление R12 было неслучайным. Еще в 1908 г. на I Международном конгрессе по холоду (событие, ставшее толчком к созданию журнала «Холодильная техника») его участники обратились к властям с просьбой «облегчить устройство холодильных приспособлений в домашнем, сельском и мелком промышленном хозяйстве, и в частности ограничить до возможного минимума регламентацию и формальности относительно пользования холодильными машинами». Обращение было своевременным, поскольку многие из применяемых в те годы хладагентов были, скажем мягко, не безупречны – токсичны,

пожаро- и взрывоопасны, имели зловонный запах, иные обладали наркотическими свойствами (достаточно вспомнить эфиры, сернистый ангидрид и т. п.).

Появление R12 – соединения почти идеального: без запаха, взрыво- и пожаро-безопасного, нетоксичного, практически безвредного для здоровья, к тому же имеющего прекрасные термодинамические свойства, стало судьбоносным. Впервые

Таблица
Некоторые реперные точки
ретроспективы развития техники
умеренного холода

Год	Событие
1744	Открыт аммиак
1787	Ожижен аммиак
1834	Изобретена паровая холодильная машина (Якоб Перкинс)
1844	Получен диоксид углерода в твердой фазе
1844	Открыт эффект Пельтье
1859	Изобретена воздушная холодильная машина (Джон Горри)
1859	Изобретена абсорбционная водоаммиачная холодильная машина (Фердинанд Карр)
1869	Открыт дроссель-эффект
1872	Патент на конструкцию аммиачного компрессора (Дэвид Бойль)
1881	Построена углекислотная холодильная машина (К. Линде и Ф. Виндхаузен)
1889	Освоено промышленное производство двухступенчатых углекислотных компрессоров
1910	Создана парожеткаторная холодильная машина (М. Леблан)
1930	Начато производство R12
1935	Начато производство R22
1953	Начато производство R502
1985	Подписана Венская конвенция
1987	Подписан Монреальский протокол
1996	Вступил в силу запрет в отношении CFC-хладагентов
1997	Подписан Киотский протокол

CFC-хладагенты (озоноразрушающие)

Обозначение	Химическая формула	t_0 , °C	$t_{кр}$, °C	$p_{кр}$, бар	ODP	GWP (100 лет)
R11	CCl_3F	23,8	198,0	44,1	1,0	4000
R12	CCl_2F_2	-29,8	112,0	41,3	1,0	8500
R12B1	$CClBrF_2$	-3,7	154,5	41,24	3,0	—
R13	$CClF_3$	-81,4	28,8	38,7	1,0	11700
R13B1	$CBrF_3$	-57,7	67,0	39,85	10,0	5600
R14	CF_4	-127,9	-45,66	37,45	0	6300
R22	$CHClF_2$	-40,8	96,1	49,86	0,055	1700
R113	$CClF_2-CCl_2F$	47,6	214,1	34,1	0,8	5000
R114	$CClF_2-CClF_2$	3,8	145,7	32,6	1,0	9300
R115	$CClF_2-CF_3$	-38,0	80,0	31,6	0,6	9300
R142B	CH_3-CClF_2	-9,8	137,0	41,4	0,065	2000
R124	$CHClF-CHF_3$	-13,2	122,2	35,7	0,023	480

Примечание. t_0 – нормальная температура кипения; $t_{кр}$, $p_{кр}$ – соответственно критические температура и давление; ODP – потенциал разрушения озонового слоя; GWP – потенциал глобального потепления.

было це
с заданн
В дал
кообраз
холоди
ствия
каким-
или мен
но счита
Семья и
лась (та
нов (таб
В 1986
тыс. т в
разом R
нов (бр
веществ
выпусти
холодил
ки милл
ле автом
тные по
ственну
лась во
технике
шиност
гии, в п
тронной
ния и т.
циалист
ства пре
редствен
ки, бол
гие сфер
Особе
ческая и
бильнос
«время
гих фре
некотор
500 лет.
ахиллес
торые се
прекрас
имеющи
В 1970
английс
мощью
ры след
форний
ставшие
винули

Год
1931
1932
1934
1937
1976
1986

целенаправленно создано вещество с заданными свойствами.

В дальнейшем произошел резкий скачкообразный переход от одного состояния холодильной техники к другому. Последствием этого события невозможно оценить каким-либо одним показателем. Более объективным признаком можно считать рост производства фреонов. За 50 лет значительно пополнился (табл. 2). Объем производства фреонов (табл. 3) с 1930 г. вырос в миллион раз. В 1986 г. в мире произведено 1 млн 300 тыс. т всех фреонов, причем главным объектом R11, R12, R22, R113, R115 и галонов (бромированных фреонов). Данные вещества позволили промышленности произвести сотни миллионов домашних холодильников и морозильников, десятки миллионов кондиционеров, в том числе автомобильных, обеспечить транспортные перевозки и создать высококачественную изоляцию. Кроме того, появилась возможность занять холодильной техникой серьезные позиции в химии, машиностроении, медицине, фармакологии, в пищевой промышленности, в электронной технике, в технике пожаротушения и т.д. Тем не менее, по оценкам специалистов, лишь 20–30 % всего количества производимых фреонов шло непосредственно на нужды холодильной техники, большая же часть их попадала в другие сферы промышленного применения.

Особенности фреонов — высокая химическая и термическая устойчивость, стабильность и длительное, так называемое «время жизни». Сто лет «жизни» для многих фреонов было обычным явлением, а некоторые из «долгожителей» достигали 100 лет. Это обстоятельство оказалось фатальной пятной в судьбе фреонов, которые сегодня можно определенно назвать прекрасными холодильными агентами, имеющими исключительные свойства.

В 1970 г. в печати появилось сообщение английских ученых, обнаруживших с помощью зондов в верхних слоях атмосферы следы R11. В 1974 г. химики из Калифорнийского университета (через 20 лет ставшие Нобелевскими лауреатами) выдвинули гипотезу о роли хлора, достигаю-

щего стратосферы с молекулой R11, как сильнейшего катализатора в процессе разрушения озонового слоя Земли. В 1985 г. в печати были опубликованы результаты наблюдений за озоновым слоем над Антарктидой в 1970–1984 гг. Снижение количества озона за эти годы в весенние периоды достигало 30 %. В обиходе появилось понятие «озоновая дыра».

Дальнейшие события более известны: март 1985 г. — подписание Венской конвенции ООН по охране озонового слоя; сентябрь 1987 г. — принятие протокола по хлорфторбромуглеродам к Венской конвенции, теперь известного как Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. В приложении А к Протоколу перечислены регулируемые озоноразрушающие хладагенты: R11, R12, R113, R114, R115 и бромированные фреоны (галоны): R12B1, R13B1 и R114B2. Советский Союз через год принял постановление о принятии Монреальского протокола.

Не будем комментировать эту ситуацию, которую иначе как крахом огромной мировой системы — «империи холода» не назовешь. Рухнула система, созданная более чем за полвека, в которую входили миллионы специалистов, связанных с проектированием, изготовлением, стандартизацией, монтажом, наладкой и применением серийного оборудования, с подготовкой

кадров, проведением фундаментальных, поисковых и прикладных исследований. Если учесть, что в мире от одной до двух третей всех производимых и хранимых пищевых продуктов зависят от производства умеренного холода, подобная встряска и на этот раз оказалась революционной. С января 1996 г. запрещен выпуск R12. Прекратить производство R22 решено в первой четверти столетия нынешнего, хотя страны Евросоюза взяли встречные обязательства и предполагают расстаться с R22 в начале 2000-х гг.

Ветер перемен принес с собой новые понятия, такие, как ретрофит, дрипин, переходные и озонобезопасные хладагенты, озоноразрушающие фреоны и т.д. О некоторых из переходных хладагентов, предложенных в России, напомним табл. 4, а об озонобезопасных — табл. 5. В табл. 2 были приведены значения потенциала разрушения озонового слоя (ODP). Переходные хладагенты из табл. 4 этим потенциалом в ряде случаев еще обладают, поскольку содержат озоноразрушающие фреоны R21, R22, R142b. Фреоны из табл. 5 не разрушают озонового слоя (ODP=0). Это, по существу, новое поколение холодильных агентов, созданных наукой и адекватно ответивших на жесткие требования Монреальского протокола.

Среди характеристик альтернативных хладагентов (см. табл. 5) — потенциал

Смеси, предлагаемые взамен R12 и R22

Таблица 4

Обозначение	Состав	Примечание
C1	R152a/R600a	
CM1	R134a/R218/R600a	
CM3	R1243/R600a	
CM2	R134a/R600a	
Хладон М	R846/R218	R510 (массовая доля R218 ≈ 95 %)
	R142b/R22	R22 ≈ 60...70 %
C10M1	R22/R21/R142b	Астрон 12А (65/5/30 %)
C10M2	R22/R21/R134a	Астрон 12В (65/15/20 %)

HFC-хладагенты (озонобезопасные)

Таблица 5

Обозначение	Состав	Массовые доли компонентов, %	$t_0, ^\circ\text{C}$	$\theta, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{кр}}, ^\circ\text{C}$	$p_{\text{кр}}, \text{бар}$	GWP (100 лет)	Альтернатива
R134a	$\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$	—	-26,2	0	101,0	40,7	1300	R12(R22)
R404A	R125 R134a R143a	44 14 42	-46,5	0,7	72,1	37,3	3750	R502
R407C	R32 R125 R134a	23 25 52	-43,7	7,3	75,8	41,6	1610	R22
R410 A	R32 R125	50 50	-50,5	<0,2	73,0	49,6	1890	R22, R13B1
R507	R125 R143a	50 50	-46,5	0	70,81	37,17	3800	R502
R125	CHF_2-CF_3	—	-48,5	0	67,7	39,2	3200	Компонент смеси
R508A	R23 R116	39 61	-86...-88	0	13...14	37,0	12700	R503

Примечание. θ — неизотермичность (глайд) при фазовом переходе, $^\circ\text{C}$; остальные обозначения см. табл. 2.

Таблица 3
Производство фторбромхлор-углеводородов в мире

Год	Производство, т
1931	544 (R12)
1932	136 (R12)
1934	600 (R12)
1937	3084 (R12)
1976	340 000 (R12)
1986	1 300 000 (все фреоны)

глобального потепления (GWP). Интерес к этой характеристике возник после Саммита 1992 г. в Рио-де-Жанейро, собравшего под эгидой ООН глав всех государств планеты. Участники Саммита-92 приняли рамочную Конвенцию ООН по изменению климата, где наиболее опасным источником экотовоздействия на жителей Земли названо глобальное потепление. Рамочная Конвенция ООН предусматривает ряд приоритетных мер, в том числе обязательство государств сократить выбросы определенных газов (их называют «парниковыми»), способствующих глобальному потеплению. Конференция сторон, подписавших Конвенцию ООН, прошла в декабре 1997 г. в Киото. Конференция определила более конкретно газы, которые являются виновниками глобального потепления. Ими оказались: диоксид углерода, метан, оксид азота, фторуглероды, перфторуглероды и шестифтористая сера, т. е. все озонобезопасные хладагенты, которые вывели холодильную технику из кризиса последнего десятилетия минувшего века. Потенциал глобального потепления фреонов выше, чем у диоксида углерода (принятого за единицу), в тысячи и десятки тысяч (к примеру, шестифтористая сера) раз. Вместе с тем общий вклад фреонов в радиационный форсинг, по мнению многих экспертов, не столь велик, чтобы отнести эти вещества к изгоям. Теперь же для каждой развитой страны в протоколе Киото записаны обязательства по снижению эмиссии контролируемых газов на период 2008–2012 гг. от уровня 1990 г. (для хладагентов – от уровня 1995 г.). России эти обязательства не коснулись. Для США – это 7 %, для Европейского союза в целом – 8 %. Правительства стран – членов Евросоюза 4 марта 2002 г. подтвердили свою решимость полностью выполнить эти жесткие квоты. США отказались следовать квотам Киотского протокола. Это уже было: после Саммита в Рио-де-Жанейро США отказались подписать Конвенцию ООН, но через пару лет сделали это.

Хочется верить, что этот кризис в холодильной технике завершит эпоху потрясений – великую холодильную революцию XX в. Теперь об альтернативах парниковым газам. Их называют сегодня природными хладагентами, имея в виду воду, воздух, аммиак, диоксид углерода и углеводороды (табл. 6). В табл. 7 и 8 приведены чуть подробнее свойства наиболее ярких представителей природных хладагентов – аммиака и диоксида углерода.

Напомним черты, отличающие природные хладагенты от синтетических, тем более что есть сторонники как «природной» стратегии развития, так и стратегии, ска-

жем, фреоновой, и названной сегодня «химической». В отличие от фреонов ряд природных хладагентов (табл. 9, 10) токсичны, пожаро- и взрывоопасны, имеют резкий запах, создают высокие давления в системе, требуют специального противопожарного исполнения элементов холодильных установок и провоцируют более высокие страховые ставки. Вспоминая 1930 г., не трудно понять, что то, от чего холодиль-

щики ушли 70 лет назад, вернулось сегодня в виде обязательных международных решений. Спираль развития завершила свой «философский» оборот и вышла, по мнению апологетов «природной» стратегии, на новое качество.

Понятие «природные хладагенты» впервые прозвучало на Международной конференции в Ганновере (1994 г.), прошедшей под эгидой Международного инсти-

«Природные» хладагенты

Таблица

Обозначение	Формула	t_0 , °C	$t_{кр}$, °C	$p_{кр}$, бар	ODP	GWP
Диоксид углерода	CO ₂	-78,47	31,05	73,83	0	1
Этан	C ₂ H ₆	-88,8	32,2	48,7	0	3
Этилен	C ₂ H ₄	-103,5	9,5	50,6	0	3
Пропан	C ₃ H ₈	-42,38	96,7	42,48	0	3
Изобутан	C ₄ H ₁₀	-11,9	134,7	36,4	0	3
Аммиак	NH ₃	-33,3	132,2	113,4	0	0
Н-Бутан	C ₄ H ₁₀	-0,88	152,0	37,96	0	3
Пропилен	C ₃ H ₆	-47,7	91,8	46,1	0	3
Воздух		-194,6	-140,6	37,90	0	0

Примечание. Обозначения параметров см. табл. 2.

Свойства аммиака

Таблица

Показатель	Значение
Молекулярная масса M , кг/кмоль	17,0304
Критическая температура $T_{кр}$, К (ITS-90)	405,367
Критическое давление $p_{кр}$, МПа	11,336
Критическая плотность ρ , кг/м ³	235
Нормальная температура кипения T_0 , К (IPTS-68)	239,82
Температура тройной точки $T_{тр}$, К (IPTS-68)	195,48
Давление в тройной точке $p_{тр}$, Па	6065
Удельная теплота парообразования r_0 , кДж/кг	1372
Температура вспышки, °C	651
Температура термического разложения, °C	>450
Продукт разложения	Водород
Пожароопасная концентрация в воздухе, об. %	15–28
Другие опасности	Реагирует с Cu, Zn, их сплавами

Свойства диоксида углерода

Таблица

Показатель	Значение
Молекулярная масса, кг/кмоль	44,011
Газовая постоянная, кДж/(кг·К)	0,188915
Критическая температура, К	304,20±0,02
Критическое давление, МПа	7,383±0,005
Критическая плотность, кг/м ³	468±3
Температура тройной точки, К	216,58±0,01
Давление в тройной точке, МПа	0,5179±0,0005
Удельная теплота парообразования при -15 °C, кДж/кг	268
Коэффициент динамической вязкости при -15 °C, 10 ⁶ Па·с:	
кипящая жидкость	127,7
сухой насыщенный пар	13,65
Коэффициент теплопроводности при -15 °C, Вт/(м·К):	
кипящая жидкость	127,1
сухой насыщенный пар	16,95
Удельная теплоемкость при -15 °C, кДж/(кг·К):	
кипящая жидкость	2,19
сухой насыщенный пар	1,39
Удельная объемная холодопроизводительность при 0 °C, кДж/м ³	22600
Пожароопасность	Нет
Токсичность	»
Потенциал разрушения озонового слоя (ODP)	0
Потенциал глобального потепления GWP	1

холода, т.е. Киотский протокол не стал неожиданностью для холодильного общества. Более того, с 1994 г. в распространении природных хладагентов произошли существенные сдвиги.

Чем же заинтересовали специалистов соединения? Прежде всего появляется уверенность в том, что еще через 10 лет, что случилось с альтернативными хладагентами, не произойдет очередного революционного потрясения в холодильной технике: природные холодильные агенты имеют нулевые потенциалы разрушения озонового слоя и почти нулевые потенциалы глобального потепления (double zero), т.е. экологически безопасны, скажем осторожно, на том уровне познаний, которое человечество достигло сегодня. Эффективность холодильных систем на природных хладагентах (особый разговор о аммиаке) не ниже эффективности фреоновых. Значительно (иногда в несколько раз) выше заправка холодильного агента в систему, выше ее компактность, практически снижается необходимость решения экологически болезненного для синтетических хладагентов вопроса об обязательном по стандартам ИСО рециркулировании хладагентов и даже об их уничтожении. Природные хладагенты совместимы с применявшимися до сих пор вспомогательными материалами, особенно с маслами, широкодоступны, менее дорогие, их производство не монополизировано, сохраняется практически без изменений сервисная служба.

Разумеется, нельзя игнорировать опасности, вызванные применением тех или иных природных хладагентов. В связи с этим разрабатываются новые качественные решения холодильных систем. Прежде всего, как уже было сказано, — это предельно малая заправка хладагента и компактность. Разговор идет в ряде случаев о 50...70 г аммиака или углеводородов на 1 кВт холодопроизводительности. Более востребованными становятся системы вторичного холодоснабжения. Новые установки изготовляют в пожаровзрывобезопасном исполнении, с максимальной герметичностью систем и обязательным оснащением их мощной вентиляцией, сигнализацией и т.д. Действительно, можно изготовить безопасные системы для

небезопасных хладагентов. Вопрос в экономике: какую цену готово общество заплатить за экологическую безопасность? Цена, похоже, немалая, но и природные хладагенты умеют постоять за себя.

В табл. 11 сравниваются конструктивные исполнения двух работающих на углеводородах компрессорных холодильных шкафов, изготовленных в начале и в конце XX в. Двадцать граммов изобутана в холодильнике — это, заметим, заправка обычной зажигалки.

Циклы паровых холодильных машин на R134a и диоксиде углерода сравниваются в табл. 12. Холодильный цикл на CO₂, естественно, менее эффективен, но, когда речь идет об автомобильном кондиционере, где неизбежны утечки хладагента, цикл на CO₂ по эколого-энергетическому показателю (общий коэффициент эквивалентного потепления) оказывается энергетически более конкурентоспособным. Циклы паровых холодильных машин на бутане, изобутане и пропане не уступают по эффективности аналогичным циклам на R134a и даже на R12.

Бытовые холодильники на R134a в Скандинавии лишены зеленого ярлыка Гринписа из-за их экологической небезопасности. Миллионы бытовых холодильников, уже произведенных в Германии, работают на углеводородах. Норвегия собирается перевести на CO₂ несколько сотен тысяч автомобильных кондиционеров. Аммиачные холодильные установки появились в супермаркетах Европы и даже на океанских рефрижераторах. В тепловых насосах и чиллерах в Европе применяют и аммиак, и углеводороды. Углеводороды, кроме того, используют в супермаркетах и в установках для охлаждения напитков. Многие страны Европы (Англия, Германия, Франция) изменили соответствующие стандарты пожаро- и взрывобезопасности хладагентов, исходя из концепции допустимого риска. К примеру, углеводородные герметичные установки, име-

Таблица 11
Компрессорные бытовые холодильники в XX столетии

Тридцатые годы	Конец столетия
Компрессор открытого типа	Герметичный мотор-компрессор
Открытый электродвигатель	
Регулирующий вентиль	Капиллярная трубка
Оребренные трубки теплообменников	Теплообменники из алюминия (ролл-бонд)
250 г пропана	20 г изобутана

Таблица 12
Цикл паровой холодильной машины для автомобильного кондиционера на R134a и CO₂

Показатель	R134a	CO ₂
p_k при 50 °C, МПа	1,3	9,0
p_0 при 0 °C, МПа	0,3	3,5
Отношение давлений p_k/p_0	4,3	2,8
Холодильный коэффициент ϵ_i	4,1	3,2

ющие заправку 150 г (по другим стандартам — 250 г) углеводорода, могут в ряде стран использоваться без ограничений.

Сегодня опасны лозунги «Карфаген должен быть разрушен». Нужен эволюционный путь, в котором «природная» и «химическая» стратегии имели бы право на сосуществование. «Природная» стратегия видится как стратегия на длительный период. Менее долгосрочна «химическая» стратегия как стратегия некоторого переходного периода. Европейцы стремятся пройти этот период как можно скорее. Более консервативны США, подозрительно относящиеся ко всем взрыво- и пожароопасным субстанциям. В России, скорее всего, переходный период не будет слишком коротким: имеется большое количество оборудования на озонобезопасных хладагентах, все еще не потеряв интерес к применению R22. Тем не менее одними из первых, кому придется встречать природные хладагенты, будут заводы бытовых холодильников: экспорт холодильников на R134a в Европу, возможно, окажется затруднительным.

Не слишком много времени остается на раздумья о новых технологиях, новых хладагентах. Но раздумья эти, как представляется, будут крайне полезны для нашей промышленности, которая умеет и может производить углеводороды и аммиак высокого качества. Реально воссоздать производство углеводородных, аммиачных и углекислотных компрессоров, наладить выпуск компактных теплообменников и систем автоматики при строгом соблюдении правил пожаро- и взрывобезопасности, предъявляемых к объектам на аммиаке и углеводородах.

Таким образом, появился редкий шанс возродить наше холодильное хозяйство. И этот шанс нельзя упустить!

Таблица 10
Пожаро- и взрывобезопасность пропана, изобутана, аммиака и R152a

Показатели	R290	R600a	R717	R152a
Нижний предел горючести в смеси с воздухом, об. %	2,1	1,3	15,0	3,9
Верхний предел горючести в смеси с воздухом, об. %	9,5	8,5	28,0	16,9
Температура самовоспламенения, °C	466	455	651	—
Энергия самовоспламенения, Дж	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	0,68	0,22

Таблица 9
Токсичность аммиака

Показатель	Концентрация, мг/м ³
Порог запаха	1...5
Опасное воздействие	250
Длительное пребывание	500...1000
Острая опасность для жизни	2500
Фатальные последствия, возможен летальный исход	5000

Продукция компании THERMO KING как основа поддержания системы инвестиций и корреляции цены и ценности



Г.В. ПЕТРЕНКО

В 1938 г. инженеры американской компании THERMO KING создали первые холодильные транспортные агрегаты. И сегодня, более чем через 60 лет, эта всемирно известная корпорация продолжает лидировать в области холодильных транспортных машин и контроля температур. Транспортные холодильно-отопительные установки (ХОУ) THERMO KING помогают перевозить грузы при нужных температурах (с автоматическим нагревом или охлаждением воздуха в заданных режимах). Они не только сохраняют все качества свежих и замороженных продуктов, но и надежно защищают от температурных воздействий различные виды термочувствительных продуктов, включая лекарства, косметику, фото- и киноплёнку, химикаты, электронное оборудование.

Главная задача компании THERMO KING – продажа продукции, решающей проблемы заказчиков по перевозке грузов, требующих особых температурных условий при транспортировке.

Сегодня на российском рынке THERMO KING предлагает гамму рефрижераторных установок из более чем 30 моделей, а также различные их модификации, обеспечивающие поддержание температурного режима от -29 до $+12$ °C в изотермических кузовах автомобилей-фургонов, прицепов и полуприцепов объёмом от 2 до 120 м³. Оборудование THERMO KING даёт также возможность одновременного поддержания различной температуры в многосекционных кузовах.

Кроме того, компания THERMO KING осуществляет поставку и монтаж кондиционеров для автобусов и микроавтобусов. Системы кондиционирования THERMO KING предназначены для максимального уменьшения влияния внешних климатических факторов на пассажиров и обеспечения условий комфортности при движении и остановках автобуса.

Оборудование THERMO KING адаптировано ко всем моделям зарубежного и отечественного автотранспорта и имеет «Сертификат ответственности Российской Федерации».

Мы работаем в тесном контакте со всеми производителями автомобилей и кузовов не только на территории России, но и за рубежом.

Реализация нашей продукции происходит через дилерскую и филиальную сети. Сейчас мы имеем 15 дилеров и 14 филиалов на территории России и стран СНГ. В Москве работает Представительство нашей компании.

Все оборудование THERMO KING обеспечено гарантийным и постгарантийным обслуживанием на сервисных станциях (с 2001 г. для установок с собственным двигателем гарантия продлена до двух лет), а также запасными частями и расходными материалами. Большинство наших региональных структур имеют круглосуточную службу аварийного ремонта и мобильную службу сервиса для обслуживания оборудования непосредственно на территории владельца транспорта. Представительстве компании есть учебный центр, где проводится обучение правильной эксплуатации оборудования как собственного персонала, так и персонала наших заказчиков.

Деятельность THERMO KING в России претерпевает рыночные изменения, связанные с рядом условий, среди которых:

- экономические аспекты: ценовая конкурентоспособность рынка, отсутствие банковских кредитов, задержки платежей, ценовая инфляция, девальвация рубля, требование сертификации всего оборудования в России и СНГ;
- экологические требования: применение озонобезопасных хладагентов R134a, R404A;
- требования по уровню шума: ответственность параметров выхлопных газов двигателей на холодильно-

The main criteria and conditions of activities of «Thermo King» company in the Russian market are designated.

Economical aspects, ecological requirements, new logistics schemes, changes in the system of distribution, guarantee obligations and other interrelated problems which arise when selling, servicing of the transportation refrigerating-heating and air-conditioning units of «Thermo King» company are considered.

мальных установках THERMO KING требованиям ЕВРО 2;

• новые логистические схемы: раз-
ные схем дистрибуции основными
производителями скоропортящихся
грузов, мультитемпературные схемы
перевозки, мультитемпературные
системы;

• необходимость развернутой си-
стемы сервисного обслуживания;

• изменение системы гарантийных
обязательств: увеличение роли стра-
новых компаний при перевозке ско-
портящихся грузов.

С начала 2002 г. компания THERMO
KING начала выпуск улучшенной се-
рии ХОУ моделей SL-100 е, SL-200 е,

SL-400 е (объем кузова до 100 м³).
Практическая эксплуатация ХОУ се-
рии SL показывает, что при незначи-
тельно более высокой стоимости хо-
лодильной системы эксплуатацион-
ные затраты на поддержание ее ра-
ботоспособности значительно ниже,
чем у аналогичных систем других про-
изводителей (по расходу топлива,
стоимости их содержания и др.). Ана-
логичные улучшения коснулись также
оборудования THERMO KING для ус-
тановок, рассчитанных на объем ку-
зова от 2 до 50 м³: С-090, С-190,
С-290, V-190, V-200, V-300, V-500, V-
700, серии TS-200, TS-300, TS-500,
TS-600 и многих других.

Приобретая оборудование THERMO
KING, заказчик осуществляет инвес-
тиционную программу того или ино-
го масштаба, планируя возврат ин-
вестиций и окупаемость в оптималь-
ные сроки. Поэтому основная цель
нашей деятельности – создание наи-
более благоприятных условий для
инвестиций, обеспечивающих ско-
рейшую окупаемость.

Представительство Thermo King в странах СНГ

Москва, Россия
Tel.: 007 095 485 5744, 485 5881, 485 5988
Fax: 007 095 485 69 27
Минск, Беларусь
Tel./Fax: 8 10 375 17 211 95200

Список дилерских компаний Thermo King в странах СНГ

Название компании	Город, страна	Адрес, телефон	Контактное лицо
ТЕРМО КИНГ РУС"	Москва, Россия	Ул. Добролюбова, 2, (095) 219-2551, 583-0201	Н.Овечкина, М.Кузьмин
ТЕРМО КИНГ – Н.НОВГОРОД"	Н.Новгород, Россия	Ул. Ларина, 15, (8312) 668-030, 630-763	В.Смирнов, (8312) 913-583
ТЕРМО КИНГ – ПЕТЕРБУРГ"	С.-Петербург, Россия	Ул. Ворошилова, 2, (812) 326-1063, 324-5297	А.Желамский, Д.Поваров
ТЕХКОН"	Ростов-на-Дону, Россия	Ул. Мира, 9, (8632) 588-123, 588320	И.Чернышев, И.Козырев
МОНОПОЛ-АВТО"	Краснодар, Россия	Ст. Заводская, 28 "Б", (8612) 372-820	В.Арзамасцев
КОФ "ВОЛЖСКИЙ ПРОСТОР"	Астрахань, Россия	Ул. Красная набережная, 37-49, (8512) 220-253, 223-821	А.Григорьев
ВЕСТ-СЕРВИС"	Волжский, Россия	Пл. Труда, 6, (8443) 341-311, 386-838	А.Дудник, И.Тадтаева
ЛАБОРАТОРИЯ ОХРАННЫХ СИСТЕМ"	Воронеж, Россия	Ленинский пр., 172-140, (0732) 797-258, 226-837, 279-850	С.Донских
ПЕРЕХОД"	Калининград, Россия	Ул. Железнодорожная, 60, (0112) 475-211, 471-409	Н.Савескул, Н.Онистратенко
СИБ ТРАНС ТЕРМО СЕРВИС"	Новосибирск, Россия	Ул. С. Малыгина, 13/1, (3832) 434-266, 434-244	В.Бражник, А.Толстик
ТЕРМО КИНГ – КРАСНОЯРСК"	Красноярск, Россия	Ул. Давыдова, 37-А, (3912) 649-890, 649-661	Д.Бороздов
ТЕРМО КИНГ – ОМСК"	Омск, Россия	Ул. 2-я Солнечная, 50, (3812) 132-972	С.Жарков
ЧИКАН"	Челябинск, Россия	Ул. Елькина, 63-44, (3512) 331-149, 330-539	А.Агеев, С.Марьин
ТЕРМО КИНГ – ТЮМЕНЬ"	Тюмень, Россия	Ул. Червишевский Тракт, 54А, (3452) 248-397	И.Катанцев
ТЕРМО КИНГ СТИКС"	Екатеринбург, Россия	Проезд Промышленный, 3, (3432) 497-634	Е.Кривопалов
ТЕРМО СЕРВИС АВТО"	Самара, Россия	Ул. Аврора, 150, (8462) 241-981, 784-274	Ю.Галаяпин, А.Теняев
НОРД ТЕРМО СЕРВИС"	Мурманск, Россия	Пр. Кольский, 53, (8152) 232-744	Е.Жарков
ТРАНС СЕРВИС"	Саратов, Россия	Песчано-Уметский Тракт, 10, (8452) 458-525	В.Крыгин, В.Архипов
ТЕРМО КИНГ – УКРАИНА"	Киев, Украина	Ул. Вербицкого, 1, (044) 560-8980, 563-8998	В.Акимов, С.Тарабанов
ТЕРМО КИНГ – ЮГ"	Одесса, Украина	Ул. Бондарева, 29, (0487) 312-934, 337-957	А.Рублевский, В.Богданов
ТЕРМО КИНГ – ДНЕПР"	Днепропетровск, Украина	Ул. Героев Сталинграда, 47, (0562) 924-459, 926-243	М.Сидоров, В.Цисневич
ТЕРМО КИНГ – ЗАПАД"	Ровно, Украина	Ул. Макарова, 16, (0362) 228-551, 623-314	Ю.Каленский
КАМ"	Харьков, Украина	Пр.50-летия СССР, 29А, (0572) 517-749, 514-750	А.Коньшев
ТЕХМАШ"	Донецк, Украина	Ул. Воровского, 3/7, (062) 385-9073	Ю.Биенко, Н.Овчинников
ТЕРМО КИНГ БЕЛ"	Минск, Беларусь	Ул. П. Бровки, 15, (10-375-17) 501-4268, 284-0053	А.Вергейчик, О.Сухотский
ТК-СЕРВИС"	Брест, Беларусь	Ул. Л-та Рябцева, 108/1, (10-375-162) 455-698	И.Герасимович
ТЭСЕРВИС"	Ташкент, Узбекистан	Ул. Джаркурганская, 22А, (10-998-712) 964-901, 964-861	А.Пожаров, В.Трегулов
ТЕРМО КИНГ – АЛМАТЫ"	Алматы, Казахстан	Ул. Ворошилова, 15, (3272) 400-948, 400-519	Е.Консева, 8-3332-153893
ТС-ЮСТИНИАН"	Кишинев, Молдова	Шоссе Хэнчешты, 140/1, (10-373-2) 727-883, 738-710	О.Мыханюк, В.Чокой

РАЗВИТИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИИ*

(со второй половины XIX в. до 1917 г.)

Развитие холодильных технологий. Применение холода в различных пищевых отраслях.

Мы уже говорили о способах хранения скоропортящихся продуктов с помощью естественного холода, существовавших на Руси с древних времен. В XIX в. в России существовало в основном два типа ледников: углубленный в землю и надземный (по типу канадских ледников).

Сооружение ледников первого типа требовало большого труда, осторожно-сти при постройке и стоило дороже. Поэтому такие ледники строили главным образом состоятельные хозяева и предприниматели-торговцы.

Второй тип ледников, более простой, сооружали почти в каждом крестьянском хозяйстве. В 90-х годах XIX в. инженеры Соколовский, Волков, а позднее Васильев усовершенствовали обычный деревенский ледник, приспособив его для холодильных складов продовольственных фирм, а также для нужд артелей и крупных сельхозпроизводителей. Ледник состоял из двух льдохранилищ, расположенных внизу, и холодильных камер, размещенных либо над льдохранилищем, либо сбоку по обе его стороны. Вторым вариантом был использован Васильевым для Закавказской железной дороги.

От обычных ледников усовершенствованные отличались тем, что помещение для хранения льда и холодильные камеры были разделены между собой. Это давало возможность поддерживать температуры в диапазоне 2...8 °C и обеспечить меньшую влажность. Основными материалами для постройки этих ледников служили: кирпич, камень, бетон и пустотелые бетонные камни (как изоляция).

В России всегда были прекрасные природные условия для создания боль-

ших запасов льда: в ее северной и центральной части, не говоря уже о Сибири и Дальнем Востоке, в течение долгой зимы на многочисленных реках и озерах образовывались громадные массы льда.

На протяжении многих веков лед в России заготавливали довольно примитивным способом. Расчистив на реке или озере место для добычи льда, по нему проводили прямые линии с помощью особого конного маркера, после чего по ним распиливали лед, а затем с помощью пешни (железный лом с особым наконечником) превращали полученные четырехугольники в плиты с возможно более гладкими боками. Плиты вытаскивали на поверхность и сразу же увозили в хранилище. Для лучшего хранения льда очень важно было заготовить его в виде правильных четырехугольников, чтобы при укладке подогнать их друг к другу без зазоров и пустот, в которых оставался воздух, способствующий преждевременному таянию льда.

В 1910 г. при железнодорожных станциях в России насчитывалось 160 льдохранилищ вместимостью 16000 куб. сажен. В 1913 г. их число увеличилось до 207 общей вместимостью 228000 куб. сажен. Самые большие льдохранилища находились в Челябинске (850 куб. сажен), Омске (670 куб. сажен) и Кургане (650 куб. сажен).

Кроме простейших и усовершенствованных ледников, в которых нельзя было получить низкие температуры, в 70–80-е годы в Европе и Америке, а позже и в России начали использовать установки безмашинного охлаждения, базировавшиеся на эффекте сильного понижения температуры при добавлении к естественному льду или снегу таких веществ, как соль, хлористый каль-

ций, серная и другие кислоты.

В мире существовало несколько систем безмашинного охлаждения. Американская система Медисона Купера основывалась на принципе естественной циркуляции водосоляного рассола вследствие разности в удельном весе рассола, охлажденного в генераторном баке со льдом и с солью, и теплого рассола, отдавшего свой холод камере. Для правильной работы системы Купера требовалось определить взаимное расположение и длины охлаждаемых и нагреваемых змеевиков с рассолом.

Существовала также норвежская система, являвшаяся усовершенствованием системы Купера и отличавшаяся только наличием насоса для ускорения циркуляции рассола.

Кроме этих двух систем была распространена еще и фригаторная система. При ее использовании образовавшийся в генераторном баке рассол орошал лед, что приводило к понижению точки его плавления.

Многие другие системы безмашинного охлаждения, которые описывались на страницах различных технических журналов, так и не были реализованы на практике.

В 1915–1916 гг. русские инженеры М.Т.Зароченцев и Н.С.Комаров изобрели систему безмашинного охлаждения: холодный воздух получали при продувании его сквозь смесь льда и соли и ряд поверхностей с осуществлением противотока воздуха и рассола. Мощность холодогенератора этой системы была рассчитана на поддержание в хорошо изолированной камере площадью 60 кв. сажен температуры –10 °C. При испытаниях установки в 1916 г. на ст. Ворожба (Московско-Киевско-Воронежская железная дорога) на убойно-холодильном пункте темпе-

*Окончание. Начало см. ХТ № 1, 2, 3.

тура воздуха в нагнетательном канале опускалась до -18°C при влажности около 55 %, что говорило о большом потенциале этого изобретения.

Крупнейшим достижением в области охлаждения скоропортящихся продуктов, своеобразной революцией в холодильном деле, стало изобретение в 1850-х годах в Европе и Америке так называемого «машинного» искусственного охлаждения. В России первая машина на этом принципе по немецкому патенту была создана в 1865 г. в Ревеле на заводе Франца Крулля. Принцип работы рефрижераторов основывался на следующем физическом явлении: если какой-нибудь газ или жидкость (хладагент), например аммиак, углекислоту или сернистую кислоту и др., заключали в сосуд под давлением несколько десятков атмосфер, а затем давление внезапно уменьшали до 2 атмосфер и менее, то происходило резкое понижение температуры (в зависимости от рода вещества от -2 до -45°C), что приводило к покрытию наружных стенок сосуда льдом.

В 1877 г. впервые на пароходах-рефрижераторах для перевозки мяса в холодильниках был использован в качестве хладагента воздух. Однако конструкция холодильника была слишком громоздкой и дальнейшего развития не получила.

В холодильниках или рефрижераторах в конце XIX — начале XX в. в Европе и России использовали четыре типа машин:

- воздушные холодильные машины;
- компрессионные холодильные машины на аммиаке;
- вакуум-аппараты (хладагент — вода);
- поглощающие (абсорбционные) холодильные машины (водоаммиачные, серноокислотные).

Искусственное охлаждение использовалось также для приготовления льда. Для этого машинным способом охлаждали раствор хлористого кальция, после чего в него погружали особые железные ящики с замораживаемой водой. Приготовленный лед лучше всего сохранялся в древесных опилках или рисовой шелухе. Холодильная машина фирмы «Унион», использовавшаяся на холодильном складе в 1902 г. в Риге и построенная по английской системе «Linde British», способна была выраба-

тывать 280 т льда в сутки и имела холодопроизводительностью 700000 кал.

К началу XX в. существовало три основных способа охлаждения камер, где хранились скоропортящиеся продукты.

Первый способ состоял в следующем: непосредственно в охлаждаемую камеру помещали ту систему трубок, в которой происходило расширение газа.

По второму способу в камере устанавливали трубки, в которых циркулировал охлажденный рассол.

По третьему способу камеру соединяли трубкой с воздушной холодильной установкой, на выходе из нее охлажденного воздуха. В этом случае в камере устраивали еще вытяжную трубу для нагретого воздуха. Для каждого вида продуктов существовало свое отношение длины трубки, в которой происходило охлаждение, к объему помещения.

Остановимся на применении холода в различных пищевых отраслях. Охлаждение молока в ледниках и пересылка его в упаковке со льдом применялись на Руси издревле. Этот способ позволял сохранить молоко в продолжение одного-двух дней. При этом образовывались сливки, которые изменяли первоначальный состав молока. В 1840-х годах в Америке и Европе были проведены первые опыты по консервированию молока, которые привели к тому, что в 60-е годы XIX в. на мировом рынке появилось так называемое конденсированное молоко. Однако и этот продукт отличался по своим свойствам от натурального молока. Сохранение молока в его первоначальном виде было достигнуто в 1900-е годы только при применении искусственного холода. Вначале молоко охлаждали с помощью соляного раствора, циркулирующего в трубах, подвешенных в холодильнике. Специалисты опытным путем пришли к выводу, что для более качественного хранения продукта необходимо было вначале предварительно охладить его до -2°C и только затем поместить на склад для хранения при температуре от 1 до $1,5^{\circ}\text{C}$.

В Европе и России в 80-е годы XIX в. первые опыты по консервированию яиц домашних птиц путем их охлаждения не всегда приводили к желаемым результатам. Яйца, вынесенные из холодильника, покрывались конденсатом, вредно влиявшим на дальнейшее

хранение. Это обстоятельство было устранено в 1900—1901 гг. созданием так называемых уравнивателей температуры. Из холодильника яйца поступали в особое помещение, температура которого постепенно повышалась, пока не достигала температуры внешнего воздуха.

Затем у специалистов возникли споры относительно температуры хранения: одни говорили, что лучше хранить яйца при $t = 1^{\circ}\text{C}$, другие предпочитали температуру $0...-2^{\circ}\text{C}$, но не ниже -2°C , так как при этой температуре замерзает альбумин яйца. Если яйца помещали на хранение на 2—3 мес, то температуру можно было повысить до 4°C . Частая вентиляция помещения, нормальная влажность и в особенности возможно меньшие колебания температуры в холодильнике являлись основными условиями рационального хранения яиц. В 1901—1902 гг. Рыбинским отделом Российского общества сельскохозяйственного птицеводства был принят опыт устройства холодильника для экспорта яиц и битой птицы, который еще раз подтвердил правильность применения холода в этих областях.

До применения холода при транспортировке и хранении фруктов и овощей приходилось собирать плоды недозрелыми. Однако во время транспортировки часть фруктов все-таки портилась и отрицательно влияла на всю партию. Первоначальные опыты в Америке, а затем в России показали, что порча плодов происходит в течение трех дней перевозки, так как теплый воздух, находящийся в ящиках с плодами, повышал температуру вагона, создавая благоприятную среду для порчи.

В конце 90-х годов XIX в. американский помолог Гарольд Пауэль предложил для решения этой проблемы охлаждать фрукты перед их погрузкой в вагон. Этот процесс во всем мире стали называть «предварительным охлаждением»: перед отправкой фруктов и овощей на дальние расстояния только что сорванные плоды и овощи быстро охлаждали в специальном помещении до такой степени, чтобы созревание плодов задерживалось, а порча и гниение их предупреждались.

Наиболее действенный и экономичный способ предварительного охлаж-

дения — пропустить струю холодного воздуха через весь вагон с одного конца до другого, а также через какую-нибудь охлаждающую среду, лучше всего лед, на одном или обоих концах вагона и дать этому воздуху беспрепятственно циркулировать и распространяться по всему вагону уже в пути. Затем уже в начале XX в. стали прогонять воздух над льдом, находящимся в специальных приемниках. Кроме этой системы предварительного охлаждения получили распространение другие системы, например Роя, Спрэга и др., использующие принцип так называемого перемежающего вакуума, а также способ Гея с непрерывно-периодическим током воздуха. Все эти способы различались деталями, но принцип быстрого предварительного охлаждения оставался неизменным для всех.

С древних веков виноделам хорошо было известно значение низких температур для осветления вин и их созревания (при температуре в подвалах не выше 12 °С), а также для остановки или подавления процессов брожения с помощью охлаждения бродящего сусла.

Опыты по применению холода в винодельческом хозяйстве Л.С.Голицына в Новом Свете велись с конца 90-х годов XIX в. В основном эти опыты были связаны с концентрацией холодом виноградного сусла и с искусственным старением вин при низких температурах. Особых результатов в разработке этих вопросов достиг доктор Монти — заведующий лабораторией общества «Криос» в Турине (Италия).

Концентрация виноградного сусла холодом имела много преимуществ перед сгущением с помощью выпаривания. В частности, сгущенный вымороженный сок не терял протеиновые и нуклеиновые вещества и другие фосфорно-органические соединения. Способ искусственного старения вин состоял в том, что вино насыщалось при низкой температуре воздухом, который потом испарялся при температуре около 28 °С. Циклы насыщение—испарение повторялись до тех пор, пока вино не переставало выделять осадков и не становилось прозрачным. Обработанное таким образом вино обнаруживало все признаки зрелости, одновременно очищаясь и приобретая букет дегустационных свойств.

В XIX в. холод стали использовать также при транспортировке и хранении хмеля. До этого его сушили и хранили в мешках. В 1869 г. англичанин Шаар предложил хранить хмель в просмоленных бочонках на льду. В конце 90-х годов XIX в. огромный экспорт хмеля из России и других южных славянских стран в Европу, которая сама, кстати, достаточно много производила хмеля, заставил западных предпринимателей искать другие способы его длительного хранения. Такой способ был предложен в Англии торговавшей хмелем фирмой Gettley, Gridey und Co: с помощью аммиачного холодильника температуру хранения хмеля снижали до -0,5 °С, доводя его до замороженного состояния.

В январе 1912 г. инженер М.Т.Зароченцев в журнале «Мельник» высказал мысль о применении искусственного холода в хлебопечении и хлеботорговле. Спустя три года, в 1915 г., в Москве на Тверской в булочной Филиппова «Товариществом Альфа Нобеля» был оборудован холодильник с целью хранения теста для нужд кондитерской и ресторана. Готовое тесто в камерах хранилось при температуре от -2 до 0 °С. С этого времени многие хлебопекарни крупных городов России стали применять искусственное охлаждение теста.

Различные эксперименты по хранению и транспортировке скоропортящихся продуктов выявили наиболее благоприятные «стандартные» температуры для хранения некоторых продуктов. Так, например, ученые и специалисты доказали, что определенное время (для каждого продукта разное, но в пределах недели) мясо свежее можно хранить при 3...4 °С, свинину свежую — при 1...3 °С, масло сливочное — при 0...3 °С, пиво — при 1...6 °С, яблоки — при температуре около 2 °С, яйца — около 1 °С, молоко — около 1 °С, хмель — 5 °С, масло мороженое — при 6 °С, птицу мороженую — около 5 °С. Для более продолжительного хранения (недели и месяцы) продукты рекомендовалось предварительно замораживать.

* * *

В заключение еще раз кратко охарактеризуем периоды развития холодильной промышленности в России до окончания Первой мировой войны.

Первоначальный период (с 1865—1880 по 1908—1910 гг.), который характеризовался хаотическим, бессистемным созданием первых в России холодильных складов и установок искусственного холода; постройкой для локальных, не связанных между собой перевозок вагонов-ледников и частных пароходов-рефрижераторов (закупка за границей) за счет частного, акционерного и государственного капитала без какой-либо плановой системы охватывающей важнейших продовольственных регионов сетью холодильных средств для хранения скоропортящихся продуктов; созданием в конце этого периода Национального холодильного комитета при Правительстве России с целью преобразования холодильного дела в специализированную отрасль.

Индустриальный период (с 1910 по 1914 г.), характеризовавшийся организацией местных провинциальных холодильных комитетов главным образом в важнейших продовольственных регионах; внедрением в практику разработанного правительством плана единой схемы холодильной сети страны: производство — транспортировка — потребление; слиянием государственных, акционерных и частных средств для достижения этой задачи; огромным влиянием иностранного капитала, технологий и техники на развитие русской холодильной отрасли; началом влияния холодильного дела на регулирование рыночных цен на основные пищевые продукты; началом кооперативного движения в холодильном деле.

Военный период (1914—1918 гг.), который характеризовался перестройкой почти всей холодильной отрасли на военные рельсы; внедрением отечественных безмашинных технологий хранения и транспортировки скоропортящихся продуктов для нужд армии и крупных промышленных центров; свертыванием многих программ и проектов по развитию холодильной промышленности; ограниченным ввозом зарубежной холодильной техники на российский рынок; расширением кооперации в холодильном деле; общим отставанием холодильной промышленности России от развитых индустриальных стран мира.

С.А.РОГАТКО

Системы кондиционирования воздуха и холодоснабжения помещений искусственных катков*

Д-р техн. наук, проф.
О.Я. КОКОРИН
МГСУ

В помещениях искусственных катков со стандартным ледяным полем размером 30×60 м общей площадью $S_{\text{общ}} = 1800 \text{ м}^2$ для сохранения качества льда требуется применение двух установок кондиционирования воздуха производительностью по 17 000 $\text{м}^3/\text{ч}$ [2]. Время от времени ледяное поле освобождают ото льда и трансформируют в арену, где располагают сцену и дополнительные места для зрителей.

Примем, что для сцены, на которой могут находиться до 40 артистов и вспомогательных рабочих, выделяется участок арены площадью 180 м^2 . На каждого находящегося на сцене человека, выполняющего тяжелую работу, подается $l = 80 \text{ м}^3/\text{ч}$ приточного наружного воздуха. В теплый период года на арене и сцене поддерживаются параметры теплового комфорта: температура воздуха $t_{\text{в}} = 23...25 \text{ }^\circ\text{C}$ и влажность $\phi_{\text{в}} = 40...60 \%$.

В зону сцены от сопел, расположенных на приточных воздуховодах по длинным сторонам поля катка, должен подаваться приточный воздух в количестве $L_{\text{п.сц}} = L_{\text{раб.сц}} l = 40 \cdot 80 = 3200 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В [1] в качестве воздухораспределителей выбраны сопла диаметром 140 мм, объемным расходом по 800 $\text{м}^3/\text{ч}$ каждое. Для обслуживания сцены используются по два сопла с каждой стороны сцены, обеспечивающие приток подготовленного наружного воздуха в количестве $L_{\text{п.н.сц}} = 4 \cdot 800 = 3200 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В теплый период года для сцены будет характерен следующий тепловой режим: тепловыделения от людей

$$Q_{\text{я.сц}} = L_{\text{раб.сц}} q_{\text{я}} = 40 \cdot 105 = 4200 \text{ Вт},$$

где $q_{\text{я}}$ — теплота, выделенная взрослым человеком при выполнении тяжелой работы; $q_{\text{я}} = 105 \text{ Вт/чел.}$

влаговыведения от людей

$$W_{\text{вл.сц}} = L_{\text{раб.сц}} w_{\text{вл}} = 40 \cdot 295 = 11800 \text{ г/ч},$$

где $w_{\text{вл}}$ — удельные влаговыведения одного человека, принято $w = 295 \text{ г/(чел.·ч)}$

теплота от освещения при попадании на сцену 60 % теплоты

$$Q_{\text{осв}} = 0,6 S_{\text{сц}} q_{\text{осв}} = 0,6 \cdot 180 \cdot 35,7 = 3856 \text{ Вт},$$

где $S_{\text{сц}}$ — площадь сцены ($S_{\text{сц}} = 180 \text{ м}^2$); $q_{\text{осв}}$ — теплота от освещения, приходящаяся на 1 м^2 площади сцены;

A calculation of the process in the air conditioning system of artificial skating rinks for the case transformation of the ice field into the arena with chairs for spectators and a scene is presented. It is shown that the used air conditioners ensure the maintenance of comfort parameters also under these conditions.

теплота от оборудования и музыкальных инструментов, потребляющих электроэнергию,

$$Q_{\text{об}} = S_{\text{сц}} q_{\text{об}},$$

где $q_{\text{об}}$ — теплота от оборудования и музыкальных инструментов, потребляющих электроэнергию, приходящаяся на 1 м^2 площади сцены;

принимаем, что $q_{\text{об}} = 20 \text{ Вт/м}^2$. Тогда $Q_{\text{об}} = 180 \cdot 20 = 3600 \text{ Вт}$.

Общие тепловыделения по явному теплу на сцене составят

$$\sum Q_{\text{т.изб.сц}} = Q_{\text{я.сц}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{об}} = 4200 + 3856 + 3600 = 11\,656 \text{ Вт}.$$

Влаговыведения имеют место только от людей и составляют, как уже было подсчитано, 11 800 г/ч.

Вычисляем требуемую поглотительную (ассимиляционную) способность подготовленного приточного наружного воздуха:

по явной теплоте

$$\Delta t_{\text{ас}} = \sum Q_{\text{т.изб.сц}} \cdot 3,6 / (L_{\text{п.н.сц}} \rho_{\text{п.н}} c_p) = 11\,656 \cdot 3,6 / (3200 \cdot 1,2 \cdot 1) = 10,9 \text{ }^\circ\text{C}; \quad (1)$$

по влаге

$$\Delta d_{\text{ас}} = W_{\text{вл.сц}} / (L_{\text{п.н.сц}} \rho_{\text{п.н}}) = 11\,800 / (3200 \cdot 1,2) = 3,1 \text{ г/кг}. \quad (2)$$

Для обслуживания зоны зрителей на арене остается приточного воздуха

$$L_{\text{п.зр.ар}} = L_{\text{п.н}} - L_{\text{п.н.сц}},$$

где $L_{\text{п.н}}$ — суммарная производительность двух кондиционеров, обслуживающих ледяное поле;

$$L_{\text{п.зр.ар}} = 34\,000 - 3200 = 30\,800 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При норме подачи на зрителя $l_{\text{зр}} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ приточного наружного воздуха число зрителей на арене

$$L_{\text{зр.ар}} = L_{\text{п.зр.ар}} / l_{\text{зр}} = 30\,800 / 20 = 1540 \text{ чел.}$$

Для размещения зрителей на арене после сооружения сцены остается площадь $S_{\text{ар}} = S_{\text{общ}} - S_{\text{сц}} = 1800 - 180 = 1620 \text{ м}^2$.

Этой площади достаточно для установки на арене стульев, на которых могут разместиться 1540 зрителей. Сидя на концерте, зрители отдыхают и тепло- и влаговыведения от них составляют:

по явной теплоте

$$Q_{\text{я.ар}} = L_{\text{зр.ар}} q_{\text{я}} = 1540 \cdot 58 = 89\,320 \text{ Вт};$$

по влаговыведениям

$$W_{\text{вл.зр}} = L_{\text{зр.ар}} w_{\text{вл}} = 1540 \cdot 50 = 77\,000 \text{ г/ч}.$$

Освещается только сцена, поэтому теплота от освещения арены отсутствует. Теплопритоки через хорошо теплоизолированное перекрытие малы [1]. Вычисляем требуемую поглотительную способность приточного воздуха, подаваемого через сопла в зону нахождения зрителей

по явной теплоте

$$\Delta t_{\text{ас}} = Q_{\text{я.ар}} \cdot 3,6 / (L_{\text{п.зр.ар}} \rho_{\text{п.н}} c_p) = (89\,320 \cdot 3,6) / (30\,800 \cdot 1,2) = 8,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\text{по влаге } \Delta d_{\text{ас}} = W_{\text{вл.зр}} / (L_{\text{п.зр.ар}} \rho_{\text{п.н}}) = 77\,000 / (30\,800 \cdot 1,2) = 2,1 \text{ г/кг}.$$

Как показывает анализ, при использовании зоны ледяного поля в качестве арены и сцены оба кондиционера должны работать по приточной схеме $L_{\text{п.н}} = L_{\text{п.н}}$.

В [1] на с. 108 в табл. 5.2 приведены данные о показателе эффективности воздухораспределения K_L при подаче приточного воздуха струями в рабочую зону. Изменяя угол наклона струи, можно изменять значение показателя K_L . Из преобразованного выражения для K_L можно вычислить требуемую температуру приточного воздуха:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{в}} - (t_{\text{у}} - t_{\text{п}}) / K_L, \quad (3)$$

где $t_{\text{в}}$, $t_{\text{у}}$ — температуры соответственно внутреннего и удаляемого воздуха.

Температурный поглотительный перепад $t_{\text{у}} - t_{\text{п}} = \Delta t_{\text{ас}}$ вычислен выше. Принимаем угол наклона струи 20° и $K_L = 1,6$. По формуле (3) вычисляем требуемые значения $t_{\text{п}}$:

для сцены

$$t_{\text{п}} = 25 - 10,9 / 1,6 = 18,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

для арены с сидящими в креслах зрителями:

$$t_{\text{п}} = 25 - 8,7 / 1,6 = 19,6 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Принимаем температуру приточного воздуха $t_{\text{п}} = 18,2 \text{ }^\circ\text{C}$, и тогда в зоне арены температура внутреннего воздуха $t_{\text{в}} = 25 - 1,4 = 23,6 \text{ }^\circ\text{C}$, что отвечает условиям теплового комфорта.

Под потолком арены температура удаляемого воздуха составит:

$$t_{\text{у}} = t_{\text{п}} + \Delta t_{\text{ас}} = 18,2 + 8,7 = 26,9 \text{ }^\circ\text{C};$$

под потолком сцены

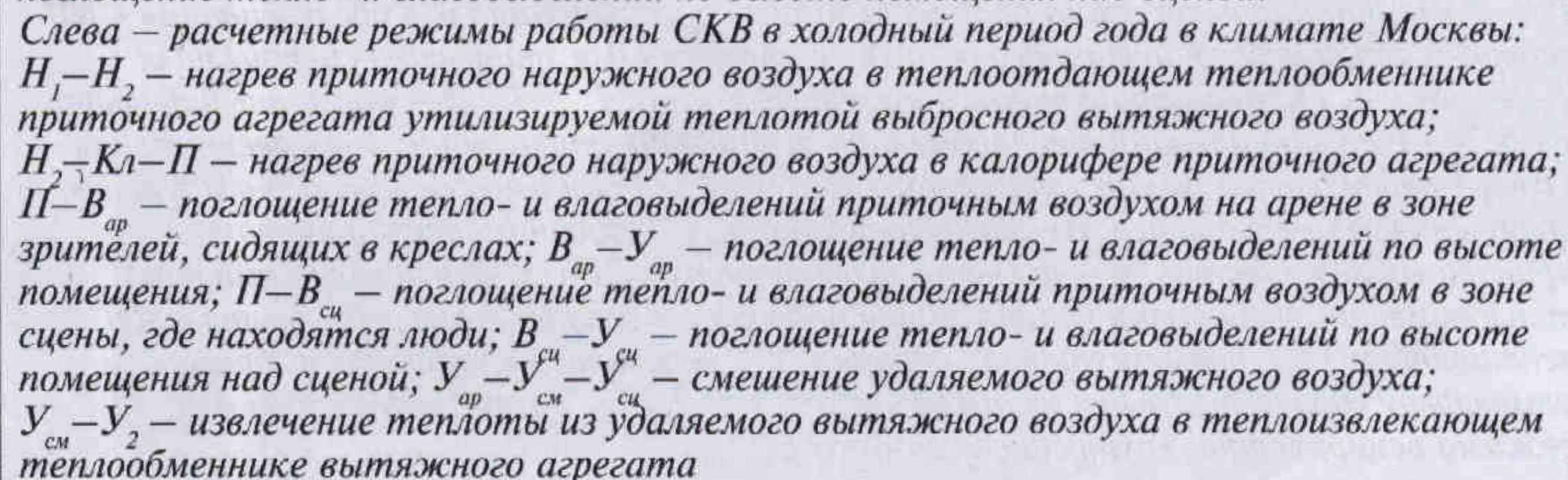
*Окончание. Начало см. «Холодильная техника». 2001, № 11 и 2002, № 3.

10

буемая поглотительная способ-
по явной теплоте для арены со
лями

Тепловой режим в зоне сцены в холодный период года будет:

Требуемая поглотительная (ассимиляционная) способность приточного воздуха:



по температуре — по формуле (1)

$$\Delta t_{ac, cu} = (10181 \cdot 3,6) / (3200 \cdot 1,23) = 9,3^\circ\text{C};$$

по влаге — по формуле (2)

$$\Delta d_{ac, cu} = 9600 / (3200 \cdot 1,23) = 2,44 \text{ г/кг}.$$

Сохраняем угол наклона сопел 20° и $K_L = 1,6$.

Требуемая температура приточного воздуха по формуле (3)

$$t_n = 20 - 9,3 / 1,6 = 14,2^\circ\text{C};$$

Температуру приточного воздуха принимаем $t_n = 14,2^\circ\text{C}$. Тогда температура удаляемого воздуха будет:

в зоне арены

$$t_{y, ap} = t_n + \Delta t_{ac, ap} = 14,2 + 10,7 = 24,9^\circ\text{C};$$

в зоне сцены

$$t_{y, cu} = t_n + \Delta t_{ac, cu} = 14,2 + 9,3 = 23,5^\circ\text{C}.$$

Влагосодержание удаляемого воздуха в зоне сцены будет

$$d_{y, cu} = d_n + \Delta d_{ac, cu} = 0,6 + 2,44 = 3,04 \text{ г/кг}.$$

Для сокращения расхода теплоты на нагрев приточного наружного воздуха включаем в приточный и вытяжной агрегаты теплообменники для установки утилизации с насосной циркуляцией антифриза.

В левой части рис. 1 на i, d -диаграмме построен расчетный режим работы СКВ арены и сцены в холодный период года. Точка H_1 — расчетные параметры наружного воздуха; точка H_2 — нагрев приточного наружного воздуха утилизируемым теплом выбросного вытяжного воздуха; точка K_{cl} — точка P — нагрев приточного наружного воздуха в калорифере до температуры притока $t_n = 14,2^\circ\text{C}$.

В месте пересечения прямых $t_{y, ap} = 24,9^\circ\text{C}$ и $d_{y, ap} = 2,23 \text{ г/кг}$ находим точ-

ку Y_{ap} . Соединяем точку Y_{ap} и P прямой и в месте пересечения с $t_{n, ap} = 21^\circ\text{C}$ получаем $\phi_{v, ap} = 15\%$.

В месте пересечения прямых $t_{y, cu} = 23,5^\circ\text{C}$ и $d_{y, cu} = 3,04 \text{ г/кг}$ находим точку Y_{cu} . Соединяем прямой линией точки Y_{cu} и P в месте пересечения с $t_{n, cu} = 20^\circ\text{C}$ определяем $\phi_{v, cu} = 18\%$. Полученные значения относительной влажности воздуха в зоне нахождения зрителей на арене и артистов на сцене меньше комфортного значения 30% . Однако расчетные значения $t_{n1} = -26^\circ\text{C}$ и $d_{n1} = 0,6 \text{ г/кг}$ соблюдаются в холодный период года в течение короткого времени (46 ч/год). Поэтому в остальной холодной период года температура и влагосодержание наружного воздуха будут выше и относительная влажность воздуха в зоне арены и сцены будет отвечать комфортному уровню $\phi_v \geq 30\%$. Соединив прямой линией точки Y_{ap} и Y_{cu} , получим средние параметры вытяжного воздуха: $t_{y1} = 24^\circ\text{C}$; $i_{y1} = 31 \text{ кДж/кг}$.

В теплоизвлекающем теплообменнике в вытяжном агрегате на отопление антифриза будет расходоваться теплота

$$Q_{ty} = L_y \rho_y (i_{y1} - i_{y2}) / 3,6 = 34000 \cdot 1,23 \times (31 - 9) / 3,6 = 255567 \text{ Вт}.$$

Приточный наружный воздух нагревается отепленным антифризом, подаваемым насосом в теплоотдающий теплообменник, в приточном агрегате до температуры

$$t_{n2} = Q_{ty} \cdot 3,6 / L_{nn} \rho_{nn} c_p + t_{n1} = (255567 \times 3,6) / (34000 \cdot 1,36 \cdot 1) - 26 = 20 - 26 = -6^\circ\text{C}.$$

В калорифере приточного агрегата необходимо нагреть приточный наружный

воздух до $t_{kl} = t_n = 14,2^\circ\text{C}$. Благодаря применению установки утилизации насосной циркуляцией антифриза удается сократить расчетный расход теплоты на величину

$$(t_{n2} - t_{n1}) / (t_{kl} - t_{n1}) \cdot 100 = (-6 + 26) / (14,2 + 26) = 50\%.$$

Принципиальная схема приточно-вытяжных агрегатов, используемых для обслуживания не только ледяного поля, но и ледяного поля, превращенного в арену с креслами для зрителей и сценой, показана на рис. 2. Эта схема отличается от схемы СКВ, приведенных в работе [2] и применяемых для обслуживания только ледяного поля. Поэтому проектировать СКВ для помещений искусственных катков необходимо с учетом возможных вариантов их использования.

СКВ для обслуживания трибун со зрительными сохраняют свои конструктивные решения, рассмотренные в работе [3]. Учитывая возможности различной расчетной проектной производительности по воздуху приточно-вытяжных агрегатов в помещениях для катков, рационально применять центральные кондиционеры фирмы «York Россия». В Зеленограде (Москва) специалисты этой фирмы организовали производство технологических блоков, геометрические размеры которых могут изменяться с шагом 50 мм. Это позволяет выбрать рациональные и экономичные решения СКВ.

Для помещений катков и спортивных арен часто наиболее рациональным местом размещения кондиционеров является межферменное пространство, где, как правило, каркас кондиционера должен иметь меньшую высоту и большую ширину по сравнению с традиционными фиксированными размерами каркаса модулей центральных кондиционеров производства других фирм. Гибкость в выборе желаемого размера каркаса кондиционеров фирмы «York Россия» позволяет находить для размещения кондиционеров наиболее рациональное место и сокращать протяженность присоединяемых воздуховодов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях. — М.: Стройиздат, 1982.
2. Кокорин О.Я. Системы кондиционирования воздуха и холодоснабжения помещений искусственных катков // Холодильная техника. 2001. № 11.
3. Кокорин О.Я. Системы кондиционирования воздуха и холодоснабжения помещений искусственных катков // Холодильная техника. 2002. № 3.

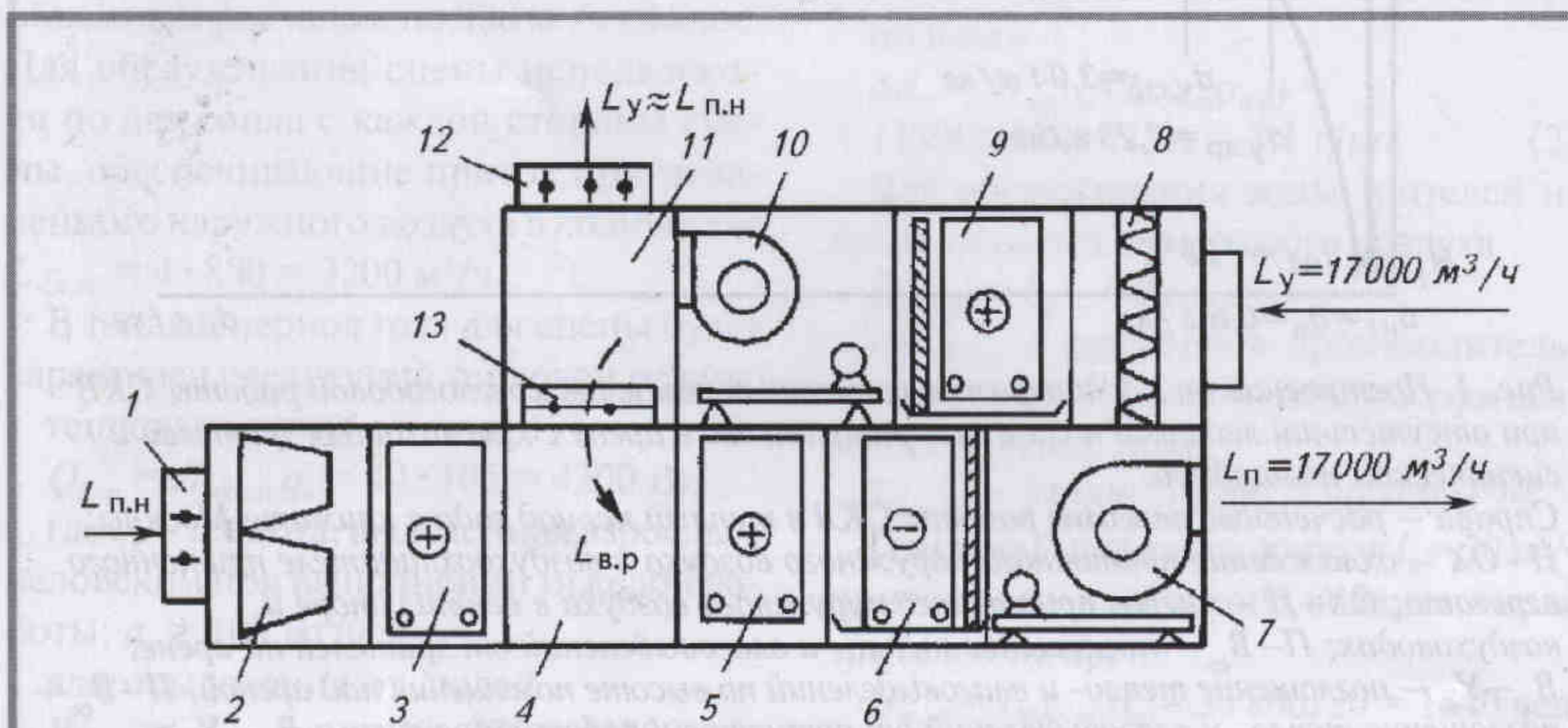


Рис. 2. Принципиальная схема приточно-вытяжного агрегата для обслуживания СКВ ледяного и трансформированного (в арену с креслами для зрителей и сценой) поля: 1 — воздушный клапан приточного наружного воздуха $L_{п.н} = L_n$; 2 — карманный фильтр EU5; 3 — теплоотдающий теплообменник установки утилизации; 4 — смесительная камера поступления рециркуляционного воздуха $L_{в.р}$ в режимах дежурного воздушного отопления; 5 — калорифер; 6 — воздухоохладитель с поддоном и сепаратором; 7 — приточный вентилятор; 8 — фильтр грубой очистки EU3; 9 — теплоизвлекающий теплообменник установки утилизации с поддоном и сепаратором; 10 — вытяжной вентилятор; 11 — промежуточная секция; 12 — воздушный клапан для выброса в атмосферу удаляемого вытяжного воздуха $L_y = L_{n, n}$; 13 — воздушный клапан для режима рециркуляции внутреннего воздуха $L_{с.р}$



ВТОРОЙ СЪЕЗД МОРОЖЕНЩИКОВ РОССИИ

Съезд состоялся 27 февраля 2002 г. в Москве в гостиничном комплексе «Космос». Его организаторами были Союз мороженщиков России и ОАО РТПК «Росмясомолторг» при поддержке Торгово-промышленной палаты РФ, Министерства сельского хозяйства РФ и Министерства экономического развития и торговли РФ. В работе съезда приняли участие около 300 человек из 39 регионов России – руководящие работники и ведущие специалисты министерств и ведомств, предприятий, научно-исследовательских организаций, зарубежные гости из 8 стран, представители средств массовой информации. Делегатов съезда приветствовали и пожелали им плодотворной работы заместитель Председателя Правительства РФ, министр сельского хозяйства РФ А.В.Гордеев, президент Торгово-промышленной палаты РФ Е.М.Примаков, президент РСТ, депутат Государственной Думы Н.И.Рыжков, президент Международной академии холода, ректор СПбГУНИПТ А.В.Бараненко, вице-президент Россельхозакадемии Е.И.Сизенко и др. С основным докладом выступил на съезде председатель Правления Союза мороженщиков России, президент ОАО РТПК «Росмясомолторг» В.А.Выгодин (доклад публикуется в журнале «Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов» № 2/2002).

Узловые проблемы, затронутые в докладе В.А.Выгодина, вызвали оживленное обсуждение.

Вице-президент Российского союза товаропроизводителей В.И.Наумов выразил озабоченность в связи с ожидаемым вступлением России в ВТО. По его мнению, если оно произойдет на условиях, ущемляющих интересы товаропроизводителей АПК, то повлечет за собой окончательный развал отечественного сельского хозяйства, пищевых и пере-



рабатывающих отраслей, а следовательно, и снижение жизненного уровня населения страны.

Генеральный директор ОАО «Коломенский хладокомбинат» И.Ю.Ловейко отметил большую роль Союза мороженщиков России в стремлении решить многие проблемы, стоящие перед производителями и реализаторами мороженого. По его мнению, одной из таких проблем является пропаганда мороженого как полезного продукта, а также достижений предприятий, занимающихся его изготовлением и реализацией, в средствах массовой информации, через телевидение.

Председатель ЦК профсоюза «Торговое единство» Ю.В.Бобков с удовлетворением констатировал, что контакты с Росмясомолторгом, Союзом мороженщиков России развиваются и крепнут. Профсоюз вносит немалый вклад в создание условий для рентабельной работы предприятий, их финансово-экономической устойчивости. Только при совместных слаженных действиях можно добиться и улучшения условий труда и повышения заработной платы.

Свой взгляд на развитие науки, непосредственно связанной с индустрией холода, изложил исполнительный директор Международной академии холода (МАХ) А.А.Малышев. По его мнению, за последние 15 лет появились негативные тенденции в экономической сфере, утратились традицион-

ные творческие контакты, отечественная продукция вытесняется некачественной импортной. Поэтому возрастает роль специализированных союзов и объединений. Ярким примером такого объединения является Международная академия холода, главная задача которой заключается в консолидации наиболее активной творческой части ученых и специалистов для решения актуальных задач в области холодильной техники и пищевых производств. Большое значение придается информации. МАХ активно взаимодействует со специальными изданиями, выпускает собственный журнал «Вестник МАХ».

Генеральный директор Национально-



фонда защиты потребителей А.Я.Калинин обратил внимание участников съезда на разработку проекта государственного стандарта на мороженое, особо подчеркнув, что очень важно не нарушить рекомендаций Кодекса Алиментариуса и других документов стандартизации. Нужно взять из них все самое лучшее и отразить в государственном стандарте РФ. Было выражено также убеждение в необходимости иметь национальную концепцию качества, чтобы самим оценивать уровень производства в связи с намечающимся вступлением России в ВТО. Задач здесь немало, поскольку качество многих ингредиентов, в том числе даже воды, не отвечает современным требованиям. А потребитель имеет право получать полную информацию о том продукте, который он покупает.

Развивая эту тему, директор по продажам научно-производственной компании ООО «Технология чистоты» Д.А.Никитин отметил, что высокое качество продукции, сроки ее хранения не отделяемы от общей культуры производства, и в частности от санитарного оборудования. На каждом предприятии должен быть налажен строгий контроль за соблюдением санитарно-технических правил при мойке и дезинфекции оборудования, особенно тех его поверхностей, которые непосредственно соприкасаются с продуктом.

Вице-президент компании «Парус» И.М.Язвина еще раз напомнила, что развитие предприятий, продвижение их продукции на рынок, долгосрочные программы технического перевооружения нельзя обеспечить без серьезного финансирования. Большая роль здесь принадлежит инвестиционным ресурсам, банковским кредитам, долгосрочным инвестициям. Для поддержки долговых обязательств предприятий разработана специальная программа.

«Флагман» — одна из наиболее успешных компаний, и причину таких достижений ее директор Г.И.Шахов видит в наличии собственной политики в розничной продаже мороженого в Москве. Вместе с тем он с сожалением констатировал, что в последнее время снизилась активность Ассоциации «Столичное мороженое» в проведении праздников мороженого. Будущее рынка мороженого — за объединением усилий тех, кто участвует в его производстве и реализации.

На съезде выступили и представители зарубежных компаний и фирм. Директор компании «Грассо Рефрижерейшн», ООО «Олаф Борманн» (Германия) рассказал о промышленном холодильном оборудовании, которое поставляется компанией на российский рынок. Его высокое качество и надежность способствуют укреплению контактов с российскими партнерами.

О технологическом оборудовании для производства мороженого, поставляемом в Россию фирмой «Коджил», доложил ее руководитель Джорджо де Фавери. Это фризеры, дозаторы, фруктопитатели, джемопитатели и т.д.

С программой работы Комитета по технической политике, созданного при Союзе мороженщиков России, ознакомил участников съезда главный инженер Росмясомолторга К.В.Дедов. Главная задача комитета — способствовать внедрению современного оборудования и прогрессивных технологий на предприятиях отрасли, развитию научно-исследовательской и инвестиционной деятельности, реконструкции и технической переоснащенности предприятий. В связи с этим НПО «Технохолод» поручено провести тщательный анализ существующей материально-технической базы комбинатов и по его результатам внести конкретные предложения, направленные на техническое перевооружение отрасли в целом.

Все проблемы, затронутые в выступлениях делегатов съезда, несомненно, найдут отражение в планах дальнейшей деятельности Союза мороженщиков России, что ускорит их решение.

Научно-практическая конференция

Индустрия холода: опыт, проблемы, пути развития

Конференция, организованная Союзом мороженщиков России и Росмясомолторгом, прошла 28 февраля этого года в рамках выставки «Мороженое и индустрия холода-2002». Ее участники затронули в своих докладах актуальные проблемы, от успешного и скорого решения которых во многом зависит дальнейшее развитие индустрии холода, а также производства и реализации мороженого.

Так, заместитель директора ВНИИ Г.А.Белозеров подробно остановился на первоочередных задачах в области безопасности аммиачных холодильных установок (АХУ). По его мнению, Союзу мороженщиков России совместно с другими союзами (молочной, мясной, пивоваренной промышленности) следует изыскать средства для разработки дополнений и изменений к правилам, регламентирующим безопасную эксплуатацию аммиачных холодильных установок. Прежде всего имеются в виду установки с малой зарядкой аммиака, контейнерные машинные отделения, изменение параметров по контролю загазованности помещений. Предприятия нуждаются также в научных рекомендациях по подготовке эксплуатационных документов для АХУ и расчетов энергетических потенциалов, в надежных средствах для нейтрализации возможных проливов аммиака.

О главных направлениях деятельности ВНПФ «Алькор» сообщил в своем выступлении генеральный директор этой компании В.И.Баев. Это: обеспечение запасными частями к линиям М6-ОЛВ, М6-ОЛД, М6-ОЛБ, эскимогенераторам, фризерам, гомогенизаторам, вафельным печам и т.д.; выпуск нового оборудования; разработка новых изделий. Комитету по технической политике Союза мороженщиков России целесообразно, считает В.И.Баев, продолжить координацию деятельности машиностроительных предприятий, разрабатывающих и выпускающих оборудование для производства мороженого, причем каждый член комитета должен заниматься конкретными, порученными именно ему вопросами.

Важнейшие причины, сдерживающие развитие производства мороженого и быстрозамороженных продуктов, главный инженер «Завода «Лига» А.С.Васильев видит в отсутствии комплексного подхода к техническому перевооружению действующих производств и некомплектном внедрении разнородного оборудования. Все это не позволяет обеспечить должный уровень энергосбережения. Вот почему уже с 2001 г. коллектив завода уделяет особое внимание конструированию комплексов для производства мороженого. Под конкретный заказ изучается планировка предполагаемых производственных площадей. В качестве технологического центра участка проектируется скороморозильный туннель.

Чтобы более эффективно использовать холодильные мощности, «Завод «Лига» в настоящее время предлагает двух- и трехконвейерные варианты скороморозильных ка-

мер с одновременным или поочередным циклом работы фасовочных машин. Примером такого совмещения могут явиться комплексы для одновременного производства мороженого типа «Лакомка» (на базе унифицированного модуля ЛЭМ-400) и фасовки мороженого в стаканчики или изготовления многослойных десертных рулетов. В результате повышается коэффициент сменности при использовании оборудования, сокращаются производственные площади за счет уменьшения количества закалочных туннелей, эффективнее используются холодильные агрегаты и фризеры.

Директор Гипрохолода В.А. Черняк выступил с предложением проводить перед выбором поставщиков оборудования тендер с учетом всех необходимых сведений о фирме для заказчика, рассказал о работе института по снижению аммиакоемкости АХУ, о проведенных тематических конференциях по конкретным вопросам и т.д.

Техническое предложение по технологии контейнерных перевозок изложил на конференции представитель Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий Е.Т.Петров (доклад публикуется после этой статьи).

Как известно, выпуск отличающейся высокими вкусовыми свойствами продукции, подвергающейся длительному хранению, зависит от многих факторов: качества сырья, четкого соблюдения технологий изготовления и в значительной степени – от культуры производства в целом. Одной из неотъемлемых составных частей культуры производства является санитарное состояние технологического оборудования. Именно этому вопросу посвятил свое выступление инженер-технолог научно-производственной компании «Технология чистоты» А.М.Рекин. Он подчеркнул, насколько важно строго выполнять комплекс санитарно-гигиенических мероприятий на всех этапах производства – от подготовки сырья до реализации готовой продукции. Детально проанализировал, как правильно осуществлять процесс санитарной мойки и дезинфекции, что, чем и как очищать, чтобы обеспечить максимальную чистоту оборудования, особенно его поверхностей, непосредственно соприкасающихся с продукцией. В частности, самым эффективным дезинфектантом для внутренней мойки оборудования является, по мнению докладчика, средство «Криодез», которое производится компанией «Технология чистоты».

С интересными, содержательными докладами на конференции выступили также К.А.Ясаков (ВНПФ «Алькор») – «Модернизация оборудования – новые возможности»; Ю.В.Терпелянц и Б.И.Сорокин («Грассо») – «Возможность сотрудничества фирмы «Грассо» с хладокомбинатами России»; В.Б.Клименко (НПФ «Химхолодсервис») – «Повышение технического уровня отечественного холодильного оборудования»; Л.Е.Карпенко (фирма «Простор-Л») – «Новые разработки «Простор-Л» в области производства мороженого»; П.Ю.Ваганичев (Мытищинский ПСЗ) – «О выборе изотермического фургона для перевозки замороженных и охлажденных грузов»; Р.О.Каюмов (фирма «Тетра Пак») – «Большие возможности в малом масштабе»; И.И.Судзиловский (ВНИИХИ) – «Научно-техническая и производственная программа «Технология и техника для производства различных быстрозамороженных и охлажденных продуктов».

Выступившая на конференции главный редактор журналов «Холодильная техника» и «Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов» Л.Д.Акимова особо подчеркнула информационную значимость в современных условиях отраслевых периодических изданий в повышении технического уровня производства. Таковую роль всегда выполнял журнал «Холодильная техника», 90-летний юбилей которого был торжественно отмечен в феврале этого года.

Е.Т.ПЕТРОВ

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий

Холодильный транспорт, объединяя в единую холодильную цепь воздушные, водные (морские и речные), железнодорожные и автомобильные передвижные средства, должен формироваться с учетом унификации охлаждаемых контейнеров и минимизации затрат, связанных с транспортировкой скоропортящихся продуктов. Учитывая доставку грузов на значительные расстояния, основную роль при этом необходимо отводить железнодорожному холодильному транспорту. Контейнеризация перевозок скоропортящихся товаров позволяет отправлять их мелкими партиями, резко повышает уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Контейнерная технология существенно облегчает взаимодействие между различными видами транспорта, поскольку значительно сокращаются трудоемкость и время операций при перевалке груза с одного транспорта на другой, а следовательно, снижается себестоимость перевозок.

Динамичность роста контейнерных перевозок прослеживалась в России уже достаточно давно, хотя пока еще мы значительно отстаем в этом направлении от ведущих мировых держав (США, Австралия, Япония и др.).

В новых экономических условиях все больше фирм в России занимаются оптовыми поставками скоропортящейся продукции, а значит, увеличивается число контейнерных перевозок. Указанная тенденция подтверждается возросшей конкурентной способностью автомобильного рефрижераторного транспорта, который более оперативно начал осваивать контейнерные перевозки даже на значительные расстояния. Конкурентоспособность железнодорожных перевозок можно обеспечить лишь при значительной структурной реорганизации и оснащении железнодорожного холодильного транспорта контейнерами, соответствующими требованиям ISO. На железнодорожных станциях должны быть предусмотрены терминальные контейнерные холодильные системы с развитым транспортно-такелажным оборудованием (автопогрузчиками, контейнероперегрузчиками и т.п.), а также комплекс защитной сигнализации вскрытия дверей контейнеров или защитных панелей агрегатов.

Крупнотоннажные контейнеры классифицированы по наличию источников холода, типу применяемой системы охлаждения или отопления. В соответ-

Техническое предложение по технологии контейнерных перевозок

соответствии с международными требованиями контейнерных перевозок проектируют для эксплуатации при наружных температурах $+45...-45^{\circ}\text{C}$, системы охлаждения (отопления) должны сохранять работоспособность при наружных температурах $+55...-50^{\circ}\text{C}$. К номинальным (расчетным) условиям при проектировании изотермических контейнеров отнесены: температура воздуха в грузовом помещении -25°C (-12°C) при температуре наружного воздуха 45°C для рефрижераторных контейнеров и 16°C и -40°C соответственно для отапливаемых контейнеров.

Контейнеры необходимо унифицировать по внешним и присоединительным параметрам с контейнерами общепромышленного назначения.

Применение современных контейнерных технологий, соответствующих международным стандартам ISO, требует, на наш взгляд, коренной реорганизации машиностроительных заводов, создания базы технического обслуживания контейнеров и введения принципиально новой организации потоков грузов на железной дороге. Анализ технического уровня контейнерных систем различных фирм позволяет сделать заключение, что в связи с большой протяженностью основных магистральных линий железных дорог в России парк контейнеров следует формировать главным образом из контейнеров с подвесными холодильными установками.

Примером может служить холодильное оборудование для контейнеров фирмы EMAIL (Австралия). Эти контейнеры портативны, полностью электрифицированы, с воздушным охлаждением. Их использование требует формирования специальных составов с дизель-генераторным отделением в головном вагоне и системой коллекторного электропитания всех контейнеров, размещенных на платформах состава. При создании бизнес-плана нам кажется предпочтительным вариант с использованием дизель-генераторной электростанции контейнерного типа, устанавливаемой на одной из платформ состава.

Отказ от установки дизель-генератора непосредственно в холодильных контейнерах позволяет резко сократить стоимость оборудования. Снижение автономности при этом можно компенсировать созданием комплексной системы контейнерных перевозок с формированием на станциях терминалов с коллекторной системой электропитания холодиль-

ных контейнеров. На каждом крупном терминале должна быть служба сервисного автотранспортного обслуживания, предназначенная для доставки контейнеров к месту назначения.

При перевозке могут использоваться контейнеры многофункционального назначения в качестве:

- контейнера-термоса (без охлаждающих устройств);
- контейнера с навесным компрессорным агрегатом;
- контейнера с углекислотной охлаждающей системой;
- контейнера с воздушной охлаждающей системой (пульсационные и вихревые трубки).

Очевидно, что эффективность их применения определяется стоимостью электроэнергии и рабочего вещества (азота или диоксида углерода) на производство единицы холода. Необходимость унификации контейнеров требует создания конструкций охлаждающих систем, подлежащих установке в объеме машинного отделения.

Традиционные контейнеры (производство фирм Carrier Transicold, Nissin, Hermekit, Termo King, Paul Klinge) с приводом от встроенных дизель-генераторов применяются только для отдаленных регионов, где имеются сложности с электроснабжением. Хотя и в этом случае следует анализировать возможность использования нестационарных дизель-генераторных электростанций.

Предварительную термообработку перевозимой продукции (если это необходимо) можно производить на терминалах с помощью колонных модульных холодильных установок ТМ и ТМС.

Переход на новую контейнерную технологию требует на первом этапе достаточно подробного исследования, формирования бизнес-плана, разработки технических заданий на создание общегосударственной системы контейнерных перевозок, проектирования и конструирования отдельных вспомогательных подсистем, контейнеров, холодильных агрегатов.

ПКБ СПбГУНиПТ имеет опыт составления бизнес-планов и разработки параметрического ряда холодильников малой вместимости (в том числе и контейнерного типа), машинных отделений для контейнеров и предлагает свои услуги при реализации данной задачи.



Из Бюллетеня МИХ

ТРАНСПОРТИРОВКА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ — ДВЕ ВАЖНЫЕ ЗАДАЧИ ХОЛОДИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Анализируются требования к транспортировке и распределению продуктов и их влияние на конструкцию транспортных средств, кузовов и охлаждающих агрегатов. Сформулированы следующие предложения.

- Расчет холодильного оборудования должен проводиться по заказам клиентов с учетом длительности эксплуатации, числа и длительности открывания дверей, коэффициента теплопередачи стен, наружной температуры, температуры продуктов, поступающих в транспортное средство.

- Особое внимание должно уделяться оттаиванию.

- Размеры холодильного агрегата должны быть несколько больше, чтобы справиться с нагрузкой при охлаждении продуктов, поступающих в транспортное средство при повышенной температуре.

- Рекомендуются загружать транспортное средство по вечерам, своевременно устранять все повреждения в изоляции транспортного средства или кузова, открывать все выходные отверстия во время и после оттайки, пока внутренняя часть транспортного средства не высохнет, ограничивать длительность открываний дверей и проверять состояние их уплотнения.

*G. Mancassola//Freddo, IT, 1998.05—06, vol.52, № 3, 260—265.
БМИХ, 2000, № 2, с.65.*

ТРАНСПОРТИРОВКА ПРОДУКТОВ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В настоящее время основное внимание направлено на сохранение высокого качества пищевых продуктов. Правильный подход к со-

кращению потерь — это первоочередная цель холодильной цепи. Непосредственный расход энергии снижается, когда возрастает грузоподъемность транспортного средства. Должны быть приложены максимальные усилия для улучшения основных характеристик новых теплоизоляционных материалов. Некоторые специфические проблемы могут быть решены путем использования мини-контейнеров и транспортных рефрижераторов с несколькими температурными уровнями.

*G. Panozzo, G. Minotto, A. Barizza//Int. J. Refr., GB, 1999, 12, vol.22, № 8, 625—639.
БМИХ, 2000, № 2, с.65.*

КАСКАДНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНАЦИЙ ПРИРОДНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ

В связи с необходимостью учета парникового эффекта при замене хладагентов рассматривается возможность использования природных веществ. В каскадной холодильной установке для получения низких температур применяется диоксид углерода, а в верхней ступени каскада — пропан.

Для циклов с температурами ниже -55°C предлагается каскадная система с комбинацией пропана и этана. Цель исследований — показать, что при всех технических сложностях с созданием каскадной холодильной установки возможно нахождение решения, обеспечивающего щадящее влияние на окружающую среду и достаточную энергетическую эффективность.

*F. Steimle, N. Flacke, K. Klocker//Preprint 20th int. Congress Refrig., IIR, Sydney, 1999, AU., 1999.09.19—24, pap. № 048; 7p.
БМИХ, 2000, № 3, с.32.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ СМЕСЕЙ МАСЛА И ХЛАДАГЕНТОВ

Сообщается о полученных с помощью капиллярного вискозиметра значениях вязкости для пяти HFC (хладагентов — R134a, R125, R32, R410A и R407A) в смеси с высококачественным маслом при температурах 300...350 K и массовых концентрациях 0—30 %.

На основе результатов экспериментов установлена простая зависимость учета влияния масла на вязкость чистых HFC. Для области низкой концентрации хладагентов вязкость смеси отличается от вязкости чистых HFC на 10—25 %. В коррелирующей поправке значения постоянных не зависят от рода хладагента.

*C. Thebault, L. Vamling//Preprint 20th int. Congress Refrig., IIR, Sydney, 1999, AU., 1999.09.10—24, pap. № 347; 8p.
БМИХ, 2000, № 3, с.33.*

АЛЬТЕРНАТИВА R22

В статье обсуждается хладагент THR03 как альтернатива R22. THR03 — это тройная смесь, разработанная авторами. Сравнивали тепловые физические свойства и характеристики цикла с THR03 и с R22. Такие характеристики THR03, как рабочие температуры, давление и объемная производительность оказались близки к параметрам R22. Было установлено, что THR03 обладает нулевым ODP (потенциал разрушения озона), низким значением GWP (потенциал глобального потепления), низкой токсичностью, невоспламеняем и имеет хорошие тепловые характеристики. THR03 может применяться как в существующих, так и в новых кондиционерах в качестве альтернативы R22.

*L. Shi, L. Z. Han, M. S. Zhu//Preprint 20th int. Congress Refrig., IIR, Sydney, 1999, AU., 1999.09.19—24, pp. № 622, 7p.
БМИХ, 2000, № 3, с.34.*

НОВЫЕ КНИГИ

СПРАВОЧНИК

«Оборудование, приборы и технические средства для сервисного обслуживания холодильных установок и систем кондиционирования воздуха».

Авторы: Б.С.Бабакин, В.А.Выгодин, В.Н.Кулагин
(Издательство «Узорочье», объем 267 с., тираж 2500 экз.)

Справочник содержит подробную информацию о принципах устройства и функционирования оборудования, приборов и технических средств (вакуумно-зарядных станций и цилиндров, вакуумных насосов, зарядных шлангов, манометрических коллекторов, вентилей, течеискателей всех типов, установок для сбора и рекуперации хладагента, измерительных приборов и для сервисного обслуживания холодильных установок и систем кондиционирования воздуха).

Приведены технические характеристики оборудования и приборов, правила обслуживания, возможные неисправности и порядок их устранения.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

«Диагностика работы дросселирующих устройств малых холодильных установок»

Авторы: Б.С.Бабакин, В.А.Выгодин, В.Н.Кулагин и др.
(Издательство «Узорочье», объем 124 с., тираж 1500 экз.)

Рассмотрен принцип работы терморегулирующих вентилей, распределителей жидкости и капиллярных трубок. Приведены технические характеристики, методика подбора и расчета дросселирующих устройств, способы заправки термобаллонов и их монтажа. Даны подробный анализ неисправностей дросселирующих устройств и методы их устранения.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

«Диагностика работы малых холодильных компрессоров»

Авторы: Б.С.Бабакин, В.А.Выгодин, В.Н.Кулагин
(Издательство «Узорочье», объем 201 с., тираж 1500 экз.)

Приведены классификация и характеристики малых холодильных компрессоров, методы регулирования их холодопроизводительности, особенности пуска, способы устранения влажного хода, влияние давления и дозы заправки хладагента на режим работы.

Рассмотрены причины снижения холодопроизводительности и мощности компрессоров, особенности эксплуатации системы смазки, износ и дефекты компрессоров. Приведен анализ неисправностей и даны практические рекомендации по их устранению.

В приложения включены технические характеристики компрессоров зарубежных фирм TECUMSEH EUROPE, MANEUROP, BITZER, COPELAND и др.

СПРАВОЧНИК

«Бытовые холодильники и морозильники»

Авторы: Б.С.Бабакин, В.А.Выгодин
(Издательство «Колос». Второе дополненное издание, объем 50 печ.л.)

- Изложены физические основы получения искусственного хо-

лода. Рассмотрены отечественные и зарубежные озонобезопасные хладагенты, их эколого-энергетические показатели, холодильные масла, теплоизоляционные материалы, применяемые и предлагаемые к использованию в бытовой холодильной технике.

- Приведены технические характеристики компрессионных, абсорбционных и термоэлектрических бытовых холодильников и морозильников (более 250 типов), их классификация и параметрический ряд.

- Рассмотрены основные (компрессоры, испарители, конденсаторы, капиллярные трубки) и вспомогательные элементы холодильников и морозильников.

- Значительное место уделено зарубежной бытовой холодильной технике, показано ее положение на мировом и отечественном рынках.

- Рассмотрены техническая эксплуатация, дефектация, демонтаж, монтаж и ремонт современной бытовой холодильной техники.

- Описаны оборудование, приборы и средства для диагностики и ремонта бытовой холодильной техники.

Справочник предназначен для специалистов по обслуживанию и ремонту бытовой холодильной техники. Рекомендуются в качестве учебного пособия для студентов вузов соответствующих специальностей и может служить практическим пособием для широкого круга читателей.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

«Спиральные компрессоры в холодильных системах».

Авторы Б.С.Бабакин, В.А.Выгодин, С.А.Плешанов
(Объем 15 п.л.)

В учебном пособии рассмотрено новое направление в компрессоростроении – спиральные компрессоры для малых и промышленных холодильных систем, применяемых в агропромышленном комплексе, торговом холодильном оборудовании, в системах кондиционирования воздуха и т.д.

Детально описаны конструктивные особенности спиральных компрессоров ведущих зарубежных (Copeland, Danfoss-Maneurop, Trane) и отечественных фирм-производителей.

Приведены основные возможные неисправности этих компрессоров (с иллюстрациями) и способы их обнаружения, изложены методы подбора и конструктивного расчета спиральных компрессоров.

Рассмотрены альтернативные хладагенты и холодильные масла для спиральных компрессоров.

Описаны технические средства, оборудование и приборы для монтажа и сервисного обслуживания холодильных установок со спиральным компрессором.

Учебное пособие предназначено для специалистов, занимающихся проектированием, монтажом и сервисным обслуживанием современных холодильных установок со спиральными компрессорами а также для студентов вузов и техникумов, обучающихся по соответствующим специальностям.

По вопросам приобретения справочника обращаться по телефонам:

(095) 207-35-72, 207-77-67, 277-03-43

УГЛЕВОДОРОДЫ КАК ХЛАДАГЕНТЫ

Обсуждаются проблемы использования углеводородов в качестве рабочих в холодильном оборудовании. Перечислены различные углеводородные альтернативные хладагенты и приведены их термодинамические и теплофизические характеристики. Общий вывод: углеводороды энергоэффективны и безопасны для окружающей среды и могут применяться в холодильном оборудовании и тепловых насосах. Однако особое внимание необходимо уделить вопросам техни-

ки безопасности в связи с их воспламеняемостью. В некоторых случаях это можно сделать без заметного увеличения общей стоимости установки.

E.Granryd//Preprint 20th int. Congress Refrig., IIR, Sydney, 1999, AU., 1999.09. 19–24, pap. № 732, 10 pp. БМИХ, 2000, № 3, с.35.

ТЕПЛОНАСОСНЫЕ СИСТЕМЫ В XXI ВЕКЕ

Определены две совершенно различные стратегии развития теплонасосных систем. Первая, химическая, подразумевает разработку новых син-

тетических рабочих веществ для обычного оборудования. Вторая, природная, предлагает использовать безопасные рабочие вещества, для которых затем создается новое оборудование. Далее в статье рассматриваются разработки в области тепловых насосов, успешно использующих природные хладагенты.

I.Strommen, A.M.Bredesen, T.Eikevik et al., Preprint 20th int. Congress Refrig., IIR, Sydney, 1999/Bul. IIR., AU./FR, 1999.09. 19–24/2000, pap. № 734, 13 p. БМИХ, 2000, № 3, с.34.