

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1912 г. Москва

Выходил под названиями:

1912 – 1917 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1923 – 1924 – "Холодильное и боевое дело"

1925 – 1936 – "ХОЛОДИЛЬНОЕ ДЕЛО"

1937 – 1940 – "Холодильная промышленность"

с 1941 – "ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА"

Учредитель –

Издательство «Холодильная техника»

Министерство промышленности,
науки и технологий РФ
Международная академия холода
ОАО «Росмашмолторг»

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.Калнинь	А.В.Шаманов
А.А.Мифтахов	

Ответственный секретарь

Е.В.Плуталова

Дизайн и компьютерная верстка

Т.А.Миансарова

Компьютерный набор Л.И.Лапина

Корректор Т.Т.Талдыкина

Ответственность за достоверность
рекламы несут рекламодатели.

Рукописи не возвращаются.

Адрес редакции:

107996, ГСП-6, Москва,

ул. Садовая-Спасская, д. 18

Телефоны: (095) 207-5314, 207-2396

Тел./факс: (095) 975-3638

E-mail: holodteh@ropnet.ru

Подписано в печать 20.06.2002.

Формат 60x88¹/₈. Офсетная печать.

Усл. печ. л. 6.

Отпечатано в ООО «РЭМОКС»

© Холодильная техника, 2002

В НОМЕРЕ:

В МЕЖДУНАРОДНОЙ АКАДЕМИИ
ХОЛОДА

Девятая сессия Международной
академии холода

АО «ХОЛОДМАШ»:

гарантия европейского качества
и надежности

В ПОМОЩЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННИКУ
Рекомендации АО «Холодмаш» по
выбору компрессоров

ЭКОЛОГИЯ

Ларин И.К. Фреоны и климат земли

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

Сервис холодильной техники с исполь-
зованием озонобезопасных хладагентов

Бабакин Б.С. Хладагент R409A
(FORANE® FX56) для ретрофита
холодильных систем

Мазур В.А. Альтернативные хладагенты –
стратегия выбора

LU-VE

Дж. Армение. Программа сертифи-
кации Евровент «CERTITY-ALL»

СЕРТИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ
Продукция, прошедшая сертификацию
в НП «СЦ НАСТХОЛ» в апреле–мае
2002 г. и получившая разрешение
Госгортехнадзора России на право
применения продукции во взрыво-
пожароопасных производствах

ТЕРМОИНЖЕНИРИНГ

Лариса Садовникова. Мы учим делать
погоду в доме

ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКАЯ
ФИРМА «И.К.С.»

Стационарный газоанализатор
аммиака «Сигнал-03А»

ЭЙРКУЛ

Установки централизованного
холодоснабжения

В МЕЖДУНАРОДНОМ ИНСТИТУТЕ
ХОЛОДА

Из Бюллетеня МИХ

Памяти Георгия Анатольевича
Головки

Календарь выставок
на II полугодие 2002 г.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ

Пискунов В.В. «СЕМ-2002»

Электробытовая техника, электроника
и товары для дома

IN ISSUE:

AT INTERNATIONAL ACADEMY
OF REFRIGERATION

Ninth session of International academy
of refrigeration

AO «HOLODMACH»:

guarantee of European quality
and reliability

ASSISTANCE TO PRACTICAL WORKERS
Recommendations of AO «Holodmach»
on compressors selection

ECOLOGY

Larin I.K. Freons and climate of the earth

INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL WORKSHOP

Servicing of refrigerating equipment
using ozone-safe refrigerants

Babakin B.S. Refrigerant R409A
(FORAN® FX56) for retrofit
of refrigerating systems

Mazur V.A. Alternative refrigerants –
strategy of selection

LU-VE

J.Armenize. Program of certification
Eurovent «CERTITY-ALL»

CERTIFICATION AND STANDARDIZATION
Products having passed certification at
NP «STs NASTHOL» in April-May of the
year 2002 and obtained the permit of
Gosgortekhnadzor of Russia for the right
to use the products in explosion-fire
hazard production processes

THERMOENGINEERING

Larisa Sadovnikova. We teach how to make
weather at home

PRODUCTION AND COMMERCIAL
COMPANY «I.K.S.»

Stationary gas analyzer of ammonia
«Signal-03A»

AIRCOOL

Installations for centralized
cold supply

AT INTERNATIONAL INSTITUTE
OF REFRIGERATION

From Bulletin of IIR

In commemoration of Georgy
Anatolyevich Golovko

Exhibitions schedule for the second
half-year of the year 2002

INTERNATIONAL EXHIBITIONS

Piskunov V.V. «SEM-2002»

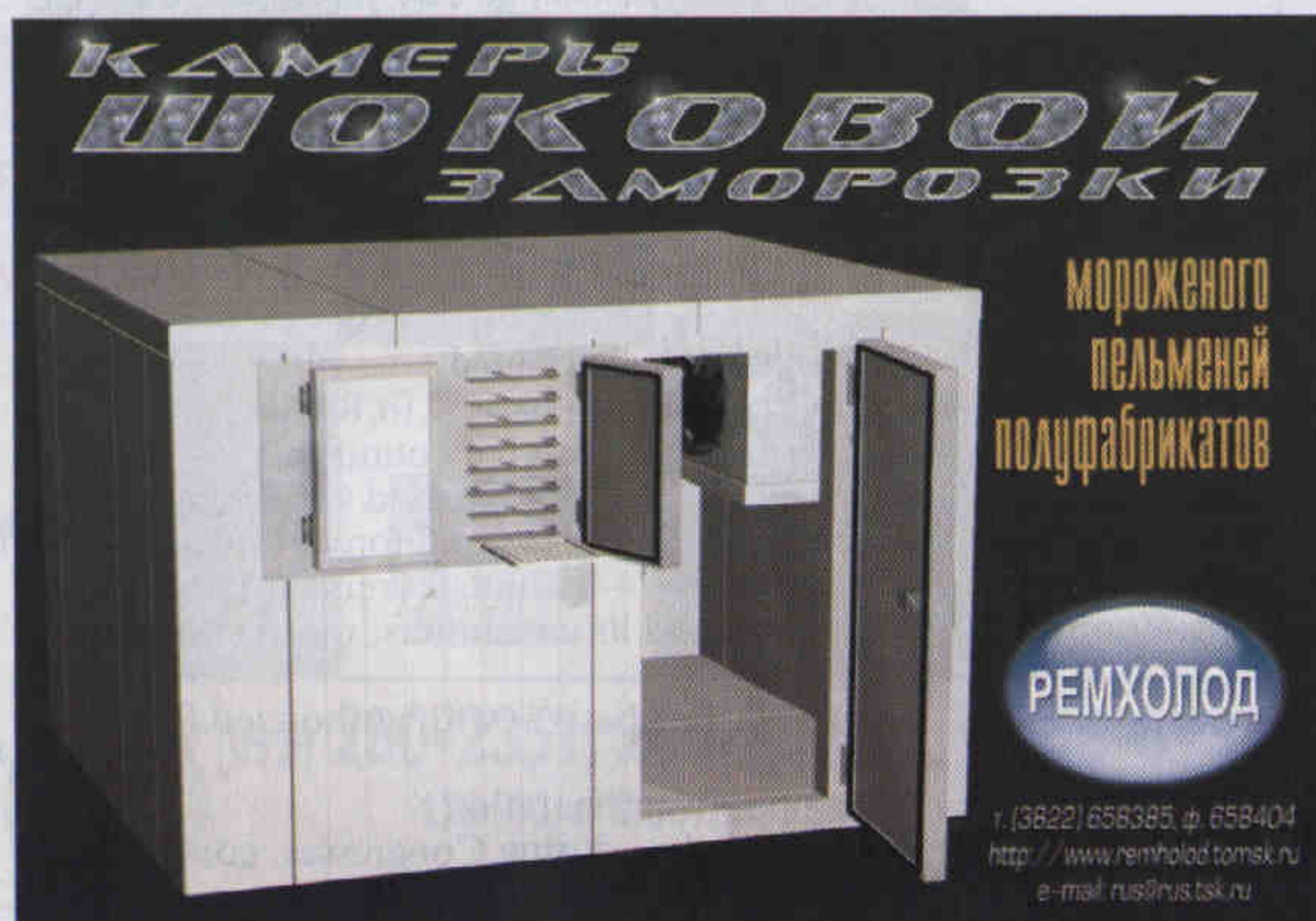
Domestic electrical appliances,
electronic equipment and goods for home

**КАМЕРЫ
ШОКОВОЙ
ЗАМОРОЗКИ**

мороженого
пельменей
полуфабрикатов

РЕМХОЛОД

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



Филаткин В.Н. ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ
Учеб. пособие. –СПб.: СПбГУИПТ,
2000. – 187 с.

Кратко изложены основы термодинамики растворов, приведены сведения о растворимости веществ. Подробно рассмотрены положения теории фазового равновесия в растворе и методы построения тепловых диаграмм. Проанализированы процессы растворов. Приведены примеры, задачи и справочный материал по свойствам веществ.

Книга предназначена для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Энергомашиностроение» и «Технология продуктов питания», а также специальностям «Техника и физика низких температур», «Холодильная и криогенная техника и кондиционирование».

Тел.: (812) 315-3778; (812) 314-7861



Девятая сессия Международной академии холода

23 апреля 2002 г. в Санкт-Петербургском государственном университете низкотемпературных и пищевых технологий прошло Девятое общее собрание МАХ.

Собравшиеся почтили память ушедших из жизни за минувший год членов Академии: почетного академика **И.А.Глебова**, академиков **А.Г.Фикина**, **Е.М.Агарева**; членов-корреспондентов **В.Н.Богаченко**, **В.П.Латышева**.

Несколько позже пришла весть о кончине академика МАХ **Г.А.Головки**.

Общее собрание обсудило следующие вопросы:

- доклад президента МАХ;
- доклад председателя Ревизионной комиссии;
- сообщения представителей национальных и региональных отделений;
- выборы главного ученого секретаря МАХ;
- выборы членов Академии.

С отчетным содержательным докладом выступил президент МАХ академик **А.В.Бараненко**.

Он отметил, что после образования Балтийского межнационального отделения, объединяющего холодильщиков и пищевиков Латвии, Литвы и Эстонии, в составе МАХ 3 национальных отделения и 11 региональных отделений Российской Федерации. Кроме главных городов региональных отделений члены МАХ трудятся также еще более чем в 35 городах России и 19 государствах нашей планеты. Можно также сказать, что сдвинулись с мертвой точки процессы образования Болгарского и Белорусского национальных отделений. К сожалению, национальное отделение МАХ в Узбекистане пока не образовано.

Сейчас в Академии 872 члена, из них: 411 академиков, 399 членов-корреспондентов и 62 академических советника. На сегодняшнем собрании будем принимать еще 22 академика, 30 членов-корреспондентов и 1 академического советника. Таким образом, общее число членов МАХ составит 925 человек. Мы приближаемся к круглой циф-

ре — 1000. Есть предложение тысячному члену МАХ вручить памятную медаль. (Полный список членов МАХ опубликован в журнале «Вестник МАХ» № 2/2002 г.)

Разнообразен состав членов Академии: это и ученые с мировыми именами, и руководители известных компаний и фирм, преуспевающие бизнесмены, главы городов и районов, руководители международных организаций, преподаватели престижных учебных заведений.

Приятно отметить, что Нобелевский лауреат **Жорес Иванович Алферов**, являющийся почетным академиком МАХ, признан «Лицом 2001 года». Такое звание Жоресу Ивановичу присвоил всемирно известный журнал «Лица».

Конечно, главной задачей Академии остается содействие интеграции и объединению ученых и специалистов России и других стран, связавших свои научные и практические интересы с холодом и пищевыми технологиями.

В настоящее время в мире происходит холодильная революция. Монреальский протокол (1987 г.) и Киотское соглашение (1997 г.) занесли старые, а затем и новые хладагенты в разряд регулируемых парниковых газов. Холодильный мир разделился на тех, кто ратует за применение натуральных хладагентов (аммиак, диоксид углерода, углеводороды и смеси), несмотря на их недостатки, и тех, кто остается верен химическим хладагентам (фторированным углеводородам). Япония и большинство европейских стран выразили готовность ратифицировать Киотский протокол. А вот президент США **Джордж Буш** отказался его ратифицировать, объявив, правда, о собственной программе ограничения выбросов в атмосферу так называемых парниковых газов.

Отзвуки бескомпромиссной борьбы «натуралистов» и «химиков» нашли свое отражение в докладах на недавно прошедшей Юбилейной научно-технической конференции, посвященной 90-летию нашего славного журнала «Холодильная техника», на Международной

конференции «Углеводороды как хладагенты», которая состоялась в январе 2002 г. в Санкт-Петербурге, и на семинаре Московского регионального отделения в декабре 2001 г. «Проблемы разрушения озонового слоя Земли и глобального потепления».

Холодильщики, члены МАХ, занимают передовые позиции практически во всех отраслях холодильной науки. Ведущие специалисты ВНИИхолодмаш-Холдинг, ВНИИХ, московского завода «Компрессор», АО «Холодмаш» (Ярославль), ОАО «Холодмаш» (Черкесск) и многих других организаций разрабатывают и создают образцы новой высокоэффективной холодильной техники.

В ЗАО «НИИтурбокомпрессор» и ОАО «Казанькомпрессормаш» разработана и изготовлена холодильная машина ТМТ 130-2-1 УХЛ5 с винтовым компрессором, которая предназначена для охлаждения гидравлических механизмов туннелепроходческого комплекса «ЛОВАТ» (Канада), для строительства метрополитена в Казани. Создано новое поколение спиральных компрессоров для кондиционирования воздуха.

На «Заводе им. Серго» выпускается большая серия бытовых двухкамерных холодильников и морозильников, в которых используются озонобезопасные хладагенты (Татарское РО).

В Кузбасском региональном отделении ведется активная работа по внедрению новой отечественной и импортной холодильной техники на пищевых предприятиях региона.

ЗАО «Орлэкс» (Орел) выпускает сертифицированные отечественные приборы и устройства автоматики для холодильной техники, систем кондиционирования воздуха и вентиляции.

АО «Холодмаш» (Ярославль) сконцентрировало свои усилия на освоении мощностей по производству лицензионных герметичных компрессоров, совершенствовании техники и технологии холодильного компрессоростроения с применением R134a, R22, 404A, изобутана.

Проблему аммиачных компрессоров смазки продолжают решать в АОЗТ «НПЦ Компрессоры БС» (Санкт-Петербургское РО).

В СПбГУНиПТ разработана концепция контейнерных перевозок с использованием систем автономного, а также централизованного холодоснабжения морского, железнодорожного и автомобильного транспорта.

В Московском региональном отделении МАХ (МГГУ им. Баумана) проведены исследования хладагента — диметилевого эфира.

В Краснодаре и Санкт-Петербурге решают проблемы повышения эффективности газопарожидкостных циклов фреонных холодильных машин.

За прошедший год членами МАХ были выполнены конкретные проекты: реконструкции систем холодоснабжения на холодильниках Росмясомолторга, ОАО «Петрохолод», ОАО «Балтика», ОАО «Парнас»; осуществлено проектирование холодильных систем Волосовского молочного завода (Ленинградская обл.), Псковского хладокомбината, консервных заводов «Бавария», «Степан Разин» (Санкт-Петербург) и ряда других важнейших объектов.

Ученые МАХ активно работают над проблемой использования вторичных энергетических ресурсов.

В Институте теплофизики им. С.С. Бутенко СО РАН (Новосибирск) разрабатываются схемы с применением низкотемпературных теплонасосных абсорбционных и парокомпрессионных тепловых насосов в системах отопления и горячего водоснабжения, которые особенно эффективны в тех районах, где цена на топливо очень высока.

В СПбГУНиПТ проводятся исследования контактной и щелевой коррозии конструкционных материалов в водном растворе бромистого лития для теплообменных аппаратов абсорбционных холодильных машин, предложены ингибиторы коррозии.

В Петербургском региональном отделении МАХ осуществляется внедрение энергосберегающих технологий в городское хозяйство. В частности, проведен технико-экономический анализ канализационно-насосных станций Санкт-Петербурга с целью утилизации низкопотенциальной теплоты сточных вод с помощью абсорбционных бромисто-литиевых термотрансформаторов.

Продолжались работы по реконструкции с помощью тепловых насосов

систем теплоснабжения в Сартовале, в том числе с использованием местного органического топлива. Это направление имеет перспективы развития в Ленинградской области, в курортной зоне Карельского перешейка, где предполагается комплексная реконструкция систем теплоснабжения на основе тепловых насосов и сжиженного природного газа. Данная работа проводится в сотрудничестве с коллегами из Финляндии, в частности с коллективным членом МАХ — фирмой «Планора Оу». На основе такого творческого сотрудничества ведутся переговоры о создании Финского национального отделения МАХ.

Выполнены значительные работы в области криогенной техники.

В октябре 2001 г. исполнилось 70 лет ОАО НПО «Гелиймаш». Научно-технический и производственный потенциал НПО «Гелиймаш» позволяет осуществлять полный цикл исследований и работ, включающий проектирование, изготовление, испытания, поставку и обслуживание криогенной техники в соответствии с международными стандартами.

В ООО «Лентрансгаз», ЗАО «Сигмагаз» ОАО «Газпром», ЗАО «Крионорд» решена проблема производства нетрадиционного вида топлива — сжиженного природного газа на газоредуцирующих станциях. В этой работе принимали активное участие РНЦ «Прикладная химия», АО «Сибкриотехника», ОАО «Криогенмаш» и другие организации, где активно сотрудничают члены МАХ.

В СПбГУНиПТ разработаны новейшие способы низкотемпературной очистки газов и разделения газовых смесей, которые внедрены на промышленных предприятиях.

В Астраханском региональном отделении МАХ предложено криоустройство для замораживания спермы осетровых рыб.

В Кемерово разрабатываются концепция и система организации авторефрижераторного транспорта с азотной системой охлаждения.

Многие члены МАХ являются видными учеными и специалистами в области холодильных и пищевых технологий.

Одной из ведущих организаций в этой области остается ОАО РТПК «Росмясомолторг».

Совместно с МГУПБ и ПНО «Тайфун» Росмясомолторг завершил разработку автоматизированного лазерного

спектроанализатора токсичных элементов в продуктах питания, который найдет применение в системах непрерывного автоматического контроля качества готовой продукции как в потоке, так и выборочно.

Одним из важнейших направлений деятельности Санкт-Петербургского регионального отделения в области пищевых технологий является разработка концепции региональной программы «Обеспечение продовольственной безопасности города и Северо-Западного региона». К настоящему времени накоплен значительный статистический материал, готовятся документы для представления их в администрации Петербурга и Ленинградской области.

В Западном региональном отделении МАХ проведены расчеты вакуумных систем, используемых в сублимационных установках, паровакуумных дефростерах, установках для копчения продуктов и т.д.; экспериментально измерены теплофизические характеристики сублимированных продуктов; предложены методики учета неоднородности блоков рыбы при расчетах продолжительности замораживания; разработана математическая модель процесса в аппарате тонкого измельчения мороженой рыбы; исследовано влияние компонентов заливок и способа разделки на созревание малосольной сельди в процессе холодильного хранения; проведены технологические исследования по удалению ртути из мышечной ткани тунца.

В Воронежском региональном отделении МАХ совершенствуются способы и аппараты, применяемые для осуществления тепло- и массообменных процессов в производстве пива, хлебопекарных дрожжей, ликероводочных изделий; разработан способ обезвоживания термолабильных продуктов с применением газовых поглотителей, позволяющий интенсифицировать процесс вакуум-сублимационной сушки; предложен способ вакуум-сублимационной сушки жидких продуктов во вспененном состоянии; продолжились исследования процесса криогенного вымораживания растительных масел за счет барботирования слоя продукта криогенными парами.

В Кемеровском региональном отделении МАХ ведутся научные исследования в области совершенствования технологии холодильной обработки и хранения пищевых продуктов, создания новых пищевых продуктов. Подход к завершению разработка вы-

сокоэффективной технологии производства мягких сыров в условиях крестьянских и фермерских хозяйств. Продолжаются исследования и конструкторские изыскания по созданию программного замораживания пищевых продуктов в скороморозильных аппаратах модульного типа. Совместно с АО «Сибагропереработка» ВАСХНИЛ разрабатываются технологии низкотемпературного хранения жировой эмульсии для производства мясопродуктов.

В Краснодарском ГТУ изучаются особенности поточного контактного взаимодействия жидких пищевых продуктов с диоксидом углерода.

Исследуется влияние сахарозы на структурообразование в белковых гелях (МГУ пищевых производств, Москва).

Ученые — члены МАХ работают в смежных областях науки и техники, там, где применяется искусственный холод.

Например, в области материаловедения разработаны теоретические предпосылки для создания принципиально новых методов неразрушающего контроля, основанных на использовании последних открытий в области физики твердого тела — эффекта внутреннего трения в металлах и магнитных превращений в тонкой структуре сталей.

Продолжены исследования в области теплообмена.

Решены аналитические задачи стационарного теплообмена в прямоточных и противоточных рекуперативных аппаратах с учетом термоградиентного теплопереноса вдоль потоков тепло- и хладоносителей и внутренних выделений (Воронежское РО).

В рамках научного сотрудничества ведутся научно-исследовательские работы по совершенствованию процессов теплообмена и конструкций вентиляторных градиен с ООО «Формопласт» и ОАО «Химволокно» (Кузбасское РО).

Члены МАХ активно участвуют в международных, всероссийских, региональных и отраслевых конференциях и выставках. Именно там осуществляются апробация свежих научных идей, обмен мнениями по животрепещущим проблемам холодильной техники и пищевых технологий.

В рамках программ международного сотрудничества осуществлялись совместные проекты с Южно-Корейской фирмой LG. В частности, был подготовлен план совместных исследований

в целях совершенствования систем кондиционирования и обмена специалистами. Были подготовлены предложения по совместной деятельности с Южно-Корейской фирмой SK в области научных исследований и производства емкостей для жидкого азота, изотермических контейнеров и установок по производству диоксида углерода.

Совместно с учеными Болгарии, Бельгии и Великобритании члены МАХ участвовали в выполнении контракта ЕС по контактному замораживанию пищевых продуктов с помощью айс-ларри -технологий.

Члены МАХ являются руководителями многих престижных высших и средних учебных заведений во всем мире, прекрасными педагогами, готовящими кадры для науки и производства, связанных с холодом и пищевыми технологиями.

В Воронежском региональном отделении МАХ на базе Криогенного центра Воронежского ГТУ в 2001 г. осуществлен первый выпуск инженеров по специальности «Техника и физика низких температур», в Воронежской ГТА открыта образовательная специальность «Пищевая биотехнология».

В КемТИПП (Кузбасское РО) открыта новая специальность «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование» и проведен первый набор студентов по данной специальности.

В СПбГУНиПТ образован Институт профессиональной переподготовки.

Для укрепления связей науки и производства разработана концепция сотрудничества научных организаций, администрации города и области и перерабатывающих предприятий. В результате реализации этой программы предполагается заключение комплексных договоров, включающих разработку крупных научно-технических проектов, их кадровое сопровождение и целевую переподготовку кадров различного уровня (Санкт-Петербургское РО).

В заключение доклада президент МАХ обозначил ближайшие задачи и планы на будущее.

О результатах ревизии за отчетный период доложил председатель Ревизионной комиссии академик **Н.Н.Бухарин**.

В прениях по докладу выступили академики МАХ **В.П.Железный** (Украинское национальное отделение), **Ю.А.Пертен** (Балтийское межнацио-

нальное отделение), **А.С.Бестужев** (Западное региональное отделение). Выступающие отметили консолидирующую роль МАХ в объединении усилий ученых и специалистов в решении актуальных проблем в области холодильной техники и пищевых технологий.

Собрание избрало академика **Ю.А.Лаптева** главным ученым секретарем МАХ. Академику **В.И. Лысему** выражена благодарность за многолетнюю плодотворную работу в должности главного ученого секретаря.

Общее собрание поддержало предложение вице-президента МАХ академика **О.Б.Цветкова** о создании Ассоциации молодых ученых и специалистов МАХ «Холод-XXI». За основу приняты положения об Ассоциации, а также положения о стипендиях и премиях МАХ молодым ученым.

Председатель Международного межкадаемического союза (ММС) общественных организаций по поддержке науки и содействию подготовке научных кадров академик МАХ **Г.А.Угодчиков** и главный ученый секретарь этого союза почетный академик МАХ **А.И.Мялкин** вручили академикам **А.В.Бараненко** и **В.Н.Филаткину** высшую награду ММС «Звезда Вернадского I степени» за многогранную деятельность в области развития академической науки.

Академик **В.А.Черняк** предложил обсудить Обращение Общего собрания к руководству страны по поводу аммиака как одного из основных экологически безопасных холодильных агентов. Собрание одобрило текст Обращения и поручило инициативной группе доработать его и направить в вышестоящие инстанции.

Состоялись традиционные академические чтения, на которых были представлены следующие доклады:

- **И.М.Калнинь**, д-р техн.наук, профессор, академик — «Эффективность применения азеотропных смесевых хладагентов»;

- **В.В.Улитин**, д-р техн.наук, профессор, академик — «Сложные неизотермические фазовые переходы. Теория и моделирование»;

- **Г.А.Угодчиков**, д-р физ.-мат. наук, профессор, академик — «Лечебно-профилактические продукты питания с защитными свойствами»;

- **А.Ю.Баранов**, канд.техн.наук, доцент, член-корреспондент — «Концепция развития криогенных физиотерапевтических технологий».



Заместитель
генерального
АО «Холод»
С.Г.КАЛИ

кол
бы
ени
зио
С.
мя
ческ
пер
пуск
кого
сий
чить
год
вод
ност
Бо
пере
на Р
ло о
ния
при
шен
Одн
ке с
же в
на Р
тово
ярос
лич
для
да.
—
ства
С.
дять
пуск



Рекомендации АО «Холодмаш» по выбору компрессоров

Настоящей статьей мы начинаем публикации по основам подбора, монтажа и эксплуатации холодильных агрегатов и компрессоров для торгового холодильного оборудования. Актуальность этой тематики определяется тем, что за последние 5 лет в стране резко возросло оснащение торгового холодильного оборудования компрессорами нового поколения как импортного производства (фирм L'Unite Hermetique, Aspera, Electrolux, Danfoss), так и отечественными компрессорами производства Ярославского АО «Холодмаш», выпускающего широкую гамму компрессоров по документации и технологии фирмы Electrolux Compressors. Это малогабаритные компрессоры со встроенным электродвигателем, в большинстве своем с питанием от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц.

Выпускавшиеся ранее холодильные агрегаты с сальниковым компрессором типа ФАК и холодильные агрегаты с экранированными компрессорами типа ВС₃ менее требовательны к чистоте и сухости холодильной системы, так как обмотки электродвигателя не контактируют с фреоно-масляной смесью. Они просты в эксплуатации, но тяжелы и шумны.

Компрессоры нового поколения требуют иного уровня подготовки холодильной системы (по чистоте и сухости), а также более квалифицированного персонала, занимающегося монтажом и эксплуатацией. Подтверждением неподготовленности монтажников и эксплуатационщиков к работе с компрессорами нового поколения служит тот факт, что, по данным фирмы «Морена», до 20 % возвращаемых на фирму рекламационных импортных компрессоров при проверке оказываются исправными и работоспособными. Кроме того, иногда качественные компрессоры выходят из строя из-за несоблюдения основных требований к холодильной системе, правил монтажа и эксплуатации.

Поэтому считаем целесообразным осветить весь процесс создания холодильной системы в торговом холодильном оборудовании: проследить шаг за шагом подбор компрессоров (агрегатов) в зависимости от их характеристик и назначения, подготовку холодильной системы к монтажу, монтаж, пуск и эксплуатационное наблюдение.

Особый раздел будет посвящен замене компрессоров в существующих холодильных системах, уже находящихся в эксплуатации. Также будут рассмотрены вопросы выбора и применения приборов регулирования и автоматики, различные системы оттайки испарителей и некоторые другие проблемы.

Приглашаем всех заинтересованных принять участие в обсуждении перечисленных вопросов и направлять в редакцию журнала свои замечания и предложения.

ВЫБОР ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕССОРА

Холодильная установка обеспечивает заданные температурные режимы только тогда, когда холодильный компрессор (или холодильный агрегат) правильно подобран и соответствует всем ее параметрам. Если создается новая холодильная установка, то необходимо провести проектные работы, включающие в себя помимо разработки охлаждаемой камеры, выбора теплоизоляции и много другого также и подбор холо-

дильного компрессора (агрегата). Эту работу следует поручить специалистам-проектировщикам, только в этом случае можно надеяться на удовлетворительный результат. Проект холодильной установки обязательно должен содержать тепловой расчет, учитывающий все теплопритоки в холодильную камеру и тепловыделения внутри нее, что позволит определить требуемую холодопроизводительность компрессора (агрегата).

Если нет возможности обратиться

к специалистам, можно попытаться выполнить проектирование самостоятельно. В этом случае можно надеяться на успех только тогда, когда у потенциального проектировщика есть опыт работы с холодильными установками, но при этом необходимо пользоваться соответствующей литературой (например: Зеликовский И.Х., Каплан Л.Г. «Малые холодильные установки» (Справочник); Р.Дж. Доссат «Основы холодильной техники» и др.)

Если создается холодильная установка для оборудования, имеющего аналоги, например для холодильной камеры таким же объемом, как у успешно эксплуатируемых камер, или для холодильного шкафа, подобного уже работающему, или если стоит задача модернизации старой холодильной установки с заменой в ней компрессора, то можно обойтись и без проектных работ. В этом случае выбирают компрессор таких же параметров (или лучших), как и у заменяемого. Но и здесь необходимы советы и помощь специалиста-холодильщика.

Очень хороший результат можно получить, если обратиться к опыту эксплуатации аналогичной холодильной установки, определить, насколько хорошо она справляется со своей задачей, замерить температуры в охлаждаемом объеме, рассчитать коэффициент рабочего времени при полной загрузке и т.д.

Выбирая компрессор (агрегат), нужно четко представлять себе особенности различных типов компрессоров, используемых в торговом холоде, и уметь сопоставить их с требованиями холодильной установки. В настоящее время большинство компрессоров в торговом холоде – поршневые; доля спиральных и ротационных невелика. Самыми распространенными являются герметичные компрессоры в стальном герметичном кожухе, в котором размещается также электродвигатель. Полугерметичные (бессальниковые) компрессоры герметичного кожуха не имеют,

хотя электродвигатель помещен в отсек корпуса компрессора. И наконец, открытые компрессоры приводятся от электродвигателя, установленного вне кожуха компрессора.

ГЕРМЕТИЧНЫЕ КОМПРЕССОРЫ

В настоящее время торговое холодильное оборудование в основном комплектуется герметичными поршневыми компрессорами. Они весьма надежны, потребляют меньше электроэнергии, чем любые другие, хорошо защищены от внешних воздействий, пожаробезопасны, имеют низкий уровень шума, безопасны в эксплуатации, легко встраиваются в холодильное оборудование, устанавливаемое в торговых залах и других местах длительного пребывания людей. Холодильное оборудование с такими компрессорами работает в автоматическом режиме и может эксплуатироваться не специалистами. Ремонт оборудования сводится к замене дефектного агрегата (компрессора), на что не требуется много времени.

Однако герметичные поршневые компрессоры предъявляют весьма высокие требования к чистоте и сухости холодильной системы, в которую встраиваются. Нормы по этим параметрам приводятся далее, в разделе «Монтаж». Здесь же следует сказать, что в неочищенной и неосушенной системе герметичный компрессор практически обязательно выйдет из строя. Фреон в машине должен контактировать с чистыми металлическими поверхностями. Систему надо очищать от грязи, окислов, окалины, стружки, масел и любых других частиц, которые смогут потом «путешествовать» в холодильном тракте во время работы холодильной машины.

Столь же категоричны требования к осушке системы: «чем суше система, тем лучше», а нормы остаточной влаги ни в коем случае не должны быть превышены, иначе влага вместе с окислами и кислородом воздуха достаточно быстро разрушит обмотку встроенного двигателя.

Герметичные компрессоры не рассчитаны на работу в вакуумном режиме: это приводит к перегреву электродвигателя и сгоранию обмоток (из-за отсутствия охлаждения всасываемым газом). Поэтому совершенно недопустимо вакуумировать систему компрессором, для

этого должен использоваться специальный вакуум-насос. Во избежание случайного образования вакуума на всасывании недопустимо также использовать среднетемпературные компрессоры (агрегаты) в низкотемпературном режиме.

В холодильную систему с герметичным компрессором не должен попадать спирт: он способен разрушить изоляцию обмотки электродвигателя. Спирт иногда применяют для понижения температуры замерзания воды, но вода – один из главных врагов герметичного компрессора, поэтому нужно от нее избавиться (хорошо осушить систему), а не вводить еще одного «врага» – спирт.

Компрессоры с экранированным приводом, являясь разновидностью герметичных, имеют некоторые конструктивные отличия: сам компрессор и ротор электродвигателя находятся в герметичном кожухе, а статор его вынесен наружу. Между ротором и статором, в зазоре, располагается экран – тонкостенный стакан. Таким образом, обмотка электродвигателя не контактирует с газом, поступающим из испарителя, а охлаждается воздухом. Из-за необходимости обеспечить точное взаимное расположение статора и ротора применение внутренней пружинной подвески невозможно, что приводит к несколько завышенному шуму по сравнению с герметичными компрессорами. К положительным качествам относятся возможность замены статора без демонтажа компрессора, прямо на месте эксплуатации, отсутствие загрязнения системы при сгорании обмоток электродвигателя. Эти компрессоры могут работать и в вакуумном режиме, так как обмотки электродвигателя охлаждаются не хладагентом, а воздухом.

БЕССАЛЬНИКОВЫЕ (ПОЛУГЕРМЕТИЧНЫЕ) И ОТКРЫТЫЕ КОМПРЕССОРЫ

Бессальниковые (полугерметичные) компрессоры, равно как и открытые, применяются в торговом холодильнике, если оборудование установлено за пределами торговых залов. Требования к чистоте и сухости системы для бессальниковых компрессоров, а также к недопущению работы в вакууме столь же категоричны, как и для герметичных. Для открытых (сальниковых) компрессоров могут быть несколько снижены требования

к осушке системы, к герметичности, допускается дозаправка фреоном и маслом в процессе эксплуатации, но требования к чистоте системы остаются неизменными.

РЕЖИМЫ РАБОТЫ КОМПРЕССОРА

Следует выбирать компрессор, который может обеспечить требуемый температурный режим в охлаждаемом объеме. Надо внимательно изучить паспортные данные компрессора и инструкции изготовителя и использовать компрессор только в рекомендованных режимах.

Среднетемпературные холодильные установки, обеспечивающие температуру в охлаждаемом объеме $0...8^{\circ}\text{C}$, должны комплектоваться компрессорами, пригодными для работы при температурах кипения хладагента -15°C . Этому условию удовлетворяют отечественные компрессоры типа КС, импортные серий MBP или HMBP, частично LBP (только в случаях малой холодопроизводительности и невысоких нагрузок).

Низкотемпературное холодильное оборудование с температурой в камере не выше -18°C требует применения низкотемпературных компрессоров: отечественных КН (температура кипения хладагента -35°C), импортных – только серии LBP (температура кипения $-23,2^{\circ}\text{C}$ или -25°C). Недопустимо применение в этом режиме среднетемпературных компрессоров (КС, MBP, HMBP), рассчитанных на сравнительно большой объем всасываемого пара – эти компрессоры в низкотемпературном режиме будут перегреваться и могут сгореть.

Следует обращать внимание и на другие указания каталогов: величину пускового момента, наличие маслоохладителя, характер охлаждения компрессора. Так, компрессоры, имеющие электродвигатель с низким пусковым моментом, пригодны для систем с капиллярной трубкой, высокий пусковой момент требуется для низкотемпературных установок с ТРВ. Компрессор с конвективным охлаждением можно использовать в системах с обдувом, но компрессор, рассчитанный на охлаждение с помощью вентилятора, использовать в системах без обдува нельзя, он будет перегреваться. Наличие маслоохладителя желательно для низкотемпературных компрессоров.

Д-р физ.-мат. наук
И.К.ЛАРИН

ФРЕОНЫ И КЛИМАТ ЗЕМЛИ

После преодоления озонового кризиса конца XX в. потепление климата, по-видимому, станет основной глобальной экологической проблемой XXI в., порожденной деятельностью человека.

В XX в. появились признаки изменения климата. Во всяком случае, последнее столетие миллениума оказалось самым теплым в тысячелетии. «Реконструкция» климата в течение этого периода и данные измерений показали, что за последние 100 лет температура повысилась на $0,6 \pm 0,2$ °C, тогда как за предыдущие 900 лет она в среднем упала только на $0,2$ °C. Анализ этих изменений с помощью различных математических моделей позволил с достаточно большой долей уверенности утверждать, что наблюдаемое за последние 100 лет глобальное потепление обусловлено главным образом действием антропогенных факторов – ростом эмиссии углекислого и других парниковых газов.

Помимо роста приземной температуры появились и другие признаки глобального потепления, такие, как таяние арктических льдов, разрушение шельфового льда Антарктики, уменьшение ледяного щита Гренландии, который за последние 5 лет сократился на 250 км³. Важным признаком изменения климата является наблюдаемое снижение температуры на 5 °C в стратосфере (на высоте 50 км) и на 30 °C в мезосфере (на высоте 70 км). Здесь нужно пояснить, что в этих областях атмосферы парниковый эффект не повышает, а снижает температуру. Все это свидетельствует о том, что сегодня проблема глобального потепления выходит на первое место, оттеснив проблему сохранения озонового слоя на второй план. В самой же проблеме потепления центральным вопросом, вокруг которого сегодня идут горячие споры, является вопрос о его причинах. Хотя предмет этого спора и важен, но еще более важно то, как будет изменяться климат в будущем.

General questions related to expected in XXI century global warming have been considered and the data of average global increase in temperature of the Earth's surface in 2000–2100 years are reported. Besides the contribution of freons in global warming have been analysed and it was shown that the share of the ozone friendly freons which will be used in refrigerating industry in the come century, is rather small.

Для работников холодильной промышленности этот вопрос имеет особое значение, поскольку “создание холода” в условиях глобального потепления неизбежно потребует новых значительных затрат. В то же время сама холодильная промышленность, используя хладагенты, обладающие парниковыми свойствами, будет способствовать потеплению климата. Поэтому важно понять, во-первых, почему и в какой степени может измениться температура земной поверхности и, во-вторых, в какой мере использование фреонов как хладагентов может повлиять на этот процесс.

Анализу этих вопросов и посвящена настоящая статья.

Чтобы разобраться в причинах возможного глобального потепления, необходимо рассмотреть природу парникового эффекта, которому большинство климатологов приписывают определяющую роль в формировании климата. Но прежде всего нужно подчеркнуть, что в настоящее время доля естественного парникового эффекта составляет более 99% и определяется в значительной мере парниковым эффектом паров воды. Вклад антропогенных парниковых газов за последние 150 лет (т.е. в индустриальную эпоху) составил менее 1%. Поэтому нужно понимать, что когда говорят о парниковом эффекте, то имеется в виду не абсолютная его величина, а ее изменение, начиная с 1%. Правда, изменение может быть весьма существенным, поскольку мировое хозяйство сегодня развивается совсем другими темпами, чем 100 лет назад, и антропогенный вклад в изменение климата может быстро увеличиваться.

Теперь собственно о парниковом эффекте.

Для условий Земли без атмосферы радиационный баланс в системе Земля–космос определяется равенством потоков приходящего коротковолнового солнечного излучения и уходящего длинноволнового излучения с поверхности Земли. Температуру земной поверхности T в этом случае можно рассчитать с помощью уравнения радиационного баланса

$$1/4 \cdot [S_0(1 - \alpha)] = \delta \sigma T^4. \quad (1)$$

Здесь S_0 – солнечная постоянная, т.е. поток солнечной радиации, приходящий на верхнюю границу атмосферы (равен 1368 Вт·м⁻²);

α – среднее альбедо системы Земля–атмосфера ($0,31$);

δ – коэффициент отличия земной поверхности от свойств черного тела ($0,98$);

σ – постоянная Стефана – Больцмана ($5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт·м⁻²·К⁻⁴) [11]. Подставив все значения параметров в (1), получим $T = 255$ К. Особенность этой величины заключается в том, что, с одной стороны, она определяет температуру нашей планеты как космического тела, а с другой – является “нулевой” отметкой для расчета величины парникового эффекта, который в настоящее время составляет 33 К.

При появлении земной атмосферы и парниковых компонент, способных поглощать тепловое излучение Земли, ситуация меняется. Теперь только часть солнечного излучения достигает земной поверхности, а другая

ть отражается атмосферой назад, космос. Земное длинноволновое излучение также частично задерживается парниковыми газами, которые переизлучают половину поглощенного тепла назад, к Земле, а вторую половину — в космос. В этих условиях Земля получает больше тепла, чем при отсутствии атмосферы, что приводит к повышению ее температуры, которая сегодня равна 288 К, или 15 °С (среднеглобальная, среднесезонная величина).

Общая картина распределения коротковолнового и длинноволнового излучения в сегодняшней земной атмосфере показана на рис.1.

Из рис. 1 видно, что 46% солнечного излучения достигает земной поверхности и нагревают ее. В результате возникает направленный вверх поток инфракрасного (ИК) излучения с поверхности Земли. Часть этого потока поглощается парниковыми газами атмосферы и

возвращается назад. В результате на земную поверхность поступает 46% первичного потока, т.е. почти полтора раза больше того, что приходит от Солнца на верхнюю границу атмосферы. Земной поток излучения становится больше, и в конце концов устанавливается баланс потоков тепла, приходящих и уходящих с поверхности Земли. На верхней границе атмосферы поток приходящего солнечного излучения оказывается равным потоку излучения, уходящего из системы Земля-атмосфера. Из данных, приведенных на рис.1, можно видеть, что этот баланс обеспечивается на 31% коротковолновым излучением и на 9% — длинноволновым.

Ситуация равенства потоков излучения характерна для сегодняшнего содержания парниковых газов в атмосфере (имеются в виду пары воды, CO₂, CH₄, N₂O, хлорфторуглероды и O₃). При изменении содержания парниковых газов радиационный баланс на земной поверхности будет нарушаться и для его восстановления потребуется повышение температуры земной поверхности на

величину ΔT_s . Принимают, что значение ΔT_s линейным образом связано с изменением радиационного баланса

$$\Delta F_R = F_{in} - F_{out},$$

который еще называют радиационным форсингом, т.е.

$$\Delta T_s = \lambda_c \Delta F_R, \quad (2)$$

где λ_c — коэффициент пропорциональности;

F_{in} и F_{out} — потоки излучения на землю и уходящие с ее поверхности;

$$\lambda_c = 0,3 \dots 1,1 \text{ К/(Вт} \cdot \text{м}^{-2}\text{)}.$$

Кстати, термин «форсинг» происходит от английского forcing — принуждение, стимуляция, что достаточно точно характеризует природу парникового эффекта: появление отличного от нуля радиационного форсинга принуждает земную поверхность повысить свою температуру.

Из формулы (2) следует, что если найти связь ΔF_R с концентрацией парниковой компоненты C_i и знать, как изменяется значение C_i со временем, то можно оценить и изменение температуры земной поверхности в будущем.

Искомая связь определяется тремя факторами:

- эффективностью поглощения инфракрасного (ИК) излучения данной компонентой (или иначе сечением поглощения);
- положением полосы поглощения

по отношению к ИК-спектру излучения земной поверхности, имеющему форму симметричного колокола с максимумом в районе 10 мкм (чем ближе к максимуму излучения будет поглощать ИК-излучение данная компонента, тем в принципе больше будет ее парниковый эффект);

- уже имеющимся количеством данной компоненты в атмосфере, или иначе ее оптической толщиной (если атмосферная концентрация компоненты велика и она поглотила почти все излучение в том диапазоне длин волн, где она поглощает, то дальнейший рост ее концентрации мало что изменит).

Для расчета радиационного форсинга ΔF_{Ri} i -й парниковой компоненты использовался конкретный тип зависимости форсинга от C_i . Нужно сказать, что если концентрация парникового газа в атмосфере мала, то ее увеличение будет приводить к линейному росту радиационного форсинга, как это имеет место в случае озона и фреонов, которых в атмосфере относительно мало. При очень большой величине оптической плотности (соответствующей очень высокому атмосферному содержанию данной компоненты) влияние концентрации ослабевает и возникает логарифмическая зависимость от

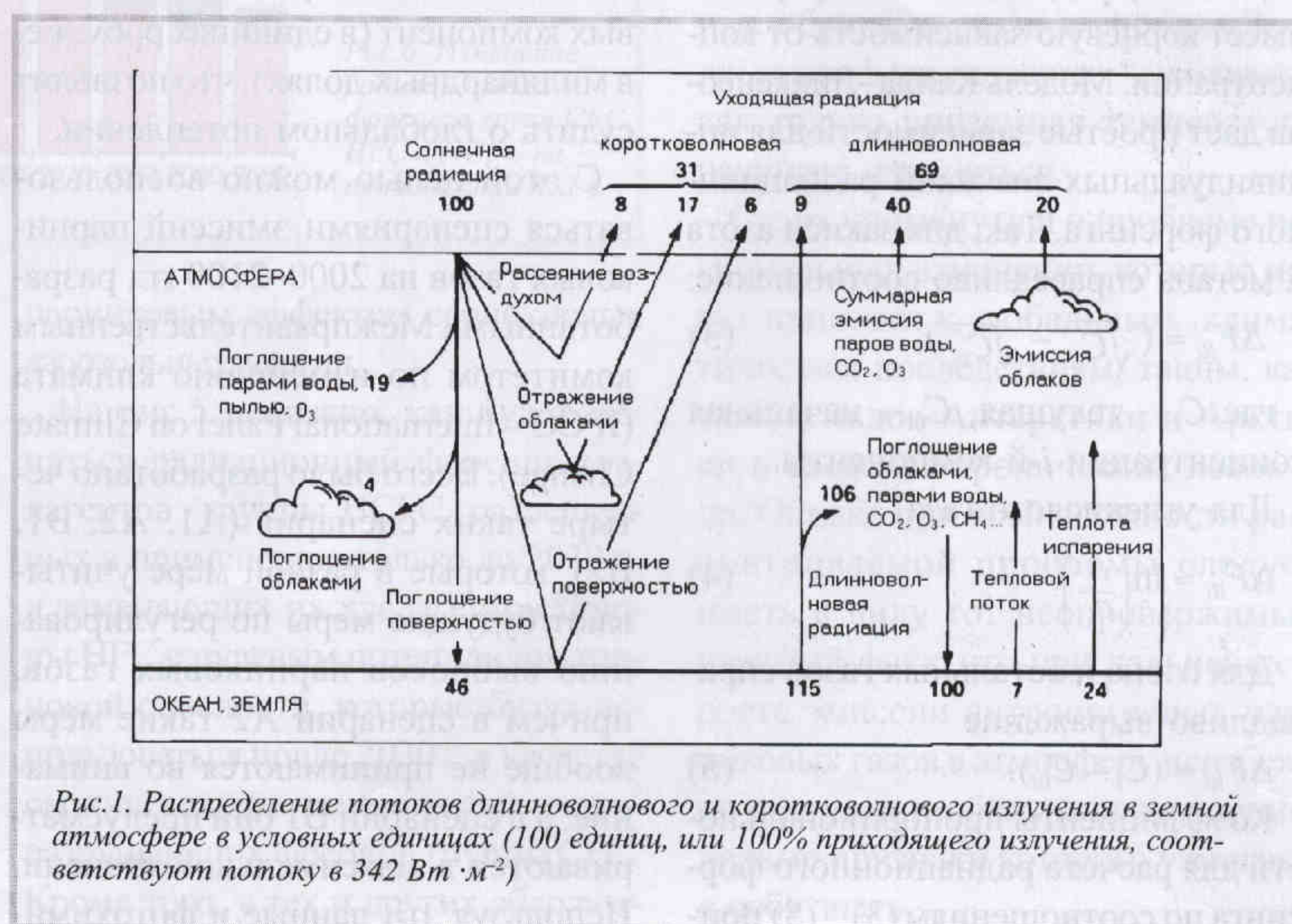


Рис.1. Распределение потоков длинноволнового и коротковолнового излучения в земной атмосфере в условных единицах (100 единиц, или 100% приходящего излучения, соответствуют потоку в 342 Вт · м⁻²)

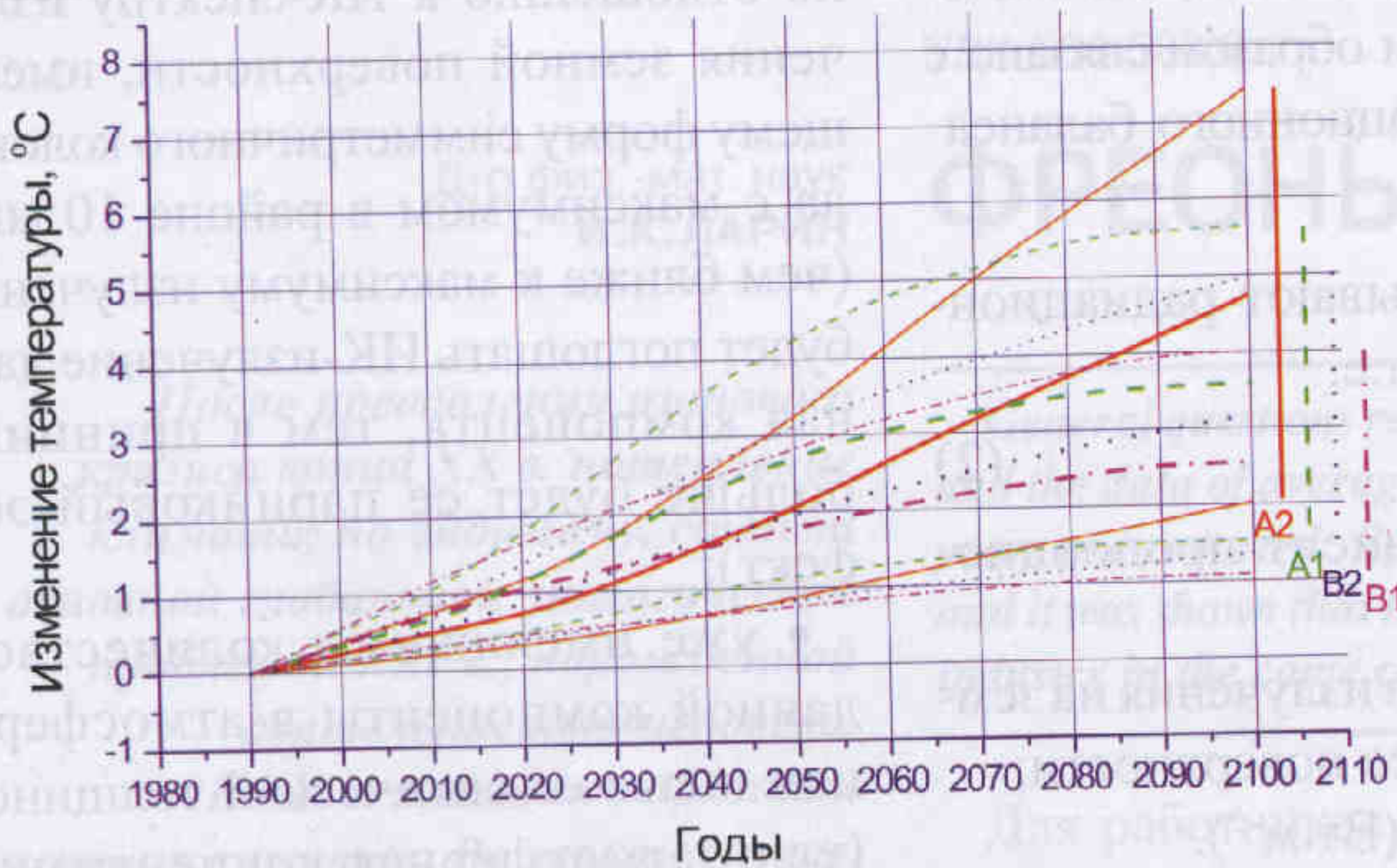


Рис. 2. Изменение температуры в 2000–2100 гг., рассчитанное по четырем сценариям Межправительственного комитета по изменению климата A1, A2, B1 и B2.

Жирными цветными линиями показаны средние значения для каждого сценария, а тонкими кривыми – диапазон изменений, обусловленный диапазоном изменений коэффициента λ_c в формуле (2)

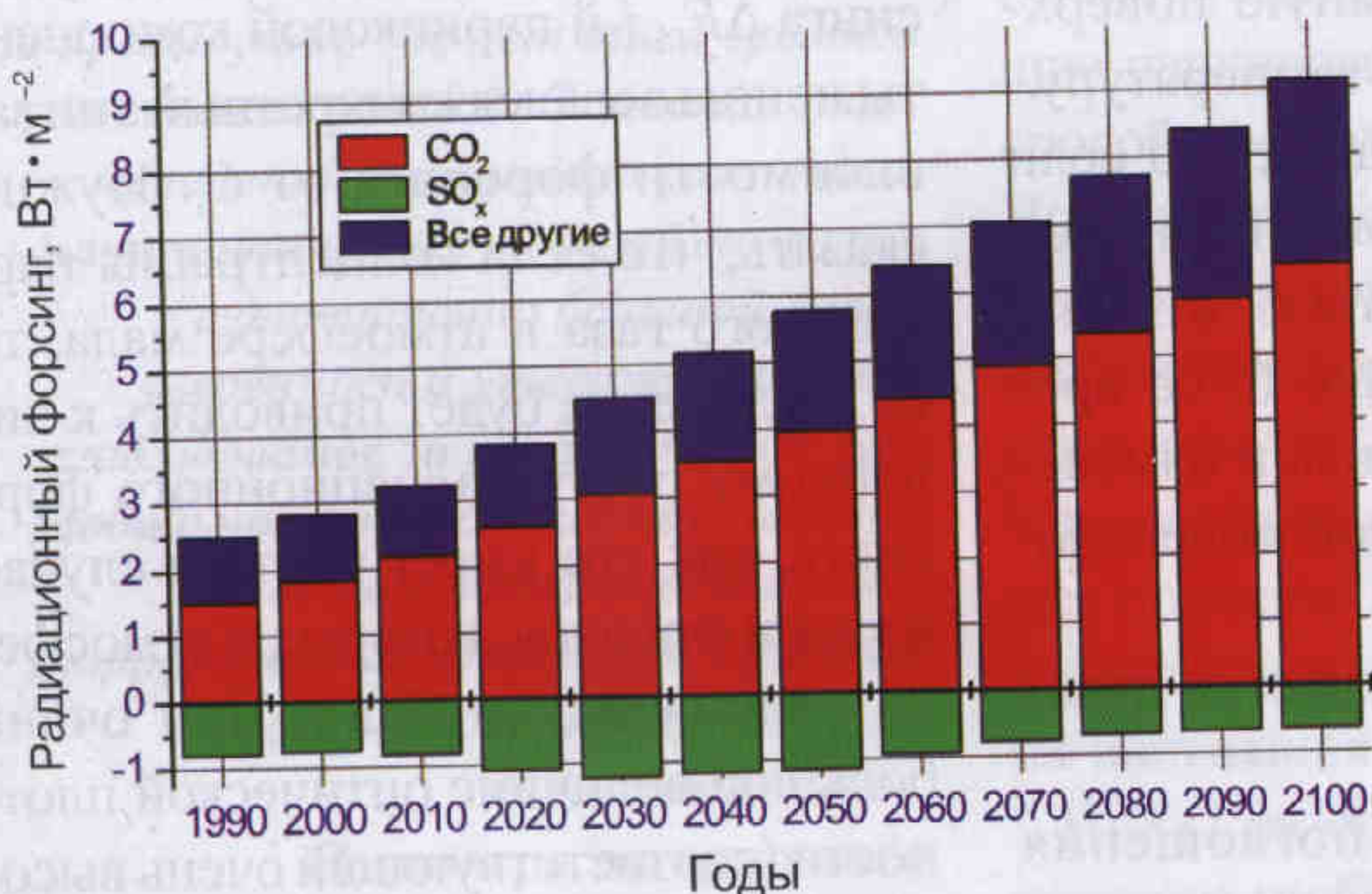


Рис. 3. Изменение радиационного форсинга углекислого газа, SO_x и всех других парниковых газов на протяжении XXI столетия по сценарию A2

нее, как это наблюдается с CO_2 . В промежуточном случае (закись азота, метан) радиационный форсинг имеет корневую зависимость от концентрации. Модель Кейла–Диккенсона дает простые зависимости для индивидуальных значений радиационного форсинга. Так, для закиси азота и метана справедливо соотношение:

$$\Delta F_{Ri} \approx (\sqrt{C_i} - \sqrt{C_{0i}}), \quad (3)$$

где C_i – текущая, C_{0i} – начальная концентрации i -й компоненты.

Для углекислого газа

$$\Delta F_{Ri} \approx \ln\left(\frac{C_i}{C_0}\right). \quad (4)$$

Для озона и остальных газов справедливо выражение

$$\Delta F_{Ri} \approx (C_i - C_{0i}). \quad (5)$$

Коэффициенты пропорциональности для расчета радиационного форсинга по соотношениям (3)–(5) при-

ведены в таблице.

Теперь достаточно узнать, как будет меняться содержание парниковых компонент (в единицах ppbv, т.е. в миллиардных долях), что позволит судить о глобальном потеплении.

С этой целью можно воспользоваться сценариями эмиссий парниковых газов на 2000–2100 гг., разработанными Межправительственным комитетом по изменению климата (IPCC – International Panel on Climate Change). Всего было разработано четыре таких сценария (A1, A2, B1, B2), которые в разной мере учитывают будущие меры по регулированию выбросов парниковых газов, причем в сценарии A2 такие меры вообще не принимаются во внимание, а в сценарии B1 они предусматриваются в максимальной степени. Используя эти данные и фотохими-

Коэффициенты пропорциональности для расчета радиационного форсинга по соотношениям (3)–(5)

Газ	Коэффициент, Вт/(м ² · млрд ⁻¹)	Газ	Коэффициент, Вт/(м ² · млрд ⁻¹)
CFC-11	0,22	HCFC-22	0,19
CFC-12	0,28	HCFC-123	0,18
CFC-113	0,28	HCFC-124	0,19
CFC-114	0,32	HCFC-141b	0,14
CFC-115	0,26	HCFC-142b	0,18
HFC-32	0,10	CO ₂	7,6
HFC-125	0,24	N ₂ O	0,131
HFC-134a	0,17	CH ₄	0,031
HFC-143	0,14	CCl ₄	0,10
HFC-152	0,12	CH ₃ CCl ₃	0,05
O ₃	0,02		

ческую модель средней атмосферы, разработанную в Институте энергетических проблем химической физики РАН, мы рассчитали изменение концентраций всех парниковых газов в течение 2000–2100 гг. и на этой основе описанным выше методом определили возможное изменение температуры за этот период по четырем сценариям IPCC (рис. 2).

Из рис. 2 видно, что по всем сценариям ожидается повышение температуры земной поверхности, причем максимальный диапазон изменений температуры за 100 лет составляет от 1,1 до 7,4 °C, а диапазон изменений средних значений – от 2,5 до 4,7 °C.

На рис. 3–6 показано изменение парниковых эффектов (в виде изменения радиационного форсинга) на протяжении XXI в. разных групп парниковых газов и разных индивидуальных веществ для сценария A2 (т.е. для сценария без мер регулирования).

Из данных на рис. 3 и аналогичных данных для других сценариев следует, что суммарный парниковый эффект углекислого газа может возрасти с 60% в 1990 г. до 75–80% в 2100 г. Следует также пояснить, что отрицательный парниковый эффект SO_x обусловлен предположением, что все оксиды серы превращаются в аэрозольные частицы, обладающие антипарниковым эффектом, по-

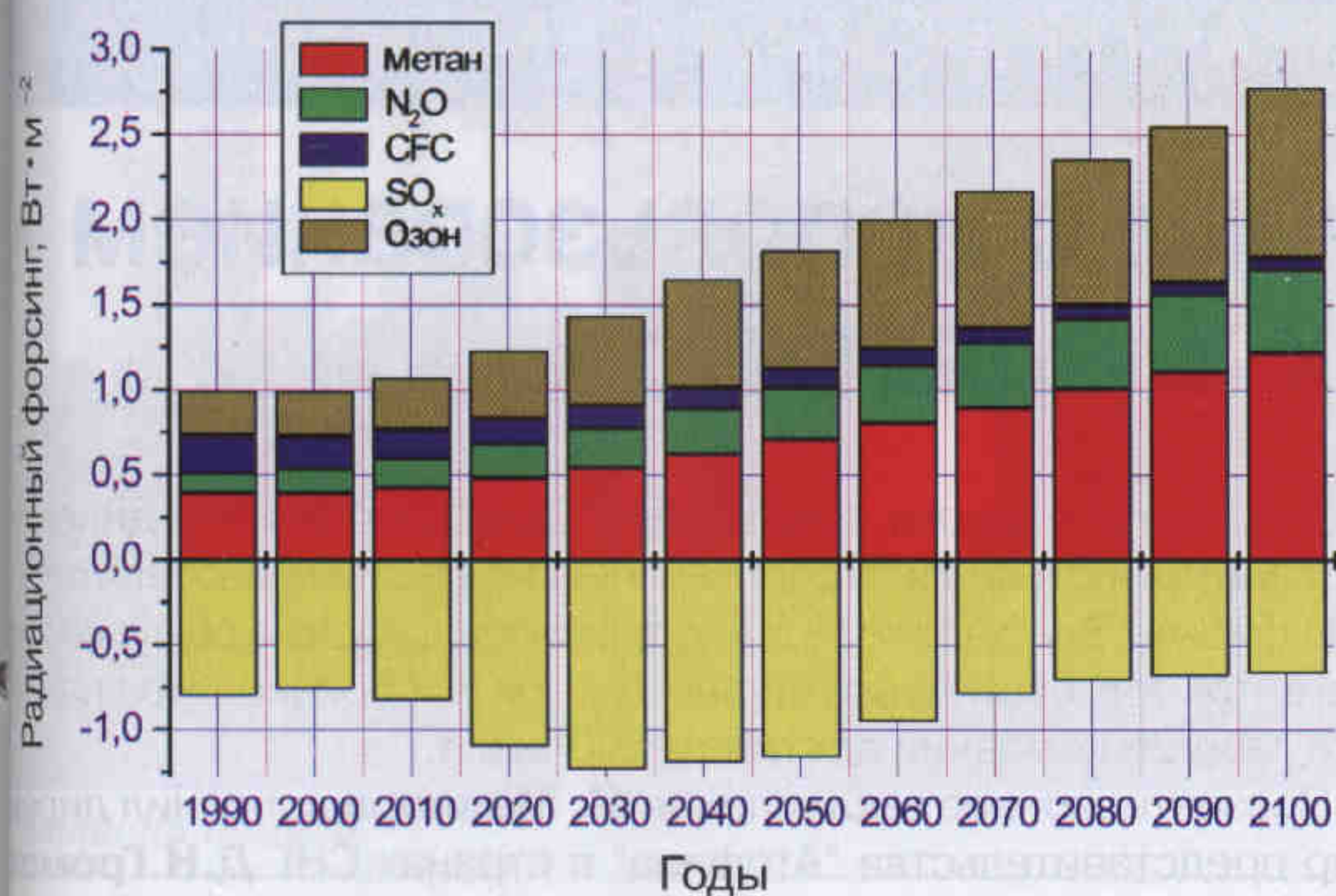


Рис. 4. Изменение радиационного форсинга основных парниковых газов на протяжении XXI в. по сценарию A2

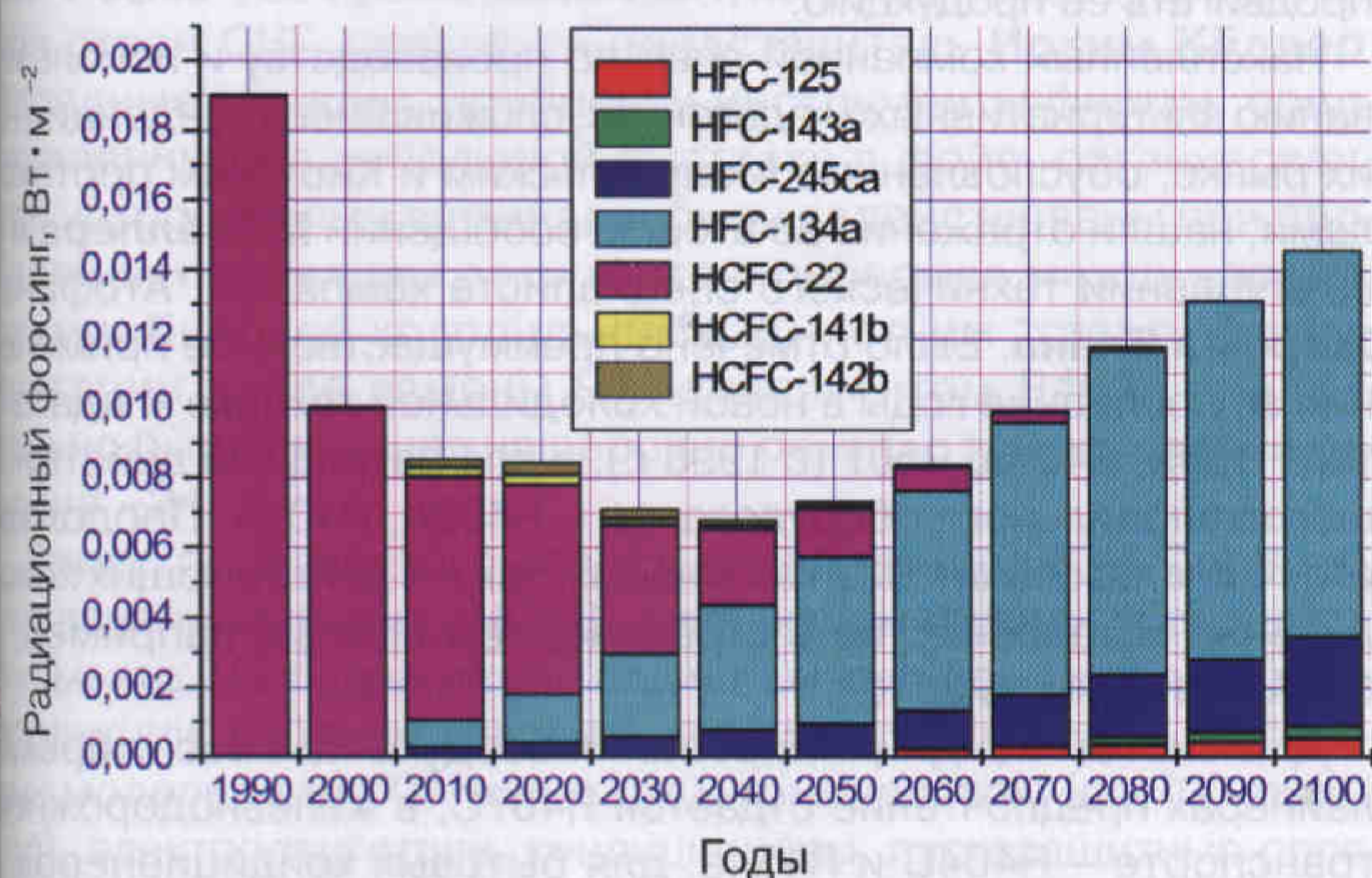


Рис. 5. Изменение парникового эффекта (радиационного форсинга) хладагентов групп HFC и HCFC на протяжении XXI в.

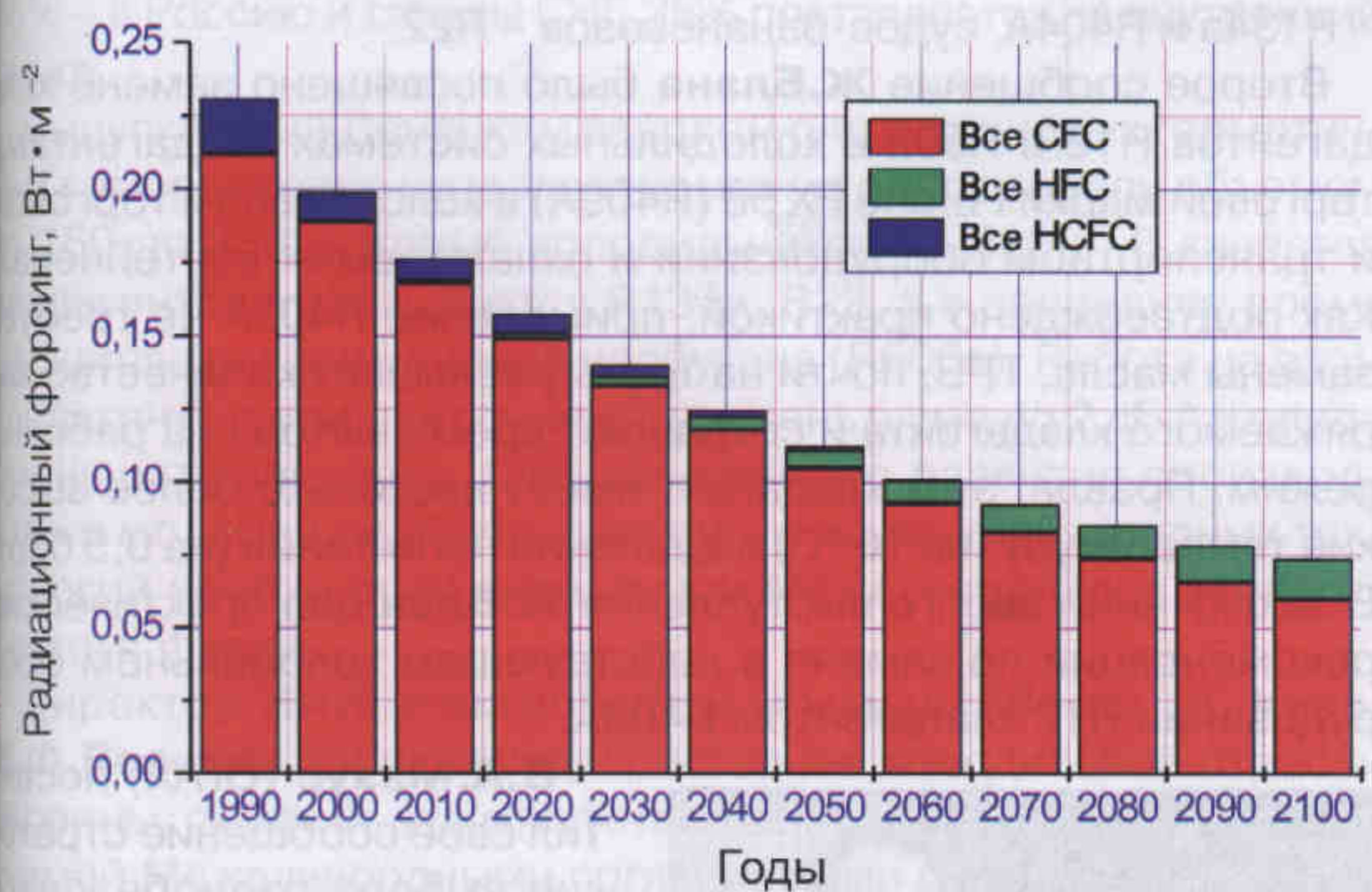


Рис. 6. Изменение радиационного форсинга групп CFC, HFC и HCFC на протяжении XXI в.

ная величина парникового эффекта (радиационного форсинга) невелика. В этом можно убедиться с помощью данных, представленных на рис. 6, где показан суммарный эффект групп CFC, HFC и HCFC.

Как видно из рис. 6, на протяжении 2000–2100 гг. основное влияние на климат будут оказывать остатки фреонов группы CFC (CFC-12, -13, -113), производство которых было запрещено еще в конце XX в., но которые медленно выводятся из атмосферы, обладая на порядок большим временем жизни, чем альтернативные фреоны групп HCFC и HFC. Следовательно, опасения, что альтернативные фреоны, спасая озоновый слой, могут погубить климат, являются необоснованными (хотя, возможно, в XXII в. их роль в глобальном потеплении станет больше).

В настоящей статье рассмотрено только прямое действие парниковых газов (правда, незримо было учтено прямое и косвенное влияние на климат и атмосферных химических процессов, поскольку концентрации метана, озона и групп HCFC и HFC вычисляли с помощью математической модели, включающей более сотни химических процессов). В действительности же таких факторов значительно больше и роль их в климатических прогнозах весьма существенна. Достаточно упомянуть многочисленные обратные связи в системе Земля–атмосфера, которые “оживают”, как только приземная температура начинает изменяться.

Стоит упомянуть и о проблеме региональных изменений, которые могут привести к глобальным климатическим последствиям, таким, как таяние льдов Антарктики и Арктики и сведение тропических лесов и др. Однако при всей сложности рассматриваемой проблемы следует иметь в виду тот неопровержимый научный факт, что при дальнейшем росте эмиссии антропогенных парниковых газов в атмосферу неизбежно наступит глобальное потепление, первые признаки которого уже дают о себе знать.

парниковым эффектом сернокислых аэрозольных частиц.

На рис. 5 показано, как будет меняться радиационный форсинг хладагентов группы HCFC, разрешенных к применению только до 2030 г., и заменяющих их хладагентов группы HFC с нулевым потенциалом озоновой опасности, которые будут использоваться после 2030 г. в качестве окончательных заменителей озоноразрушающих фреонов группы CFC. Кроме того, у тех и других абсолют-

только отраженный ими солнечный поток превышает поток земного ИК-излучения, посылаемый назад.

На рис. 4 показано, как будет меняться парниковый эффект (радиационный форсинг) основных парниковых газов в XXI в. по сценарию A2. Наибольший положительный вклад обусловлен метаном и озоном, а также закисью азота N₂O. В 20–40-е годы суммарный положительный парниковый эффект всех парниковых газов (кроме CO₂) практически компенсируется отрицательным

Сервис холодильной техники с использованием озонобезопасных хладагентов

Семинар, посвященный этой проблеме, прошел 14–16 марта 2002 г. в Ялте в отеле “Ореанда”. Его организаторами были французская компания “Атофина”, ЧП “Днепротехбытсервис” и региональная общественная организация “Экология холода”.

В работе семинара приняли участие до 60 специалистов и руководителей предприятий, фирм, сервисных служб, в числе которых кроме организаторов были: “НОРД” (Донецк), “ДнепроМТО”, “Олчем”, “Инга” (Киев), “Ника” (Одесса), “Азовпромтехсервис” (Мариуполь) и многие другие, представители специализированных журналов, в том числе “Холодильная техника”. Науку представляли д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой МГУПБ **Б.С.Бабакин**, д-р техн. наук, профессор, проректор ОГАХ **В.А.Мазур**.

Обширная программа семинара началась с презентации компании “Атофина”, которую представил менеджер ее парижского офиса по продажам хладагентов **Михаэль Мёллер**. Сегодня “Атофина” занимает среди нефтехимических концернов 5-е место в мире по годовому обороту, превысившему 20 млрд евро, из которых 500 млн инвестируются на развитие научных исследований. В 15 научных центрах пяти стран работают 5000 сотрудников. На 330 предприятиях Европы, Америки, Азии заняты 72 тыс. человек.

Кроме нефтехимической продукции концерн выпускает поли-

меры, каучуки, краски, покрытия, а также хлорфторсоединения. Сравнительно недавно в состав концерна вошли известная в России фирма “ЭльфАтокем”, специализирующаяся на выпуске хладагентов торговой марки Forane. Объем их производства на шести заводах компании достигает 200 тыс. т.

Презентационное выступление **М. Мёллера** дополнил директор представительства “Атофина” в странах СНГ **Д.Н.Громов**, который подчеркнул, что представительская сеть компании сосредоточена в 110 странах мира, что дает возможность успешно продвигать ее продукцию.

Накопленный компанией опыт по производству и использованию альтернативных хладагентов, сложившиеся тенденции на их рынке, обусловленные Монреальским и Киотским протоколами, нашли отражение во втором сообщении **М.Мёллера** и в выступлении технического специалиста компании “Атофина” **Жерома Блана**. Было отмечено преимущественное применение за последние годы в новой холодильной технике хладагентов R134a, R404a, R507 (с 1998 г.), а для ретрофита действующего холодильного оборудования – R408A, R409A. Продолжается использование R22 как в новых, так и в действующих холодильных установках, но с ограничением сроков, например, в США и Японии до 2010 г.

Для систем кондиционирования воздуха на пассажирских лайнерах предпочтение отдается R407C, в железнодорожном транспорте – R404C и R134a, для бытовых кондиционеров – R410A, для холодильных установок рефрижераторных судов – R404A, охлаждаемых контейнеров и автомобильного транспорта – R134a и R404A, судов-банановозов – R22.

Второе сообщение **Ж.Блана** было посвящено замене хладагентов R12 и R502 в холодильных системах хладагентами торговой марки Forane FX 56 (R409A) в холодильном торговом и транспортном оборудовании и охлаждаемых контейнерах. Как подтверждено практикой, применение R409A не требует замены масла, TPВ, почти на треть уменьшает количество заряжаемого хладагента и сокращает время выхода на рабочий режим. Правда, этот хладагент имеет несколько более высокие температуры (на 10 °С) и давление нагнетания (на 0,5 бар). В заключении своего выступления **Ж.Блан** дал практические рекомендации по замене в действующем холодильном оборудовании R12 хладагентом R409A.

В.А.Мазур (ОГАХ) посвятил свое сообщение стратегии выбора озонобезопасных хладагентов (полный текст его публикуется в этом номере журнала).

Значительное место в выступлении **Б.С.Бабакина** (МГУ ПБ) было отведено проблеме подготовки специалистов в области холодильной техники и информационному обеспечению учебного процесса (обзорная статья **Б.С.Бабакина** о сервисном хладагенте R409A, подготовленная по материалам компании “Атофина”, помещена в этом номере).



В президиуме:
Д.Н.Громов (слева)
и Михаэль Мёллер



Выступает Жером Блан



Обмен мнениями во время перерыва: Михаэль Мёллер (слева) и В.А.Мазур



Фото на память

Хладагент R409A (FORANE® FX56) для ретрофита холодильных систем

Д-р техн. наук, проф.

Б.С.БАБАКИН

МГУПБ

Basic thermophysical and operational properties of the refrigerant R409A designed for the retrofit of refrigeration systems with the replacement of R12 are described. It is shown that use of R409A instead of R12 won't involve the necessity of change of refrigerating equipment. Cases of successful operation of refrigeration systems working on R409A after retrofit are described.

В соответствии с Монреальским протоколом и последующими международными соглашениями во многих странах прекращено производство хладагентов группы хлорфторуглеродов (ХФУ). Компания "Атофина" (бывший концерн "Elf Atochem") разработала широкий ассортимент хладагентов для замены в действующих холодильных системах хладагентов группы ХФУ.

Один из предлагаемых хладагентов – R409A (FORANE® FX56) предназначен для замены R12 и применяется в Европе с 1994 г.

Теплофизические и эксплуатационные свойства хладагентов R409A и R12 приведены в таблице. Компонентами R409A являются R22, R124 и R142b (массовая доля соответственно 60; 25 и 15%). Хладагент R409A имеет низкий потенциал разрушения озона (ODP), равный 0,033, и незначительный потенциал глобального потепления (HGWP) относительно хладагента R11, равный 0,31.

Рассмотрим более подробно свойства R409A в области рабочих температур, что облегчит специалистам сервисных служб выбор хладагента для ретрофита холодильных систем.

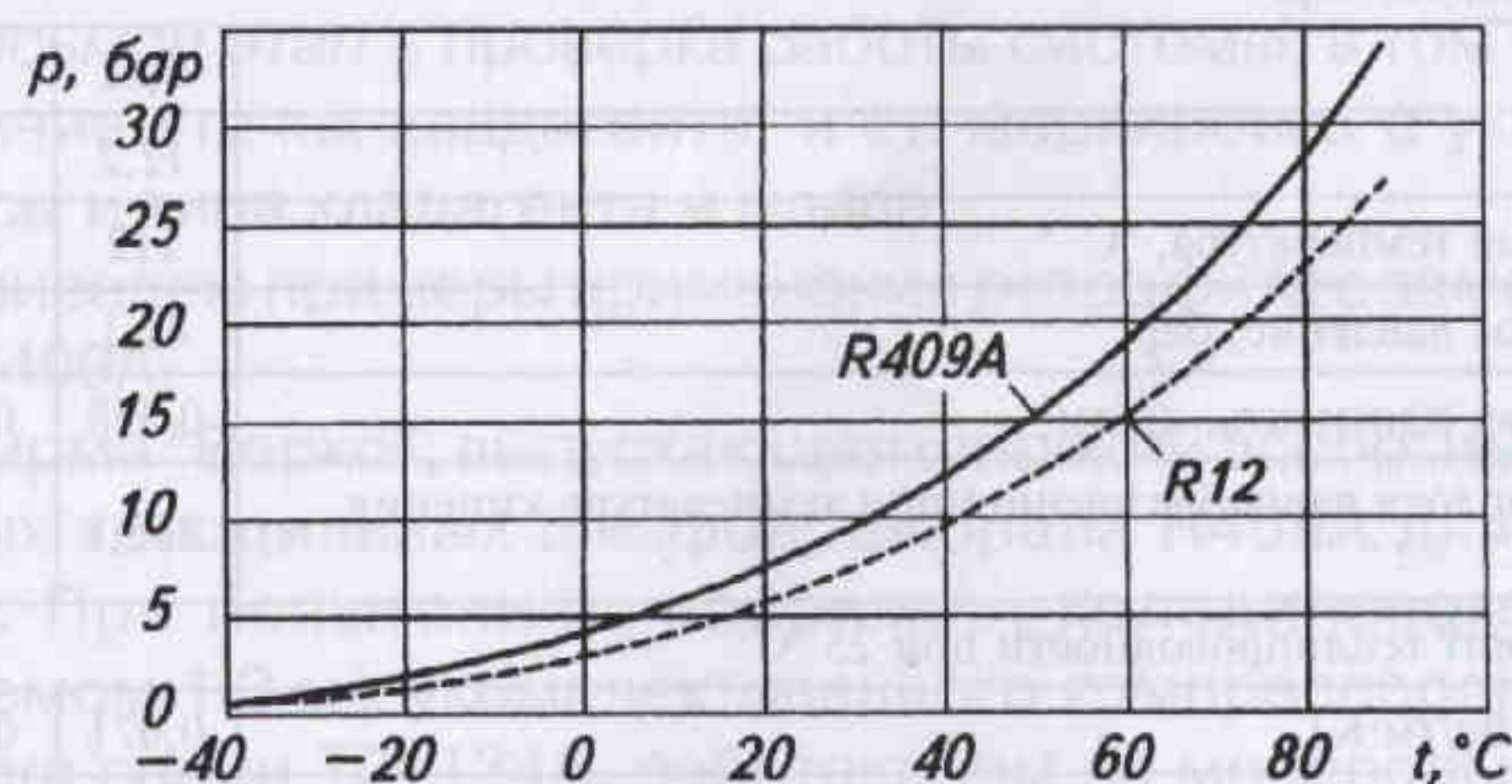


Рис. 1. Зависимость давления паров R409A и R12 от температуры

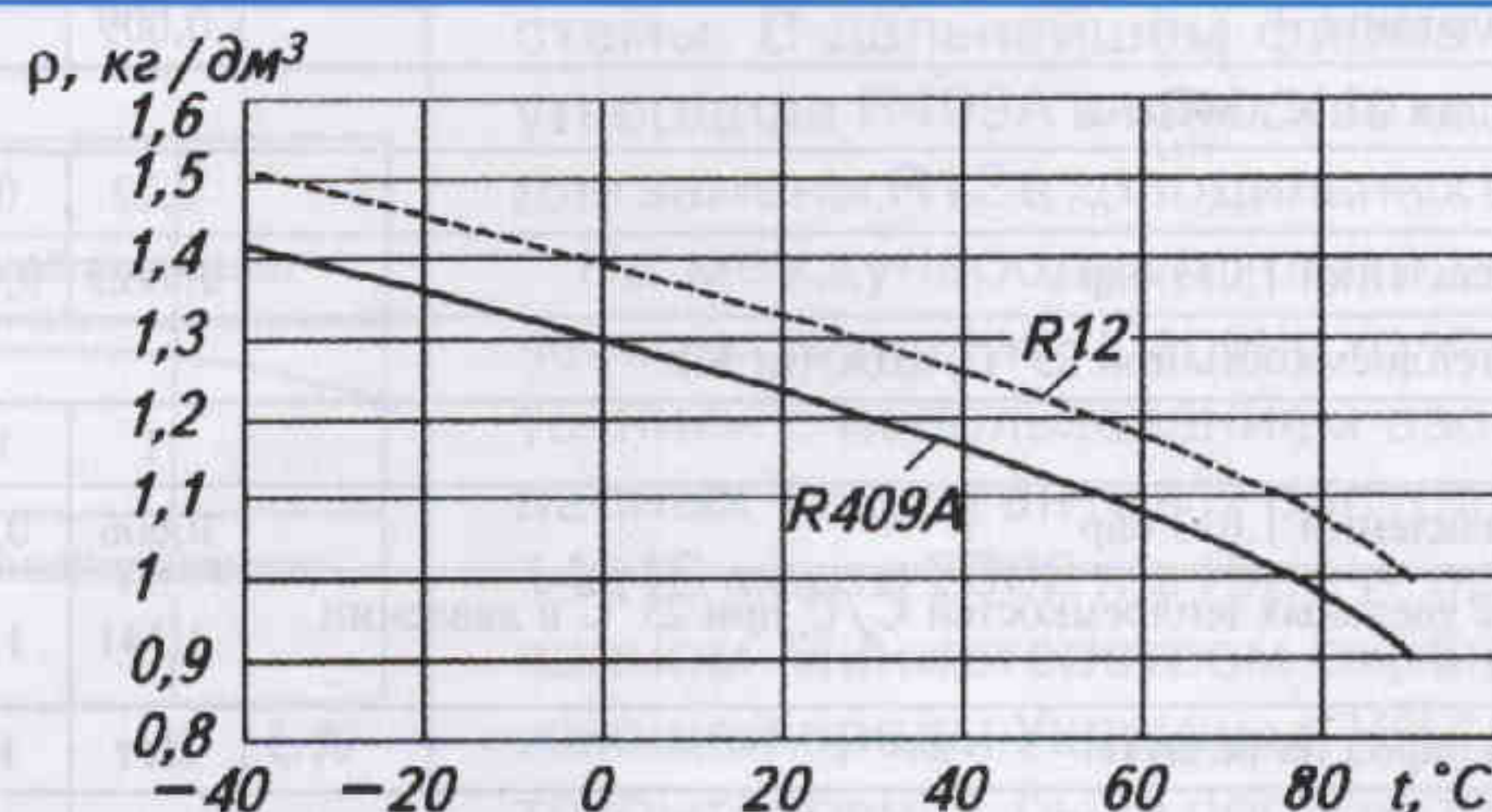


Рис. 2. Зависимость плотности насыщенной жидкости R409A и R12 от температуры

Обширный доклад о всей номенклатуре продукции фирмы "Рефко", ее преимуществах и льготах, предоставляемых для стран СНГ, сделал ее представитель **Иохим Кёллер**. Зарядные станции, приборы и инструменты фирмы, представленные на небольшой выставке в фойе, организованной организаторами семинара, были задействованы при проведении процедуры ретрофита в перерыве между заседаниями. Бытовой холодильник с 20-летним "стажем" эксплуатации после замены R12 хладагентом R409A сравнительно быстро вышел на рабочий режим с температурой кипения $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Директор Донецкого завода компрессоров **К.И.Спруцко**, входящего в Холдинг "НОРД", проинформировал собравшихся о том, что 21 предприятие Холдинга выпускает широкую гамму продукции: бытовые холодильники и морозильники – 15 базовых моделей (до 600 тыс. в год), компрессоры (до 700 тыс. в год), электродвигатели, кондиционеры, пускозащитные реле, газовые плиты. До 30% бытовой холодильной техники экспортируется на западный рынок (в основном в Германию и Англию), 35% – в Россию и страны СНГ, 35% поставляется на внутренний рынок.

Выпускаемый Донецким заводом ряд поршневых герметичных компрессоров позволяет комплектовать модели объемом от 150 до 350 л, кроме холодильников на 480 л. В качестве хладагентов используются R134a, R22, а в последнее время расширяется применение изобутана (R600a). Работа на этом хладагенте позволяет снизить уровень шума до 2 дБ А и вдвое уменьшить заправку. Для дальнейшего развития производства и модернизации компрессоров на основе западных технологий необходимы инвестиции Международного экологического фонда.

Директор НИИ электробытовых машин "Веста" (г. Киев) **В.Ф.Возный**, характеризуя состояние холодильной отрасли Украины, отметил, что отсутствие законодательной базы, диктуемой Международными соглашениями по защите окружающей среды, приводит к парадоксам. Например, нет пошлины на ввоз R12, но введены пошлины на R134a. Почти полностью отсутствует контроль за деятельностью частных сервисных предприятий, многие из которых не имеют сертификатов на свою деятельность. Не хватает квалифицированных кадров механиков для работы в сервисе холодильного оборудования. Чтобы изменить ситуацию к лучшему, создана региональная общественная организация "Экология холода". Докладчик призвал чаще проводить подобные семинары, которые приносят несомненную пользу.

В заключение хотелось бы отметить прекрасную организацию семинара, интересную экскурсию на винодельческий завод "Магарач" и особенно ауру доброжелательности, исходящую прежде всего от председателя оргкомитета **А.В.Богдана**.

Всем участникам были вручены Сертификаты семинара, подписанные представителями компании "Атофина" **М.Мёллером**, **Д.Н.Грозовым** и профессором **В.А.Мазуром**.

МИКОЛАЇВСЬКА ДЕРЖАВНА
ОБЛАСНА УНІВЕРСАЛЬНА
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. О. Гмирьова

Зависимость давления паров R409A и R12 от температуры (рис. 1) показывает, что в области 0...–40 °С изменение давления паров незначительно. С повышением температуры до 90 °С оно не становится больше 20%. По оценке разработчиков хладагента, такое незначительное различие давлений R409A и R12 не требует замены оборудования при переходе с R12 на R409A.

Плотность насыщенной жидкости R409A в диапазоне рабочих температур от –40 до +90 °С ниже плотности насыщенной жидкости R12 (рис. 2), что при ретрофите R12 позволяет:

- заправлять в холодильную систему на 10...20% меньше хладагента R409A по сравнению с R12. В бытовой холодильной технике и торговом холодильном оборудовании, где в результате значительных эксплуатационных теплопритоков повышается тепловая нагрузка на компрессор, целесообразно уменьшать дозу заправки хладагента примерно на 20%, так как избыточное количество хладагента в системе приводит к повышению давления нагнетания. В крупных холодильных системах с централизованным холодоснабжением целесообразно уменьшать дозу заправки хладагента R409A по сравнению с R12 на 10%, так как теплопритоки по отношению к холодопроизводительности незначительны и благодаря инертности системы не могут заметно повлиять на ее работу;

- заправлять в емкости для хранения на 7% меньшее количество R409A по сравнению с R12, поэтому емкости, насосы и линии для перекачки R12 можно использовать и для R409A.

Для хладагента R409A характерна большая гигроскопичность по сравнению с R12 (рис. 3). Поэтому при ретрофите

Свойства хладагентов	R12	R409A
Молекулярная масса, г/моль	120,9	97,4
Температура кипения при 1,013 бар, °С	–29,8	–34,2
Температурный глайд при 1,013 бар, К	0	8,5
Плотность жидкости при 25 °С, кг/дм ³	1,311	1,223
Плотность насыщенной жидкости при температуре кипения, кг/м ³	6,33	4,94
Давление паров, бар:		
при 25 °С	6,51	8,0
при 50 °С	12,2	15
Критическая температура, °С	112	107
Критическое давление, бар	41,1	46
Критическая плотность, кг/дм ³	0,558	0,518
Скрытая теплота парообразования при температуре кипения, кДж/кг	165,1	221
Коэффициент теплопроводности при 25 °С:		
жидкости, Вт/(м·К)	0,071	0,081
пара при давлении 1,013 бар	0,0096	0,012
Поверхностное натяжение при 25 °С, мН·м ^{–1}	8,9	9,3
Растворимость при 25 °С, мас. %:		
хладагента в воде при 1,013 бар	0,028	0,11
воды в хладагенте	0,009	
Вязкость, при 25 °С, МПа·с:		
жидкости	0,22	0,22
пара при давлении 1,013 бар	0,0125	0,0126
Удельная теплоемкость при 25 °С, кДж/(кг·К):		
жидкости	1	1,25
пара при давлении 1,013 бар	0,606	0,703
Отношение удельных теплоемкостей C_p/C_v при 25 °С и давлении 1,013 бар	1,141	1,149
Горючесть паров на воздухе	Нет	Нет
Температура вспышки	»	»
Потенциал разрушения озона (ODP)	1	0,033
Потенциал глобального потепления (HGWP)	3,1	0,31

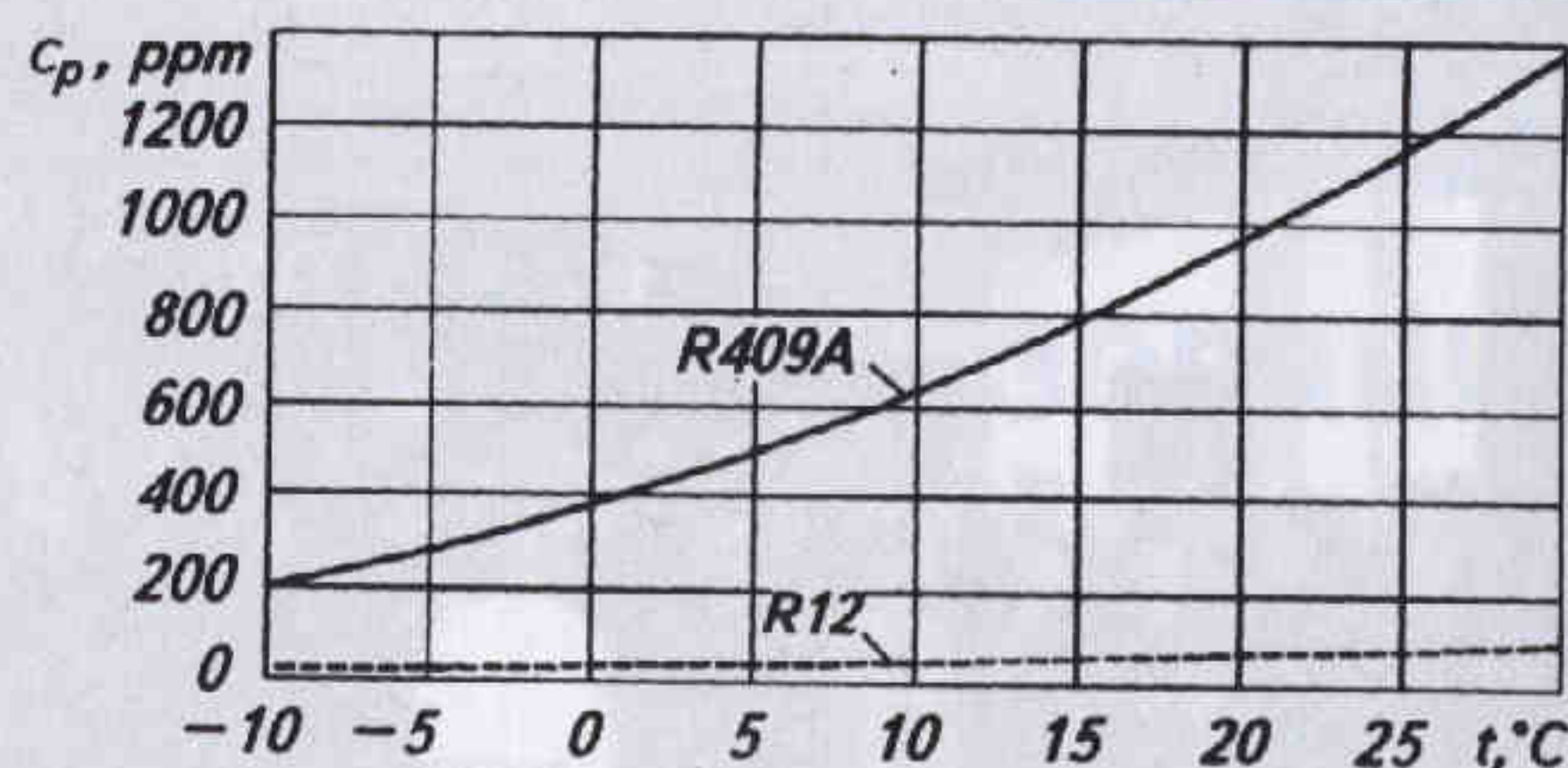


Рис. 3. Зависимость растворимости воды в R409A и R12 от температуры

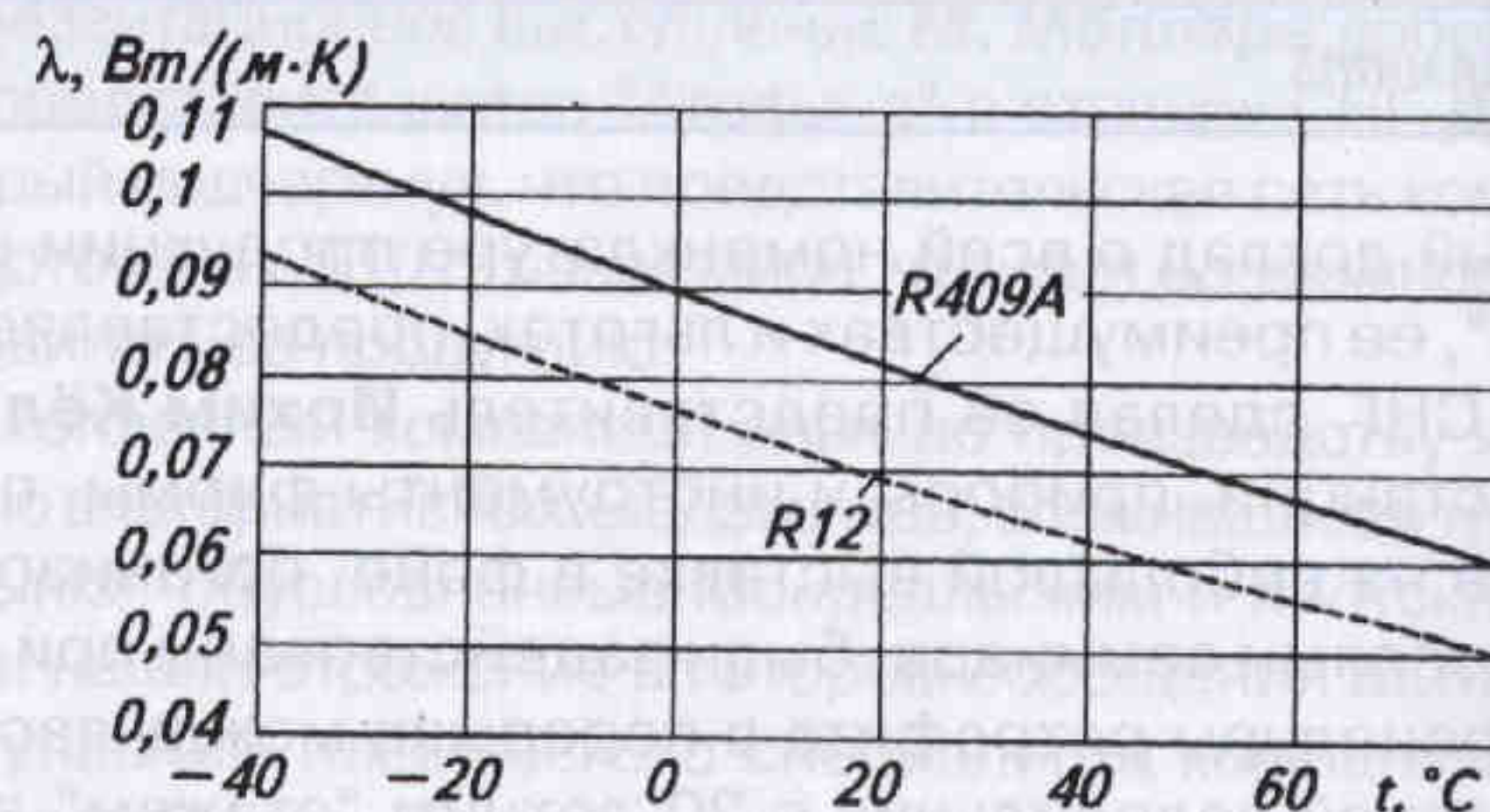


Рис. 4. Зависимость коэффициента теплопроводности R409A и R12 от температуры

следует учитывать тенденцию R409A активно поглощать влагу из воздуха. Например, перед заправкой хладагентом холодильной системы ее следует обязательно вакуумировать. При заправке жидкого хладагента из емкости для хранения в заправочный баллон необходимо предварительно продуть хладагентом заправочные шланги. При условии соблюдения соответствующих мер предосторожности нормальная работа холодильной системы не нарушается.

Удельная теплоемкость c_p насыщенного жидкого хладагента R409A выше, чем у жидкого R12. Это означает, что для охлаждения жидкого хладагента R409A перед поступлением его к дросселирующему органу потребуется большее количество энергии.

Коэффициент теплопроводности жидкого R409A в диапазоне рабочих температур в среднем на 14–22% выше, чем у жидкого R12 (рис. 4). Это повышает эффективность теплообмена в аппаратах и приводит к снижению эксплуатационных затрат в холодильной системе.

Изменение коэффициента кинематической вязкости R409A в рабочем диапазоне температур в среднем ниже, чем у R12, достигая 7%, а в диапазоне температур 0...40 °С значения коэффициента кинематической вязкости одинаковые, что позволяет поддерживать более низкую температуру на входе и выходе испарителя (конденсатора).

Поверхностное натяжение у R409A с понижением температуры возрастает по сравнению с той же характеристикой у R12 примерно до 8%, вследствие чего скорость потока жидкого хладагента в аппарате уменьшается в среднем на 13...20%.

При работе холодильной системы с хладоносителем холодопроизводительность на R409A в целом выше, чем на R12, а с повышением температуры, например, от –5 до +4 °С возрастает от 13 до 17% (рис. 5).

Потребляемая мощность также больше в среднем на 15%.

Холодильный коэффициент при температуре хладоносителя от –4 °С и выше возрастает при использовании R409A вместо R12 в среднем на 6%. Однако с понижением температуры хладоносителя он уменьшается и при –10 °С становится ниже, чем в случае применения R12, на 8%.

Температура на выходе из компрессора, работающего на R409A, немного выше, чем на R12 (в среднем на 6...12%), что, по мнению ряда изготовителей компрессоров, несущественно и находится в допустимых пределах.

Хладагент R409A растворяется в минеральных и алкилбензолных маслах. Точка P (рис. 6) на графиках взаимной растворимости жидких хладагентов и масел характеризует верхнюю (критическую) температуру растворимости t_p . Выше t_p хладагент и масло взаиморастворяются с образованием однородного раствора (зона полной растворимости). Ниже t_p , слева от левой ветви кривой и справа от правой, находятся зоны ограниченной растворимости. Зона нерастворимости (наличие двух фаз, не растворимых одна в другой) находится под кривой. Как следует из рис. 6, алкилбензолное масло следует применять в средне- и низкотемпературных установках при температуре кипения до -40°C .

Чтобы иметь представление о химической стабильности и поведении хладагента R409A при контакте с пластмассами и эластомерами, специалисты фирмы "Атофина" провели испытания в соответствии со стандартом NFTA46013 при 25°C в течение 15 сут. Испытания показали, что следует избегать применения R409A в сочетании с эластомерами IITON, NBR (нитрилбутадиеновый каучук) и HNBR (гидрированный нитрилбутадиеновый каучук), так как по отношению к данным эластомерам R409A более агрессивен, чем R12. С эластомерами "Неопрен" и хлорсульфированным полиэтиленом (HYPALON), а также с пластмассами PET (полиэтилентерефталат) и PTFE (политетрафторэтилен) применять R409A можно.

По результатам испытаний хладагент R409A признан независимыми лабораториями (UL) практически негорючим.

Рассмотренные теплофизические и эксплуатационные характеристики хладагента R409A в рабочей области температур в большинстве случаев эквивалентны характеристикам хладагента R12. Хладагент R409A отвечает наиболее строгим требованиям, предъявляемым к рабочим веществам, и признан всеми крупными производителями холодильного оборудования как хладагент, предназначенный для ретрофита действующего холодильного оборудования (вит-

рины супермаркетов, холодильные шкафы, бытовые холодильники, транспортные рефрижераторы, автоматы для охлаждения напитков).

Ретрофит включает восемь этапов.

Первый этап – запись параметров холодильной системы с R12 (эта операция необходима для выбора рационального режима работы на новом хладагенте).

Второй этап – проверка системы на наличие утечек хладагента.

Третий этап – слив хладагента R12 из системы в сборник хладагента (баллон и др.) с помощью насоса, обеспечивающего откачку до остаточного давления 30...35 кПа.

Четвертый этап – замена сменных элементов системы (обязательна замена фильтров-осушителей и масла, если оно изменило свой состав, например, после выхода из строя электродвигателя герметичного компрессора).

Пятый этап – вакуумирование системы на стороне всасывания и нагнетания компрессора с помощью вакуумного насоса. При этой операции определяют дополнительные (возможные) места утечек хладагента.

Шестой этап – заполнение системы хладагентом R409A в количестве, не превышающем 85% количества слитого R12. Заправку следует выполнять хладагентом в жидкой фазе (во избежание изменения его состава в случае утечки из газовой фазы) в линию высокого давления при неработающем компрессоре до выравнивания давления в баллоне и в системе. Затем подсоединяют линию низкого давления, пускают компрессор и медленно освобождают баллон от оставшейся части жидкого хладагента. После слива жидкости из баллона медленно переводят холодильную систему в рабочее состояние (чтобы дать возможность хладагенту перейти в парообразное состояние до того, как он поступит в линию всасывания компрессора, и тем самым избежать гидравлического удара).

Седьмой этап – регулирование рабочих параметров и перегрева паров хладагента на входе в компрессор. На этом этапе, если система недозаправлена, постепенно добавляют хладагент (продолжая освобождать заправочный баллон) до тех пор, пока рабочие параметры не достигнут желаемых значений.

Восьмой этап – проверка работы системы, в том числе на наличие утечек хладагента, и ее маркировка с указанием массы и типа хладагента и масла.

Приведем примеры применения ретрофита с заменой R12 на R409A.

Фирма "Верко", выпускающая широкий ассортимент торговых холодильных шкафов, выбрала R409A для замены R12. При испытаниях, например, холодильного шкафа объемом $1,3\text{ м}^3$, укомплектованного компрессором фирмы Aspera серии T21134A, работающим на минеральном масле, количество R409A в системе составило 0,385 кг (вместо 0,435 кг R12), т.е. на 11% меньше. Скорость охлаждения объема шкафа повысилась с 0,37 до 0,53 $^\circ\text{C}/\text{мин}$. Отмечена стабильная работа холодильной системы.

В дальнейшем фирма "Верко" утвердила R409A в качестве основного для замены R12 в холодильных шкафах.

На международном научно-практическом семинаре "Сервис холодильной техники с использованием озонобезопасных хладагентов", состоявшемся 14–16 марта 2002 г. в Ялте и организованном Министерством охраны окружающей среды Украины и ЧП "Днепро-техбытсервис", была продемонстрирована успешная работа бытового холодильника после ретрофита с заменой R12 на R409A.

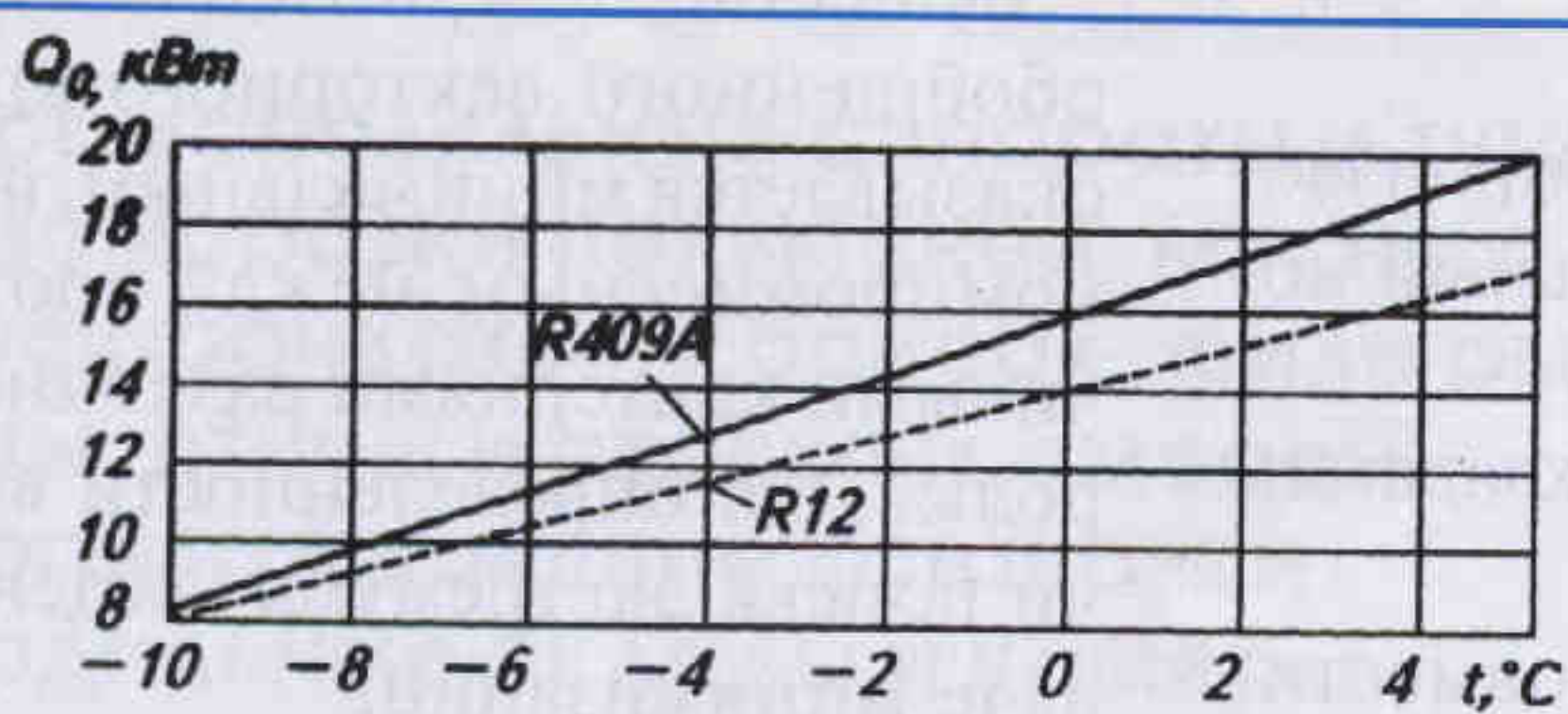


Рис. 5. Зависимость холодопроизводительности компрессора от температуры хладоносителя на примере холодильной установки холодопроизводительностью $Q_0 = 15\text{ кВт}$

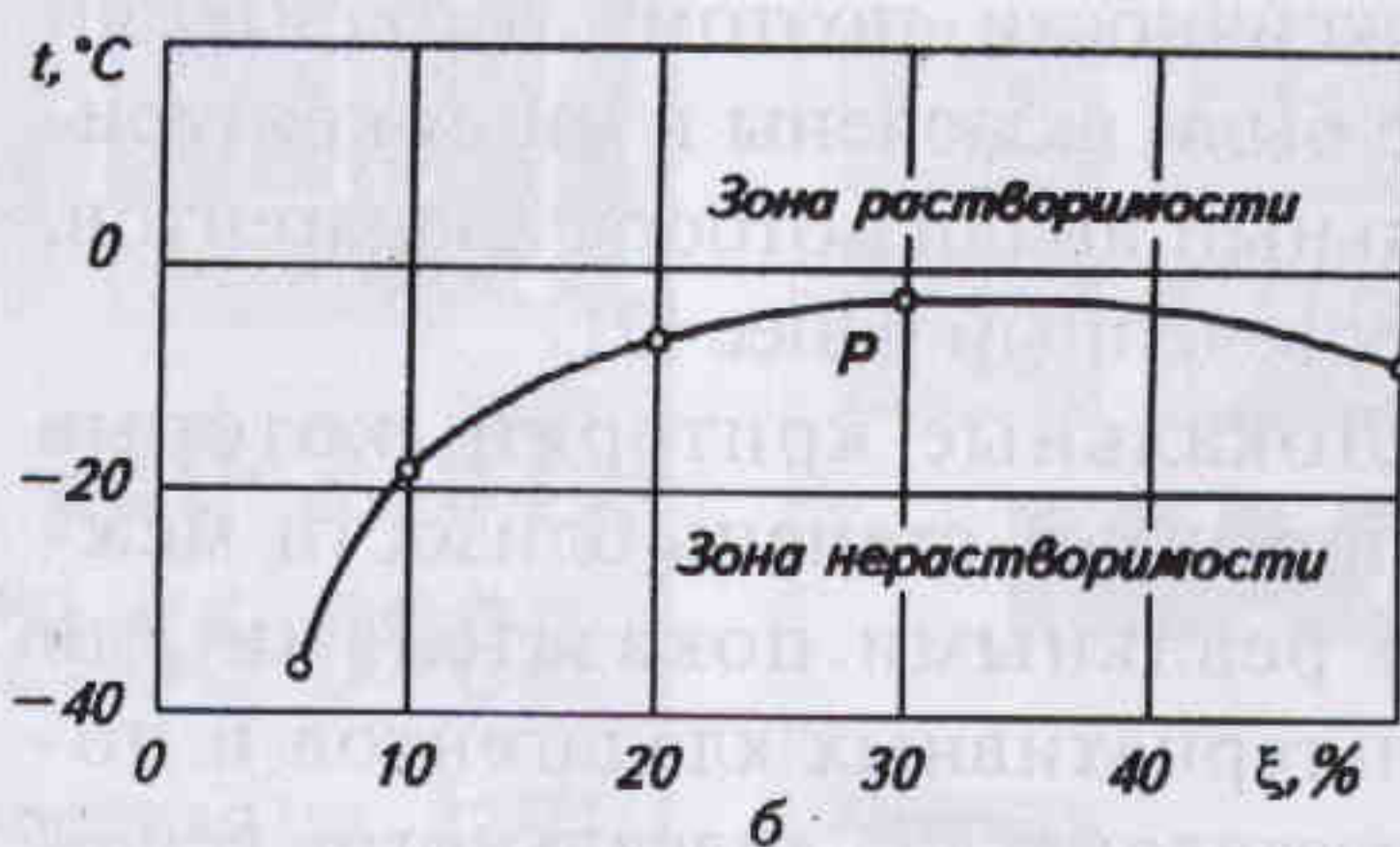
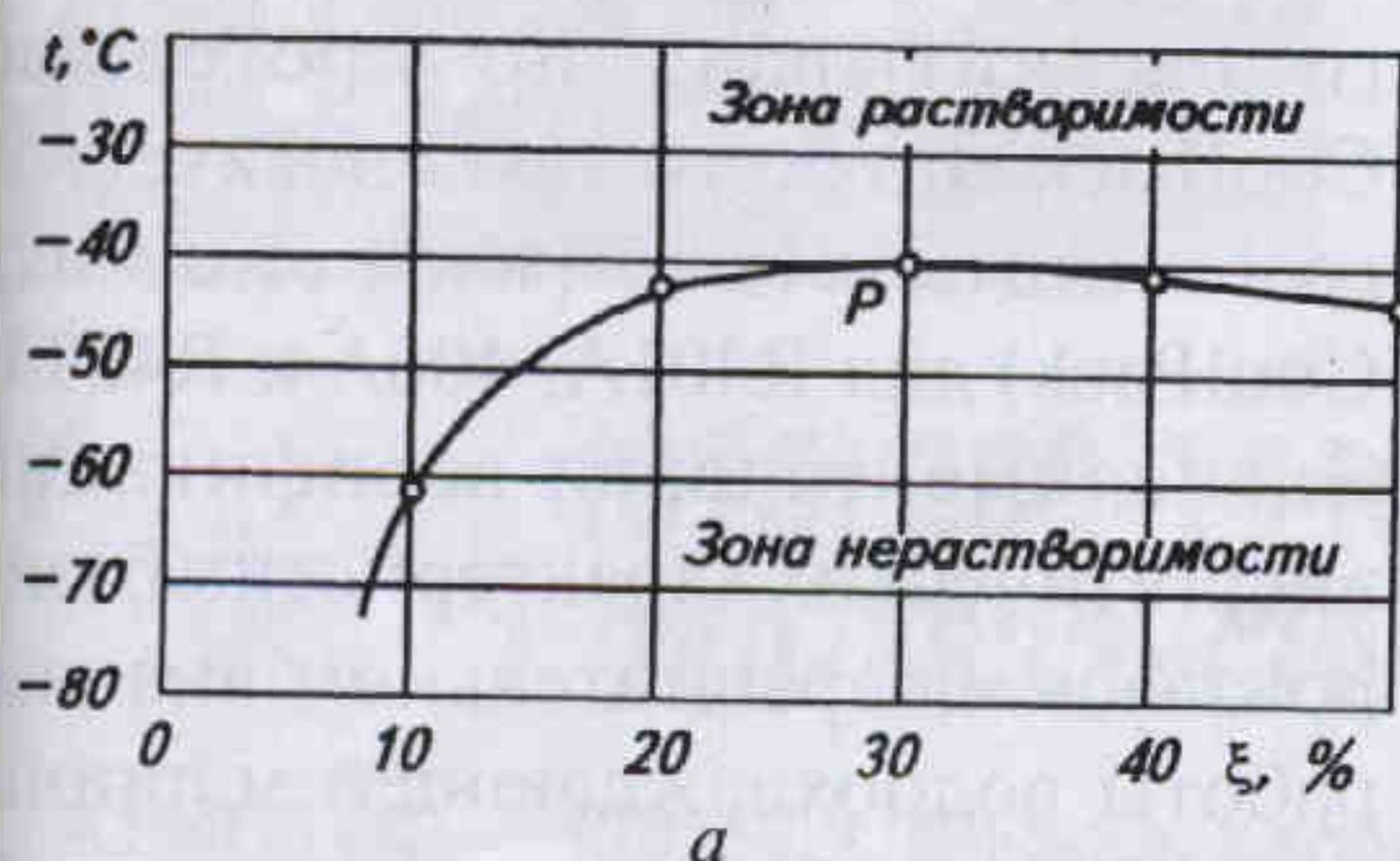


Рис. 6. Область растворимости R409A в маслах:

а – алкилбензолных; б – минеральных; ξ – концентрация компонентов в %

Альтернативные хладагенты – стратегия выбора

Вывод из обращения в холодильной отрасли озоноразрушающих веществ ставит задачу выбора альтернативных хладагентов из представленных на мировом рынке. Множество критериев выбора (экологические и энергетические, экономические и эксплуатационные) не позволяет однозначно отдать предпочтение единственному кандидату, в связи с чем необходимо принимать решение, отражающее компромисс между вышеперечисленными критериями.

В настоящее время общепринято использовать в новом холодильном оборудовании озонобезопасный хладагент R134a в сочетании с синтетическим маслом. Однако в стационарном низкотемпературном ($-23...-25^{\circ}\text{C}$) торговом холодильном оборудовании применение R134a нецелесообразно из-за снижения холодопроизводительности. Кроме того, действующее холодильное оборудование на R12 работает на более дешевом минеральном масле, которое не удастся полностью удалить из системы при замене на синтетическое, что приводит к значительным проблемам при эксплуатации. Поэтому применение процедуры «drop in», когда проводится только замена хладагента, предпочтительнее, чем ретрофит (retrofit), при котором замене подлежат и хладагент, и масло.

Для бытовой холодильной техники, фризеров, водоохладителей и т.п., где в основном используются герметичные и полугерметичные компрессоры, возможность избежать замены масла особенно актуальна. К сожалению, чистых озонобезопасных веществ, аналогичных по своим свойствам R134a, в природе не существует и поиск возможных альтернатив осуществляется в классе смесей, где базисным компонентом служит R22.

К настоящему времени вещества, использующие многокомпонентные системы, представлены на рынке стран СНГ такими переходными хладагентами, как R401A (MP39) – смесь

The choice of refrigerants with desirable combination of such properties as contribution to greenhouse effect, flammability, toxicity, thermodynamic behavior, performance specifications is one of the most important stages in retrofitting of R12 refrigerating systems to alternative refrigerants. Transitional blends (HCFC) as alternatives for R12 are considered. Multicriteria analysis of main best-selling replacement for CFC-12 applications is carried out. The advantages (better efficiency, better cooling capacity, compatibility with mineral oil) of FORANE FX56 (R409A) are discussed.

R22/R152a/R124; R406A (GHG12) – смесь R22/R600a/R142b; R409A (FORANE FX56) – смесь R22/R124/R142b и C10M – смесь R22/R21/R142b. Перечисленные смеси содержат компоненты, включающие атомы хлора, и в долгосрочной перспективе (до 2030 г.) должны быть также выведены из обращения.

Для названных выше смесей был проведен многокритериальный анализ с целью отбора хладагентов для ретрофита холодильного оборудования, работающего на R12 при температурах кипения $-25...+5^{\circ}\text{C}$.

В качестве критериев отбора были выбраны следующие:

- экологические – потенциал глобального потепления (GWP) и потенциал разрушения озонового слоя (ODP), отражающие прямое воздействие хладагентов на окружающую среду;
- энергетические – холодопроизводительность (Q_0) и холодильный коэффициент (COP);
- экономический – цена хладагента;
- эксплуатационный – совместимость со смазочными маслами.

Все исследуемые вещества удовлетворяют строгим требованиям стандартов ASHRAE и западноевропейских стран по воспламеняемости и токсичности, поэтому эти критерии не были включены в многокритериальный анализ отбора хладагентов, проведенный ранее [2].

Локальные критерии, которые описывают степень близости между реальными показателями для альтернативных хладагентов и показателями для «идеального» вещества, выбирали для заданных температур конденсации ($+35^{\circ}\text{C}$) и кипе-

ния ($-25...+5^{\circ}\text{C}$), холодильного коэффициента, холодопроизводительности, отношений давлений конденсации/кипения и др.

Для формирования обобщенного векторного критерия использовали технику целевого программирования (метод идеальных точек). Оптимальное значение векторного критерия искали из условия минимума функции

$$\bar{K} = \sum_{j=1}^N |1 - K_j / K_j^0|,$$

где $\bar{K}$ – обобщенный векторный критерий;

K_j^0 – идеальная точка (выбирается как наилучшее решение для j -го критерия K_j на множестве возможных решений для каждого из хладагентов в заданном классе веществ).

Вещество, для которого значение обобщенного векторного критерия оказывается минимальным, является компромиссным между противоречивыми критериями различной природы. Для определенности все задачи поиска экстремума сведены к задаче минимизации.

В качестве теоретической модели холодильной системы рассматривали одноступенчатый цикл парокомпрессионной холодильной машины, основные параметры которого рассчитывали по программе CoolPack Датского технологического института (www.et.du.dk/CoolPack) для R401A, 406A и R409A. Экспериментальная верификация энергетических характеристик базировалась на сравнительном анализе работы водоохлаждающей машины мощностью 15 кВт с полугерметичным компрессором фирмы Copeland. В качестве хладагентов ис-

пользовали R12, R401A, R409A. Свойства хладагента C10M отсутствовали в базе данных пакета CoolPack, поэтому сопоставление проводили косвенно по ограниченной информации, имеющейся в [1]. Сравнительный анализ осуществляли по трем критериям: экологическому, энергетическому и экономическому. Так как совместимость хладагентов с маслом не может быть выражена в численной форме, она рассматривалась как качественный показатель.

Результаты анализа показали, что сопоставляемые хладагенты в порядке предпочтительности ранжируются следующим образом:

- по экологическим критериям ODP и GWP
R401A > R409A > R406A > C10M;
- по энергетическим критериям Q_0 и COP
R409A > R401A > R406A > C10M;
- по экономическому критерию — существующим ценам на хладагенты
C10M > R409A > R406A > R401A;

- по эксплуатационному критерию — совместимости хладагентов с маслами
R409A > R406A > C10M > R401A.

При эксплуатации холодильного оборудования в течение 10 лет прямой вклад хладагентов в разрушение озонового слоя в принципе практически одинаков для всех перечисленных веществ. Более дешевый C10M при оценке жизненного цикла (Life Cycle Assessment) холодильного оборудования оказывается менее предпочтительным с экономической точки зрения, поскольку цена на электроэнергию возрастает с течением времени и энергетически неэффективный хладагент за достаточно большой промежуток времени становится экономически невыгодным для потребителя. Поэтому при выборе хладагента с учетом жизненного цикла изделия следует отдать предпочтение энергетическим и эксплуатационным критериям. С этой точки зрения R409A обнаруживает следующие преимущества: более высокую холодопроиз-

водительность, более высокую энергетическую эффективность, уменьшение заправочной массы на 10–15% по сравнению с R12, а также совместимость с минеральными маслами, что позволяет реализовать процедуру «drop in».

Указанные преимущества позволяют рекомендовать R409A в качестве компромиссного решения для ретрофита бытовой холодильной техники, работающей на R12 в диапазоне температур кипения $-20...+5$ °C.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтернативный хладагент C10M для ретрофита холодильного оборудования, работающего на R12/ В.С.Зотиков, В.А.Сараев, В.И.Самойленко, Е.А.Большаков//Холодильная техника, 1999, № 2.
2. Mazur V.A., Clodic D., Shamray A.A. Optimal Refrigerant Selection. Multicriteria Approach. International Conference - CFCs. The Day After. Proceedings. p.57 - 65, Padova 21–23 Sept., 1994.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

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



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

КРИОТЕК

129110, г. Москва, Каланчевская ул., 32/61;
Email: info@kriotek.ru www.kriotek.ru

Приглашаем региональных дилеров

ЗАПРАВЬСЯ!



ХЛАДОНЫ

R-12	R-13	R-22	R-23	R-113	R-114B2
R-22	R-502	R-134A	R-404A	R-407C	R-410A

МАСЛА

для холодильных компрессоров



(095) 280 - 2351

(095) 280 - 8833
(3912) 56-0938



Установки централизованного холодоснабжения

За последнее время наблюдается тенденция динамичного развития розничной торговли. Причина этому – значительное повышение уровня конкуренции, появление и активное внедрение новых технологий торговли и систем управления. Остаются в прошлом магазины с прилавками и витринами конструкций советских времен, и все чаще покупатели сталкиваются с супермаркетами западного образца, работающими по системе самообслуживания. Такие магазины целесообразно оснащать установками централизованного холодоснабжения.

Система централизованного холодоснабжения обладает рядом неоспоримых преимуществ перед торговым холодильным оборудованием со встроенными холодильными агрегатами:

- высокая надежность и долговечность благодаря использованию нескольких компрессоров и благоприятным условиям эксплуатации;
- отсутствие необходимости прерывать работу торгового оборудования для осуществления ремонта или планового сервисного обслуживания, поскольку ремонт ведется в машинном отделении;
- существенное снижение не только эксплуатационных и амортизационных затрат, но и, как правило, капитальных, при этом чем больше потребителей холода, тем выгоднее;
- создание большего физического и психологического комфорта для покупателя (в частности, исключение шума и повышенной температуры в торговом зале) благодаря тому, что машинное оборудование систем центрального холодоснабжения находится в специальном помещении;
- снижение затрат на кондиционирование помещения, поскольку тепло, выделяемое конденсаторами системы холодоснабжения, не попадает в торговый зал и, следовательно, для кондиционирования не требуется мощная и дорогостоящая установка;
- работа в автоматическом режиме, не требующая вмешательства

обслуживающего персонала при эксплуатации;

- возможность расположения торгового оборудования, подключенного к системе центрального холодоснабжения, в сколь угодно длинные линии с произвольными углами изгиба.

Принимая во внимание вышеперечисленные факты, специалисты фирмы «Эйркул» наладили производство установок централизованного холодоснабжения на базе полугерметичных компрессоров Octagon фирмы BITZER для магазинов, холодильных складов и других

объектов с большим числом потребителей холода.

Установки имеют ряд характерных особенностей, которые позволяют применять заложенные в них инженерные решения для холодильного оборудования любой комплектации.

Холодильная установка комплектуется только высококачественными компонентами:

- полугерметичными компрессорами фирмы BITZER;
- выносным воздушным конденсатором фирм ALFA LAVAL или GÜNTNER;
- манометрами высокого и низкого

aircool co **ЭЙРКУЛ** **ХОЛОД ВСЕРЬЕЗ**
ПРОМЫШЛЕННОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ
ТОРГОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**ПРОИЗВОДСТВО, ПРОЕКТЫ,
ПОСТАВКИ, МОНТАЖ,
КРУГЛОСУТОЧНЫЙ СЕРВИС**

- * Холодильные агрегаты, компрессоры
- * Воздухоохладители, теплообменники
- * Холодильные склады и камеры
- * Холодильная автоматика
- * Материалы для монтажа и сервиса
- * Холодильный инструмент
- * Охладители жидкостей, льдоаккумуляторы
- * Установки центрального холодоснабжения
- * Холодильные установки линий заморозки
- * Компьютерный мониторинг объектов
- * Скороморозильные аппараты
- * Щиты управления
- * Генераторы льда
- * Производство, монтаж и сервис систем холодоснабжения

Фирма ЭЙРКУЛ
Россия, 191123, Санкт-Петербург,
ул. Шпалерная, д. 32-6Н
телефон: +7 (812) 327-3821, 279-9865
факс: +7 (812) 327-3345
e-mail: info@aircool.ru
internet: www.aircool.ru

Фирма ЭЙРКУЛ-ДОН
Россия, 344007, Ростов-на-Дону, ул. Пушкинская, 54
телефон/факс: (8632) 40-35-97, 40-27-17
e-mail: aircooldon@mail.ru internet: www.aacdon.ru

Фирма ЭЙРКУЛ-УРАЛ
Россия, 426009, Удмуртская Республика,
г. Ижевск, ул. Ухтомского, 24
телефон: (3412) 379685 факс: (3412) 377850

Фирма ЭЙРКУЛ-СИБИРЬ
Россия, 644046, г. Омск, ул. Маяковского 74, офис 211
телефон: (3812) 33-74-86 факс: (3812) 33-44-67
e-mail: aircoolib@omskcity.com

ПРОМЫШЛЕННОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ И ТОРГОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Таблица 1
Среднетемпературные установки

Марка	Холодопроизводительность, кВт, при температурах кипения $t_0 = -10^\circ\text{C}$ и конденсации $t_k = +45^\circ\text{C}$	Потребляемая мощность, кВт	Масса, кг
AKP-2JC	6,7	3,2	325
AKP-2HC	8,7	4,2	330
AKP-2GC	10,3	4,9	335
AKP-2FC	12,5	5,9	335
AKP-2EC	14,7	6,9	410
AKP-2DC	17,5	8,1	410
AKP-2CC	21,8	9,6	425
AKP-4FC	24,9	11,1	445
AKP-4EC	30,6	13,5	450
AKP-4DC	37,8	16,2	465

Таблица 2
Низкотемпературные установки

Марка	Холодопроизводительность, кВт, при температурах кипения $t_0 = -35^\circ\text{C}$ и конденсации $t_k = +40^\circ\text{C}$	Потребляемая мощность, кВт	Масса, кг
AKP-2DC	5,6	4,2	410
AKP-2CC	6,7	5,1	425
AKP-4FC	7,5	5,7	445
AKP-4EC	9,3	7,5	450
AKP-4DC	11,5	9,0	465

• электрическим щитом собственного производства фирмы «Эйркул» с микропроцессорным блоком управления.

Для автоматизации процесса управления работой установки используются электронные микропроцессоры фирм ELIWELL, CAREL и DANFOSS, которые программируют при проведении пусконаладочных работ.

В настоящее время фирма «Эйр-

кул» производит серию среднетемпературных и низкотемпературных агрегатов холодопроизводительностью от 4 до 38 кВт (табл. 1 и 2).

Высокая надежность, универсальность, экономичность и простота обслуживания в сочетании с приемлемой стоимостью позволяют рекомендовать их для холодоснабжения как вновь строящихся, так и реконструируемых складов и магазинов.

Системы централизованного холодоснабжения фирмы «Эйркул» уже работают на предприятиях розничной и оптовой торговли в Москве, Санкт-Петербурге, Приозерске (Ленинградская обл.), Сургуте, Тольятти (Самарская обл.), Королеве (Московская обл.), Костомукше (Карелия).

Установки централизованного холодоснабжения могут быть также спроектированы и собраны для специального применения в зависимости от поставленной заказчиком задачи.

го давления;

- реле высокого и низкого давления фирмы DANFOSS на каждый компрессор;
- отделителем масла SCHULTZE;
- жидкостным ресивером фирмы BITZER;

В Международном институте холода



НОВЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СУПЕРМАРКЕТОВ В XXI в.

В Швеции имеются большие возможности повышения энергетической эффективности холодильных установок в супермаркетах. Грядущая постепенная замена CFC хладагентов дает отличный шанс заняться вопросами повышения энергетической эффективности установок. Использование природных хладагентов, таких, как аммиак или пропан, ведет к распространению систем с промежуточным хладоносителем с минимальной зарядкой хладагентом. Примером является рассольная система охлаждения на CO_2 и др. В статье приведено несколько таких систем, а также затронуты вопросы защиты окружающей среды.

J. Arias, P. Lundquist // Preprint 20th int. Congress Refrig., IIR, Sydney, 1999, AU, 1999.09.19–24, pap. № 242, 7 p.
БМИХ, 2000, № 3, с. 71.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ

Рассматриваются вопросы перехода в короткие сроки на благоприятные для окружающей среды хладагенты в систе-

Из Бюллетеня МИХ

мах торгового холодильного оборудования и в установках кондиционирования. Рассмотрены перспективы использования хладагентов групп HCFC (R22 как заменитель R12 и R502); HFC (R134a и R125); смесей хладагентов (R404A, R507A, R407A, R407B, R407C, R410A и R125/R134a/R600); хладагентов, не содержащих галогенов (аммиак, пропан, пропилен и CO_2).

Bitzer int. // Kaltem. Rep./Bitzer int., Refrig. Rep., DE, 1999.09. № 8, 31 p.
БМИХ, 2000, № 4, с. 15.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ ВОДОЛЕДЯНУЮ СМЕСЬ

Охлаждаемые транспортные средства или контейнеры имеют рубашку, которая может заполняться льдоводяной смесью на соответствующих заправочных станциях. Санитарная обработка проводится очень легко, поскольку в контейнере нет другого оборудования. В зависимости от типа перевозимого груза (охлажденный или замороженный) можно

создавать различные температурные режимы.

J. Paul // Preprint 20th int. Congress Refrig., IIR, Sydney, 1999, AU, 1999.09.19–24, pap. № 497, 7 p.
БМИХ, 2000, № 3, с. 84.

РЕВЕРСИВНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ: ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И СТРАТЕГИЯ РАЗРАБОТОК

Обсуждаются вопросы различного вклада в глобальное потепление 1 кВт·ч энергии, произведенной в разных странах. Так, во Франции его влияние эквивалентно 92 г CO_2 , в Европе в целом — 513 г CO_2 . Далее показано, что тепловые насосы могут быть прекрасным способом уменьшения влияния систем отопления здания на глобальное потепление. Если коэффициент преобразования теплового насоса высок, то независимо от способа получения электроэнергии эффект снижения влияния на глобальное потепление будет обеспечен.

PEURLAN P. Le, P. Berhondo, A. M. Blane // Chaff. Vent Cond. Air // FR, 1999.05. № 5, 27–30.
БМИХ, 2000, № 4, с. 17.

Памяти Георгия Анатольевича ГОЛОВКО

12 марта 2002 г. ушел из жизни доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР Георгий Анатольевич Головкин.

Георгий Анатольевич учился в Ленинградском технологическом институте холодильной промышленности (ЛТИХП), который с отличием закончил в 1956 г.

Вся его дальнейшая производственная, педагогическая и научная деятельность была связана с криогенной техникой. По окончании института он начал работать на ленинградском заводе «Красный Автоген № 2» начальником кислородного и аргонного цехов. С 1957 г. и до ухода на заслуженный отдых Георгий Анатольевич постоянно работал на кафедре криогенной техники СПбГУНПТ.

Кандидатскую диссертацию защитил в 1966 г., докторскую – в 1979 г.

С 1974 до 1993 г. Г.А.Головкин заведовал кафедрой криогенной техники университета.

Он был высококвалифицированным педагогом, его лекции всегда отличались содержательностью и собирали широкую студенческую аудиторию.

Г.А.Головкин широко известен как крупный специалист в области криогенной техники не только в нашей стране, но и за ее пределами.

Под его научным руководством и при его участии разработан и внедрен в промышленность ректификационно-адсорбционный метод получения чистого аргона путем очистки его от кислорода способом низкотемпературной адсорбции на синтетических цеолитах, впервые примененный в нашей стране. На базе этого метода создан ряд криогенных установок для получения особо чистого аргона с объемной концентрацией не ниже 99,9995 %.

Георгий Анатольевич – талантливый изобретатель, ему при-

надлежит около 30 авторских свидетельств СССР и свыше 40 зарубежных патентов, выданных в США, Японии, Великобритании, во Франции и других странах.

Георгием Анатольевичем подготовлено 9 кандидатов и один доктор технических наук.

Список научных трудов Г.А.Головкина включает более 200 наименований, среди которых 2 учебных пособия с грифом Минвуза СССР и 3 монографии.

Г.А.Головкин много лет активно работал в Научном совете по адсорбции АН СССР, был членом редсовета издательства «Машиностроение» (Ленинградское отделение), научным руководителем Совета НТТМ института и членом научно-технических советов ряда организаций.

Георгий Анатольевич был неоднократным участником ВДНХ СССР, он награжден Почетным Дипломом Главного выставочного комитета, тремя золотыми и тремя серебряными медалями.

Г.А.Головкин отмечен рядом благодарностей в приказах Минвуза РСФСР, неоднократно заносился на Доску Почета института и райкома, был награжден знаком «За отличные успехи в работе» Минвуза РСФСР, а также рядом медалей.

Уйдя на заслуженный отдых, Георгий Анатольевич продолжал активно работать в области криогеники, в частности принимал участие в работах по криомедицине, проводимых рядом лечебных организаций и учреждений. До последних дней он интересовался жизнью кафедры криогенной техники, поддерживая творческие контакты с ее сотрудниками и преподавателями.

Кончина Георгия Анатольевича Головкина – это тяжелая утрата не только для его родных и близких, но и для всех тех, кому довелось работать вместе с ним и учиться у него.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОДОЛЕДЯНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Охлаждаемые транспортные средства или контейнеры имеют рубашку, которая может заполняться водоледяной смесью на соответствующих заправочных станциях. Санитарная обработка проводится очень легко, поскольку в контейнере нет другого оборудования. В зависимости от типа перевозимого груза (охлажденный или замороженный) можно создавать различные температурные режимы.

J. Paul // Preprint 20th int. Congress Refrig., IIR, Sydney, 1999, AU, 1999.09.19–24, pap. № 497, 7 p.

БМИХ, 2000, № 4.

ХЛАДАГЕНТЫ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ R22, В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ТЕПЛОВЫХ НАСОСАХ

Рассмотрены 8 потенциальных заменителей R22. Рабочие характеристики хладагентов в режимах охлаждения и нагрева определяли путем компьютерного моделирования. Расход каждого хладагента подбирали так, чтобы обеспечить одинаково-

вую холодопроизводительность при расчетных рабочих условиях системы и при сохранении размера теплообменника неизменным. Влияние хладагентов на глобальное потепление определяли, исходя как из утечек (приблизительно 4 % ежегодно), так и количества CO₂, выделяющего при производстве необходимой энергии. Результаты показывают, что с точки зрения энергетической эффективности, а также влияния на глобальное потепление (TEWI) R410A обладает самыми благоприятными рабочими характеристиками.

S. Gopalnarayanan, G. D. Rolom // ASHRAE Trans./ASHRAE, Winter Meet., Chicago, IL, US, 1999, vol. 105, № 1, 1228–1234.

БМИХ, 2000, № 4, с. 17.

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ, РАБОТАЮЩИЕ НА CO₂, ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Существующие на рынке в настоящее время теплонасосные системы не могут обеспечить нагрев воды до 60 °C без применения дополнительной системы обогрева. Однако тепловые насосы, работающие на CO₂, без труда обеспечивают эту температуру, если их коэффициент преобразования равен 4–5. Оптимальное давление для достижения максимального коэффи-

циента преобразования составляет 90...100 бар. Использование тепловых насосов для отопления позволяет утилизировать тепло отработавшего теплого воздуха, выбрасываемого из систем вентиляции. Тепловые насосы на CO₂ могут применяться также для получения горячей воды в течение всего года.

H. Halozan, R. Rieberer // Proc. IEA IZW e. V.-IIR Workshop, Mainz, DE, 1999.03.18, 12 p. БМИХ, 2001, № 4, с. 18.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ НАГРЕВА ВОДЫ

Нагрев водопроводной воды – одно из перспективных направлений использования закритического цикла на CO₂. При испытаниях опытного образца получили коэффициент преобразования, равный 4,3 при нагреве водопроводной воды с 9 до 60 °C (температура кипения 0 °C).

Расход энергии может быть снижен более чем на 75 % по сравнению с электрическим нагревом. Без особых трудностей можно получить горячую воду с температурой до 90 °C.

P. Neksa, H. Rekstad, G. R. Zakeri et al. // Proc. IEA-IZW e. V.-IIR Workshop, Mainz, DE, 1999.03.18, 14 pp. БМИХ, 2001, № 4, с. 18.

«СЕМ - 2002»

Электробытовая техника, электроника и товары для дома

С 23 по 26 апреля 2002 г. в выставочном комплексе на Красной Пресне проходила ежегодная 12-я Международная выставка бытовой техники, электроники и товаров для дома («СЕМ-2002»). Организаторы выставки – компания ITE GROUP PLC и ЗАО «Экспоцентр».

В этом году участниками выставки стали свыше 80 компаний из более чем 20 стран мира.

На выставке были представлены все сферы индустрии бытовой техники и электроники, в том числе широкий спектр бытовых холодильников – от переносных мини-холодильников фирмы IGLOO до вместительных комбайнов фирмы GENERAL ELECTRIC, бытовые кондиционеры и компрессоры для холодильников и кондиционеров.

Выставка отразила общие тенденции развития рекламно-выставочной деятельности в России. По заявлению предпринимателя, более 10 лет занимающегося выставочным биз-

несом, на проводимых в России международных выставках в начале 90-х годов было примерно 80% зарубежных и 20% российских участников, а в 2002 г. это соотношение изменилось на диаметрально противоположное. В секторе бытовых холодильников увеличение процента отечественной продукции объясняется ростом спроса на более дешевую технику и возрождением производства на российских заводах.

Еще одной особенностью этой выставки стало резкое увеличение среди экспонентов доли торговых компаний при сокращении доли заводов-изготовителей. Вследствие коммерциализации выставки из экспонатов исключены перспективные разработки, которые ранее выставались с целью изучения спроса, а экспонировались в основном единичные витринные образцы разных марок. Исключение составляло семейство холодильников и морозильников Зеленодольского завода.

Отечественную холодильную технику, включая белорусскую и украинскую, представляли компании «КАСИС» и «ПРОСТОР», западноевропейскую – «М-видео» и группа компаний «СВ». Американские бытовые холодильники представляла компания «Электромир».

Коммерсанты, как правило, предлагали холодильную технику по каталогам и прайс-листам, однако крупные компании рекламировали и новые способы торговли через Интернет-магазины по Интернет-каталогам, демонстрировали компьютерные системы расширенного поиска и выбора оптимальной для покупателя модели: войдя в сайт компании, покупатель получает возможность отобрать технику, удовлетворяющую предъявляемым им требованиям, выбрать модель с оптимальным соотношением цены и качества, оговорить условия оплаты и доставки, передать заявку менеджеру и получить ответ компании, не выходя из квартиры.

Самые распространенные на российском рынке бытовые холодильники «Стинол» после перехода Липецкого завода под управление итальянского концерна MERLONI начинают вытесняться производимыми на новых технологических линиях завода параллельно с холодильниками «Стинол» моделями INDESIT прошлых лет. Новейшие модели INDESIT сначала осваивают на итальянских заводах. Холодильники марки INDESIT, изготавливаемые на Липецком заводе, предлагала компания «КАСИС», итальянского производства – группа компаний «СВ».

Холодильники известных российских марок «Бирюса», «Саратов» и «Смоленск» были обозначены без широкой рекламы на стенде компании «КАСИС».

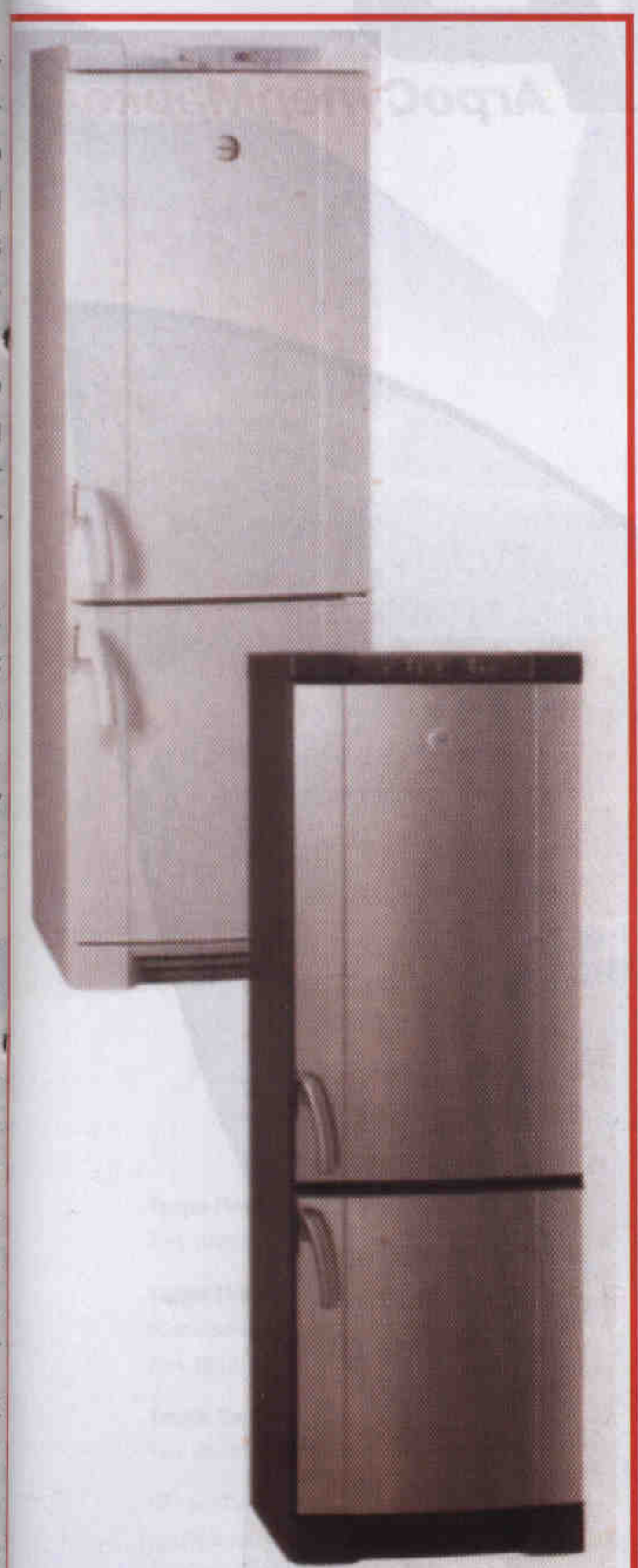


На стенде компании «Простор»

Семейство холодильников и морозильников Зеленодольского завода «Свияга», «Мир» и «ПОЗИС») представляла компания «ПРОСТОР». Новинка семейства – медицинский холодильный шкаф-витрина «ПОЗИС-574-1» для хранения лекарств при температурах от 1 до 8 °С. Принудительная циркуляция воздуха в холодильной камере помогает поддерживать отклонение температуры в пределах $\pm 1,5$ °С. На двери предусмотрен замок с ключом.

Представленные на выставке белорусские холодильники «Атлант» по дизайну и техническим параметрам не уступают европейским моделям среднего уровня.

Украинское ЗАО «Группа Норд»



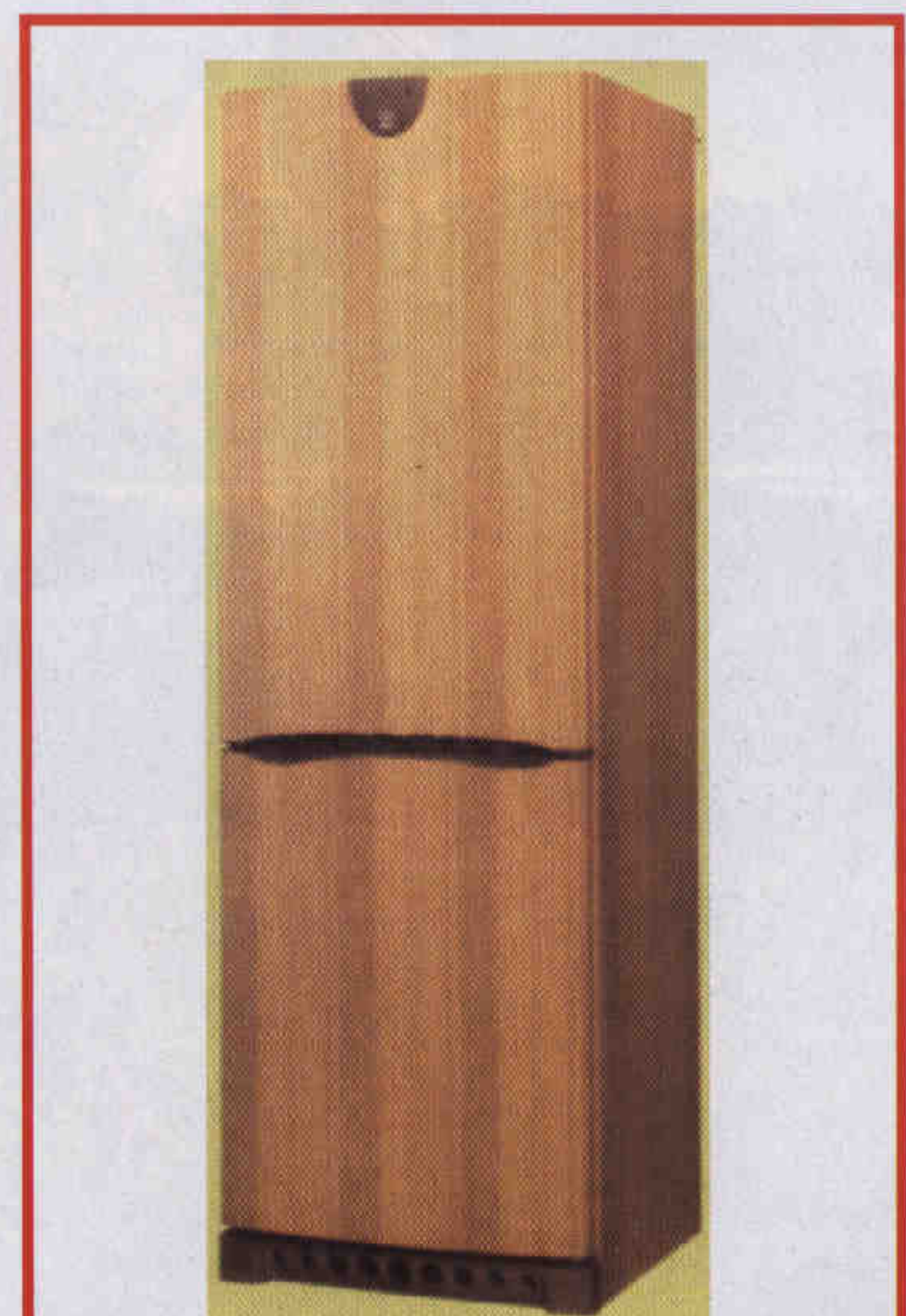
Комбинированные холодильники-морозильники ELEKTROLUX ERB3400/ERB3400 X, (240+80 л, 595×623×1800 мм) с двумя компрессорами. Класс экономичности – А. Мощность замораживания 12 кг/24 ч. Время безопасного хранения продуктов в аварийных ситуациях 17 ч

экспонировало производимые им холодильники современного дизайна с несколькими вариантами декоративной отделки наружных поверхностей шкафа и двери, в том числе с цветным окрашиванием под шагреня. Кроме холодильников одноименной марки на R600a «Группа Норд» предлагала холодильники «Донбасс» и «Днепр», оконные и транспортные (для кранов) кондиционеры и компрессоры для холодильников и кондиционеров.

Зарубежные фирмы представили ряд новинок. Фирма ARISTON предложила электронный пульт управления на двери двухкамерного холодильника с крупной цифровой индикацией температур в обеих камерах.

Новые модели INDESIT снабжены электронным пультом управления на верхней кромке шкафа, перекрываемой дверью. Оригинальная «капелька» на двери имеет окошки с цветными линзами напротив световых индикаторов пульта. Информация о работе холодильника хорошо просматривается при закрытой двери, но для изменения режима работы дверь придется открыть.

Новые модели ELEKTROLUX имеют округлые формы дверей, напо-



Двухкамерные холодильники INDESIT CA 238 L/CF 238 TI (332/114 л, 600×600×1810 мм). Класс экономичности – А/В. Мощность замораживания 14 кг/24 ч. Время безопасного хранения продуктов в аварийных ситуациях 20 ч

минающие дизайн 60-х годов. Запатентованные рычажные ручки с удобным захватом обеспечивают легкое открывание двери холодильника даже при наличии в руке какого-нибудь предмета. Цифровой индикатор температур позволяет задавать независимые режимы в каждой камере. Вместительные пластиковые сосуды в морозильной камере имеют съемные прозрачные передние стенки.

Эксклюзивная модель ELEKTROLUX имеет вертикальную ручку по высоте двери, которая для обеспечения приятных ощущений теплоты при касании покрыта натуральной бычьей кожей и обшита суровыми нитками. Торцы стеклянных полок в холодильной камере имеют буковую окантовку. Вместо традиционных сосудов для фруктов и овощей предлагают плетеные корзины из лозы.

Фирма MAYTAG, США, предложила двухкамерный холодильник распашного типа со ступенчатой конфигурацией камер и дверей. Верхняя часть морозильной камеры имеет ширину, соответствующую размеру льдогенератора, а нижняя сделана более широкой для обеспечения повышенной вместимости.

Корпус холодильников GENERAL ELECTRIC из нержавеющей стали покрыт различными рисунками, чтобы скрыть возможные мелкие дефекты и разнообразить дизайн.

Израильская фирма POLARIS представила настенные и напольные кондиционеры китайской сборки с израильской электроникой и японскими компрессорами.

Китайская фирма HISENSE предлагала двух- и трехкамерные холодильники, настенные и напольные кондиционеры по относительно низким ценам.

В целом выставка «СЕМ-2002» показала, что рынок бытовых холодильников динамично развивается, о чем свидетельствуют как отмечаемый экспертами рост спроса за истекший год, так и прогнозируемое дальнейшее его увеличение. При этом особое значение приобретают грамотные маркетинговые исследования спроса и новые формы сбыта продукции.

В.В.ПИСКУНОВ